Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

De natuurkunde uit ondervindingen opgemaakt

https://hdl.handle.net/1874/352632

25

D^r. DESAGULIERS

PROEF-ONDERVINDELYKE

NATUURKUNDE

IN DRIE DEELEN

Dr. DESAGULIERS

PROEF-ONDERVINDELYKE

NATUURKUNDE.

IN DRIE DEELEN.

D. DESAGULIERS

NATUURKUNDE

C 10 DES 1 # OUD

DE NATUURKUNDE UIT ONDERVINDINGEN OPGEMAAKT

DOOR

JOANN. THEOPH. DESAGULIERS,

DOCTOR IN DE BEIDE REGTEN, LID VAN DE KONINKLIJKE SOCIETEIT VAN LONDEN, KAPPELLAAN VAN ZIJNE KONINKLIJKE HOOGHEID *FREDERIK, PRINS VAN WALLES enz.*

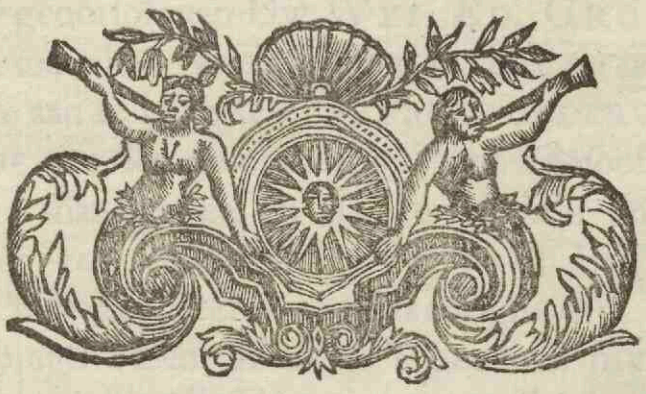
Uit het Engels vertaald

DOOR

EEN LIEFHEBBER DER NATUURKUNDE.

EERSTE DEEL.

Met zeer veele Platen opgehelderd.



TE AMSTERDAM

By *ISAAK TIRION.*

MDCCLI.

DE
NATUURKUNDE
DER
ONDERVINDINGEN
OPGEMAAKT
DOOR
JOANN. THEOPH. DESAGULIERS,
LL. D. EN F. R. S.
TWEEDE DEEL.



Utrechts Universiteits
Museum

OPDRAGT

AAN DEN WEL EDELEN GROOT AGTBAAREN HEERE

Mr. GERARD ARNOUT HASSELAAR,

REGEEREND BURGERMEESTER EN RAAD DER STAD AMSTERDAM,

REPRESENTANT VAN ZYNE DOORLUGTIGE HOOGHEID IN DE ADMIRALITEITS KOLLEGIEN VAN HOLLAND EN WESTVRIESLAND, VOORMAALS AFGEZANT VAN HAAR HOOGMOGENDEN OP DEN VREDEHANDEL TE AAKEN. ENZ. ENZ. ENZ.

Het zy my geoorloft aan Uw WEL ED. GROOT AGTBAARE met allen verſchuldigden Eerbied op te draagen en aan Uwe gunſte aan te beveelen, de PROEF-ONDERVINDELYKE NATUURKUNDE van den grooten Engelſchen Filoſoof, Dr. J. TH. DESAGULIERS, thans geheel en al, ten dienſte onzer Landsgenooten, door een voornaam en ervaaren Liefhebber der Natuurkunde, met zeer veele naauwkeurigheid in het Nederduitſch overgebragt. Een Werk, 't geen ik my met reden vleije, dat Uwe gunſtige Beſcherming niet geheel onwaardig is;

zoo uit aanmerkinge van de beſchouwelyke Heerlykheid der Edele en verheven Wetenſchappen, die in het zelve worden geleerd; als ook om derzelver uitnemende Nuttigheid voor het Menſchdom.

't Is waar, Uw WEL ED. GR. AGTB., niet alleen in de Oude, maar ook in de Hedendaagſche Taalen, en inzonderheid in die der Engelſche Filoſoofen ervaaren, heeft niet noodig, dat men ten Uwen nutte vertolke de uitmuntende Schriften van onze wakkere Nabuuren en Bondgenooten, de regte Voedſterheeren dier Goddelyke Wetenſchap, die, in eenen Nagt van Duiſternis en onkunde verborgen leggende, nog geene Eeuw geleden, door den uitmuntenden BOYLE ontdekt, en door den onvergelykelyken NEWTON in vollen Dag en Luiſter geſteld werdt. 't Is insgelyks waar, dat Uw WEL ED. GR. AGTB. niet noodig heeft, dat de Filoſofie van NEWTON (wiens uitmuntende Schriften zelve van U gelezen, en wiens Wiskonſtige Stellingen en Bewyzen, ſchoon verre boven 't gemeene Begrip, van U worden verſtaan) U, door zulke menigvuldige en duidelyke Proeven, verklaard worde. Maar het is ook tevens waar, dat het Uw WEL ED. GR. AGTB. niet dan ten uiterſten welgevallig kan zyn, dat veelen onzer Landsgenooten, die der Engelſche Taale onkundig, of in de Stel- en Meetkunde, of niet, of maar weinig ervaaren zyn, egter, gelegenheid wordt gegeven om deeze verheeven en nutte Wetenſchap te konnen beoeffenen en verſtaan, met behulp enkel van Oplettenheid, een gezond Verſtand en een weinig Cyfferkonſt.

Dit was het Oogmerk van onzen Schryver in het doen van zyne Filoſofiſche Leſſen, om door eene Reeks van duidelijke Proe-

OPDRAGT.

Proeven en Ondervindingen, het gantſche Newtoniaanſche Samenſtel zoo klaar en bevatbaar voor te ſtellen, dat Lieden van allerlei Rang en Beroep, ja Juffers zelve, zyne Leſſen met eene zonderlinge graagte bywoonden, en daar door in Liefde en Hoogagtinge voor deeze nutte Wetenſchap ontſtoken werden. Veelen onzer Lands- en Stadsgenooten zyn, nevens my, van deeze zyne buitengemeene Klaarheid en weergalooze Bekwaamheid in het voorſtellen en neemen zyner Proeven getuigen geweeſt: en in dit Werk kan een ieder opmerkend Leezer daar van de overtuigendſte Blyken vinden.

Van hoe overgroot een Belang moet dan zulk een Werk niet zyn in ons Vaderland, daar maar zeer weinige Lieden gevonden worden, genoeg in de Wiskunde bedreeven om in te konnen dringen in de kenniſſe der Newtoniaanſche Filoſofie, die, behalven haare natuurlyke Heerlykheid en Beminnelykheid, niet alleen van eene algemeene Nuttigheid is, ter Bevordering van alle Konſten en Wetenſchappen, maar ook van eene byzondere voor ons Vaderland, ter Beſcherminge van het zelve tegen het Geweld der Wateren en Stroomen (die, niet door Arbeid en Konſt geſtuit, deszelfs onvermydelyken Ondergang dreigen) en tot het maaken der Werktuigen daar toe dienſtig; om nu niet te ſpreeken van de groote Voordeelen, die onze Zeevaart en Handteeringen uit dezelve konnen trekken.

Dit alles is UW WEL ED. GR. AGTB., beter dan veele anderen, by ondervindinge bekend; en uit dien hoofde is 't, dat ik my ook verſtout heb dit Werk aan Uwe gunſtige Beſcherming aan te beveelen: ten einde het zelve niet alleen door Uwen agtbaaren Naam en aanzienlyken Stand, Glans en Luiſter bygezet mogte wor-

worden: maar inzonderheid, op dat, door Uwe erkende Kundigheid in deeze en alle andere ſoorten van beſchaafde en nuttige Wetenſchappen, en door Uwe Aanpryzing en Bevordering van de zelven, Lieden van allerlei Rang en Staat mogten opgewekt worden, om zulke uitmuntende Voorbeelden naar te volgen: ten einde eene bondige Geleerdheid, te gelyk met alle nutte Konſten en Wetenſchappen, hoe langs hoe meer mogen bloeijen in dit ons Vaderland, welks welzyn, een ieder overtuigd is dat Uw WEL ED. GR. AGTB. zoo zeer, als iemand, ter harten gaat.

Dat de zonderlinge Gaaven van Uw WEL ED. GR. AGTB. dat Uwe Voorſtand van alle nutte Geleerdheid, Konſten en Wetenſchappen en inzonderheid van de Filoſofiſche, dat Uwe Grootmoedigheid en Uwe voorbeeldelyke Yver voor den Welſtand van 't Vaderland, waar van het reeds zulke uitſtekende Vrugten geplukt heeft, nog geduurende eene menigte van Jaaren mogen ſtrekken tot Bevordering van het Geluk en Welvaaren van Stad en Land, is, WEL EDELE GROOT AGTBAARE HEER, de vierige wensch van

UWER WEL ED. GROOT AGTBAARHEIDS
ZEER OOTMOEDIGEN EN ONDERDAANIGEN

DIENAAR,

ISAAK TIRION.

Amſterdam 8 *Maart* 1751.

BERIGT
VAN DEN
VERTALER.

DE Natuurkunde begint in ons Vaderland zooveel ingang te vinden, dat ik myne Landsgenoten zouw verongelyken, indien ik ondernemen wilde hen die Wetenſchap aan te pryzen. Hoe nutte beſchouwingen ze ons aan de hand geve in het Godsdienſtige zelf, hebben ze ſedert een geruimen tyd algezien uit het voortreffelyke Werk van den Heer *Nieuwentyt*, en de vertaalde Werken van de Heeren *Derham*, *Ray*, het Uittrekzel van de Beginzelen of Gronden van den natuurlyken Godsdienſt van Dr. *Cheyne* en anderen. Het lezen dezer Werken heeft behalven het voorname oogmerk, dat ze bedoelden, ook aanleiding gegeven, om het voordeel van de Natuurkunde in andere opzigten te begrypen. Men heeft gezien, dat ze niet alleen om de verſcheidenheid harer voorwerpen, maar ook om de volmaakte ſchikking, die in alle hare voorwerpen beſpeurd wordt, en de verbazende uitwerkingen der natuurlyke ſchepzelen, en dat op de eenvoudigſte wys, één van de aangenaamſte en vermakelykſte oeffeningen was.

Dit is van zooveel vrugt geweeſt, dat de verſcheiden Werkjes, die van tyd tot tyd over verſcheiden ſtukken van de Natuurkunde in onze taal zyn uitgekomen, van velen niet alleen by zigzelven met graagte en ſmaak gelezen zyn, maar dat men 'er ook gevonden heeft, en nog vindt, die gezelſchappen uitmaken, om over het nieuws, dat hen in die Werkjes wordt meêgedeeld, te redeneren, om een eerlyke uitſpanning te hebben, en zig de Ontdekkingen van de Natuurkundigen ten nutte te maken. Ja daar zyn 'er, die, ſchoon ze andere gewigtige bezigheden hebben, in de Natuurkunde zooveel vermaak ſcheppen, dat ze hunnen tyd uitbreken, om by elkander te komen, om niet alleen over de natuurlyke Verſchynzelen te redeneren, maar zelf ook om Proeven te nemen, en ten dien einde geen geringe koſten maken, om de noodige Inſtrumenten te bekomen, welke Liefhebbery te wenſen is dat ſtand mag houden, en van anderen gevolgd worden.

Maar om de gewenſte voordeelen van die heilzame Wetenſchap te genieten, ontbrak onze Landsgenoten een Werk, dat de gantſe Natuurkunde, of hare Beginzelen en Gronden, in hunne taal bevatte: want alles, wat ze tot nog maar weinig tyds geleden in die taal daarvan hadden, was niets meêr dan ſtukken en brokken, of behelsde byzondere Waarnemingen, zon-

der de algemeene Gronden van de Natuurkunde te beſchryven. Toen de Heer *Desaguliers*, die groote Natuurkundige, op verſcheiden plaatzen van ons Land over die Beginzelen en Gronden Leſſen gegeven, en zyne Stellingen met een zeldzame duidelykheid verklaard, en door Proeven bevestigd had, kregen ze ſmaak in zyne manier van onderwyzen. Eén zyner Toehoorders had den korten Inhoud zyner Leſſen aangeteekend, en op 't verzoek van eenige Liefhebbers laten drukken. Dit verwekte wel haaſt verlangen, om het Werk van den Heer *Desaguliers*, dat in 't Engels gedrukt werd, ook in onze taal te zien.

Ik werd van eenige goede Vrienden aangezogt, om het te vertalen, dog ſloeg het verſcheiden malen af, zoo omdat ik werks genoeg had aan myne eigen Studie, als om de moeijelykheid, die ik in de Vertaling te gemoed zag: want ſchoon de Schryver zyne gedagten wel op een klare wys terneêr ſtelle, waren de meeſte zaken evenwel in onze taal nooit verhandeld, en bygevolg de Kunſt-woorden veelal nieuw. In opzigt van de Kunſt-woorden van de Wiskunſt zelf, die nu en dan in de Aanteekeningen van onzen Schryver te pas komt, konden de Boeken, die we in 't Neêrduits over die Wetenſchap hebben, my niet veel hulp toebrengen, omdat onze nederlandſe Wiskunſtenaars zelf latynſe of griekſe woorden gebruikt, of dezelven alleenlyk vertaald hebben naar de eigenlyke beteekenis van de woorden, zonder te letten op de zaak, die ze moeſten uitdrukken. Nadat ik hierdoor eenigen tyd weêrhouden was, beſloot ik evenwel myne ſnipper-uurtjes aan dit werk te beſteden, ſchoon ik liever gezien hadde, dat het iemand ondernomen had, wiens eigenlyke werk de Studie van de Natuurkunde was.

In 't algemeen heb ik getragt verſtaanbaar te zyn. Om de Werktuigen of Inſtrumenten met hare eigen nederduitſe namen te noemen, heb ik, indien ze my niet regt bekend waren, dezelven gevraagd aan Kunſtenaars en Liefhebbers, die die Inſtrumenten zelf maken, of gebruiken. In 't vertalen van Kunſtwoorden, die de Natuurkunde en Wiskunſt in 't byzonder eigen zyn, heb ik my wel bediend van zulken, die ik vond dat de zaak waarlyk uitdrukten, of door een algemeen gebruik reets gewettigd waren, maar ook geene Zwarigheid gemaakt, om voor zulken, welker Vertaling my de regte niet ſcheen te wezen, anderen te gebruiken, altyd zooveel my doenlyk was, zulke woorden verkiezende, die ik oordeelde de zaak beſt uit te drukken. Eenige weinigen, waartoe ik geen raad wiſt, heb ik onvertaald gelaten, dog het zyn alleen zulken, die door een Omſchryving in het Werk zelf verklaard worden.

Sommige Liefhebbers hadden my geraden de Kunſtwoorden in 't geheel niet te vertalen, 't geen ik egter niet van my zelven heb konnen verkrygen. Onze Taal is zoo arm niet, of ze verſchaft ons al vele Kunſtwoorden, die

niet

niet min eigen en natuurlyk zyn, dan die van andere Talen. 'T is waar, dat Kenners de griekſe of latynſe Kunſt-woorden liever lezen en hooren, dan nederduitſe woorden, waaraan ze zooveel niet gewend zyn, als aan de eerſte; maar dewyl ik deze Vertaling ondernomen heb niet zoozeer ten dienſt van luiden, die in de Natuurkunde geoeffend zyn (dewyl de meeſte van hen de engelſe Taal zelf verſtaan) als wel tot behulp van zulken, die hun werk niet van de Studie gemaakt hebben, oordeelde ik, dat de griekſe en latynſe Kunſtwoorden hen meêr zouden belemmeren, dan de nederduitſe de Liefhebbers van Studie, die deze Vertaling nog mogten lezen, vervelen zouden. En opdat zulke Liefhebbers door benamingen, die hen ongewoon zyn, niet verhinderd zouden worden, heb ik de meeſte oorſpronkelyke Kunſtwoorden by de vertaalde gevoegd tuſſen twee Haakjes, en, indien 't niet overal geſchied is, konnen ze, in 't Regiſter de nederduitſe woorden naziende, terſtond vinden, wat 'er meê gemeend worde, dewyl ik de meeſte met het nederduits vooraan daarin gelaſt heb. Opdat ze ook, in 't Werk iets willende nazien, niet lang zouden behoeven te bedenken, op wat voor een woord het in 't Regiſter gezogt moet worden, heb ik de woorden, waarover eenige bedenking kon vallen, daarin geſteld met het Latyn voor, en het Nederduits, dat men zoeken moet, agter.

Dat de *Aanteekeningen* in 't Engels niet by elke zaak, waartoe ze behoorden, maar agter elke Les waren, was wat ongemakkelyk voor diegenen, die ze by de zaak zelve wilden lezen. Om dit ongemak voor te komen, heb ik ze elk op hare plaatzen onder de Leſſen gevoegd. Het gebeurt nu wel eens, dat de Schryver in de ééne of de andere iets onderſtelt, dat in de Les zelve nog volgen moet, maar behalven dat dit niet veel gebeurt, wordt dan het Nommer aangewezen, waarop hy ziet, en dit na te zien geeft zooveel ongemak niet, als dat men de *Aanteekeningen* telkens agteraan moeſt zoeken.

Door deze verandering is ook verſchikking gekomen in de Platen en Figuren. Dewyl dit noodzakelyk was, heb ik de Figuren ook wat ruimer van elkander gezet, en liever eenige Platen meêr willen nemen, dan de Figuren teveel inéén gedrongen vertoonen, 't welk in den engelſen Druk dikwyls gants niet gemakkelyk was in 't zoeken, en nazien. Egter is de gemelde Verſchikking in de Platen van de eerſte Les niet gemaakt. Ze was niet bedagt, toen die Les gedrukt wierd, het welk al voor een geruimen tyd geſchied is. Omdat de engelſe Druk door het reizen van den Schryver niet veel gevorderd was, had het Werk tot in 't voorleden jaar ſtil gelegen, het welk de reden is, dat 'er tuſſen de eerſte Les en de volgende wel eenig verſchil in den ſtyl en eenige dog weinige Kunſtwoorden beſpeurd wordt.

Mogelyk zullen ſommigen denken; Was de reden, waarom de Vertaling

van 't Werk van Dr. *Desaguliers* ondernomen is, het gebrek van een Boek, dat de voornaamſte Beginzelen en algemeene Gronden van de Natuurkunde in onze Taal behelsde, zoo hadden we het wel konnen miſſen, nu die groote Filoſoof de Heer *Petrus van Muſſchenbroek* ons voor eenige maanden vereerd heeft met zyne uitmuntende *Beginzelen der Natuurkunde*. Maar om daar niet op te zeggen, dat regte Liefhebbers reden hebben, om zig te verheugen, wanneer ze over dezelfde Stof verſcheiden Schryvers vinden, die waarlyk mannen van Bekwaamheid zyn, waarvoor beide gemelde Heeren overal bekend ſtaan, zal ik hen alleenlyk te binnen brengen, dat de Heer *Muſſchenbroek*, aan wiens Bekwaamheid om van de zaak te oordeelen niemand zal twyfelen, zelf van die gedagten niet is, dat het Werk van onzen Schryver onnut is, nadat zyne Natuurkunde het ligt ziet, en dat die Heer dit duidelyk genoeg te kennen geeft, wanneer hy 'er op zoovele plaatzen van zyn Werk met den grootſten Lof van ſpreekt.

Van 't Werk zelf zal ik niets melden, maar den Lezer wyzen tot de Voorreden van den Schryver, en hem meêdeelen, dat zyne Eerw. my onlangs hoop gegeven heeft, dat het andere Deel zoo lang niet onderweeg zal zyn, als het eerſte door verſcheiden verhinderingen geweeſt is.

De Karakters, die in 't Werk gevonden worden, zal ik ten gevalle van jonge Liefhebbers, die aan dezelven niet gewend mogten zyn, met hare Verklaring tot een ſlot laten volgen, en wenſen, dat myn arbeid van nut mag zyn voor myne Landsgenoten.

$+$ *is een Teeken van*	Vergaring of Additie,	*byvoorbeeld*, $a+b$ is a en b in getalen, $10+6+4$ is 20.
$-$	Aftrekking, of Subtraktie,	$a-b$ is a min b, in getalen $10-6$ is 4.
$\times$	Vermeenigvuldiging of Multiplikatie,	$a \times b$ is ab of a vermeenigvuldigd door b, in getalen 10×10 is 100.
$=$	Evengelykheid,	$a=b$ is a is evengelyk aan b, in getalen $5+3=6+2$, is $5+3$ of 8 is evengelyk aan $6+2$ of 8.
$: \; :: \; :$	Evenredigheid,	$a:b::c:d$ is, indien a doet b, moet c doen d, in getalen $10:6::20:12$. is, indien 10 doet 6, moet 20 doen 12.
$\overline{\quad}\,\vert^2$	Vierkanting,	$\overline{a+b}\vert^2$ is het Vierkant van $a+b$, of $a+b$ door zig zigzelven vermeenigvuldigd, in getalen $\overline{10+6}\vert^2$ is $10+6$ of 16 door zigzelven vermeenigvuldigd, dat is, 256.
, tuſſen Cyferletters,	Gebrokens van Tienen,	9,8127 ℔, is 9 ℔ en $\frac{8127}{10000}$ ℔.

VOOR-

VOORREDEN
VAN DEN
SCHRYVER.

ALL de kennis, die wy van de Natuur hebben, hangt af van feiten: want zonder Waarnemingen en Ondervindingen zouw onze Natuurkunde maar een Wetenschap van woorden en een onverstaanbare Brabbelery wezen. Maar daarenboven moet men ook de Meetkunde en Rekenkunst te hulp roepen, tenzy men zig vergenoegen wil met een natuurlyke Historie, en een Natuurkunde vol gissingen. Want, dewyl 'er tot het voortbrengen van samengestelde uitwerkingen verscheiden oorzaken samen werken, kan men ligtelyk een verkeerde oorzaak voor de overheersende nemen, indien men de Hoeveelheid niet kan meten van de voortgebragte uitwerkingen, dezelven met elkander vergelyken, en de ééne van de anderen onderscheiden, om de ware en evenredige oorzaak van elke byzondere uitwerking te vinden, en wat het gevolg moet zyn van hare vereenigde werking. Toen de filosofise Roman van den Heer Kartesius door de fraaiheid van styl en welvoorkomende uitleggingen van natuurlyke Verschynzelen de Aristotelise Natuurkunde overmeesterd had, kreeg de weereld weinig voordeel door die verandering: want inplaats van eenige weinige Wysneuzen, die hunne onkunde, als meestal van dezelve wel overtuigd zynde, met een deel kwa woorden, en grootsprekende uitdrukkingen zogten te verbergen, kwam 'er een nieuwe bende van Filosofen voor den dag, wier vadzige gesteltenis zig wel kon vlyen naar een Natuurkunde, waartoe men geene Wiskunst noodig had, en die eenige weinige Grondbeginzelen vaststellende, zonder hare wezentlykheid en bestaanlykheid met elkander te onderzoeken, zig verbeeldden, alle Verschynzelen volgens wetten van Beweging [mechanically] alleen door behulp van stof en beweging te konnen oplossen; en, op hunne neuswyze manier van doen, voorgaven dingen te bewyzen, die Kartesius zelf misschien nooit geloofd heeft; konnende zyne Filosofie (indien hy 't met ernst meende) de proef niet uitstaan van de Meetkunde, waarin hy waarlyk een Meester was.

We hebben Sir Isaac Newton's invoering van de Meetkunde in de Filosofie dank te weten het verslaan van dat leger van Gotten en Vandalen in de filosofise weereld, die hy met meêr en grooter ontdekkingen verrykt heeft dan alle de Filosofen, die voor hem geleefd hebben. Ook heeft hy zulke gronden gelegd voor toekomende schatten, dat zelf na zynen dood zyne Werken de Natuurkunde nog voortzetten. Voor Sir Isaac had men maar losse gisingen ontrent de oorzaak van de beweging der Staart-sterren en Dwaal-sterren om de Zon; maar hy heeft ze duidelyk afgeleid uit de algemeene Wetten van Aantrekking (waarvan hy de wezentlykheid buiten allen tegenspraak heeft aangetoond) en bewezen, dat de schynbare onregelmatigheden van de Maan, die de Sterrekundigen niet in getalen konden uitdrukken, niets anders zyn, dan noodzakelyke gevolgen van de werkingen van de Zon en de Aarde op die Dwaal-ster, volgens hare verscheiden Standen. Zyne Beginzelen helderen alle de zwarigheden op van de verscheiden Verschynzelen van de Gety'en; en de ware gedaante van de Aarde is nu duidelyk bewezen een plat ból-agtig Rond te zyn, hooger op den Liniecirkel dan op de Polen, in weêrwil van vele stellingen en gisingen voor het tegendeel. Onze weêrgalooze Filosoof heeft ons ontdekt, en bewezen de ware natuur van 't Ligt en de Koleuren, waarvan de schranderste en naarstigste Onderzoekers van de natuur geheel onkundig waren: want daar zy

den

den oorſprong van de Koleuren zogten in de vermenging van ſchaduw en ligt, heeft Sir Iſaac Newton *gevonden, dat ze van dezelfde natuur met de Stralen van de Zon, en in het ligt zelf bevat zyn; terwyl de Oppervlakte van gekoleurde lighamen alleenlyk dient, om die Stralen, die de Koleuren maken, van elkander te ſcheiden; door ſommigen als in te zwelgen, en anderen naar onze oogen terug te kaatzen, en dus die verſcheiden aandoeningen voort te brengen, waarvan de aangename verſcheidenheid van gekoleurde voorwerpen afhangt. Zyne* Optica, *of Ligtkunde, behelſt behalven de eigenſchappen van 't Ligt, een grooten Schat van Filoſofie, die (ſchoon zedigiyk van hem voorgeſteld onder den naam van* Vragen, *als of het maar enkele Giſſingen waren) door dagelykſe Ondervindingen en Waarnemingen beveſtigd wordt; waarvan men een aanmerkelyk blyk kan zien in den Eerw. Heer* Stephen Hale's *Boek van de* Plant-weging **, die, velen van Sir* Iſaac's Vragen *buiten allen twyfel ſtellende, aantoont, hoe wel en vaſt ze gegrond zyn. Ik ga met ſtilzwygen voorby zyne verheven uitvindingen in zuivere Wiskunſt, met reden binnen en buiten's lands zoo hoog geſchat; omdat ze, ſchoon van veel dienſt geweeſt in 't ontdekken van de oorzaken van natuurlyke Verſchynzelen, egter niet eigenlyk behooren tot myn tegenwoordig onderwerp, 't welk de* Natuurkunde *is, die ik in dit Werk door Ondervindingen tragt te leeren; niet alleen wanneer de dingen langs dien weg ontdekt zyn, maar ook wanneer ze door een lange Reeks van wiskunſtige gevolgen de éene uit de andere zyn afgeleid, Proeven nemende, die ons ſtap voor ſtap tot dezelfde beſluiten brengen.*

De verbeelding, dat men de Wiskunſt noodzakelyk moet verſtaan, heeft velen van de Newtoniaanſe Filoſofie *afgeſchrikt. Ik heb verſcheiden Kartezianen hooren zeggen, dat, indien de kennis van de Meetkunde noodzakelyk was, om hen te overtuigen, dat ze liever by hunne manier van filoſoferen wilden blyven, dan zig zooveel moeite geven. Eveneens of iemand den naam van een Filoſoof verdiende, alleen omdat hy wel redeneerde op zekere Gronden, ſchoon die Gronden of waarſchynelyk vals, of by gratie toegeſtaan, of maar naar welgevallen aangenomen zyn, om tot het voorgeſtelde oogmerk te dienen. Niet die uit een Onderſtelling kan aantoonen, hoe de bewegingen der hemelſe lighamen volbragt konnen worden, maar die hare wezentlyke oorzaken duidelyk bewyſt, moet gezegd worden een regte verklaring te geven van het Weereld-geſtel. En op dezelfde wys is het met andere Verſchynzelen ook gelegen: want, wanneer men niet kan bewyzen hetgeen men verklaart, is 't beter zyne eigen onkunde te belyden, dan zyne Giſſingen aan de weereld voor Oplosſingen te willen opdringen. Indien men ooit tot kennis komt van de oorzaken der verſcheiden werkingen van den Zeilſteen, zal het veel eer geſchieden door het by elkander vergelyken van de Ondervindingen en Waarnemingen van* Norman, Pound, *Lord* Paisley, Graham, Muſſchenbroek, Savery, Marcel *en anderen (die hunne onkunde ontrent de oorzaken dezer verbazende uitwerkingen belyden) dan door vyfentwintig Onderſtellingen van luiden, wier driftige Verbeelding hen alles aan de hand geeft, wat hunne Oplosſingen maar eenigſints onderſteunen kan, terwyl de dagelykſe Waarnemingen en de gemeene Wetten van Beweging dezelven gemakkelyk weerleggen konnen.*

Maar om tot de newtoniaanſe Filoſofie *terug te keeren; ſchoon hare Waarheid onderſteund worde door de Wiskunſt, kan men hare ontdekkingen van de natuurlyke dingen zonder dezelve egter wel meêdeelen. De groote* Locke *was de eerſte, die een* newtoniaans Filoſoof *werd zonder behulp van de Meetkunde: want den Heer* Huigens *gevraagd hebbende, of alle de wiskunſtige Stellingen in Sir* Iſaac's Beginzelen *waaragtig waren, en verſtaan hebbende, dat hy op hare zekerheid*

* [Niet lang geleden in 't Neêrduits vertaald, en gedrukt met den naam van *Groeijende Weegkunde.*]

kerheid kon aangaan, nam hy ze voor wel gegrond aan, en de Redeneringen en Gevolgen, uit dezelven getrokken, naauwkeurig onderzoekende, werd hy de gantſe Natuurkunde magtig, en was ten vollen overtuigd van de groote ontdekkingen, in dat Boek begrepen. Dus las hy ook met vermaak de Optica, of Ligtkunde, en maakte alles, wat 'er niet zuiver wiskunſtig in was, zig volkomen eigen *. Maar ſedert men Werktuigen gemaakt heeft, om, 't geen Sir Iſaac Newton wiskunſtig bewezen heeft, te verklaren, en met Proeven te beveſtigen, en vele van zyne eigen Proeven in openbare Leſſen vertoond worden, zyn 'er vele luiden geweeſt, die hy wyze van uitſpanning al ver in de Natuurkunde gevorderd zyn: en ſommigen zyn zoo voldaan geweeſt van 't geen ze op die wys geleerd hadden, dat ze overgehaald zyn, om in de Wiskunſt te ſtuderen, waardoor ze eindelyk uitmuntende Filoſofen geworden zyn. Dr. John Keill is de eerſte geweeſt, die de Natuurkunde door Proeven in 't openbaar geleerd heeft op een wiskunſtige manier: want hy maakte eerſt zeer eenvoudige Stellingen, die hy bewees met Proeven, en hieruit leide hy anderen af, die meêr ſamengeſteld waren, en die hy ook weêr door Proeven bewees; totdat hy zyne toehoorders onderwezen had in de Wetten van Beweging, de Beginzelen van de Waterweging en Ligtkunde, en eenige der voornaamſte Stellingen van Sir Iſaac Newton ontrent het Ligt en de Koleuren. Hy begon zyne Leſſen te Oksford ontrent het jaar 1704 of 1705, en ontſtak door dat middel de liefde tot de newtoniaanſe Filoſofie. 'T is waar, wyle de Heer Hauksbee vertoonde te London ontrent dien zelfden tyd ook wel Proeven, die de Brandſteen-kragt, Waterweging en eigenſchappen van de Lugt betroffen; maar dewyl die maar vertoond en verklaard werden als zoovele fraaije Verſchynzelen, en 'er geen gebruik van werd gemaakt als van middelen, om een reeks van filoſofiſe Stellingen in een wiskunſtige order te bewyzen, leiden ze zulk een grond niet voor een regte Filoſofie, als de Proeven van Dr. Keil; ſchoon miſſchien handiger en met een fraaijer toeſtel verrigt. Dat waren aaneenſchakelingen van Proeven, en 't zyne was een aaneenſchakeling van een gantſe Natuurkunde, door Proeven beveſtigd.

Toen Dr. Keil van de Univerſiteit vertrok, begon ik de Natuurkunde door Proeven te leeren op dezelfde wys, als hy gedaan had, de verklaring van Werktuigen en de reden van hare uitwerkingen, en vele Stellingen van de Ligtkunde by myne Leſſen voegende, die ik ſedert altyd getragt heb te verbeteren door 't bydoen van nieuwe Stellingen en Proeven, en 't veranderen en verſchikken van myne Werktuigen, naardat ik vond, dat de dingen verſtaanbaarder gemaakt konden worden voor zulken van myne Toehoorders, die in de Wiskunſt niet zeer bedreven waren, en meêr voldoende voor diegenen, die 'er zig in geoeffend hadden; inzonderheid in dingen, die de oorzaken der bewegingen van de hemelſe lighamen en de Verſchynzelen van ons Weereld-geſtel betreffen. Ontrent het jaar 1713 zette ik my met 'er woon te Londen, alwaar ik met groot vermaak de newtoniaanſe Filoſofie door behulp van Proeven zoo algemeen heb zien aannemen van menſen van allerlei rang en beroep, ja van de Juffers zelf; dat, ſchoon verſcheiden bekwame mannen ſedert dien tyd de Filoſofie door Proeven en Ondervindingen met veel opgang geleerd hebben, en nog leeren op mynen trant (of liever op den trant van Dr. Keill) ik zoovele Kollezies gehad heb, als ik had konnen verwagten; zynde het tegenwoordige, 't welk ik nu heb, het 121ſte, ſedert ik in Harthall te Oksford in 't jaar 1710 begonnen heb. Het genoegen, dat we genieten, wanneer we de Vordering van anderen eenigſints behulpzaam zyn, is zoogroot, dat ik niet gebeteren kan, dat ik my aan Pochging ſchuldig maak met te melden, dat van elf of twaalf perſonen, die tegenwoordig in Engeland of in andere gedeeltens van de weereld de Natuurkunde door Proeven leeren, ik de

eer

* Dit heeft Sir *Iſaac Newton* zelf my verſcheiden malen verhaald.

eer gehad heb van 'er agt voor myne Diſcipelen gehad te hebben, wier verdere ontdekkingen weêr een voordeel worden voor my zelven: want het geen Jaloezie zouw verwekken in een ander beroep, dan dat van een Filoſoof, wordt als een nieuwe ſchat aangemerkt van alle Liefhebbers van de Natuurkunde, zynde het voordeel voor 't Gemeen, terwyl de Ontdekker niets meêr dan de Eer heeft van de Uitvinding.

Hierom maak ik nooit zwarigheid om my te bedienen van Werktuigen en Inſtrumenten, door anderen uitgevonden; en ben nooit agterhoudende om de myne gemeen te maken, en zelf te leenen aan luiden, die begerig zyn, om ze na te maken. Het is genoeg den Uitvinder van iets nieuws te erkennen, 't geen ik gemeenelyk doe.

Dewyl het grootſte gedeelte myner Toehoorders, op wier verzoek ik deze Natuurkunde heb laten drukken, niet veel in de Wiskunſt bedreven zyn, zyn 'er in de Leſſen *geen moeijelyke* meetkundige Bewyzen *en* algebraïſe Rekeningen *: en dezelfde zaak wordt dikwyls door verſcheiden Proeven bewezen; opdat, wanneer de éêne niet terſtond overtuigelyk is, de andere het zyn mag. De Lezers hebben, om deze Leſſen te verſtaan, niets meêr vannooden dan Oplettendheid en een gezond verſtand met een weinig Cyffer-kunſt; mits zy beginnen met de eerſte Les, en volgens de order der* Leſſen *voortgaan, om van de gemakkelykſte Waarheden te vorderen tot die, die meêr ſamengeſteld zyn, en uit de anderen worden afgeleid: want anderſints zouw iemand, die 't boek zoo maar by geval open ſloeg, eenige dingen moeijelyk oordeelen; inzonderheid een groot gedeelte van de laatſte* Les *van dit Deel, die evenwel duidelyk te verſtaan zyn voor een ygelyk, die zig het voorgaande magtig gemaakt heeft. Miſſchien zullen de Wiskunſtenaars van gedagten zyn, dat ik in myne Leſſen verdrietig en wydloopig ben; maar diegenen onder hen, die gewoon zyn te onderwyzen, weten wel, dat men niet te klaar en duidelyk kan wezen voor luiden, die niet met een natuurlyke bekwaamheid tot de Wiskunſt geboren zyn; met hoeveel verſtand ze ook anderſints begaafd mogen wezen. Ja ſomtyds moet men zig bedienen van een manier van bewyzen, die niet wiskunſtig waar is, om hen te bereiden tegen dingen, die wat afgetrokkener zyn; gelyk ik dikwyls heb moeten doen voor een talryk Gehoor, waarin een behoorlyke Oplettendheid zelden algemeen is. Maar ik hoop, dat ſtrenge Filoſofen my verſchoonen zullen, wanneer ze dezelfde zaken volgens de Meetkunſt bewezen vinden in de* Aanteekeningen, *in welker doorlezing de Wiskunſtenaars hunnen tyd miſſchien niet geheel verloren zullen rekenen. Evenwel wil ik gemeene Lezers van de Aanteekeningen niet uitſluiten: want die de* Leſſen *met Oplettendheid gelezen hebben, en verſtaan, zullen doordoor bekwaam gemaakt worden, om te bevatten, 't geen in de* Aanteekeningen *begrepen is.*

['T geen onze Schryver hier op laat volgen tot verſchooning van de meenigvuldige druk-fouten, en zyne waarſchuwing, dat hy zeker Boek, buiten zyn weten voor eenige jaren uitgegeven onder den Titel van *A Syſtem of natural Philoſophy*, voor zyn werk niet erkent *enz.* heb ik hier uitgelaten, omdat het alleen den engelſen Druk en engelſe Lezers betreft. Hy eindigt daarop zyne Voorreden met deze woorden] *Maar terwyl ik over anderen klaag, zouw men mogen denken, dat ik myzelven toeſchreef, 't geen het myne niet is, indien ik niet erkende, dat het grootſte gedeelte van 't geen ik wegens den* Boog *en de* Veêr *in de laatſte Les van dit Deel gezegd heb, als mede een gedeelte van 't geen ik gemeld heb wegens den* Slinger-boom *en den* Storm-ram *uit eenige papieren, my door den Ridder* William Jones *geleend, is uitgeſchreven.*

PRI-

KORTE INHOUD

DER

LESSEN VAN HET I. DEEL.

I. LES

OVER DE ALGEMEENE EIGENSCHAPPEN VAN LIGHAMEN.

INLEIDING. *Noodzakelijkheid van het bepalen van Woorden.* Bl. 1.
No. 1-3. *Wat* Stof *zij; dat Stof* Weerstand *biedt; en de zelfde is in alle lighamen.* 2.
Aanteek. 1. *Dit in vele lighamen nagegaan.* 3.
No. 4. *Waarom het ééne lighaam meer Weerstand biede, dan het andere.* 4.
Aanteek. 2. *Kwikzilver hoeveel zwaarder, dan water.* 5.
No. 5. *Stof is* deelbaar *in 't oneindige.* 6.
Aanteek. 4. *Dit wordt wiskunstig bewezen.* 6.
No. 6. *Over de* ondeelbare, *of eerste Deeltjes.* 7.
Aanteek. 5 en 6. *Over de wezenlijke Deelbaarheid van Stof in zeer kleine Deeltjes.* 7.
No. 7. *De samenvoeging dezer Deeltjes maken grooter Brokjes.* 10.
No. 8 *en* 9. Ledige Ruimte *door Proeven bewezen.* 12.
No. 10. *Over de* Zwaarte-kragt. 14.
No. 11. en volg. *Over de* Aantrekkings Kragt. Bladz. 15.
Aanteek. 11. *Over de* Middelpunt-trekkende Kragt, Kragt op zig zelve, versnellende Kragt *en* Beweeg-kragt. 18.
No. 19. en volg. *Over de* Aantrekking van Samenhang. 23.
No. 30. *Over de* Aantrekking *van den* Zeilsteen. 34.
No. 31-32. *Over de* wegdrijvende Kragt. 35.
No. 33. en volg. *Over de* Aantrekking *en* Wegdrijving *in het zelfde lighaam, of de* Brandsteen-kragt (*Electricitas*). 36.
Aanteek. 23. *Eenige Ontdekkingen van de Brandsteen-kragt uit de* Philos. Transact. 40.
No. 42. *De eigenschappen van Zwaarte-kragt, Aantrekking en Wegdrijving zijn geene* verborgen Eigenschappen. 42.
Bijvoegsel *over de Aantrekking van Samenhang en van den Zeilsteen.* 43.

II. LES.

OVER DE BEWEEGKUNDE, GEWIGTEN EN VERMOGENS.

No. 1. *Wat de* Hoeveelheid van Beweging *zij.* Bladz. 44.
No. 2-3. *De zelve wordt gekend uit de Uitwerking; en opgemaakt uit de Hoeveelheid van Stof, vermeenigvuldigd door de Snelheid.* 44.
No. 4. *Wat* Snelheid *zij.* Bladz. 44.
Aanteek. 1. *Snelheid onderscheiden van Beweging.* 44.
No. 5-7. *Hoeveelheid van Beweging kan vermeerderd worden door de Hoeveelheid van Stof, of de Snelheid, te vermeerderen.* 44.

No. 8. *Dit door een Proef bewezen.* Bladz. 45.
No. 9. *Een klein lighaam kan evenveel Beweging hebben, als een groot: Vergelijking van de Kragt van Buskruit bij die van een Stormram.* 47.
Aanteek. 3. *Uitrekening van de Kragt van een Stormram.* 47.
No. 10. *De Hoeveelheid van Stof, of Snelheid van een lighaam te vinden uit de Hoeveelheid van Beweging.* 48.
No. 11. *Bewijs dat 'er een* Ijdel, *of* Vacuum, *is.* 48.
Aanteek. 4. *De* fijne Stof *der* Kartesianen *weerlegd.* 48.
No. 12. en volg. *Al de uitwerking van Werktuigen om Beweging te geven, of te ſteuiten, of Weerſtand te overwinnen, hangt af van de overhandſe Evenredigheid der Snelheden tot de Masſaas.* 49.
Aanteek. 5. *Voorſtel van* Archimedes *om de Aarde op te ligten.* 52.
Aanteek. 6. Indien men Kragt wil winnen, moet men Tijd verliezen, en indien men Tijd wil winnen, moet men meer Kragt aanwenden. 54.
Aanteek. 7. *Over de* Schorpioenen, *of Steenſchieters, der Ouden.* 57.
No. 18. *Wat in de Beweegkunde een* Gewigt *zij.* 58.
No. *Wat een* Vermogen *zij.* 59.
No. 20. *Wat de* Kragtigheid *van een Vermogen zij.* 59.
No. 21. *Wat de* Streeklijn *zij.* 60.
No. 22. *De Streeklijn van een Vermogen en Gewigt.* Bladz. 60.
No. 23. *Wat het* Beweegpunt *zij.* 61.
No. 24. *Wat het* Zwaartepunt *zij.* 61.
No. 25 *en* 26. *Het Zwaartepunt van een lighaam daalt zoo laag, als het kan.* 62.
No. 27. *Manier om het Zwaartepunt van allerlei lighamen te vinden.* 63.
No. 28. *Een lighaam valt niet, zoo lang het Zwaartepunt onderſteund wordt.* 66.
No. 29. *In lighamen, die regelmatig en overal van de zelfde ſtof zijn, is het Zwaartepunt in 't midden van 't lighaam.* 66.
No. 30. en volg. *In een Samenſtel van lighamen moet men agt geven op het gemeene Zwaartepunt.* 67.
No. 36-38. *Het Zwaartepunt is niet altijd in het lighaam zelf, waar van verſcheiden Verſchijnſels afhangen.* 71.
Aanteek. 12. *Reden van het* oprollen van een dubbele Kegel *tegen een hellende Vlakte.* 72.
No. 39-40. *Manier om het gemeene Zwaartepunt van twee of meer lighamen te vinden.* 73.
No. 41. *Het Zwaartepunt van een Samenſtel van lighamen kan men verplaatſen.* 80.
No. 42. *Van de* rollende Lamp. 81.
No. 43. en volg. *Verſcheiden Verſchijnſels van* hellende Torens, *het* gaan van Paarden, Koordedanſers *enz. verklaard uit die eigenſchappen van 't Zwaartepunt.* 82.

III. LES.

OVER DE EENVOUDIGE EN SAMENGESTELDE WERKTUIGEN.

No. 1. *Wat* eenvoudige Werktuigen *zijn.* Bladz. 92.
Aanteek. 1. *Eenvoudige Werktuigen worden oneigenlijk* Vermogens *genoemd.* Bladz. 92.
No. 2. *Alle* ſamengeſtelde Werktuigen *beſtaan uit de ſamenvoeging van eenvoudi-*

digen. Bladz. 92.
No. 3. *De eenvoudige Werktuigen zijn zeven in getal.* 93.
Aanteek. 2. *Hoe ſommigen de werking van eenvoudige Werktuigen door de werking van den Hefboom verklaren.* 92.
No. 4. en volg. *Eenige onderſtellingen tot de verklaring van Werktuigen noodig; dat de* Aarde plat *is; dat de* Werktuigen volmaakt *zijn; dat de* Streeklijnen evenwijdig *zijn; welke onderſtellingen, ſchoon vals, evenwel in de Werktuigkunde ons niet misleiden.* 95.
Aanteek. 3. *De* Vrijving *of* Schuring, *in de eenvoudige Werktuigen beſchoud.* 99.
No. 9. en volg. *Bepaling van het* Evenwigt *van* Hoeveelheden van Stof. 99.
No. 10. —— *van het Evenwigt van* Vermogens. 102.
No. 10-15. *Eenige andere Bepalingen.* 104.
No. 16-19. *Van de* Balans *en der zelver deelen.* 105.
No. 20. *Der zelver gebruik.* 107.
No. 21. *Van de* Unſter, *of Romeinſe Statera.* 108.
No. 22-26. *Eenige* Voorſtellen *ontrent de Balans.* 109.
No. 27. *Een* bedriegelijke Balans *te maken.* 112.
Aanteek. 5. *Verſcheiden* Voorſtellen *ontrent een bedriegelijke Balans.* 112.
No. 28. *Van den* Hefboom. 114.
No. 29. —— —— —— *van de* eerſte ſoort. 118.
No. 30. —— —— —— *van de* tweede ſoort. 124.
No. 31. —— —— —— *van de* derde ſoort. 125.
Aanteek. 6. *Onderſcheiding van den* Hefboom in ſoorten *volgens de Ouden; de meeſt gebruikelijke Inſtrumenten, gebragt tot Hefboomen van de eerſte, tweede of derde ſoort; en van de werking der* Spieren op de beenen *der dieren.* Bladz. 122.
No. 32. *Een* ſamengeſtelde Hefboom. 129.
No. 33-34. *Een andere manier om* gewigten te ligten, *of te trekken bij wijze van werken met een Hefboom, en daar uit afgeleid, hoe men Paarden van ongelijke ſterkte gelijkelijk kan doen trekken,* enz. 131.
No. 35. *Van den* gebogen Hefboom. 133.
Aanteek. 7. *De werking van eenige Werktuigen verklaard door den gebogen Hefboom.* 132.
No. 36. *Van de* Katrol. 134.
No. 37. *Een* Boven-katrol *zet het Vermogen geen Kragt bij.* 137.
Aanteek. 8. *Van de Drukking op den Nagel van de Katrol.* 137.
No. 38. *Een* Onder-katrol *beneemt de helft van 't Gewigt.* 142.
No. 39. en volg. *Regel om te weten, wat men uitwinne met een Takel of Jijn; hoeveel des zelfs Schijven ook zijn mogen.* 143.
Aanteek. 9. *Manier om een Gewigt te ligten door Katrollen, die niet aaneen gehegt zijn.* 144.
Aanteek. 10. *Indien de touwen in een Takel niet evenwijdig zijn, wordt 'er Kragt verloren.* 146.
No. 42. *Van 't* Wind-as. 148.
No. 43 *Uitrekening van des zelfs Kragt* 148.
No. 44. *Van de* ſcheuine werking *op de Spaken.* 149.
No. 45. *De werking van 't Wind-as toegepaſt op de* Onruſt-veer *van Uurwerken, en de* Slag-veer *in een Snaphaan-ſlot.* 150.
No. 46-47. *Een* ſamengeſteld Wind-as. 152.
No. 48.

No. 48. *Van de* hellende Vlakte. Bladz. 153.
Aanteek. 11. *Verhandeling over het onderſcheid tuſſchen* hooge *en* lage Wielen, *wanneer ze over ongelijke gronden loopen.* 154.
No. 49-51. *In welke* Streeklijn *het Vermogen moet werken, om een lighaam tegen een hellende Vlakte op te werken.* 155.
No. 52. *Van de* Wigge. 158.
No. 53-55. *Hare werking met één Oppervlakte.* 158.
No. 56. ——— *met beide de Oppervlaktens.* 160.
No. 57. *Welke Kragt noodig zij om de Kleving of Schuring van de Wigge te overwinnen.* 161.
No. 58-59. *Werking van de Wigge door een Werktuig bewezen.* 162.
No. 60. *Van de* Schroef. 162.
No. 61. *De Schroef kan aangemerkt worden, als een Wigge.* 164.
No. 62. *Hoe een Schroef gemaakt worde.* 164.
Van de Kragt *van de Schroef.* 165.
Aanteek. 13. *Onderſcheiden gebruik van een Schroef met een* ſcherpen *en* vierkanten Draad. Bladz. 164.
No. 63-67. *Werking van de Schroef.* 166.
No. 68-69. *Van een Schroef* met een Slingerboom. 169.
No. 70. *Over ſamengeſtelde Werktuigen.* 170.
Aanteek. 14. *Een* eewigdurende Beweging *is onmogelijk te maken.* 170.
No. 71-78. *In verſcheiden* ſamengeſtelde Werktuigen *aangewezen*, uit welke eenvoudigen *zij beſtaan.* 174.
No. 79. *De* Kraan *is van tweederlei ſoort.* 175.
No. 80. *Beſchrijving van de eerſte.* 175
No. 81. ——— *de tweede, of* Rotteſtaarts Kraan. 180
No. 82. *Van het* Wind, *of* Dommekragt. 181.
No. 83. *Een Werktuig, waar in alle de eenvoudige Werktuigen vereenigd zijn.* 182.
No. 84. *Daar zijn Werktuigen, waar in de Kragt van 't Vermogen, als opgehoopt en ſamengepakt wordt, eer 'er eenige werking op 't Gewigt geſchiede.* 183.
No. 85-86. *De werking van alle eenvoudige Werktuigen in één ſchets vertoond uit den Ridder* Newton. 184.

IV. LES.

OVER DE VRIJVING, OF SCHURING IN WERKTUIGEN.

De Schuring moet in Werktuigen noodzakelijk in agt genomen worden; is niet gemakkelijk uit te rekenen, maar men kan 'er veel van opmaken uit een groot getal van Proeven, en een middelweg tuſſen de uiterſtens in te ſlaan. Bladz. 187.
De Schuring *is gelijk aan ontrent een* derde deel van het gewigt *van't lighaam. Dit bewezen door een Proef met een houten Slede.* Bladz. 189.
De Schuring *vergroot, wanneer de ſchurende deelen ſneller bewegen.* 190.
——— *hoegroot de zelve zij in het trekken van een* Balk *langs den grond.* 191.
In Rollen *kan men de* Schuring verminderen *door middel van Halzen; hier uit afgeleid het onderſcheid tuſſen het gebruik van Sleen en Karren.* 192.

Re-

Regels om de Schuring *in Werktuigen* uit te rekenen. Bladz. 193.
Die Regels met een Voorbeeld opgehelderd. 194.
Uitrekening van de zelve. 196.
De Schuring is niet altijd net een derde, maar verſchilt ſomtijds. 198.
Manier om de zelve te beproeven in vele zelfſtandigheden door middel van Sleen. 199.
Tafel hier van. 202-204.
Aanmerkingen op de zelve en Gevolgen daar uit getrokken. 205 en volg.
Men kan de Schuring vergrooten door de bewegende deelen te klein te maken. 209.
Aanteek. 3. *Schuring kan in Rijtuigen verminderd worden met de Aſſen dunner te maken, en in koperen Boſſen te laten loopen.* 110.
De Schuring in Rijtuigen omſtandig beſchoud; en verſcheiden aanmerkingen op de Wielen, Aſſen, Vellingen, Spaken enz. 212 en volg.
Tafel van Schuringen voor Wagens en Karren. 226 en volg.
Gevolgen hier uit getrokken. 230 en volg.
Schuring, *of Weerſtand, uit hoofde van de* ſtijfheid der Touwen. 245
Werktuig van den Heer Perrault *om alle Schuring te ontgaan.* 246.
Dat werktuig is nadeelig. 248.
Aanteek. 5. *Uitrekening van het nadeel.* 248.
Tafel van de Schuring, of Weerſtand, uit hoofde van de ſtijfheid der Touwen; en aanmerkingen daar op. Bladz. 253.
Deze Schuring uitgerekend in een Takel van Drien. 254 en volg.
——— *in een Takel van* Vijven. 259.
Verſcheiden aanmerkingen over het trekken van Paarden. 259 en volg.
Aanteek. 6. *Vijf man zoo ſterk, als één Paard.* 260.
Aanteek. 7. *Aanmerkingen op een Memorie van den Heer* de la Hire *over de kragt van Menſen om te trekken.* 262 en volg.
Kragt in het drajen van een Kruk. 266.
Aanteek. * *Gebruik van een* Slingerboom. 271.
Over het dragen van laſten *door Menſen en Paarden.* 272.
Beſchrijving van de Wagens *van den Ridder* Ralph Allen, *om langs een gemaakten weg ſteen af te voeren zonder Paarden.* 273.
Voordeel van de Brandſpeuiten *van Mr.* R. Newſham. 274.
Werking van menſen in het roejen. 278.
Aanteek. 10. *Ware daden van Sterkte en Kunſtgrepen van zoo genoemde* Sterke Mannen, *of* Samſons. 279 en volg.
——— *een Werktuig om de ſterkte der bijzondere Leden van een mens te beproeven.* 292.

V. LES.

VAN DE DRIE WETTEN VAN BEWEGING VAN DEN RIDDER NEWTON.

No. 1. *Eenige ſoorten van eenvoudige Werktuigen.* Bladz. 294.
No. 2. I. WET. Alle lighaam volhardt, in een ſtaat van Ruſt, of gelijkvormige Beweging in een regte Lijn, tenzij het door ingedrukte Kragten genoodzaakt worde dien ſtaat te veranderen. 294.
No. 3. *Over de* ſamengeſtelde Beweging, *of wanneer verſcheiden Kragten op een lighaam werken in verſchillende Streken, welke Beweging geſchiedt in een Hoeklijn.* 296 en volg.

Aanteek. 2. *Aanmerking, op ſcheuine Bewegingen en die in een Winkelhaak geſchieden.* Bladz. 296.
Tegenwerping tegen de beweging van de Aarde, dat een Kogel regt op geſchoten niet neer zou vallen op de plaats, van waar hij geſchoten was, beantwoord. 309.
Voortgeworpen lighamen *beſchrijven Paraboliſe Lijnen.* 310.
Dit wordt door een Kunſttuig vertoond. 313.
No. 4-6. *Over de* middelpuntſchuwende *en* middelpunttrekkende Kragt. 320-328.
No. 7. *De* Dwaalſterren worden niet bewogen door *Draaikolken, gelijk* Karteſius *geſteld heeft.* 328.
Aanteek. 3. *Dit bewezen uit den Ridder* Newton. 330.
No. De *beweging der hemelſe lighamen* verklaard uit de *middelpuntſchuwende en middelpunttrekkende* Kragt door middel van een Kunſttuig. 332-339.
No. 10. II. WET. De verandering van Beweging is altijd evenredig aan de ingedrukte Kragt; en geſchiedt in regte Lijnen, langs welke die Kragt wordt ingedrukt. 340.
No. 11-13. *Bewijs van deze Wet, en Gevolgen uit de zelve getrokken.* 340-346.
No. 14-15. *Uitwerking van Zwaartekragt op* vallende lighamen. 346-355.
No. 16. *Beweging van regtop* naar boven gaande, *en* voortgeworpen *lighamen.* 355.
Over de gantſe Kragt (*Momentum*) *van bewegende lighamen.* 359.
Aanteek. 5. *Het oude en nieuwe gevoelen over de gantſe Kragt.* 358.
No. 17. *Zwaartekragt is minder ontrent den Linie-cirkel, dan op grooter Breedtens van den Aardkloot.* 364.
No. 18. *Zwaartekragt van lighamen, die langs een hellende Vlakte afloopen.* Bl. 366.
No. 19-20. *Daar zijn verſcheiden Werktuigen, waar in het Vermogen als vergaard wordt.* 368.
No. 21. *Werking van den* Stormram *der Ouden.* 369.
No. 22. ——— *de* Slegge, *of den* Hamer. 371.
No. 23. ——— *den* Slingerboom. 371.
No. 24. ——— *gevoegd aan een Schroef.* 372.
No. 25. ——— *van den* Cirkel-ſlinger. 372.
No. 26. ——— *den* Werp-ſlinger. 373.
No. 27--28. ——— *de Hei.* 374.
Aanteek. 6. *Aanmerking over het geſchil wegens de* gantſe Kragt. 374.
No. 29. *De* Snelheid *te vinden van den* Stormram. 376.
No. 30. ——— *van den* Hamer, *of de* Slegge. 377.
No. 31. ——— *van den* Slingerboom. 378.
No. 32. *Wat Kragt men geven kan met den* Slingerboom, gevoegd aan een Schroef. 379.
No. 33-35. *Over den* Weerſtand van Vloeiſtoffen, *waar in lighamen bewegen.* 379.
Aanteek. 7. *Een* Vloeiſtof *kan aan een ſnel bewogen lighaam* meer Weerſtand *bieden, dan een vaſt lighaam, gelijk blijkt uit een* Kogel *op het Water geſchoten.* 382.
No. 36. Weerſtand *van de* Lugt *aan lighamen, die 'er in bewegen.* 384.
No. 37-42. *Verklaring van den* Loop der Dwaal-Sterren *en* Staart-Sterren in langwerpige Ronden. 388.
Aanteek. 8. *Wanneer een middelpunttrekkende Kragt een lighaam naar een ander drijft*

drijft, en dat eerſte lighaam een indrukking van een voortwerpende Kragt in een anderen Streek gekregen heeft, zal het om dit laatſte Perken beſchrijven, evenredig aan de tijden. Bladz. 393.

No. 43-44. *Hoe de* Zwaartekragt *de* Dwaalſterren *hare buiten-middelpuntige Wandelkringen doe beſchrijven met een Beweging*, die eenparig verſneld en vertraagd wordt. 395.

Aanteek. 10. *Berigt van de* Staart-Sterren, *getrokken uit Dr.* Halley *en den Ridder* Newton. 402.

No. 45. *De* Draaikolken *van* Karteſius *en de* Kriſtallijne Bollen *der ouden weerlegd.* 403.

No. 46. *De* Middelſtof, *waar in de* Dwaalſterren *bewegen*, *is* niet *volmaakt* ijdel. 411.

No. 47. *Mogelijk worden de* Uitvloeiſels van de Zon *vergoed door* Staart-Sterren, *die 'er in vallen; hoe dit geſchieden kan.* 412.

No. 48. III. WET. Alle Werking heeft altijd een gelijke Tegenwerking, of de onderlinge Werkingen van twee lighamen op elkander zijn evengelijk en in tegenſtrijdige Streken. 414.

Aanteek. 11. *Kragt, waar meê gewerkt wordt op den Broek van een ſtuk* Geſchut, *wanneer het een Kogel van* 24 ℔ *ſchiet.* 414.

No. 49. *Werking en Tegenwerking verklaard uit den Zeilſteen.* 415.

No. 50. —— —— *uit twee Schuitjes, naar elkander getrokken wordende.* 416.

No. 51. —— —— *te beſpeuren in het* roejen, zwemmen *en* vliegen. 418.

No. 52-53. *De Verſchijnſels van de* Getijen *opgeloſt uit de Wetten van Beweging.* 419.

No. 54. *Tegenwerping tegen de Stelling, dat de Maan het Water opheft, opgeloſt.* 421.

No. 55. *De* Getijen *verklaard uit de Waterweging.* Bladz. 422.

No. 56-57. *Twee tegenwerpingen opgeloſt.* 423.

No. 59-60. Spring-tijen *verklaard.* 426.

No. 61. *Over de* Slingers. 430.

No. 62. *Hare Beweging afgeleid uit de Beweging van lighamen, langs hellende Vlaktens afloopende.* 431.

Slingers in groote Bogen ſlingerende maken zulke gelijkmatige Slingeringen niet, als in kleine Bogen. 432.

No. 63-64. *Alle Slingeringen van Slingers van de zelfde lengte, in kleine Bogen ſlingerende, zijn gelijktijdig.* 433.

No. 65-66. *Slingers klimmen tot de zelfde hoogte op, van waar ze in haar dalen gevallen waren, op zoo veel na, als men voor den Weerſtand van de Lugt moet aftrekken, in allerlei Lijnen.* 435.

No. 67. —— *hare nette lengte om* Sekunden *te ſlingeren* 436.

No. 68. —— *hare* tijden van Slingering *zijn, gelijk de vierkante Wortels harer lengtens.* 436.

—— *haar* Middelpunt van Slingering. 437.

No. 69. *Hoe een Slinger, aan Uurwerken gevoegd, de zelven beſtiere.* 438.

No. 70. *De Slingeringen zijn in een* Cirkeltrek gelijktijdig. 440.

No. 71. *en* Aanteek. 13. *Beſchrijving van een* Cirtel-trek. 441.

No. 72. *Middel om Slingers in een Cirkel-trek te doen ſlingeren.* 442.

Lange Slingers, in kleine Bogen ſlingerende, hebben het zelfde voordeel, als die in Cirkel-trekken ſlingeren. 443.

No. 73-74. *Een* Cirkel-trek is de Lijn van de ſneſſte daling. 444.

No. 75. *De* Roeden *van Slingers zijn het* ver-

verlengen *en* verkorten *door hette en koude onderhevig.* Bladz. 447.
Aanteek. 14. Pyrometer, *of* Hettemeter, *van den Heer* Muſſchenbroek *beſchreven, met eenige aanmerkingen daar op.* 446.
No. 76. *Verandering in den tijd der Slingers uit hoofde van de gedaante van de Aarde.* 448.
No. 76-77. *en* Aanteek. 15. *Over de gedaante van de Aarde.* 454.
No. 72. *Werking van de* Veer, *of* Boog. 457.
Beſchrijving van't PLANETARIUM, 463 en volg.
Op het zelve vertoond het algemeene Weereldgeſtel. Bladz. 466 en volg.
——— *het Geſtel van* Jupiter *met zijne Manen; de* Zon, *de* Maan *en* Aardkloot. 470 en volg.
——— *de* Eklipſen *van de Zon en de Maan.* 479.
——— *wat de* Verſchil-zigten *zijn; hoe de* Lengte op Zee, *of* Ooſt en Weſt *gevonden zal moeten worden uit het konjungeren van de Maan met vaſte Sterren.* 480.
Werktuig om te toonen, hoe de Dwaal-ſterren en Staart-ſterren met een Straal, getrokken uit de Zon, Perken beſchrijven, evenredig aan de tijden. 481.

PRIVILEGIE.

DE STATEN VAN HOLLAND EN WESTFRIESLAND doen te weten: Alzoo ons te kennen is gegeven by ISAAK TIRION, Burger en Boekverkooper te Amſterdam, dat hy Suppliant reeds zedert eenigen tyd bezig was geweeſt, om uit het Engels in 't Hollands te laten vertalen en vervolgens te doen drukken zeeker boek in de Engelſe taal beſchreven door J. TH. DESAGULIERS, Lid van de Koninklyke Societeit te London &c., zynde geintituleert in 't Engels *a Cours of Experimental Philoſophy. by Dr. J. Th. Desaguliers*, en in 't Hollands geintituleert *de Natuurkunde uit Ondervindingen opgemaakt door Dr. J. Th. Desaguliers*, Lid van de Koninklyke Societeit te London &c, met zeer veel Figuren opgeheldert. En nadien den Suppliant daar toe met goedvinden en overleg van den voornoemden Auteur (welke hem ook de Franſe Copie van dit werk had afgeſtaan) reeds veel moeite en koſten had gedaan, en bedugt was of niet wel zommige baatzoekende menſchen tot zyn Suppliants groote Præjuditie het voorſz. Werk het zy in 't geheel of eenig byzonder gedeelte van dien tot bederf van 't voorſz. Werk, zouden mogen drukken, nadrukken, of het zelve in een andere taal doen vertaalen, en dan alſoo te doen drukken, nadrukken en uitgeven, of doen uitgeven en verkoopen, waar door den Suppliant groote ſchade zoude kommen te lyden; Zoo keerde den Suppli. zig vervolgens tot Ons, verzoekende dat wy hem geliefden te vergunnen en verleenen Privilegie voor den tyd van Vyftien eerſtkomende Jaaren, omme het bovengem. Werk alleen, en met excluſie van alle anderen in Hollandſe, en Franſe taalen, in zulk een formaat en in dier voegen, 't zy in 't geheel, 't zy verkort, 't zy by deelen, te mogen drukken, doen drukken, uitgeven en verkoopen, met verbod van een iegelyk buiten hem op zeekere grote pœne by ons tegen de Contraventeurs te ſtellen, om binnen den voorſz. tyd 't gem. Boek of Werk in dezen Lande in 't geheel, of eenig byzonder gedeelte van dien, in het Hollands of Frans, onder wat prætext zulks zoude mogen zyn, te drukken, doen drukken, uitgeven of verkoopen, of elders buiten deze Landen gedrukt zynde in te voeren, of te verkoopen, en daar van te verſeenen Octroy in ordinari forma; ZOO IS 'T, dat wy, de zaake ende 't voorſz. verzoek overgemerkt hebbende, ende genegen wezende ter bede van den Suppliant, uit onze regte wetenſchap, Souveraine magt, ende authoriteyt, denzelven Suppliant geconſenteert, geaccordeert en geoctroyeert hebben, conſenteeren, accordeeren, octroyeeren hem by deezen, dat hy geduurende den tyd van vyftien eerſt agtereen volgende jaaren, het voorſz. Boek in de Engelſe taale beſchreven door *Dr. J. Th. Desaguliers*, Lid van de Koninklyke Societeit te Londen &c. zynde geintituleert in 't Engels *a Cours of Experimental Philoſophy by Dr. J. Th. Desaguliers*, en in 't Hollands geintituleert *de Natuurkunde uit Ondervindingen opgemaakt*, in dier voegen, als zulks by den Suppliant is verzogt, en hier vooren uytgedrukt ſtaat, binnen den voorſz. onſen Lande alleen zal mogen drukken, doen drukken, uitgeven, ende verkoopen, verbiedende daaromme allen ende eenen ygelyken het zelve Boek in 't geheel ofte ten deel te drukken, te doen naar drukken, te verhandelen, of te verkoopen, ofte elders naar gedrukt binnen denſelven onſen Landen te brengen, uit te geven, ofte te verhandelen en verkoopen, op verbeurte van alle de nagedrukte, ingebragte, verhandelde ofte verkogte Exemplaren, ende een boete van drie duizend guldens daar en boven te verbeuren, re appliceeren een derde part voor den Officier die de calange doen zal, een derde part voor den Armen ter plaatze, daar het caſus voorvallen zal, ende het reſteerende derde part, voor den Suppliant, ende dit t'elkens zo menigmaal als dezelve zullen werden agterhaalt: alles in dien verſtande, dat wy den Suppliant met dezen Octroye alleen willende gratificeeren tot verhoedinge van zyne ſchade door het nadrukken van het voorſz. Boek', daar door in geenigen deele verſtaan den inhoude van dien te authoriſeeren ofte te advoueeren en veel min het zelve onder onze protectie ende beſcherminge eenig meerder Credit, Aanſien, ofte Reputatie te geven, nemaar den Suppliant, in cas daarinne iets onbehoorlyks zoude influeeren, alle het zelve tot zynen laſte zal gehouden wezen te verantwoorden; tot dien eynde wel expreſſelyk begeerende dat by aldien hy deezen onzen Octroye voor het zelve Boek zal willen ſtellen, daar van geene geabrevieerde ofte gecontraheerde mentie zal mogen maken, nemaar gehouden weſen het zelve Octroy in 't geheel, en ſonder eenige omiſſie daar voor te drukken ofte te doen drukken, ende dat hy gehouden zal zyn een exemplaar van het voorſz. Boek, op groot Papier, gebonden en welgeconditioneert te brengen in de Bibliotheecq van onſe Univerſiteyt te Leyden, binnen den tyd van zes weeken, na dat hy Suppliant het zelve Boek zal hebben beginnen uyt te geven, op een boete van zes hondert Guldens; na expiratie der voorſz. zes weeken, by den Suppliant te verbeuren, ten behoeve van de Nederduitſche Armen van de plaats, alwaar den Suppliant woond; en voorts op pœne van metter daad verſteeken te zyn van het effect van deſen Octroye. Dat ook de Suppliant, ſchoon by het ingaan van dit Octroy een exemplaar geleevert hebbende aan de voorſz. onze Bibliotheecq, by zo verre hy geduurende den tyd van dit Octroy, het ſelve Boek ſoude willen herdrukken, met eenige Obſervatien, Noten, Vermeerderingen, Veranderingen, Correctien, of anders hoe genaamt, of ook in een ander Formaat, gehouden ſal ſyn een ander Exemplaar van het ſelve Boek geconditioneert als vooren, te brengen in de voorſz. Bibliotheecq, binnen deſelve tyd, en op de boete en pœnaliteyt, als vooren. Ende ten einde den Suppliant deſen onſen Conſente ende Octroye mogenieten, als naar behooren: Laſten wy allen ende een ygelyken dien het aangaan mag, dat ſy den Suppliant van den inhoude van deſen doen laaten ende gedogen, ruſtelyk, vredelyk, ende volkomentlyk genieten ende gebruiken, ceſſeerende alle beler ter contrarie. Gegeven in den Hage onder onſen grooten Zegele hier aan doen hangen op den vyftienden January in 't Jaar onzes Heeren ende Zaligmakers Zeventien hondert vyf en dertig.

I. G. V. BOETZELAER.

Ter Ordonnantie van de Staten

WILLEM BUYS.

Aan den Suppliant ſyn nevens dit Octroy by extract Authenticq haar Ed: Groot Mog: Reſolutie van den 28. Juni 1715. en 30 April 1728, ter hand geſtelt ten einde om zig daar na te reguleren.

Aanwyzing hoe de Platen door het Werk moeten geplaatſt worden.

Pl. I—III.	—— —— ——	42.	
IV.	—— —— ——	60.	
V en VI.	—— —— ——	68.	
VII.	—— —— ——	80.	
VIII.	—— —— ——	84.	
IX.	—— —— ——	88.	
X.	—— —— ——	92.	
XI.	—— —— ——	106.	
XII.	—— —— ——	114.	
XIII.	—— —— ——	120.	
XIV en XV.	—— ——	132.	
XVI, XVI en XVIII.	——	160.	
XIX.	—— —— ——	162.	
XX.	—— —— ——	174.	
XXI.	—— —— ——	182.	
XXII.	—— —— ——	186.	
XXIII.	—— —— ——	216.	
XXIV.	—— —— ——	234.	
Pl. XXV.	—— —— ——	252.	
XXVI.	—— ——	270.	
XXVII.	—— ——	280.	
XXVIII.	—— ——	290.	
XXIX.	—— ——	294.	
XXX.	—— ——	310.	
XXXI, XXXII en XXXIII.	——	362.	
XXXIV.	—— —— ——	378.	
XXXV.	—— ——	404.	
XXXVI.	—— ——	414.	
XXXVII.	—— ——	430.	
XXXVIII.	—— ——	438.	
XXXIX.	—— ——	446.	
XL.	—— ——	454.	
XLI.	—— ——	466.	
XLII.	—— ——	470.	
XLIII en XLIV.	—— ——	482.	

Indien de Lezer de Drukfouten, die hier aangeteekend ſtaan, en meêr zyn, dan ik wel gewenſt had, gelieft te verhelpen, hoop ik, dat 'er weinige zullen voorkomen, die een verkeerd begrip, of eenige verhindering in 't lezen, geven zullen.

Blad.		Lees,
7.	*Kol.* 1. *regel* 17. B G	B G,
8.	— 1. — 2. *van onderen.* $\frac{1}{\text{ꝛꝛ}}\frac{}{\text{ꝛꝛꝛ}}$	$\frac{1}{\text{ꝛꝛꝛ}}\frac{}{\text{ꝛꝛꝛ}}$
39.	— 1. — 3. C A B	C B A
43.	— 1. — 14. denzelven.	dezelven
51.	*reg.* 14. W	ꝛꝛ
58.	*kol.* 2. *reg.* 2 *van onderen*, Schorpioenen	Schorpioen
79.	*reg.* 11. *op den kant* Pl. VIII.	Pl. VII.
119.	*kol.* 1. *reg.* 2. *ſ v*	*ſ y*
160.	*reg.* 33. A D	A *d*
212.	*kol.* 1. *reg.* 1. deze	de volgende
216.	*reg.* 3. digter	digter aan één
	29. H	B
232.	*kol.* 2. *reg.* 10. Oly-ſteel	Oly-ſteen
233.	— 1. — 3. die	in dien
281.	— 1. — 34. Momer	Moker
284.	— 2. — 29. twee	tien
287.	— 2. — 17. regt	vogt
293.	— 2. — 2 *en* 5. W	ꝛꝛ
297.	— 2. — 4. der	de
302.	— 2. — 26. en z	in z
361.	— 1. — 1. w x w	ꝛꝛ x ꝛꝛ
	4. w w	ꝛꝛ ꝛꝛ
408.	— 1. — 41 *en* 42. ſmetten	ſmelten
409.	— 2. — 39. die	die opgaan
442	*reg.* 20. van	*doe uit.*

DE NATUURKUNDE UIT ONDERVINDINGEN OPGEMAAKT.

DE Twiſtzugt, altyd driftiger om de overwinning te behalen dan om tot kennis van de waarheid te komen, is een van de grootſte hinderpalen geweeſt in den voortgang van de Natuurkunde. En niets is 'er, dat meer gelegenheid geeft tot twiſt dan dat verſcheiden perſonen dezelfde woorden gebruiken om verſcheiden denkbeelden uit te drukken: want de een kan den anderen nooit regt begrypen, zoo lang ze door dezelfde woorden dezelfde zaken niet verſtaan. In zuivere Wiskunſt ontſtaan 'er nooit twiſten, om dat de Verklaringen van de woorden [*Definitions*] voorafgaan. Ook hebben allen, die een Stelling [*Propoſition*] lezen, dezelfde denkbeelden van alle hare byzondere deelen; zoo dat iemand, die de zwakheid heeft van te denken, dat hy een Bewys tegen een ander Bewys zal konnen inbrengen, weinig geteld zal worden van een ygelyk, die als een Filozoof wil redeneren. Want men kan alle verſchillen over voorwerpen van de Wiskunſt haaſt beſliſſen, met aan te toonen, of dat onze party niet by de Verklaringen zyner woorden gebleven is, of dat hy geene goede gronden heeft gelegd, of anders dat hy valſe beſluiten uit zyne gelegde gronden getrokken heeft, of ten laatſten met te bekennen, dat we een gedeelte van zyn Bewys niet verſtaan, en hem te verzoeken, dat hy 't verklaren wil: want zoo lang we den misſlag of 't valſe beſluit niet konnen aantoonen, mogen wy 't eene met het andere niet veroordeelen, maar we moeten met hem beruſten in 't geen hy bewezen heeft. I. Les.

'T is waar, dat men in gemengde Wiskunſt, waar in men op eene Wiskundige wys redeneert over voorwerpen van de Natuurkunde, wel zulke bepaalde Verklaringen van de woorden niet kan

I. Les. geven, als de Meet- en Redeneer-kundigen gewoon zyn; maar dan moet men te vreden wezen met Beſchryvingen, die in zulke gevallen van 't zelfde gebruik zyn als de Verklaringen van de woorden, indien men zig zelven maar altyd gelyk is, en altyd dezelfde zaken verſtaat door die woorden, die men eens verklaard heeft; want te zeggen, dat anderen de woorden, die wy gebruiken, in een anderen zin gebruikt hebben, is eene onnozele tegenwerping; om dat men 'er op kan antwoorden, dat zy 'er dezelfde zaken niet door verſtaan hebben, die wy 'er meê meenen. Om deze reden zullen wy in dit werk, als we gebruik maken van woorden, die in meer dan eenen zin verſtaan zyn, den byzonderen zin van dezelven opgeven, waar in wy ze genomen willen hebben: en wanneer we nieuwe woorden zullen moeten ſmeden, gelyk in de beſchryving van Werktuigen dikwyls zal gebeuren, zullen we dezelven altyd verklaren de eerſte reis, dat we 'er gewag van maken.

1. Door 't woord *Stof* verſtaan we al wat Uitgeſtrektheid heeft en Weerſtand biedt: en om dat alle lighamen, niet alleen Onvloeibare, [*Solid.*] maar ook Vloeibare, Uitgeſtrektheid hebben en Weerſtand bieden, zoo zeggen we, dat alle lighamen uit Stof beſtaan.

2. De *Karteſianen* willen, dat Stof in Uitgeſtrektheid alleen beſtaat, maar Uitgeſtrektheid zonder Weerſtandbieding is niets anders dan enkele *Spatie* of Ruimte. Want ſchoon zy ſtaande houden, dat men geen denkbeeld kan hebben van Uitgeſtrektheid zonder lighaam, zoo leert ons de ondervinding het tegendeel: want als men een Teerling neemt uit een Teerlingvierkante doos, die daar net meê gevuld was, konnen we duidelyk begrypen de lengte, breedte en diepte van de lege doos: en 't moet een tweede denkbeeld wezen, dat ons een begrip kan geven of van een ander lighaam, dat de doos komt vullen, of van het tot elkander ſchieten van de wanden van de doos door de drukking van de lighamen, die 'er van buiten rondom zyn.

3. Dat *Stof* in alle lighamen dezelfde is, blykt uit de Verklaring van 't woord, ſchoon 'er 't gemeene gebruik een ander begrip of denkbeeld van geeft; want in de dagelykſe ſpraak zeggen we een *ſtuk gereedſchap* van hout, koper, yzer of *eenige andere Stof*, even-eens of 't onderſcheid van lighamen in derzelver verſcheiden ſoorten van Stof beſtond, daar nogtans alle Stof van dezelfde natuur

zy in alle lighamen, het zy Onvloeibare, het zy Vloeibare, harde of zagte, meer of minder zware; het zy ze tot de aarde behooren of tot eenig ander gedeelte van 't Heel-al. By voorbeeld, de Stof van kurk verſchilt niet wezentlyk van de Stof van vlees, of van die van goud of diamanten; maar de geheele verſcheidenheid van lighamen (1) en de verſcheiden veranderingen, die ze ondergaan, I. Les.

(1) Indien men de ſteenen, waar uit een gebouw beſtaat, aanmerkt als deszelfs kleinſte deelen; zal men bevinden, hoe zeer ze zig zelven en elkander ook gelyk mogen zyn, dat hare verſcheiden ſchikking, in opzigt van elkander, onderſcheiden en veel verſchillende deelen van't gebouw voort zal brengen. Een Boog, een Muur, een Schoorſteen, een Penant, eene vierkante of ronde Pilaar, een Bol of een Teerling worden van de zelfde ſoort van ſteenen gemaakt; en die tot het eene deel gebruikt zyn, zullen, weêr los gemaakt, even goed tot het andere gebruikt worden. Zoo is'er ook in 't wonderbare Gebouw van het geſchapen Heel-al, geene verſcheidenheid van nooden in de Ondeelbare of eerſte deeltjes, waaruit de byzondere deelen van dat Gebouw beſtaan; dewyl dezelfde Ondeelbare deeltjes zo bekwaam zyn om land als zee, en zoo bekwaam om goud als klei te maken. En eene byzondere ſchikking van de Eerſte deeltjes maakt, behalven de ziel, die de Stof doet bewegen, al het onderſcheid tuſſen een levenlozen romp, en een konſtig dierlyk lighaam.

Men kan verſcheiden voorbeelden bybrengen van de Stof, door verſcheiden lighamen na te gaan, waar van de veranderingen van de onderſcheiden ſamenweving en ſchikking van de deelen afhangen.

Als 't Water van rivieren, zeen en meiren door de hitte van de Zon zoo ver verdund is, dat het in zyn ſoort [*Specifically*] ligter wordt dan Lugt ('t welk geſchiedt als het ruim negen honderd maal meêr plaats beſlaat, wanneer het damp is dan het deed, toen 't water was) wordt het zoo hoog opgeheven, dat het Wolken maakt van verſcheiden koleuren, die heen en weêr dryven op die hoogte, daar de Lugt in haar ſoort van dezelfde zwaarte is als de Wolken.

Als de wind, door een gedeelte van de bovenſte Lugt weg te voeren, de Lugt die 'er onder is door hare Uitzetting in haar Soort ligter doet worden, dalen de Wolken, die hare zelfde zwaarte blyven behouden, naar beneden, en worden, door den Weêrſtand, dien ze in het dalen ontmoeten, in Regen veranderd, die, op de Aarde vallende, voor een groot deel weêr in de Rivieren en Zeen te rug keert; maar ten deele ook in de Aarde indringt, en van 't zaad van Planten wordt ingezogen. Als w''er dat gedeelte eens met onze gedagten van nagaan, dat zig in den gezaaiden Tarw zet, zullen we bevinden, dat deszelfs uiterlyke gedaante veel grooter verandering ondergaat in 't groene Loof van 't Koorn, dan weêr in den Halm, vervolgens in de Aar en de Korrels, die 'er in opgeſloten zyn. De Tarw, gemalen zynde, neemt de gedaante van meel aan, 't welk tot een Deeg gemaakt en gebakken zynde weêr in de Korſt en Kruim van Brood veranderd wordt. Het voedende gedeelte van 't Brood (nadat het van de menſen gegeten en door de maag gegaan is) gaat uyt de Darmen door de Melkvaten in het Chylvat, en van daar door den Chylvoerder in de ſlinker Onderſleutelbeenader of gelyk een verſtandig Ontleedkundige ‡ onlangs ontdekt heeft in de diepſte of binnenſte Halsader, alwaar het zig met het Bloed vermengende met het zelve voortgaat door het Hart en de Long, daar het levenmakende deeltjes van de Lugt ontvangt, en in het Hart te rug keerende van daar (door de werking van de ſlinker Holligheid van 't Hart en de Slagaderen) gevoerd wordt tot de buitenſte dee-

len

‡ Mr. St. *André*.

I. Les. hangen geheel en al af van de gelegenheid, affland, grootte, gedaante, ſamenſtel, kragten en ſamenhang van de deelen, waar uit ze beſtaan.

4. Dat Kwikzilver meer Weerſtand biedt dan water (2) en water meer dan lugt, komt daar niet van daan, dat het eene van eene meer Weerſtandbiedende Stof is dan het andere; maar om dat 'er een groter getal van deeltjes in dezelfde ruimte begrepen is in het zwaarder lighaam. Ook hangt het dikwyls af van een ſterker ſamenhang van deelen, en dan kan een ligter lighaam meer Weerſtand bieden dan een zwaarder aan een kragt, die 'er op werkt, om deszelfs deelen van een te ſcheiden, gelyk hout meer weerſtand zal bieden dan water en een diamant meer dan goud. Maar ſchoon 'er zelf weinig of geene ſamenhang van deelen is, gelyk in de fynſte vloeiſtoffen, zoo vinden we evenwel eene Weerſtandbiedende kragt: want Ligt door middel van een Brandglas ſamengepakt, ſchoon eenige duizendmalen dunner dan lugt, biedt een aanmerkelyken Wederſtand, gelyk het geweldig en ſchielyk van

len van het Lighaam. Daar keert een gedeelte van dit nieuwe Bloed weêr te rug; terwyl een ander gedeelte veranderd wordt in Been, een ander in Vliezen, een ander in Haair, een ander in Nagels; een ander door de Klieren gaande in Zweet verkeert, en dus weêr Water wordt als te voren.

Als men de Regen-druppelen beſchouwt, die 't Lynzaad doen groeijen, kan men dezelven nagaan in den Steel van de Plant, in 't Vlas, dat 'er van gemaakt wordt, den Draad, dien men van 't Vlas ſpint, het Linnen, dat van den Draad geweven wordt, eene witte Pap, gemaakt van de Vodden van verſleten Linnen, dat op de Papiermolen in een kuip met Water gekapt is, het Papier dat van deze Pap op raampjes van fyn draadwerk geſchept, gemaakt wordt; en eindelyk wordt de Rook, dien 't Papier uitgeeft, weêr tot Water gebragt.

Onvloeibare lighamen kan men Vloeibaar maken door de kragt van 't Vuur, of door ze in zure *Scheivogten* te ontbinden; en Vloeibare kan men Onvloeibaar doen worden, gelyk men de Kwik door den Rook van Lood ſtyf maakt: en twee Chimiſe Vogten kan men in een oogenblik, door ze onder een te mengen, doen ſtollen en tot een vaſt lighaam maken.

'T is de byzondere gedaante, daar 't gebruik van Werktuigen en Gereedſchappen van afhangt. Uurwerken, Molens en andere Kunſtwerken zyn dan alleen van gebruik, als hare deelen, die geſchikt zyn om Beweging meê te deelen, haren juiſten eis hebben.

Het zelfde ſoort van Glas heeft verſcheiden uitwerkzels naar de verſcheiden gedaante van deszelfs Oppervlak, gelyk by alle Liefhebbers van de Gezigtkunde bekend is.

Het onderſcheid tuſſen de Jaargetyen, die zoo groote veranderingen op het Oppervlak van onze aarde, en zelf in de lighamen van de dieren te weeg brengen, hangt geheel en al af van de verſcheiden gelegenheid van de byzondere deelen van den aardkloot in opzigt van de Zon.

Die begerig zyn meêr over dit onderwerp te lezen konnen *Joan. Keil. Introd.* of de *Inleiding tot de regte Natuurkunde van den Heer Jan Keil* nazien, in de 7. Les van den 3den druk.

(2) Kwikzilver weegt $13\frac{1}{3}$ maal zwaarder dan Water, en wordt ook bevonden net $13\frac{2}{3}$ maal

van een ſcheiden van de deelen van lighamen, die in 't Brand-punt geſteld zyn, duidelyk aantoont. Zelf hebben de Ligtſtralen, als ze op zyn meeſte verſpreid zyn, gelyk ze op onzen aardkloot zyn, wanneer ze regt toe regt aan van de Zon komen, nog eene voortſtuwende kragt, die men gewaar kan worden, gelyk blykt uit waarnemingen, dat de damp of uitwaaſeming, die uit een Staartſter wordt opgeheven (en haren Staart uitmaakt) altyd naar die zyde van de Ster gedreven wordt, die van de Zon is afgekeerd; en dit is altyd zoo, het zy de Staart-ſter naar de Zon nadere, het zy ze daar van afwyke, zelf wanneer ze zoo ver van de Zon is, als de aarde daar van af is, en nog verder. I. Les.

En indien 'er eene Middelſtof [*Medium*] is dunner (3) dan Ligt (geſyk we uit ſommige verſchynzelen reden hebben om te gelooven) zoo heeft zelf die Middelſtof eene Weerſtandbiedende kragt, waardoor ze de Ligtſtralen breekt, te rug kaatſt en ombuigt digt aan de oppervlakken en kanten van lighamen, [*het welk in 't vervolg omſtandiger verklaard en bewezen zal worden.*]

maal meêr Weerſtand te bieden; en Water, dat tuſſen de 800 en 900 maal zwaarder weegt dan Lugt, bevindt men ook net zoo veel meêr Wederſtand te bieden. Dit heeft de Ridder *Iſaäk Newton* bevonden door de Proef te nemen van Slingers van Hout en Lood in de Lugt, van Lood in Water, en van Yzer in Kwikzilver. Zie zyne *Princip.* of *Beginzelen van de Natuurkunde op de Wiskunſt gegrond* 2de Boek, 31 en 40 Stelling, alwaar hy aantoont, dat de Weêrſtandbieding van Vloeiſtoffen is gelyk hare Meenigte van Stof.

Ontrent twee jaar geleden heb ik voor de *Koninklyke Societeit* een Proef genomen met een Gouden Kloot van een duim over 't kruis, die ik aan een draad gehangen hebbende eerſt in Water en vervolgens in Kwik deed ſlingeren, en 't bleek, dat 42 Slingeringen in Water de beweging van den Gouden Kloot zoo veel verminderden als drie Slingeringen in Kwik. En wanneer ik dien zelfden Kloot in eene koperen Pyp, vier voet lang en 4½ duim wyd, met Kwik gevuld (tot de hoogte van drie voet en tien duim) liet vallen, en het tydſtip van deszelfs val naauwkeurig waarnam, bevond ik, door verſcheiden Proeven by elkander te vergelyken, dat de Weêrſtandbieding van de Middelſtof (ontdekt langs den weg, die in de 40. *Stelling* van de voorſchreven *Beginzelen* geleerd wordt) zoo net overeen kwam met de Stelling van den Ridder *Newton*, dat het geen tiende deel van een duim verſchilde in de ſpatie van drie voet en tien duim, die de Kloot in zynen val was doorgeloopen.

(3) Zie de *Optica*, *Gezigtkunde* of *Verhandeling van 't Ligt van den Ridder Iſaäk Newton* 3de Boek, de 18, 19, 20 en 21e Vraag. 2de druk.

I Les. 5. Dat Grootheid en Hoeveelheid [*Quantity*] en bygevolg Stof deelbaar is in 't *Oneindige* (4) is van de Wiskundigen op verscheiden manieren bewezen; en men kan geen Stofdeel ooit zoo klein begrypen, dat niet nog deelbaar is; want, zoo lang 't een lighaam is, moet het een Bovenste, een Onderste en Midden hebben, of men moest stellen, dat het Bovenste en Onderste het zelfde was, 't welk ongerymd is. En indien dit zoo is, zoo konnen we zulk een klein deeltje aanmerken als midden door in tween verdeeld. Maar door zulk

(4) Uit vele Bewyzen, die tot bevestiging van deze stelling worden bygebragt, zal ik 'er maar van twee gewag maken, die gemeen en ligt te begrypen zyn. Het eerste is genomen uit de Inleiding van den Heer *'s Gravesande* tot de Filozofie van den Ridder *Isaäk Newton*, 1ste Deel N. 18.

I. *Figuur* van de III. *Plaat*.

Pl. III. *Fig.* 1. Haal eene Lyn AD in den Winkelhaak op BF en eene andere, als GH niet ver van A ook in den Winkelhaak op dezelfde Lyn. Beschryf uit de verscheiden Middelpunten C, C, C. enz. en de Tussenwydtens CA, CA enz. Cirkels snydende de Lyn GH in de Punten *e*, *e* enz. Hoe de Straal AC groter is, hoe het deel *e* G kleiner zyn zal. En dewyl de Straal *in 't Oneindige* vergroot kan worden, kan het deel *e* G op dezelfde wys verkleind worden, en evenwel kan 't nooit tot Niet gebragt worden, omdat de Cirkel nooit op de Lyn BF kan vallen [*Coïncide.*]

Fig. 3. Het andere Bewys is genomen uit de *Inleid. tot de Regte Natuurk. van den Heer Johan. Keil*, 3de Les. *Van de Deelbaarheid der Grootheden.*

Fig. 2. Laat AB (*Pl.* III. *Fig.* II) eene Lood-lyn wezen tussen de Evenwydige Lynen CD, EF. Van het Punt C in eene van de Evenwydigen haal eene Lyn CG tot een Punt G in de andere Evenwydige, aan de andere zyde van de Lood-lyn AB, die deze Lood-lyn in tween zal deelen in K: eene andere Lyn van C tot H getrokken zal het gedeelte KA (van AB) ook in tween verdeelen; en dewyl men op de Lyn EF, die *in 't Oneindige* voortgehaald kan worden, andere Punten, als I enz. kan nemen, kan men ook gedurig nieuwe Lynen trekken, om 't overige gedeelte van AB te deelen: want wat Lyn men ook trekken mag van C tot eenig Punt van de Lyn EF, hoe ver af het ook wezen mag, ze kan nooit op de Lyn CD vallen, en daarom zal ze altyd nog verdeelen dat gedeelte van AB, dat na de voorgaande verdeeling overbleef.

Andere en omstandiger Bewyzen kan men in de voorst. 3de *Les* vinden, alwaar de Heer *Keil* de Ongerymdheid aantoont van het tegenstrydige gevoelen. In de volgende *Les* lost hy de Tegenwerpingen op, die tegen de Deelbaarheid van Grootheid worden ingebragt, met aan te toonen, dat die Stellingen, die de tegenwerpers als ongerymde Gevolgen van de Deelbaarheid van Grootheid *in't Oneindige* bybrengen, zelf waaragtig zyn.

Voor eerst, *Dat eene eindige of bepaalde Grootheid een oneindig Getal van deelen kan hebben.* Want als de Lyn AB (*Pl.* III. *Fig.* III.) in honderd deelen verdeeld wordt, zullen alle deze deelen te samen even groot zyn als AB; en zoo ze verdeeld wordt in duizend deelen zullen alle deze deelen te samen nog evengroot zyn als AB. Nu, 't getal van duizend kan men zoo veel vergrooten als men wil, ja oneindige getalen daar by voegen; en dewyl, hoeveel men het getal van deelen ook vermeenigvuldigen mag, de som van dezelven nooit grooter kan zyn dan de Lyn AB, zoo mag deze Lyn, zonder eenige Ongerymdheid, gezegd worden een oneindig getal van deelen te bevatten.

Ten

zulk eene verdeeling moeten we ons niet verbeelden dat de deelen waarlyk van elkander geſcheiden zyn, niet meer dan (wanneer we een Teerlingvierkante ruimte van twee duimen verdeelen in agt Teerlingvierkante ruimtens van éénen duim) deze nieuwe Teerlingen onderſteld worden van elkander geſcheiden, of genomen te zyn uit den tweeduims Teerling, waarin ze bevat waren. I. Les

6. Wat aangaat de wezentlyke verdeeling van de Stof, (5) waar door de deelen waarlyk van één geſcheiden worden, dezelve is niet

Ten tweeden, *Dat het geene Tegenſtrydigheid in zig behelſt, maar met de Meetkunſt overeenkomt te zeggen, dat een Eindig zoo groot kan wezen als een Oneindig;* aantoonende dat eene eindige Ruimte zoo groot kan zyn als eene oneindige, en dat een oneindig lighaam even groot kan zyn als een eindig.

Ten derden, *Dat 'er dingen zyn, die Oneindig zyn, welker Grootheden zekere Evenredigheid tot elkander hebben*, en dat het eene Oneindige grooter (ja oneindig grooter) is dan het andere.

Neem in den Cirkel ABF (*Pl.* III. *Fig.* IV.) een Boog BF oneindig klein, dan zal de Pees BF oneindig kleiner zyn dan de Middellyn AB; en evenwel oneindig grooter dan de Pyl [*vers'd ſinus*] BG die men vindt door FG in den Winkelhaak te trekken op BA. Op dezelfde wys zoo in den Cirkel BFA (*Pl.* III. *Fig.* V.) de Boog BF oneindig klein genomen wordt, BE deszelfs Raaklyn is, FG de regte Hoekmaat, BG de Pyl, en FH zoo groot als en Evenwydig met de Pyl; kan men bewyzen, dat CB oneindig grooter is dan BE, en BE oneindig grooter dan BG, en BG dan HE.

Maar het wonderlykſte ontrent dit ſtuk is, dat, zoo AE en AB (*Pl.* III. *Fig.* VI.) zoo getrokken zyn, dat ze regte Hoeken maken, en de Kromme Lynen van de Middel Kegelſneên [*Parabolæ*] van verſcheide ſoorten C, D, G, H getrokken worden door het Punt A; zal de Hoek van Aanraking FAC, die oneindig kleiner is dan een regtlynige Hoek wezen kan, oneindig grooter zyn, dan de Hoek FAD, en FAG zal oneindig kleiner zyn dan FAD; en dus kan 'er eene oneindige reeks van Hoeken van Aanraking wezen tot in 't oneindige voortgaande, waar van de volgende oneindig groter is dan de voorgaande: Ja tuſſen twee Hoeken, die men wil, kan men oneindig vele Hoeken inzetten, waarvan de een oneindig grooter is dan de ander. En zelf tuſſen twee van deze Hoeken kan 'er nog eene reeks van tuſſenkomende Hoeken wezen, die *in 't oneindige* gaat; waarvan elke volgende oneindig grooter is dan de voorgaande. En dus kent de Natuur geene palen. Zie de Bewyzen van deze Stellingen in het zelfde Werk, de 4de *Les.*

(5) De Heer *Keil* haalt in zyne Inleid. in de 5de *Les* de volgende *Beſchouwingen* uit de oneindige Deelbaarheid van de Stof. Pl. III. *Fig.* 4.

1. Beſchouwing.

„ Gegeven zynde eene Meenigte Stofs, *Fig.* 5.
„ zoo klein men wil [*by voorb. een Zandje*]
„ en eene eindige Ruimte (by voorb. een
„ Teerling omvattende den Bol van *Saturnus*) zoo is het mogelyk, dat de Stof van
„ dat Zandje door die geheele Ruimte verſpreid wordt en dezelve zoo vervult, dat
„ 'er geene Opening in zyn zal, welker
„ Middellyn grooter is dan eene gegeven
„ Lyn. *Fig.* 6.

Uit het Bewys van deze *Beſchouwing* trekt hy dit *Gevolg*, 't welk tot Bewys van de andere ſtrekt.

Gevolg. „ Hierom kan men een lighaam
„ geven of ſtellen, welks Stof gebragt zyn-
„ de tot eene Ruimte, die geheel en al ver-
„ vuld is, die Ruimte zulk een deel zal zyn,
„ als men wil van hare eerſte Grootheid.

2. De-

1. Les. niet verder mogelyk dan tot zekere graad; om dat'er *Ondeelbare* of allerkleinſte *deeltjes* zyn, die de ſamenſtellende of uitmakende deelen van de natuurlyke lighamen genoemd worden, die de Wyze en Almagtige Schepper in 't begin geſchapen heeft als oorſpronkelyke Stofdeeltjes, waaruit alle lighamelyke Naturen haren oorſprong hebben; welke deeltjes zyn zonder gaatjes of openingen (*pores*), digt, vaſt en onindringbaar, uit zig zelven niet bewegende, maar egter beweegelyk; zoo dat de uiterſte verdeeling, die door Kunſt in 't werk geſteld kan worden, niets anders doen kan dan eenige dezer Eerſte deeltjes van elkander ſcheiden en derzelver Aanraking veranderen; want gemengde en ſamengeſtelde lighamen worden door zulk eene ſcheiding vernield, en niet door 't in ſtukken breken van de Oorſpronkelyke deeltjes. Deze Eerſte deeltjes, volmaakt digt zynde, moeten veel harder en vaſter zyn, dan eenige lighamen, die met verborgen Holligheden doorvlogten uit dezelven ſamengeſteld konnen worden, dat is, zy moeten zoo volmaakt hard en vaſt wezen, dat ze nooit verſleten of verminderd konnen worden: want het zouw onredelyk zyn te ſtellen, dat'er eenige Kragt of eenig Vermogen, in den gewonen loop van de natuur in ſtaat was, om dat

2. Beſchouwing.

„ Daar konnen twee lighamen zyn van „ evengrooten omtrek, wier meenigtens van „ Stof in zulk eene evenredigheid, als men „ wil, ongelyk zyn, terwyl nogtans de ſom „ van de Gaatjes of ledige Ruimtens in die „ twee lighaamen, byna even groot zal zyn.

De Heer *Keil* gebruikt in zyn Bewys een duims Teerling van Goud en een van dezelfde grootte van Lugt; 't welk hierop uit komt.

Pl. III. Fig. 7. De duims Teerling van Goud A (*Pl.* III. *Fig.* VII.) bevat byna 20000 maal meêr ſtofs dan de duims Teerling van Lugt B. dog we zullen maar ſtellen, dat hy 10000 maal meêr bevat. Nu, laat de Stof in A gebragt zyn tot eene Ruimte, die geheel en al vol is, welke wy ſtellen zullen zoo groot te zyn als het $\frac{1}{00\ 000}$ deel van een duims Teerling; (die men geven of ſtellen kan volgens het *Gevolg* van de voorgaande *Beſchouwing*). Als dan de Stof in B ook gebragt wordt tot eene Ruimte, die geheel vol is, zal ze niet meêr dan het $\frac{1}{1000\ 000\ 000}$ deel van een duims Teerling beſlaan, om dat B 10000 maal minder Stofs bevat dan A. Om deze twee volle Ruimtens by elkander te vergelyken, zullen we de Noemers van de twee Gebrokens dezelfde maken; dan zal $\frac{10000}{1000\ 000\ 000}$ de geſloten of digte Ruimte in den Gouden Teerling uitdrukken: hierom zullen de $\frac{999\ 999\ 000}{1000\ 000\ 000}$ overſchietende deelen van dien duims Teerling ledige Ruimtens wezen; terwyl de ledige Ruimtens in den duim Lugt (nadat deszelfs Stof tot een geſloten lighaem gebragt is) uitgedrukt worden door het Gebroken $\frac{999\ 999\ 999}{1000\ 000\ 000}$: en by gevolg,

om

dat gene in verſcheiden ſtukken te verdeelen, 't welk God in de eerſte Schepping der dingen *Eenig* [*One*] gemaakt heeft. Derhalven zoo lang de Oorſpronkelyke deeltjes in haar geheel blyven, konnen 'er altyd lighamen uit gemaakt of ſamengeſteld worden, die dezelfde Natuur en Samenweving hebben: maar zoo *die Eerſte Deeltjes gebroken*, *verſleten* of *verminderd* konden worden, dan zouw de natuur van lighamelyke zaken, die hier van afhangt, veranderd konnen worden. Dus zouw Aarde en Water ſamengeſteld uit zulke deeltjes, die geſleten of gebroken waren, of uit het gruis van die deeltjes, tegenwoordig dezelfde Natuur en Samenweving niet konnen hebben, als die oorſpronkelyke Aarde en Water, die ſamengeſteld waren uit deze deeltjes, toen ze ongeſchonden en in haar geheel waren. Om deze reden moeten alle veranderingen, in de lighamen voorvallende, eeniglyk haren oorſpronk hebben van de verſcheiden Schiftingen, nieuwe Samenvoegingen en Bewegingen van deze Oorſpronkelyke deeltjes, zoo de Natuur der dingen zal blyven duren en derzelver Natuurlyke loop op dezelfde wys volharden. I. Les.

7. En

om dat de Getalen 999 999 000 en 999 999 999 byna even groot zyn, zyn ook de ledige Ruimtens in beide de lighamen byna evenveel.

Schoon deze *Beſchouwingen* met de Leer van de Ondeelbare deeltjes niet overeen ſchynen te komen, ze ſtooten ze evenwel niet omver, dewyl ze, afgeleid van de Deelbaarheid van Grootheid, meêr tot de Wiskunſt dan tot de Natuurkunde behooren. Want ſchoon men een Ondeelbaar deeltje begrypt van eene uitnemende kleinheid te zyn, moet zyn Middellyn evenwel van eene bepaalde lengte wezen, en bygevolg te groot om de voorwaarden van de eerſte *Beſchouwing* te voldoen, die geene Eerſte deelen toelaten. Maar dan konnen de Wiskundigen zelf in een Ondeelbaar of Eerſte deeltje (daar de Natuurkundigen van ſpreken) nog deelen begrypen, kleiner in zulke Maatbetrekking als men wil, zoo dat het met de gemelde *Beſchouwingen* wel overeen komt: want deze deeltjes van Natuurlyke lighamen, die door Natuurlyke Werkingen niet verdeeld konnen worden, hebben evenwel de eigenſchap van een oneindig getal van deelen te bevatten; ſchoon deze deelen nooit wezentlyk van elkander geſcheiden worden.

Schoon men de *Beſchouwingen* van den Heer *Keil* in een Natuurkundigen zin wel palen ſtelt, wanneer men de Ondeelbare deeltjes zekere Grootte geeft; zoo blykt het evenwel uit Natuurlyke *Verſchynzelen*, dat'er wezentlyk deeltjes zyn, klein genoeg om met de eerſte *Beſchouwing* overeen te komen, als men een Zand-korreltje gebruikt om den Bol van *Saturnus* te vervullen; en met de tweede *Beſchouwing*, als men een duim Gouds by een duim Lugts vergelykt, alleen onderſtellende ('t welk meêr dan waarſchynelyk is) dat een volkomen geſloten lighaam zoo veel digter dan Goud is, als Goud digter is dan Lugt of Hemel-ſtof [*Æther.*], die nog veel ylder is dan Ligt

En zoo een Zand-korrel onderſteld wordt in zoo vele deelen verdeeld te zyn, dat ze den Bol van *Saturnus* vervullen, zonder een Gaatje over te laten, wyder dan een Haair dik is, konnen deze deeltjes nog veel grooter zyn dan die van de Hemel-Stof, indien niet grooter dan die van Ligt.

I. Les. 7. Deze deeltjes moet men zig verbeelden als van eene onbegrypelyke kleinheid (6); maar door de ſamenvoeging van verſchei-

(6) Schoon het zeer vreemd voorkomt, dat de Stof in zulke kleine deelen, als waar van we in de voorgaande Aanteekening gewag gemaakt hebben, met'er daad verdeeld kan worden, zullen evenwel eenige weinige voorbeelden van kleine deelen, waar in ze door Kunſt of menſchen handen verdeeld wordt, en van hare fynheid, waarin zy Natuurlyk door het Heel-al verſpreid is, een yder, die maar een weinig oplettendheid wil gebruiken, deze ſtelling duidelyk doen begrypen.

De Goudſlagers ſlaan het Goud zelf maar met grof gereedſchap, zoo dun, dat vyftig vierkante duimen geſlagen Goud maar één grein wegen. Nu, de lengte van een duim kan in 200 zigtbare deelen gedeeld worden, gelyk in de 8. *Fig.* van de III. *Plaat* te zien is, alwaar het twintigſte deel van een duim in tien zigtbare deelen door zes zwarte ſtreepjes en vyf witte tuſſenwydtens onderſcheiden is. Vermeenigvuldigende dan 200 door 200 hebben we 40000 voor de zigtbare deelen van een duim in 't vierkant, die 50 maal bevat zyn in een grein Goud; en dus wordt het in 2000 000 zigtbare deelen verdeeld.

Pl. III. *Fig.* 8.

Als men 't vergulden van Zilver eens nagaat, zal men bevinden, dat het Goud in dat geval, zelf wanneer 't nog ruim tienmaal meêr verdeeld is, evenwel zigtbare deelen heeft; want agt Grein Goud vergult een geheel Once Zilver, dat tot een draad van 13000 Voet getrokken wordt. Dus vergult één Grein Goud een draad van 1625. Voet. En dewyl elke Voet (volgens 't geen we zoo even gezegd hebben) 2400 zigtbare deelen heeft, heeft de geheele lengte van den draad 3 900 000 Rolletjes [*Cylinders*], die tot Teerlingen gemaakt elk zes zigtbare Zyden hebben, en by gevolg wordt één Grein Goud door deze laatſte werking, in plaats van in twee Millioenen zigtbare deelen, in 23 400 000 zulke deelen verdeeld, 't welk by na twaalf maal zoo veel is. *Dat men met reden Teerlingen voor de Rolletjes mag nemen, zal men bevinden, als men verder bedenkt, dat dees geheele draad plat geſlagen of geplet wordt, om 'er Zyde meê te bewinden, daar men Gouden Kant van maakt, en dat zelf na dit pletten het beſte Vergroot-glas het zilver door het Verguldzel nog niet ontdekken kan.* Hieruit blykt, dat in deze dunne korſt nog verſcheiden Goud-deelen op elkander leggen; ſchoon deszelfs dikte (gelyk de Heer *Halley* in de *Philoſ. Tranſ.* No. 194. heeft aangetoond) maar het $\frac{1}{12450}$ deel van een duim is; of 62, 25 maal minder dan het 200ſte deel van een duim, dat we voor het kleinſte zigtbare deel van een duim in de lengte genomen hebben.

De Heer *Boyle* verhaalt in zyne verhandeling *van de Eigenſchappen en Fynheid van de Uitvloeizels*, dat één Grein Koper, in Geeſt van Sal Armoniac geſmolten een ſterk blaauw verfzel geeft aan 105, 157 Teerlings duimen, of ontrent twee kan Water [*two Quarts*]. Wanneer we nu geen kleiner Teerling van dit geverfde water zigtbaar ſtellen, dan zulk een, welkes zyde zo groot is als het 100ſte deel van een duim ('t welk nog agt maal meêr toegegeven is dan we in opzigt van 't Goud gedaan hebben) zal het by uitrekening blyken, dat een Zand-korreltje zoo klein, dat 'er een Millioen van dezelven in een Teerlings duim gaat, twee Millioenen een honderd en elf duizend en vier honderd (of 2 111 400) zulke deelen bevat, als waarin dat één Grein Koper met'er daad verdeeld was.

Die zelfde Heer heeft ondervonden, dat zekere meenigte *Stinkende Aas* [*Aſſa Fœtida*] die hy in de open lugt geſteld had, in den tyd van zes dagen maar een agtſte deel van een Grein in gewigt verminderd was. Als men dan ſtelt, dat een mens dat Aas al dien tyd vyf voet ver heeft konnen ruiken, zal men bevinden, dat de deelen, waarin het verdeeld is het $\frac{1}{26\,250\,000\,000\,000\,000}$ deel van een duim in groote niet te boven gaan.

De

I. Les.

ſcheiden derzelven by elkander worden grooter Stukjes [*Lumps*] gemaakt, of Deelen van de eerſte ſamenſtelling (gelyk men ze noemt)

B 2

De Heer *Leeuwenhoek*, die ſchrandere Onderzoeker van de Natuur, heeft ons uitgerekend, dat'er in de hom van een Kabeljaauw meêr kleine diertjes dan Inwoonders op den gantſen Aardkloot zyn. Het Brandpunt van het Vergroot-glaasje bekend zynde, kan men door de Regels van de Gezigtkunde de grootte dezer diertjes uitrekenen, die niet grooter konnen zyn dan het $\frac{1}{36\,000\,000\,000\,000}$ deel van een Teerlings duim; en dus konnen'er verſcheiden duizenden van dezelven op de punt van een naalde ſtaan. En als men deze Diertjes eens by een Walvis vergelykt, zullen ze naar Evenredigheid nog kleiner wezen dan een Walvis by den geheelen Aardkloot vergeleken. En dewyl elk dier een lighaam is beſtaande uit vaten en buizen, tot verſcheiden werkingen geſchikt, hoe fyn, hoe teêr en klein moeten de deelen dan wel zyn, waar uit die diertjes zyn ſamengeſteld? Hoe klein moet haar hart, hoe onverbeeldelyk klein moeten hare aderen en ſlagaderen wezen? En nog veel kleiner moeten de bolletjes dan zyn van die vogt, die haar tot bloed verſtrekt, en die nog omgevoerd moeten worden in een dunner vogt. Het is de moeite wel waardig de kleinheid dezer bolletjes een weinig nader te beſchouwen; 't welk men doen kan, als dit volgende wordt toegeſtaan; te weten, dat de Bloed-deeltjes van deze diertjes zoo veel kleiner zyn dan hare lighamen, als de Bolronde deeltjes van het bloed van een Mens kleiner zyn dan deszelfs lighaam.

Het lighaam van een Mens is tot dat van een van die Diertjes als 17 tot $\frac{3}{100\,000}$ en de Middellyn van de bloed-bolletjes van een mens is niet grooter dan het $\frac{1}{79\,200}$ deel van een duim * (om dat *Leeuwenhoek* de vaatjes zelf, waardoor ze loopen, niet grooter gevonden heeft.) Derhalven gelyk 17 is tot $\frac{3}{100\,000}$ zoo is $\frac{1}{79\,200}$ tot $\frac{3}{134\,640\,000\,000}$ of in de Gebroken van Tienen $\frac{2\,2}{1\,000\,000\,000\,000.}$ Derhalven konnen de bloed-bolletjes in deze kleine ſchepzeltjes zoo groot niet wezen als de Teerling van dit getal of het $\frac{1}{1\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000}$ deel van een duim.

Maar omdat dit getal in Cyferletters uitgedrukt zoo terſtond geen denkbeeld geeft van de kleinheid dezer diertjes, heeft de Heer *Keil* (in wiens *vyfde Les* de bewyzen van de twee laatſte Afdeelingen van deze Aant. in haar geheel te vinden zyn) aangetoond, dat het kleinſte zigtbare Zandkorreltje meêr van deze bolletjes bevat, dan tien duizend twee honderd en zes en vyftig van de hoogſte bergen van de weereld Zand-korreltjes bevatten konnen.

'T geen we tot nog toe gezegd hebben toont, in hoe kleine deelen lighamen met'er daad verdeeld zyn; maar daar zyn Stofdeeltjes zoo veel kleiner dan de gemelde bolletjes, dat deze bolletjes by dezelven vergeleken niet alleen als Bergen zullen wezen, maar als zeer groote Aardklooten. Ik meen de Ligt-deeltjes, welker onverbeeldelyke fyn-

* De Geleerde en Schrandere Heer *J. Jurin*, *Sekret.* van de *Koninklyke Societeit* heeft niet lang geleden gevonden, dat de bolletjes van 't bloed van een mens groter zyn, dan wy hier geſteld hebben, en is door den Heer *Leeuwenhoek*, aan wien hy zyne Waarnemingen had meêgedeeld, in zyn gevoelen beveſtigd geworden; maar ik heb niet dienſtig gevonden deze Rekening te veranderen, om dat ik over dit onderwerp op eene andere plaats van dit werk omſtandiger zal ſpreken.

I. Les. noemt) die eenige tuſſchenwydtens open laten, om dat de eerſte deeltjes elkander in haar Oppervlak niet overal aanraken, en deze tuſſenwydtens noemt men Openingen of Gaatjes [*Pores*] van de eerſte ſamenſtelling. Op dezelfde wys worden door de ſamenvoeging van verſcheiden dezer Stukjes weer grooter Brokjes [*Moleculæ*] gemaakt of Stukjes van de tweede Samenſtelling, die Gaatjes hebben van de tweede Samenſtelling wyder dan de eerſten; en dus verder tot verſcheiden Samenſtellingen, eer men tot lighamen van eene gewaarwordelyke grootte komt. Hieruit volgt, dat in alle lighamen veel ledigheid (7) moet zyn, en meer of min naar mate dat ze uit meer of min Samenſtellingen beſtaan; ook zyn alle Ruimtens niet even vol Stofs (8). Dit kan duidelyk door eene Ondervinding worden aangetoond.

I. Ondervinding. 1ſte *Plaat.* 1ſte *Fig.*

Pl. I. Fig. 1. 8. Zet op de kopere Plaat B van de Lugtpomp (die we in 't vervolg beſchryven zullen) een lang Rolrond Ontvang-glas AB, aan beide de enden open, ontrent vyf duim over 't kruis wyd, en zeven of agt voet hoog. Maak het Lugt-digt door middel van een nat leer op de Plaat B, en van een ander op den mond van het Ont-

fynheid ons verſtand verbyſtert. Hoe verbazend klein moeten die deeltjes wezen, die van een kaars uitvliegen, welkes ligt een groot half uur ver gezien wordt? Dewyl 'er elk oogenblik deeltjes moeten uitſchieten, om een Bol te vullen, welkes Middellyn by na anderhalf uur lang is, tot zoo ver dat 'er nergens in dat Rond, of in dien Bol eene ſpelden-kop, die niet eenige Ligt-deelen ontvangt, geplaatſt kan worden. De Heer *Nieuwentyt* bewyſt, dat het veertiende deel van een Grein was of Smeer ('t welk in den tyd van een Seconde in een kaars van zes in een pond verteerd wordt) meêr Ligtdeeltjes uitgeeft, dan duizend maal duizend Millioenen Aardklooten (zoo groot als onze Aarde) zandkorrels zouden konnen bevatten. Zie zyne *Wereld-Beſch.* de 26. *Beſch.* §. 15, 16 en 17.

(7) Dit blykt duidelyk uit de verſcheiden Zwaarheid van lighamen in ſoorten, gelyk we in de volgende Les omſtandiger bewyzen zullen. En in de Vloeiſtoffen blykt dit uit hare verſcheiden Weêrſtandbieding, die we reets getoond hebben Evenredig te zyn aan de Meenigte van Stof in de lighamen.

(8) Indien 'er zulk een ding als de *fyne Stof* [*van de Karteſianen*] in de weereld was, die de holligheden van alle lighamen en het ge-

Ontvangglas A onder de Dek-Plaat D, aan welke plaat van onderen geſchroefd is 't Werktuig PS *ps*, toegeſteld om lighamen in 't Lugt-ledige op 't zelfde tydpunt te laten vallen. Want als de draad W (die heen en weêr ſchiet door het kraagje van geolyde leertjes *c*, op dat de Lugt nergens door zouw komen) aan zyn haakje *h* opgehaald wordt, zal de vierkante Waterpas leggende Plaat *p*, opgehaald tot in 't naauwe van de kopere Veren *s s*, deze Veren openen, zoo dat ze de Plaat P (die op een hangetje bewogen wordt) laten vallen, dat ze regt op en neêr hangt; wanneer de lighamen, die 'er op gelegd waren, op 't zelfde oogenblik daar affchieten. I. Les.

Leg dan op de vierkante Plaat P een dons veertje en een Guinie naaſt elkander (zie *Fig.* 2. daar de Plaat P Waterpas leggende ruſt op een Ruſtje van een van de Veeren *s*, en 't kraagje *c* van de Dek-plaat en de Veren afgenomen, door welke beiden het heen geſchroefd moet zyn, als 't op het Ontvang-glas legt) en de Lugt uit het Ontvang-glas gepompt hebbende, laat door 't ophalen van den draad W de Guinie en 't Veertje ſlippen, die met dezelfde ſnelheid (als in C) neêrvallende op denzelfden tyd op den grond zullen komen: daar de Guinie, zoo de Lugt niet uit het Ontvang-glas gehaald was, op den grond geweeſt zouw zyn, eer 't Veertje een vierde van de hoogte van het Glas was neêrgedaald. Pl. I. *Fig.* 2.

9. Indien 't Ontvang-glas volkomen vol was, eer 'er de Lugt was uitge-

geheele Hemel-ruim, waarin de Dwaal-ſterren bewegen, geheel en al vervulde, zouw deszelfs Weerſtandbieding die van Kwikzilver ver te boven gaan. In zulk eene *Middelſtof* zouw zelf een volkomen digte kloot de helft van zyne beweging verliezen, eer hy driemaal de lengte van zyne Middellyn ver bewogen was; en zulke klooten, als de Dwaal-ſterren zyn, zouden nog veel eer in hare beweging ſtuiten; waarom het volſtrekt noodzakelyk is, om de beweging van de Dwaal- en Staart-ſterren in ſtand te houden dat 'er in de plaatzen of ruimtens, waarin zy bewegen, byna geene Stof altoos kan wezen. Dat dit waarlyk zoo is, blykt uit de ſnelle beweging van den Staart van eene Staartſter, die men niet ziet dat eenigen merkelyken Weerſtand ontmoet in de Middelſtof, waarin hy bewogen wordt, ſchoon hy zig zoo wyd uitſtrekt en uit zoo dunne damp beſtaat.

1. Les. uitgehaald (ſchoon 'er toen veel meêr ledigheid (9) dan Stof in was) zoo is het klaar en duidelyk, dat 'er zeer veel ledigheid in zyn moet, na dat 'er de Lugt is uitgepompt; omdat de Weêrſtandbiedende kragt zoo ver verminderd is, dat het Veertje ten minſten viermaal ſchielyker neêrvalt dan in de gewone Lugt. Want wat voor fyne Lugt 'er in 't Ontvang-glas overgelaten mag zyn; wat voor Ligt-deeltjes of wat voor fyne Uitvloeizels 'er door het Glas mogen ingedrongen zyn; zoo is al die Stof veel minder in meenigte dan de Lugt, die 'er uitgehaald is, om dat de Weêrſtandbieding verminderd is. Want te zeggen, dat het Ontvang-glas, na 't uitpompen van de Lugt, zo vol is als te voren, is alzo ongerymd, als te zeggen, dat twee ſtoop bier tot ſchuim gemaakt (dat het tot boven aan het Ontvangglas ryſt) het zelve alzoo veel vult als zeſtien ſtoop Bier zonder ſchuim, welke het bevatten kan.

10. De *Zwaartekragt* mag men wel aanmerken als eene Eigenſchap van de Stof, die, ſchoon niet wezentlyk, evenwel algemeen en in zekeren zin van dezelve onaffcheidelyk is; dat is, alle deelen van de Stof (of alle lighamen) hebben eene Weging [*gravitation*] of *Aantrekking* naar elkander; gelyk in 't vervolg zoo wel in opzigt van Hemelſe als Aardſe lighamen getoond zal worden: zynde de Neiging van zware lighamen naar het Middel-punt van de Aarde aan dezelfde oorzaak toe te ſchryven, die de Zon en Dwaalſterren naar elkander toe doet neigen. NB. *Als we de woorden* Zwaartekragt, Weging *of* Aantrekking *gebruiken, hebben we 't oog niet op de Oorzaak maar op de Uitwerkzels, te weten op die Kragt, die de lighamen hebben, wanneer ze naar elkander gevoerd worden; welke*

(9) Dat 'er meêr ledige Holligheid dan Stof in de lighamen is, kan klaar en duidelyk worden afgeleid uit de eigenſchappen van doorſchynende lighamen; want de Ligtſtralen worden overal heên in regte lynen verſpreid door Water, Glas en Diamanten, met geen meêr moeite (ja met meêr Snelheid) danze door de Lugt gevoerd worden, wat kant van het doorſchynende lighaam voor het Ligt ook bloot geſteld mag zyn. Hierom moet in doorſchynende lighamen zelf tuſſen de kleinſte deeltjes, die men begrypen kan, een regtdoorgaande doortogt voor het Ligt wezen: en dit kon nooit geſchieden, indien de meenigte van Stof in zulk een lighaam niet by uitſtek gering was in vergelyking van de Grootte van het lighaam zelf. Miſſchien is de digte Stof in een Diamant, vergeleken by deszelfs Grootte naar Evenredigheid minder dan de Diamant vergeleken by den geheelen Aardkloot: 't welk die genen niet onmogelyk voor zal komen, die maar wel bedenken, 't geen we over dit onderwerp gezegd hebben. En dewyl 't Goud niet boven zesmaal digter is dan een Diamant, hoeveel meêr ledige Holligheid dan

ke kragt (op gelyken afſtand) altyd Evenredig is aan de meenigte van Stof, het zy dezelve veroorzaakt wordt door Voortſtuwing of eenige fyne Vloeiſtof, of eenig ander onbekend vermogen; 't welk niet volgens de bekende Wetten van beweging werkt [unmechanical] *en 't welk alle lighamen verzelt.* I. Les.

11. Indien al de Stof van 't Heel-al begrepen was in twee even-groote Klooten of Bóllen, op een zekeren afſtand van elkander geplaatſt, zouden deze Bóllen met evengroote Snelheid naar elkander toe bewegen, en op het midden van haren vorigen afſtand by een komen: Maar, indien de Bollen van ongelyke grootte waren, zouden ze byeen komen in een punt zoo veel nader aan den groten Ból, als hy grooter was dan de andere.

12. De reden, waarom wy deze onderlinge Aantrekking in zulke lighamen, als we dagelyks handelen niet gewaar worden, is dat onze Aarde, oneindig maal meêr Stofs bevattende dan deze lighamen, dezelven zo ſterk aantrekt, dat ze hare onderlinge Neiging ongevoelig maakt. Dit zien we in opzigt van den Zeilſteen en een ſtuk Yzer; welke, indien we ze een weinig ver van elkander af laten vallen, geene vertooning maken van naar elkander toe te bewegen, ſchoon wy haar Uitwerkzel gewaar worden, als ze wat nader byeen gebragt zyn.

Dit wordt door de volgende Ondervinding opgehelderd.

2. Ondervinding. Pl. I. *Fig.* 3.

Leg op de tafel T. A. B. twee Ballen A en B, gelyk in grootte en gewigt (by voorbeeld elk van twee oncen) een voet van 't gat C, Pl. I. *Fig.* 3.

dan Stof moet 'er bygevolg in dat Metaal niet wezen? Hieruit kan men de reden begrypen, waarom de *Uitvloeizels* van den Zeilſteen zoo gemakkelyk door 't Goud als door de Lugt gaan: want zoo men een Gouden Plaat, of van wat Metaal men ook wil (uitgezonderd Yzer) ſtelt tuſſen den Zeilſteen en eene geſtreeken Compas-Naalde, die door den Steen uit haren Streek getrokken is, zal die Naalde geen minder aandoening van den Steen hebben dan te voren. Ja die *Uitvloeizels* konnen een geheelen dag door de Herſenen heen gaan, die zoo zagt een lighaam en van zoo teedere ſamenſtelling zyn, zonder dat 'er de zenuwen eenige aandoening van hebben, of de minſte gedagten verhinderd wordt.

De damp van 't *Noorder Ligt* (die naar de gedagten van ſommigen voor een groot deel beſtaat uit de Zeilſteenige *Uitvloeizels* van de Aarde) gaat onverhinderd door huizen en boomen, en ſchiet door de lighamen van dieren zonder gevoeld te worden, gelyk blykt uit waarnemingen van dat *Verſchynzel*, wanneer het van verſcheiden plaatzen te gelyk gezien wordt.

I. Les. C, en twee voet van elkander. Indien de Aarde vernietigd of oneindig ver weggeſchoven was, en de tafel niet Aantrok, zouden de twee Ballen naar elkander toe en byeen komen in C; maar dewyl de Zwaartekragt of de Aantrekking van de Aarde dezelven tegen de tafel drukt, blyven ze in ruſt; maar om deze drukking te overwinnen en de Ballen te doen werken als of de Aarde weg was, zoo hegt een touwtje van ontrent 30 duim lang aan den Bal A en breng het dan door het gladde Gat in de tafel C, vervolgens om de katrol onder de tafel, en zoo weêr naar boven door het Gat C en maak het eindelyk vaſt aan den Bal B. Laat het gewigt P van vier oncen hangen uit het Middelpunt van de katról D, als men dan beide de Ballen op het zelfde tydſtip laat loopen zullen ze even ſchielyk naar elkander toe en net over het Gat byeen komen.

13. Indien men voor de Bal A een anderen in de plaats ſtelt, die maar één once weegt (het zy hy kleiner of even groot zy als de andere, dog hol of van ligt hout) en dezen Bal A laat loopen op een afſtand van een voet en den zwaarder Bal B op een afſtand van zes duim van 't Gat (terwyl'er drie once aan de katról hangt) zullen ze beide elkander weêr over het Gat ontmoeten, de ligtſte Bal tweemaal zoo lang een ruimte doorlóópende dan de andere.

14. In 't eerſte geval doet de meenigte van Stof in de twee Ballen, die vier once is, aangemerkt als in tween verdeeld, een Bal van twee once van weêrskanten bewegen naar het Gat, die bygevolg in den zelfden tyd eene evengroote ruimte door bewogen worden.

15. In het tweede geval doet de meenigte van Stof, welke drie once is, in tween verdeeld, aan de eene zyde een Bal van twee once naar C, en aan de andere zyde een Bal van één once bewegen naar de andere, welke laatſte tweemaal ſchielyker bewogen wordt,

(10) Men kan de Proef hier ook van nemen door middel van een Schroef veer in één van de Ballen, waar in een tonnetje is om een draad op te winden: want als het Pt. III. *Fig.* 9. end van den draad vaſt gemaakt is, aan een anderen Bal evengroot, (of twee of driemaal zoogroot) als de andere Bal, daar de veer in is: zullen de Ballen dan van eengetrokken, weêr by elkander komen met Snelheden Overhands, of weerkeerig Evenredig aan hare Grootheden. Zie de 9. *Fig.* van de III. *Plaat*, alwaar A verbeeldt een gedeelte van een hollen koperen Bal, met een Schroefveer S en een tonnetje daarin, zoo gemaakt, dat

wordt, om dat hy maar de helft van de meenigte van Stof heeft, I. Les.
als wegende maar half zoo veel.

NB. *'T is evenveel hoeveel Gewigt 'er hangt aan de Katról* (10) *als 't maar niet te ligt is ; omdat het alleen dient, om die Zwaartekragt te overwinnen, die, de Ballen naar de tafel drukkende, dezelven belet naar elkander te bewegen; gelyk zy doen zouden, indien de Aarde niet in wezen of oneindig ver weggeſchoven was.*

16. Indien de Bal B oneindig grooter onderſteld wordt dan de Bal A, zal de Snelheid van den Bal A oneindig grooter worden dan die van den Bal B, zoodat B ſtil zal blyven leggen, en A bewogen worden door de geheele ruimte, die 'er was tuſſen A en B; de geheele meenigte van Stóf, tot beiden behoorende, nu geheel aan B alleen wordende toegeſchreven, en A aangemerkt wordende als een Stip zonder eenige gewaarwordelyke meenigte Stofs, en bygevolg onbekwaam om den Bal B door zyne Aantrekking te bewegen. Dit is toepaſſelyk op de Aarde en alle lighamen, die 'er rondom zyn, de aarde in opzigt van de zelven als onbeweegelyk wordende aangemerkt, terwyl die lighamen als zoovele Stippen bewogen worden in Lynen, beſchreven door hare Middelpunten van Zwaartekragt, zoo als ze naar den grond vallen, zonder eenig opzigt te hebben op de hoeveelheid van Stof, die zy bevatten, waardoor zy de Aarde naar zig trekken. Zoo ook, om dat de Zon ontrent 230000 maal meêr Stófs bevat dan de Aarde, wordt de laatſte aangemerkt als een Stip, beſchryvende een Ovaal-rond om de Zon (*de Groote Kring* genoemd) terwyl de Zon, die de Aarde aantrekt, aangemerkt wordt als onbeweeglyk in een van de Brandpunten [*foci*] van dat Ovaal-rond: of liever de Maan en de Aarde ſamen mag men aanmerken als een Stip uitmakende, 't welk het Middelpunt van hare Zwaartekragt is, en 't welk den zoo even genoemden Kring beſchryft.

17. De

dat het den geheelen draad AB in den Bal te rug kan trekken, als hy aan 't end B uit getrokken is. De Bal B is niet hol en van voor, maar van 't zelfde gewigt als de holle Bal A. Wanneer nu de Bal B van A de lengte van AB is afgetrokken, zullen beide de Ballen, te gelyk los gelaten zynde, elkander ontmoeten in C, het middelpunt tuſſen dezelven; maar zoo B een Bal is tweemaal zoo zwaar als A, zullen ze beide losgelaten by één komen in D, zynde DB maar de helft van de tuſſenwydte AD.

I. Les. 17. De Aarde oeffent in opzigt van de lighamen, die 'er rondom zyn, en de Zon in opzigt van de Dwaal- en Staart-ſterren, en alle de Dwaal-ſterren in opzigt van hare Omloopers en andere lighamen, die

(11) Wanneer we de Zwaartekragt by Ligt en Hitte vergelyken, verſtaan we dat zoo niet, dat we hare uitwerkzels van dezelfde oorzaak afleiden; of dat we ſtellen dat alle ſoorten van Aantrekkingen in de lighamen dezelfde Wetten hebben: want de Aantrekking van Samenhang (1. *Les* No. 19, 20 enz.) en de Aantrekking van de Zeilſteen (1. *Les* No. 29.) werken niet op dezelfde wys: maar we ſpreken hier alleen van de Aantrekking van de Zwaartekragt, waardoor de lighamen rondom ons naar de Aarde, en de Aarde en de Dwaal-ſterren naar de Zon gedreven worden; welke Aantrekking ook eene *naar 't Middelpunt neigende Kragt*, [*of gelyk 't ook vertaald wordt* Centertrekkende Kragt] genoemd wordt. En, wat 'er de oorzaak ook van zyn mag, hare Wetten, hier boven gemeld, zyn ontdekt door Waarnemingen en Ondervindingen, die altyd eenpariglyk geſtrekt hebben, om de Stelling van de Zwaartekragt te beveſtigen.

Om een klaar begrip van de Uitwerkzels van de Zwaarte- of naar 't Middelpunt neigende Kragt te hebben, moeten we dezelve in drie opzigten aanmerken: Vooreerſt in opzigt van de Hoeveelheid van Kragt in de lighamen, die in 't Middelpunt zyn, en anderen aantrekken (of waarnaar toe de omgelegen lighamen neigen) die de *Kragt op zigzelven* [*the abſolute Force*] genoemd wordt; ten anderen in opzigt van de Snelheid, waarmê andere lighamen bewogen worden naar een lighaam, dát in 't Middelpunt is, die de *Verſnellende Kragt* [*Accelerating Force*] genoemd wordt; ten derden in opzigt van de Hoeveelheid van Beweging van de genoemde lighamen, als ze met elkander vergeleken worden, welke Kragt Evenredig is aan de hinderpalen, die de lighamen uit den weg konnen ruimen, en de *Beweeg-Kragt* genoemd wordt.

De *Kragt op zigzelven* [ook *Volſtrekte Kragt* genoemd] is Evenredig aan 't vermogen van de oorzaak, die hare eigenſchap of kragt uit een Middelpunt in 't ronde verſpreidt. Zoo zouw de Aarde, indien ze tweemaal zooveel Stof had dan ze nu heeft (hetzy ze tweemaal zoogroot, of alleen tweemaal zoo digt was) ook tweemaal zooveel *Kragt op zigzelven* hebben. Dus heeft de Maan ten naaſtenby veertigmaal minder *Kragt op zigzelven* dan de Aarde, omdat ze byna veertigmaal minder Stof heeft. Hare Grootte (die gelyk de Teerling van hare Middellyn is) is wel byna vyftigmaal kleiner dan die van de Aarde; maar ze is ook weêr digter of geſlotener in eene Evenredigheid van 21 tot 17. Zie *het* 3. *Gev. van de* 37. *Stelling van het* 3. *Boek van de Beginz. van den Ridder Iſaac Newton.*

De *Verſnellende Kragt* wordt uitgedrukt door die Snelheid veroorzaakt in een gegeven of geſtelden tyd, met welke lighamen (als punten aangemerkt) naar het Middelpunts lighaam bewogen worden, 't welk die lighamen aantrekt door zyne *Kragt op zigzelven.* En deze *Verſnellende Kragt* is ſterker of zwakker naar mate van den afſtand van het Middelpunt van de Kragt, in de Overhandſe verdubbelde Evenredigheid, daar op 't laatſte van No. 17. van geſproken wordt. Dus is de Zwaartekragt, die de lighamen naar 't Middelpunt van de Aarde doet neigen, ſterker in valleien dan op de toppen van hooge bergen; ſterker op de Aspunten dan onder de Evennagtlyn, alwaar de Aarde 17 [*Engelſe*] Mylen of ontrent drie uren hooger verheven is; en ſterker onder de Evennagtlyn dan verder van den Aardkloot af: want het zelfde lighaam, dat, digt aan 't oppervlak van de Aarde, in de eerſte ſeconde van zynen val zeſtien voet neêrvalt, zouw maar vier voet in den zelfden tyd vallen, zoo het 4000 [*Engelſe*] mylen ver van 't oppervlak van de Aarde af of twee halve Middellynen uit haar Middelpunt begon te vallen. Op gelyke afſtanden

is

die haar omringen, eene meerder of minder Kragt van Aantrek- I. Les.
king, naar mate dat 'er de lighamen nader aan of verder af zyn; want de Zwaartekragt (11) die eene kragt is van de Aantrekkende

is de Verſnellende Kragt overal dezelfde: omdat alle lighamen groot of klein, zwaarder of ligter (de Weerſtandbieding van de Lugt daar afgetrokken) even ſnel neêrvallen [eerſte *Les* No. 8. I. *Ondervinding.*]

De *Beweeg-kragt* is evenredig aan de Hoeveelheid van Beweging, die de Kragt op zig zelven van het Middelpunts lighaam in een gegeven tyd veroorzaakt in de lighamen, waarop ze werkt. Schoon wy de grootſte lighamen (en de Maan zelf) in opzigt van de Aarde, waarvan ze aangetrokken worden, alleen als Punten of Stippen aanmerken; moet men evenwel, als men de lighamen by elkander vergelykt, agt geven op de meenigte van Stof, die ze elk op zig zelven bevatten: want lighamen, die dezelfde Verſnellende Kragt hebben, of met dezelfde Snelheid bewogen worden, hebben meêr of minder Hoeveelheid van Beweging, naar dat ze meêr of minder Stof bevatten, of naar dat ze meer of min zwaar zyn; omdat de Beweeg-kragt van een lighaam beſtaat uit de Som van de werkingen van de Verſnellende Kragt van alle deszelfs deelen, en bygevolg gevonden wordt, als men de meenigte van de Stof vermeenigvuldigt door de Verſnellende Kragt; gelyk de Hoeveelheid van de Beweging in lighamen gevonden wordt, als men hare Stof of hare groottens vermeenigvuldigt door hare Snelheid.

Hierom is digt aan 't oppervlak van de Aarde, alwaar de *Zwaarte-of Verſnellende Kragt* op alle lighamen dezelfde is, de *Beweeg-kragt* of het Gewigt gelyk het lighaam: maar wanneer we opklimmen tot plaatzen, daar de *Verſnellende Zwaarte-Kragt* minder is, zal het Gewigt ook verminderen en worden, gelyk de grootte van het lighaam vermeenigvuldigd door de *Verſnellende Kragt.* Zoo zullen, indien een gewigt van één pond en een van vier pond digt aan het oppervlak van de Aarde beginnen te vallen, hare Beweeg-kragten zyn gelyk 4 en 1; want zoo men 16 neemt voor de *Verſnellende Kragt* evengroot in (en gemeen aan) beide, zal 16 maal 4 (of 64) net 4 maal zoo veel zyn als 16 (of 16 maal 1). Maar indien het vier ponds gewigt opgevoerd was tot de hoogte van 4000 [*Engelſche*] mylen of twee Halve-Middellynen uit het Middelpunt van de Aarde, zouw deszelfs *Beweeg-kragt* net zoo groot zyn als die van één pond ontrent het oppervlak van de Aarde, omdat de *Verſnellende Kragt* 4 maal minder zynde op tweemaal zo veel afſtand uit het Middelpunt, 4 maal 4, of 16 dan de *Beweeg-kragt* van het zwaarder lighaam uit zouw drukken.

Indien het één ponds gewigt geplaatſt was twee Halve-middellynen ver, zouw deszelfs *Beweeg-kragt* 16 maal minder zyn dan die van het 4 ponds gewigt ontrent het oppervlak van de Aarde.

Een klaar begrip van deze drie Kragten zal de reden van ſommige *Verſchynzelen* aantoonen, die anders bezwaarlyk verklaard konnen worden: by voorbeeld, we hebben reeds gezegd, dat de Aarde ten naaſten by veertig maal meêr Stof heeft dan de Maan; en evenwel wegen de lighamen op het oppervlak van de Maan maar driemaal minder dan ze op het oppervlak van de Aarde doen, ſchoon de Maans *Kragt op zig zelven* veertig maal minder zy. Maar om te toonen, dat dit een noodzakelyk gevolg is van 't geen we gezegd hebben, zoo laat ons dit ſtuk eens in getalen onderzoeken.

Laat [in de 10. *Fig.* van de 3. *Pl.*] T A B de Aarde verbeelden en L de Maan, A B eene Middellyn van de Aarde, en *b d* eene Middellyn van de Maan (die tot elkander zyn als de getalen 365 en 100) en laat de lynen C E en *c e* elk zoo groot wezen als eene Middellyn van de Aarde. Als we dan onderſtellen, dat een lighaam geplaatſt is in E, welkes gewigt of *Zwaarte-kragt* naar de Aarde daar gelyk is aan 9, 8127 pond; zal het zelfde lighaam geplaatſt in *e*, net zoo Pl. III. *Fig.* 10.

vér

I. Les. de lighamen overal heen verſpreid in regte Lynen, neemt op dezelfde wys af als alle andere kragten uit een Middelpunt in 't ronde uit-

ver van het Middelpunt van de Maan als het te voren van het Middelpunt van de Aarde was, naar de Maan L maar 0, 25 pond of een vierendeel ponds wegen; omdat de Grootrens of Meenigtens van Stof in deze twee lighamen, en bygevolg hare *Kragten op zig zelven* tot elkander zyn als deze getalen of als 39, 721 tot 1, die in dezelfde Evenredigheid zyn. *Newton's Beginzel. 3. Boek 37. Stel. 4. Gevolg.*

Verder, indien het bovengemelde lighaam geplaatſt was in A, maar ééne Halve-middellyn van 't Middel-punt van de Aarde af, zal het [1. *Les* No. 17. op 't eind] naar de Aarde viermaal meer wegen dan het in E deed, of 39, 721 *pond*, en in *a* zal het naar de Maan 1. *pond* of viermaal meer wegen, dan het te voren deed, om de zelfde reden. Indien nu de Maan, zonder dat 'er eenige nieuwe Stof werd bygevoegd, zoo veel uitgebreid of zoo veel ylder geworden was, dat ze den Bol *ma* vulde, die zoo groot is als de Aardkloot, zouw het punt *a* op het oppervlak van de Maan wezen gelyk het punt A op het oppervlak van de Aarde is; en in dat geval zouw het gewigt van lighamen op het oppervlak van de Aarde tot het gewigt van lighamen op het oppervlak van de Maan wezen net gelyk de meenigte van Stof in de Aarde tot de meenigte van Stof in de Maan; en by gevolg als hare *Kragten op zig zelven.* Maar dewyl de Maan kleiner is van Middellyn dan de Aarde, zal een lighaam, dat in *a* 1 *pond* woeg, wanneer het op haar oppervlak in *d* geplaatſt wordt, digter aan het Middelpunt van de Maan zyn dan te voren in de Evenredigheid van 182, 5 tot 50 of 365 tot 100 en daarom zal het [*volgens No. 13. van de 1. Les*] dan 13, 32 5 *pond* wegen; want gelyk het Vierkant van *cd* (100 X 100 = 10000) is tot het Vierkant van *ca* (365 X 365 = 133225) zoo is 1, of het gewigt van 't lighaam, wanneer 't in *a* geplaatſt is, tot 13, 3225, het gewigt van het zelfde lighaam op het oppervlak van de Maan; welk gewigt, vry na het derde deel zynde van 39, 371 aantoont dat lighamen op het oppervlak van de Maan ontrent een derde deel wegen van 't geen ze op 't oppervlak van de Aarde doen, *'t welk te bewyzen ſtond.*

Hieruit volgt, dat lighamen meêr wegen op het oppervlak van de kleine Dwaal-ſterren, naar mate van hare meenigte van Stof, dan op het oppervlak van de grooter. Dus wegen op dien grooten Bol van *Jupiter*, welkes Meenigte van Stof of *Kragt op zig zelven* 220 maal grooter is dan die van de Aarde, maar twee maal zoo veel als zy op 't oppervlak van de Aarde doen zouden. En op dat overgroote lighaam van de *Zon*, welkes meenigte van Stof 227512 maal meêr is dan die van de Aarde, wegen de lighamen alleen 24, 4 maal meêr dan ze op 't oppervlak van de Aarde doen.

Hieruit volgt ook, dat in opzigt van wat Dwaal-ſter of Middelpunts lighaam men ook wil, by voorbeeld de Aarde, het gewigt van lighamen naar 't Middelpunt van dezelve Wegende [*gravitating*] grooter is op 't oppervlak van dezelve, dan op eenigen afſtand buiten, of waar men ook wil binnen dezelve, ſchoon nader aan het Middelpunt. Want, indien het zelfde lighaam, dat in A woeg 39, 371. pond, gebragt was tot D een punt binnen de Aarde zoo digt aan C het Middelpunt van de Aarde T A B, als *d* is aan *c* het Middelpunt van de Maan L, zal het zyn gewigt naar C geen 13, 3225 maal vermeerderen, gelyk het doet, wanneer het van *a* tot *d* verſchoven is; maar 't zouw verminderen in de Evenredigheid van 365 tot 100, omdat het gedeelte van de Aarde naar het oppervlak tuſſen D en A het lighaam te rug trekt naar A.

De nette Evenredigheid van deze vermindering van de Zwaartekragt heeft de Ridder *I. Newton in de 9. Stel. van zyn 3. Boek* bepaald altyd te zyn gelyk de afſtand van het Middelpunt, gaande van het oppervlak neêrwaards aan; en dewyl de beginzelen, waaruit hy dit afleidt, zeer klaar zyn, zal ik dezelven hier ter neêr ſtellen.

In-

uitgebreid. Zoo wordt Ligt en Hitte zwakker als we van Ligtende of Heette Lighaamen afwyken. Deze Afneming van kragt is in eene I. Les.

Indien men een heel Bol-rond oppervlak heeft als IHKL [*Pl. III. Fig.* 11.] welkes deeltjes volgens de Wetten van de Zwaartekragt, hier voor gemeld, aantrekken, zal een klein lighaam binnen in het zelve in ruſt blyven, waar het ook geplaatſt mag zyn, dewyl de Aantrekkingen rondom elkander te niet doen. Dit blykt duidelyk, zoo het lighaam in C in 't Middelpunt geplaatſt wordt. En zoo het lighaam geplaatſt wordt in P tweemaal zoo na aan HI als aan KL, zal 't het zelfde wezen; want zoo men delynen HK en IL trekt, zal het blyken dat het Bol-deel tuſſen K en L viermaal grooter zal zyn dan het Bol-deel tuſſen I en H. omdat KL zoo groot is als HI, tweemaal genomen. Hierom zyn'er vier maal meer aantrekkende deeltjes in KL dan in HI, maar dewyl HI tweemaal nader aan het lighaam P is, trekt het het zelve viermaal zoo veel aan, 't welk het kleiner getal van deeltjes in het kleinſte Bol-deel weêr goed maakt: want de Uitkomſt [*Product*] van de *Kragt op zig zelven* van HI, (die 1 is) vermeenigvuldigd door hare *Verſnellende Kragt*, (die hier 4 is) is gelyk aan den Uitkomſt van de *Kragt op zig zelven* van KL vermeenigvuldigd door hare *Verſnellende Kragt*, (die maar 1. is.) *Dit kan men voor een vaſten regel houden in opzigt van alle andere deelen van 't oppervlak of plaatzingen van het lighaamtje: en indien het lighaamtje in beweging gebragt wordt, zal het eenpariglyk voortgaan in den hollen Bol, als of het in 't geheel niet aangetrokken werd.* Indien 'er in plaats van een oppervlak eene korſt was van eenige dikte als ABHIKL [*Pl. III. Fig.* 12.] zouw alles blyven, gelyk te voren beveſtigd is, mits dat de korſt overal even dik en digt was.

Indien de holte HIKL gevuld wordt met een maſſiven kloot, en 't lighaamtje geplaatſt wordt in P, zal het naar 't Middelpunt worden aangetrokken alleen door de Kragt van den binnenkloot HIKL; want de aantrekkende Kragten van de verſcheiden deelen van de korſt vernietigen elkander, gelyk te voren getoond is. Indien het lighaamtje verſchoven wordt tot Q, zal het alleen aangetrokken worden van den kloot QR. Laat ons nu eens ſtellen de *Kragt op zig zelven* van den geheelen Bol AB = 64; de lynen BC, PC en QC, als 4, 2 en 1; en dat de *Verſnellende Kragt* van het lighaamtje in B is = 1; dan zal deszelfs *Beweegkragt* bygevolg 64 wezen. Als dan het lighaamtje gebragt wordt tot P (tweemaal zoo digt aan het Middelpunt van de Kragten) zal deszelfs *Verſnellende Kragt* 4 wezen, maar dan moet dat getal alleen vermeenigvuldigd worden door de *Kragt op zig zelven* van den Bol HIKL, die, tweemaal kleinder van Middellyn zynde dan de Bol AB, agt maal minder in Digtheid [*ſolidity*] is, en daarom zal zyne *Kragt op zig zelven* maar 8 wezen, 't welk vermeenigvuldigd door de *Verſnellende Kragt* 4, alleen 32 geeft voor de *Beweegkragt* van het lighaamtje in P. Indien het lighaamtje gebragt wordt tot Q, viermaal nader aan C, zal deszelfs *Verſnellende Kragt* 16 zyn; 't welk vermeenigvuldigd door 1, de *Kragt op zig zelven* van den kloot Q, (die viermaal kleiner van Middellyn is dan de Bol AB) 16 zal geven voor de *Beweegkragt* van het lighaamtje in Q. Nu, dewyl de *Beweegkragten*, waardoor het lighaamtje in B, P en Q naar 't Middelpunt C weegt, zyn als 64, 32 en 16, en de afſtanden van het Middelpunt zyn als 4, 2 en 1; zoo volgt, *dat de Zwaartekragt, als men van 't oppervlak van een Dwaal-ſter neerwaarts gaat, vermindert, gelyk de afſtanden van het Middelpunt*, het welk te bewyzen ſtond. Pl. III. Fig. 11. Fig. 12.

Om dit op 't geen we hiervoor gezegd hebben toe te paſſen, indien wy een kloot CD ſtellen binnen in de Aarde T [*Pl. III. Fig.* 10.], evengroot en evendigt en vaſt als de Maan; zal het lighaam, dat in A 39, 721 *pond* woeg, in D net 13, 3225 pond wegen, gelyk het op 't oppervlak van de Maan zouw doen. Fig. 10.

I. Les. eene Weerkeerige of Overhandſe [*reciprocal*] verdubbelde Evenredigheid van den Affland; dat is, op tweemaal zoo veel afſtand is de kragt viermaal zwakker, en op driemaal zoo veel afſtand negen maal zwakker enz. Zoo zouw, by voorbeeld, de Aarde, als ze driemaal verder van de Zon was, negenmaal minder aangetrokken, negenmaal minder verligt en negenmaal minder verwarmd worden, dan tegenwoordig. Op gelyke wys, zoo ze 'er viermaal verder af was, zouw ze zeſtienmaal minder van deze kragten worden aangedaan. In tegendeel zoo ze 'er drie of vier maal nader aan was, zouw ze 'er negen of zeſtien maal meêr van worden aangedaan.

Deze Evenredigheid van de toeneming en afneming van Eigenſchappen, of Kragten, overal heen verſpreid, wordt door de volgende Ondervinding opgehelderd.

3. Ondervinding. *Pl.* I. *Fig.* 4.

Pl. I. *Fig.* 4. 18. Neem eene kaars zoo dun, dat deszelfs ſtralen, die overal heen verſpreid worden, voortſchieten als of ze van één Punt kwamen (want zoo 't een dikke kaars is, moet men haar Ligt doen gaan door een klein gaatje in een bordpapier) en zo men een duims Teerling (12) als A, op een naalde houdt, op een afſtand van een voet van de kaars, zoo zal deszelfs ſchaduw het oppervlak van een twee duims Teerling B bedekken, gehouden op een afſtand van twee voet van de kaars, welk laatſte oppervlak vier maal zoo groot is als dat van den eerſten Teerling, gelyk men zien kan als men den eerſten op den tweeden legt. Hieruit blykt, dat de eerſte Teerling, als hy tweemaal zoo ver van de kaars was, maar een vierde deel van 't Ligt zouw ontvangen, en maar een negende deel, zoo

(12) Wanneer we in de Lighamen, daar Ligt op valt, alleen de verligte oppervlakken in aanmerking nemen, kan men dit ondervinden met het Ligt te doen vallen op zig zelven gelyke ſtukjes Bordpapier. By voorbeeld een Cirkel, een Vierkant, een Vyfhoek of eenige andere Veelhoek van een duim over 't Kruis zal een voet van de kaars af dezelfde meenigte van Ligt ontvangen, die op een Cirkel, Vierkant of Vyfhoek enz. van twee duim over 't Kruis twee voet van de kaars valt, of op dergelyke Vlaktens van drie

zóo hy 'er driemaal zoo ver af was; omdat deszelfs schaduw, als hy één voet van de kaars gehouden wordt, een drie duims Teerling zal bedekken, die 'er driemaal zoo ver van af is. Op dezelfde wys zal een Ból van een duim Middellyns, een voet van de kaars af, al het Ligt onderscheppen, dat op een twee duims Ból zouw vallen, op twee voet afstand, of op een drie duims Bol, op drie voet afstand van de kaars, zynde hare oppervlakken als 1, 4 en 9. evenredig aan de Vierkanten van hare Middellynen. I. Les.

19. Gelyk het gemakkelyker is de meeste lighamen van den grond op te ligten dan dezelven in stukken te breken; zoo is de Kragt, waardoor hare deelen samenhangen, sterker dan hare Zwaartekragt. Deze Kragt, wat 'er de oorzaak ook van zyn mag, zullen we *Aantrekking van Samenhang* noemen. Deze Aantrekking is sterkst, als de deelen van de lighamen elkander aanraken; maar neemt schielyker af dan de Zwaartekragt, als de deelen, die te voren elkander aanraakten, niet meêr raken; en als ze zo ver van elkander af zyn, dat men het gewaar kan worden, wordt deze Aantrekking van Samenhang byna ongevoelig.

Deze Aantrekking is altyd sterkst, daar de Aanraking grootst is. By voorbeeld twee Dennen of Eiken Plankjes, in 't midden langsdraads aan één gelymd, zullen zoo ligt niet van één gebroken worden op de plaats, daar ze gelymd zyn, als ergens anders; omdat 'er meêr Gaatjes en bygevolg minder aanrakende deelen zyn op alle andere plaatzen langs het hout, dan daar de lym is; want als de voeg opgereed is (gelyk de Werkluiden spreken) of als de twee stukken hout glad gemaakt zyn, om ze te lymen, zoo vult de lym, die 'er over gestreken wordt, de Gaatjes, en doet het hout niet alleen daar aanraken, daar het te voren raakte, maar zelf in die tusschenwydtens, daar het te voren niet raakte; omdat deze kleine ruimtens gevuld zyn met lym, die voor hout verstrekt. In tegendeel

drie duim over 't Kruis drie voet van de kaars; alwaar we aan te merken hebben, dat de kragt van 't Ligt vermeerderd wordt in dezelfde Evenredigheid als het park [*area*] van de Vlaktens vergroot; dat is, gelyk hier, op den afstand van 1, 2 en 3 voet [*alwaar de Vlaktens zyn van* 1, 2 *en* 3 *duim over 't Kruis*] is de kragt van 't Ligt als 9, 4, 1; 't geen we eene Overhandse verdubbelde Evenredigheid van de Afstanden noemen.

I. Les. deel zoo 't hout Vaſter (13) is, of minder Gaatjes heeft dan de lym, houdt het zoo vaſt niet daar het gelymd is, als in 't overige gedeelte van 't hout, 't welk men in Brazil- en Ebbenhout en in Metalen zien kan. De Glas deelen, die byna rond zyn, alleen in weinig Punten rakende, worden gemakkelyk van een geſcheiden, en daarom breekt het Glas zoo ligt: en Vloeiſtoffen (welker deelen ronde Bólletjes ſchynen te zyn) hebben naauwelyks eenigen Samenhang, dan alleen zoo veel noodig is, om druppels te maken, welker rondheid duidelyk eene Aantrekking van Samenhang bewyſt: want als deze rondheid van de drukking van de Lugt afhing, zouden de druppels in eene *Lugtledige* plaats niet rond zyn; en indien ze afhing van de drukking van eenige andere Vloeiſtof van buiten, hoedanig dezelve ook zouw mogen zyn, zouden twee drup-

(13) Indien men een Lym gebruikt, welkes deelen fyner zyn dan die van 't hout, dat 'er meê gelymd moet worden, zal het zoo wel houden als in zagter hout; gelyk de ondervinding leert, wanneer men hard hout lymt met Vis-lym, die in Brandewyn ontbonden is.

Pl. III. *Fig.* 13. (14) Wanneer twee kleine druppelen zoo na by één komen, dat ze elkander raken, worden ze eerſt Ovaal- en dan onmiddelyk Bol-rond. Wanneer de druppel van eene Ovale gedaante is, kan de drukking van eene vloeiſtof van buiten, van alle kanten daarop werkende, de gedaante van den druppel zoo niet veranderen, dat ze hem rond zouw maken. Ook kan ze hem niet platter maken, gelyk ſommigen zig hebben ingebeeld, die geſteld hebben, — Dat, zoo 'er geene Aantrekking van de deeltjes van de vogt was, maar alleen de drukking van een vloeiſtof van buiten, een Ovale druppel meêr gedrukt zouw worden aan de enden van de korte Middellynen dan aan de enden van de lange, 't welk den druppel langer zouw doen worden. Maar ik zal van dit bewys geen gebruik maken, omdat het bedriegelyk is, gelyk een ygelyk ondervinden kan, die de moeite wil doen van de 19. *Stel. van het II. Boek van den Ridder I. Newtons Beginz.* na te zien, alwaar bewezen wordt, dat, zoo eenig gedeelte van eene vloeiſtof gedrukt wordt door dezelfde of eenige andere ongemengde vloeiſtof, die van alle kanten werkt, dat gedeelte door die drukking van gedaante niet veranderen zal.

Fig. 14.

Fig. 15.

(15) Indien twee zig zelven gelyke en evengroote Klootjes A en B (*Pl.* III. *Fig.* 13.) elkander aantrekken en in C raken zullen ze in ruſt blyven, gelyk ze doen zouden, indien ze in E of in D aanraakten of in eenig ander punt van den Omtrek van een van beide, omdat de aanraking overal dezelfde zouw zyn: en daarom zal eene zeer kleine Kragt het Klootje B van zyne aanraking in C verſchuiven tot in E of eenig ander gedeelte van den Omtrek (of liever van het oppervlak van den Bol) C E D; omdat het het eene Klootje rond gaande het zelve gedurig zoo veel blyft aanraken, als het te voren deed.

Indien 'er drie Klootjes A B F zyn (*Pl.* III. *Fig.* 14.) elkander in diervoegen aanrakende, dat hare Middelpunten zyn in de lyn *a b*, zullen zy in dien ſtand blyven; maar indien een van dezelven als F (*Fig.* 15.) uit dien ſtand verſchoven wordt, zal het niet in F blyven, maar naar C bewegen, alwaar het andere Klootje A het zelve zal ontmoeten, zoo dat elk van deze Klootjes in twee punten

druppels nooit zoo naauw vereenigen, dat ze éénen druppel uitmaakten, omdat de gedaante van eenig gedeelte van eene Vloeistóf (14) overal gedrukt of door dezelfde of eenige andere Vloeistof, door die drukking niet veranderd kan worden; daar de druppel van eene onderlinge Aantrekking van de kleine Bolletjes (15) waaruit hy beſtaat, rond moet worden; en hy zal rond blyven, om dat 'er dan de grootſte Aanraking is van alle de deelen, die 'er zyn kan. Een druppel waters of van eenige andere vogt, wordt wel plat, als hy eene tafel aanraakt of een ander vlak lighaam, 't welk hem niet wegdryft; maar dit komt van de Aantrekking van de tafel en van de Zwaartekragt van den druppel, zoo de tafel Waterpas ſtaat. I. Les.

Hoe zulk eene vermeerdering van Aanraking de Aantrekking vermeerdert, zal duidelyker blyken uit de volgende

4. On-

ten zal aanraken, zynde zoo veele punten, als waarin drie Bollen elkander konnen raken. Zie de 16. *Fig.*

Indien 'er vier Klootjes zyn, leggende als in *g* A B *f* (17. *Fig.*) zullen ze om dezelfde reden zig ſchikken als in A, F, B, G, onderſtellende, dat hare Middelpunten alle in dezelfde Vlakte zyn; maar indien een van dezelven, als F, opgeligt wordt, zal het niet ruſten voor dat het in *c* komt, en dan zullen de Klootjes elkander in drie punten aanraken. Hier komt het van daan, dat, wanneer twee druppelen waters of van eenige andere vogt elkander aanrakende, het Bol-agtig rond *a c d b e f* (18. *Fig.*) uitmaken, zy deze gedaante niet behouden, maar tot een Bol *c g d e b f* loopen, op dat daar de grootſte of meeſte aanraking zy, die 'er vallen kan tuſſen de Klootjes, waaruit de Bol of nieuwe Druppel wordt opgemaakt.

Maar, omdat men zouw konnen denken, dat het gants niet op zyn Wiskunſtenaars geredeneerd is gevolgen te trekken uit de gedaante van de deelen der Vloeiſtoffen, zonder eerſt bewezen te hebben, dat ze Bolrond zyn; zal ik hier een ander bewys van de rondheid van de druppelen byvoegen, zonder agt te geven op de gedaante van de deeltjes, waaruit ze ſamengeſteld zyn.

Laat A B D E (*Pl.* III. *Fig.* 19.) een gedeelte van eene vogt wezen, die geheel van dezelfde natuur is, welker deelen elkander aantrekken, en welker gedaante niet Bolrond is. Indien men onderſtelt, dat 'er in zoodanige vogt een hevel is als A C E (of 't geen 't zelfde is, indien die vogt geheel bevroren is, uitgezonderd het kanaal A C E) welkes beenen A C en C E van ongelyke lengte zyn, en in C het middelpunt van de vogt byeen komen, waar na toe de grootſte Aantrekking is; dan zal de vogt in A overloopen in het been A C, tot dat ze beneden komt in *g* in het been C E, ſtellende C *g* gelyk aan A C. Maar indien het been A C verlengd wordt tot *c*, zal de vogt in het been C E alleen neerkomen tot in *e*, en in het been C A ryzen tot in *a*, geſteld zynde dat C *a* gelyk is aan C *e*. Pl. III. *Fig.* 19. *Fig.* 16. *Fig.* 17. *Fig.* 18.

Indien men onderſtelt dat 'er een ander dergelyk kanaal of hevel is in B C D, zal de vogt dalen van D tot *d*, en ryzen van B tot *b*. En dewyl men zulke hevels door de geheele vogt A B D E heen kan onderſtellen, moet die vogt door de Aantrekking van hare deelen noodzakelyk gebragt worden tot de Bol-ronde gedaante *a b d e*, *het welk te bewyzen ſtond.*

I. Les.

4. Ondervinding. *Pl.* I. *Fig.* 5.

Pl. I. *Fig.* 5. 20. Leg twee Glazen Platen ABCD (18 duim lang en drie of vier duim breed) met oly van Oranjes (16) bevogtigd of heel dun beſmeerd, Waterpas in de houten lyſt HILM, hebbende eerſt een druppel van dezelfde Olie op de onderſte Plaat in G, en een dun plaatje of ſtukje geld op dezelfde Plaat gelegd tuſſen DC, om de bovenſte Plaat te beletten, dat ze de onderſte aan dat end rake, terwyl hare andere enden AB op elkander ſluiten. De druppel, zoo hy groot genoeg is om de bovenſte Plaat te bereiken, zal aanſtonds platter worden, en naar de rakende enden bewegen, zyne Middellyn gedurig vergrootende, als in Q en R, en ook ſchielyker bewegende, hoe hy zig meêr verſpreidt. Ja ſchoon de Platen aan hare rakende enden opgeligt worden door het ſtutzel ON, zal de druppel evenwel naar die rakende enden blyven voortgaan, maar niet zoo ſchielyk. Als de druppel in G is, zal eene kleine opligting van de Platen hem doen vertragen; en zo ze wat hooger opgeligt worden, ſtil doen ſtaan, en nog wat hooger, zal de Zwaartekragt

(16) De Ridder *I. Newton* (die deze Ondervinding van den druppel van oly van Oranje, overeenkomſtig met het verhaal van den Heer *Hauksbee*, beſchryft in zyn *Optica*, of Verhandeling van 't Ligt, *ontrent in 't midden van de laatſte Vraag*) heeft de Kragt van Aantrekking uitgerekend, en zegt, „ Dat op die plaats, daar de oly van Oranje „ tuſſen de twee glazen platen de dikte heeft „ van drie agtſten van een tienmaal honderd „ duizendſte deel van een duim, de Aan„ trekking (volgens de tafel van het tweede „ deel van 't tweede Boek) zoo ſterk ſchynt „ te zyn, dat ze in ſtaat zouw wezen om in „ een Cirkel van een duim over 't kruis op „ te houden een gewigt zoo zwaar als dat „ van een kolom van water van een duim „ over 't kruis, en twee of drie ſtadiën, „ [*dat is, twee of drie agtſten van een Engelſe Myl*] lang.

(17) In de Aantrekking van de glazen Platen, zyn zes eigenſchappen aan te merken.

Pl. III. *Fig.* 20. Laat (in de 20. *Fig.* van de III. *Pl.*) het punt O (het Middelpunt van den druppel) even ver afzyn van de glazen Platen Q *m*, Q *n*; en laat de Straal O *b* den grootſten afſtand uitdrukken of verbeelden, waarop de glazen Platen Q *m* en Q *n* eenige uitwerking konnen hebben op het punt O. Dan blykt,

Vooreerſt, dat 'er op het verſte of den grootſten afſtand van 't punt Q, geen grooter gedeelte van de glazen Plaat, dan een Cirkel, welkes Middellyn *c d* is, zyn kan in den Kring van Aantrekking, of welkes deelen in ſtaat zyn om het punt O aan te trekken, dewyl alle de andere deeltjes daar te ver af zyn. *Ten tweeden*, De Kragt van Aantrekking van de punten van den Cirkel van 't glas, die digtſt aan 't punt Q zyn, is ook de grootſte. *Ten derden*, De Som van de Aantrekkende deeltjes, naar Q ſtrekkende, en die bevat zyn in het Cirkel-deel van 't glas, welkes Boog tot zyne Pyl heeft *s c*, is grooter dan de ſom van de Aantrekkende deeltjes, bevat in het daartegen overgeſtelde Cirkel-deel, in dezelfde Evenredigheid als het eerſte Cirkel-deel grooter is dan het andere, om den Hoeks wil, dien de Platen in Q maken. *Ten vierden*, Dewyl de Streek [*Direction*] van Aantrekking van de punten, die-

tekragt van den druppel ſterker werken dan de Aantrekking van de Platen, en den druppel nederwaarts naar C D bewegen. Als de druppel in Q is, moeten de Platen veel hooger opgeligt worden om hem te ſteuiten, of neêrwaards te bewegen; en nog veel hooger, als hy in R is. Nu, wanneer de Platen zoo hoog opgeligt zyn, dat ze den druppel te rug doen loopen; en de bovenſte Plaat dan met den vinger gedrukt wordt een weinig boven den druppel dat ze nader aan de onderſte Plaat komt; zal de druppel niet alleen ſteuiten, maar zelf opwaarts bewegen; omdat hy door die drukking meêr verſpreidt, en zoo veel meêr deelen van het glas raakt, dan hy anders doen zouw, dat zelf op deze opligting van de Platen hare Aantrekking de Zwaartekragt van den druppel overwint. Dat hy in 't eerſte naar A B beweegt is toe te ſchryven aan de grooter Aantrekking van de Platen in *e*, daar ze nader aan elkander zyn dan in *f*, en dat de Snelheid van den druppel vermeerdert komt van zyn bewegen naar A B, alwaar de Aantrekking gedurig moet vermeerderen, (17) naar mate dat de Platen nader en nader komen. I. Les.

Ver-

die even ver van O afzyn, al gedurig met de Lyn Q R een Hoek maken in O, ſcherper naar Q dan naar R, zal het punt O naar Q voortgaan met eene Verſnellende Snelheid. *Ten vyfden*, Wanneer het punt O voortgaat naar Q, zal de Middellyn van den Cirkel van 't glas, welkes deeltjes het punt O konnen aantrekken, vergroot worden (gelyk *g d* grooter is dan *c d*) en bygevolg zal de Cirkel ook grooter worden; 't welk den druppel Oly ook meer en meer zal doen verſpreiden op de glazen Platen, daar hy tuſſen legt. *Ten zesden*, De druppel of 't punt O zal naar Q voortgaan met eene Snelheid gedurig Verſnellende met grooter Kragten; omdat de Hoek *g* O *b* gedurig Scherper wordt in opzigt van den Hoek *d* O *q*, naar mate dat de Pees [*chord*] *g d* grooter wordt dan de Pees *c d*, 't welk den Voet [*baſe*] *g b* gedurig kleiner maakt in opzigt van den Voet *d q*, terwyl de zyden van de twee Driehoeken gedurig evengroot blyven; en bygevolg is de Hoek *g* O *b* altyd kleiner in opzigt van den Hoek *d* O *g*; 't welk de Kragt van Aantrekking, gedurig naar Q doet aanwaſſen, gelyk uit het volgende Bewys blykt.

Verdeel den Hoek *a b c* (*Pl.* III. *Fig.* 21.) in twee evengroote deelen door de regte Lyn *b u*, en beſchryf uit de Middelpunten *t u*, naar welgevallen op die Lyn genomen, de evengroote Cirkels *g h k i*, en *a c m l*; Ik zeg, zoo door de Sny-punten getrokken worden de Pezen *a c*, *l m*, *g h*, *i k*, dat de Reden van *l m* tot *a c* grooter zal zyn dan die van *i k* tot *g h*. Trek van het punt *b* de Raaklynen *b s p*, *b r q*; en trek uit het punt *u*, als Middelpunt, tuſſen de genoemde Raaklynen den Cirkel *e o n d*, en voeg *e d* en *n o*. Pl. III. Fig. 21.

De Cirkel-deelen *d e* en *g h* zyn gelykvormig, zoowel als *n o* en *i k*, als ook de Bogen *o p e* en *k s h*, 't welk maakt *i k* : *n o* : : *g b* : *d e*, en *i k* : *g h* : : *no* : *d e*. Nu, *l m* is grooter dan *n o*, en in tegendeel is *a c* kleiner dan *d e*. Hierom is de Reden van *l m* tot *a c* grooter dan die van *i k* tot *g h*, 't welk tot Bewys verſtrekt van de zesde eigenſchap van de glazen Platen, die elkander aan 't eene end raken, en aan 't andere met een kleinen Hoek geopend zyn.

I. Les. Verſcheiden andere omſtandigheden van de Aantrekking van Samenhang worden door de volgende Ondervindingen geleerd.

5. Ondervinding. Pl. I. *Fig.* 6.

Pl. I. *Fig.* 6. 21. Maak in een ſtuk Hout of Kurk CC verſcheiden kleine pypjes vaſt, welker Middellynen, de eene kleiner is dan de andere, de grootſte ontrent $\frac{1}{4}$ duims. Steek deze pypjes met hare enden in de eene of de andere geverfde vogt, die aan glas aanhangt, (by voorbeeld rood Water) dan zal de vogt van zelf in alle deze pypjes opklimmen, maar altyd hoogſt in de naauwſte; gelyk blykt in 1, 2, 3, 4, 5, als ze met hare enden in 't roode water van 't vat AB geſtoken zyn.

In zeer naauwe Haair-pypjes klimt de vogt zeer hoog op; maar de koleur wordt onzigtbaar; dog om in zulk een geval de opklimmende vogt zigtbaar te maken kan men het pypje zetten op iemands vinger, die geprikt is, dat 'er een druppel bloed uitkomt, 't welk zeer ſchielyk zal opklimmen en zigtbaar wezen, ſchoon het pypje zoo dun zy als een haair. Zie *Plaat.* 2. *Fig.* 1.

Pl. II. *Fig.* 1.

Alle ſponſieuſe lighamen hebben dezelfde uitwerking als Haairpypjes. Zoo zal water opklimmen in een ſtuk brood en brood-ſuiker, welkes onderſte end in de vogt geſtoken is, maar in brood-ſuiker zal het hooger klimmen, om dat deszelfs tuſſenwydtens naauwer zyn dan die van bróód.

6. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 2.

Fig. 2. 22. Neem twee vierkante glazen Platen A B C D, zet dezelven, eerſt

(18) De Hr. *Jak. Jurin*, Sekretaris van de *Koninklyke Societeit*, heeft hier zeer vele fraaije Ondervindingen van gehad, waarvan hy een berigt geeft in de *Phil. Tranſ.* No. 355, alwaar hy aantoont, op wat wys de Aantrekking van Samenhang werkt, om water op te voeren

eerſt met water nat gemaakt, overend in een vat van het zelfde I. Les.
water, drukkende de zyden in A B ſamen, maar houdende de tegenovergeſtelde zyden D C van elkander door een dun tuſſengelegd plaatje. Dan zal het water tuſſen de Platen opryzen in de Kromme Lyn *e f g*, waar ontrent aan te merken ſtaat, dat de vogt altyd hoogſt opklimt, daar de Platen digſt aan elkander zyn, te weten naar A B, net als in de kleine glazen pypjes.

Dat geen van deze Verſchynzelen zynen oorſprong heeft van de perſing van de Lugt, blykt als men 'er de Proef van neemt in 't *Lugtledige;* dat gemakkelyk in 't werk geſteld kan worden door middel van den draad W (*Pl.* 1. *Fig* 2.) die door zyn lere kraagje op en neêr kan bewegen, zonder de buiten Lugt in het Ontvang-glas in te laten, als het de Platen of Pypjes, die 'er aan vaſt zyn, ophaalt of laat zakken. *De geheele toeſtel hiervan zal in 't vervolg beſchreven worden.* Pl. I. Fig. 2.

7. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 3.

23. In een zuiver Glas, dat niet vol is, ryzen de vogten hooger in A B, daar ze het Glas raken dan in 't midden C; maar deze verheffing is bezwaarlyk te zien dan digt aan de wanden, omdat de Aantrekking van Samenhang zig niet ver uitſtrekt. Kwikzilver doet in dit geval het tegendeel; en in naauwe Pypjes ryſt ze zelf zoo hoog niet als 't Oppervlak van de Kwik, die in 't vat is, waarin de Pypjes gehouden worden. De reden van deze Verſchynzelen (18) is, dat Water meêr van Glas wordt aangetrokken dan van Water zelf; en dat Kwik Pl. II. Fig. 3.

voeren en op te houden in kleine pypjes, en zulke tuſſenwydtens in vaſte lighamen, als

met de kleine pypjes overeenkomſt hebben.

I. Les. Kwik in tegendeel meêr van Kwik wordt aangetrokken dan van Glas (19).

8. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 4.

Pl. II. *Fig.* 4. Laat AB een Rolrond Glazen vat zyn, tot aan de Lyn AB gevuld met Kwikzilver, welkes Oppervlak laagſt is in A en B aan de wanden van het Glas, van waar het naar de midden met eene verhevenheid opryſt. Als een open Buis, van eene kleine holte DE, tegen de binnen zyde van 't Glas gedrukt (om het op 't oog te zien) naar beneden geſtoken wordt, en de onderſte mond byna op den bodem van het Glas is, zal de Kwik in die buis niet hooger ryzen dan tot F beneden het oppervlak AB van de Kwik, die in 't vat is. Maar om Haairkloovers alle gelegenheid te benemen van te ſtellen, dat 'er in de buis iets wezen kan, 't geen de Kwik ſteuit, zoo laat 'er de Proef op deze wys van genomen worden: Steek de buis

(19) Daar zyn 'er geweeſt, die zig hebben ingebeeld, dat Kwikzilver en Glas elkander wegdryven, omdat men het in deze en verſcheiden andere Ondervindingen niet aan het glas ziet hangen; maar dat het waarlyk van glas wordt aangetrokken (ſchoon zoo veel minder dan van zig zelven, dat het byna doet denken, dat het 'er van weggedreven wordt) zal blyken uit het opgeven van nog eenige Ondervindingen ontrent de Aantrekking van Samenhang, die de zoo even gemelde ſchrandere en Geleerde Heer gehad heeft van glas en kwikzilver.

I. Ondervinding.

Kwikzilver wordt van glas aangetrokken.

Indien men een klein bolletje Kwikzilver op een ſchoon papier legt en het met een ſtukje zuiver glas aanraakt, zal de Kwik, als men het glas zagjes weghaalt, daar aan blyven hangen en meêſlepen. En indien men het glas van 't papier opligt, zal het de Kwik opnemen, even gelyk de Zeilſteen een ſtuk yzer opneemt, en de Kwik zal aan het glas hangen met een plat oppervlak van eene aanmerkelyke breette, naar de kleinheid van het druppeltje te rekenen, gelyk men met een gemeen Vergrootglas zien kan. Wanneer men het glas wat ſchuin houdt, zal de druppel Kwik langzaam om zynen As rollen langs de onderſte zyde van het glas, tot dat hy aan het end kome, alwaar hy zal blyven hangen als te voren.

II. Ondervinding.

Wanneer men een redelyk grooten druppel Kwik op een papier legt, en hem met twee ſtukjes glas, wigswyze gehouden, aanvat; zal de druppel Kwik, als men de ſtukjes glas zagjes van één haalt, aan beide blyven hangen, en zelf op 't oog van eene Bolronde tot eene Ovale gedaante getrokken worden; gaande den langſten As door het midden van die Oppervlakken, waarin de druppel de ſtukjes glas raakt.

De Kwikdeeltjes worden van elkander meer aangetrokken dan van glas. Tot bewys hier van zie de volgende No. 24, 25, 26, en deze andere Ondervindingen van den Hr. *Jurin.*

III. On-

buis geheel en al vol Kwik zynde (en zoo opgenomen, door 't houden van den vinger op den bovenſten mond D) in het vat, welkes bodem een weinig verheven is, beneden het Oppervlak van de Kwik tot aan E; op 't wegnemen van den vinger, zal de Kwik in de buis neêr ſchieten beneden F, en 'er dan weêr boven ryzen, en, na eenige reizen op en neêr geſchoten te hebben, blyven ſtaan in F, het zelfde Punt, dat ze te voren bereikte. I. Les.

9. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 5.

24. Giet zagjes in het glazen bakje AB, ontrent 5. duim over 't Kruis wyd, en 1½ duim diep, ontrent een pond Kwikzilver, dan zal een rond gedeelte van den bodem als CC onbedekt blyven; als ge het Glas dan ſchudt, dat de Kwik byéén komt, zal de gantſe bodem bedekt worden; maar zoo ge zonder eenige ſchudding voortgaat met Kwik in 't Glas te gieten, zal 'er nog wel een pond of Pl. II. *Fig.* 5.

III. Ondervinding. Pl. III. *Fig.* 22.

Als men Kwikzilver giet in den omgekeerden hevel ACB, welkes eene pyp AC naauwer is dan de andere CB; zal de Kwik in de wydſte pyp hooger ſtaan dan in de naauwſte, by voorb. in de pyp CB op de hoogte van CE en in de naauwſte pyp CA op de hoogte van CD. In tegendeel ſtaat water in de naauwſte pyp hooger dan in de wydſte.

IV. Ondervinding. Pl. III. *Fig.* 23.

ABCD verbeeldt eene Regthoekige glazen Plaat, die de ééne wand van een houten doos uitmaakt. Aan de binnen zyde hiervan is eene andere glazen Plaat van dezelfde gedaante, die aan het end AC digt tegen de eerſte is aangedrukt, en open met een kleinen Hoek aan het tegenovergeſtelde end BD. Als men Kwik in deze doos giet tot zekere hoogte als CE, dringt ze tuſſen de twee glazen Platen in; en tot verſcheiden hoogtens tuſſen de glazen, daar de opening groter of kleiner is, opryzende, maakt ze de gemeene Waſſende Kegelſnê [*hyperbola*] CGF; welker eene Mislooper [*aſymptot*] is de lyn, waarin of langs welke het Oppervlak van de Kwik in de doos het binnenſte glas raakt, de andere is de lyn AC, in welke de Platen gevoegd zyn. Pl. III. *Fig.* 22.

V. Ondervinding. Pl. III. *Fig.* 24.

AB is eene Snyding in den Winkelhaak door twee glazen Platen, gevoegd in A, en open met een kleinen Hoek in B; C verbeeldt een redelyk grooten druppel Kwik, hoe grooter hoe beter, die (als men hem heeft doen dalen tot in C, door de platen over end te houden met het end A naar beneden) van de aanraking van de Platen te rug komt naar D, als men de glazen naar het Waterpas buigt; en de afſtand CD wordt grooter of kleiner, naardat de Platen meêr of min naar 't Waterpas gebogen worden. *Fig.* 24. *Fig.* 23.

I. Les. of twee by moeten eer de bodem geheel bedekt is, de put C C gedurig kleiner maar dieper wordende. Als ge dan de Kwik byéén brengt, dat ze den bodem bedekt en de put vernietigt; zal een vinger door de Kwik heen tot op den bodem geſtoken, als hy weggehaalt wordt, een put laten, gelyk te voren, de Kwik aldaar aan de wanden van de put verheven blyvende; gelyk te zien is in de
Pl. II. *Fig.* 5. onderſte 5. *Fig.* van de II. *Pl.*, daar het Glas met de Kwik, als regt op en neêr doorgeſneden, vertoond wordt.

10. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 6.

Fig. 6. 25. By de vorige Kwik nog zoo veel by gedaan hebbende, dat 'er geen put meêr overblyft, zoo leg een ſtukje Yzerdraad C C twee of drie duim lang en $\frac{1}{10}$ duim dik op het Oppervlak van de Kwik, daar het zal dryven en aan beide enden een gootje maken, gelyk in D; 't welk geſchiedt, omdat de Kwik zig zelven meêr aantrekt dan Yzer. Zoo was ze in 't geval van de 5. *Fig.* minder aangetrokken van 't Glas dan van zig zelven, en daarom maakte ze den put; maar als de wanden van de Kwik-put C C eens tot elkander gebragt zyn, dat ze raken, zullen ze nooit van zelf weêr van één gaan.

11. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 7.

Fig. 7. 26. Als *m m* het Oppervlak van de Kwik verbeeldt, en het Yzerdraad, dat 'er boven op dreef, naar beneden op den bodem gedrukt wordt (alwaar D het zelve overdwers doorgeſneden verbeeldt) zoo zullen de ſcherpe kanten van de Kwik *b c a*, die zoo onder den draad gaan, dat ze zeer digt byeen komen in *c*, niet op hare plaats blyven, maar van 't overige van de Kwik aangetrokken worden naar *d d*, zoo dat zy de tuſſenwydtens *b c a* zonder Kwik zullen laten, gelyk vertoond wordt in het doorgeſneden Glas, Yzerdraad
Fig. 8. en Kwik *Fig.* 8. En dat dit met 'er daad zoo is, zal men bevinden, als men van onderen tegen het Glas ziet in de bovenſte 8. *Fig.* alwaar de draad of draden (zoo 'er meêr dan één is) zigtbaar worden door den bodem van het Glas, 't welk niet kon geſchieden, zoo de Kwik niet van onder dezelven was weggeloopen; omdat een Rolrond een vlak maar in eene onzigtbare Lyn kan raken. Tot nog

nog verder Bewys, de draden, die in ſoort ligter zyn dan Kwik, I. Les.
blyven op den bodem, als zynde neêrwaarts geperſt alleen door den boog van Kwik die boven haar is, 't welk niet mogelyk was, zoo de Kwik onder de draden kon dringen.

27. Zoo de Proef genomen wordt met een Zilverdraad van dezelfde dikte als het Yzerdraad, zal de Kwik, als 'er 't Zilverdraad boven opgelegd is, rondom het zelve ryzen, gelyk in *aa*, *Fig.* 9., Pl. II. Fig. 9. en dees draad niet op den bodem van het Glas blyven, ſchoon hy 'er op neêr geduwd wordt, maar telkens boven komen. Ook zal hy niet zigtbaar worden door den bodem van het Glas, ſchoon daar met den vinger tegen aan gehouden; zelfs niet al ziet men den vinger aan weerskanten van den draad. Dit geſchiedt, omdat Zilver de Kwik meêr aantrekt dan de Kwik zig zelve. Maar om te toonen, dat deze Aantrekking alleen ſterk is in 't Aanraken, of van zeer naby, zoo maak het een weinig vuil, door het in 't vuur te ſteken, en dan zal 't het zelfde uitwerkzel hebben als het Yzerdraad; omdat men de Aantrekking van Samenhang niet gewaar wordt op den afſtand van de dikte van die dunne korſt, die 'er dan op 't Zilver is.

28. Dat 'er eene Aanraking moet wezen om de lighamen zeer veel te doen Samenhangen, blykt uit het ſolderen van Lood of Koper met een mengzel van Lood en Tin, gemeenelyk zagte Soldeer genoemd. Want zoo deze Metalen niet zuiver ſchoon zyn, konnen ze nooit volkomen digt geſoldeerd worden; en wat het Lood belangt, nadat de deelen, die gevoegd moeten worden, vuil gemaakt zyn, door ze met kryt, en dan met Kaasjes-kruid of eenig ander groen kruid te vryven, dat 'er eene dunne korſt op zit, zoo ſchrappen de Werkluiden de twee kanten van 't Lood, die gevoegd moeten worden, ſchoon; op dat het Soldeer digt genoeg aan 't Metaal zouw komen; en als 'er 't Sóldeer heet uit de lepel opgegoten, en dan met een Yzer geſtreken is, houdt het zeer vaſt, daar 't Metaal gezuiverd was, maar hegt in 't geheel niet, daar de korſt, door 't kryt en Kaasjes-kruid gemaakt, was overgebleven. Men heeft waargenomen, dat de Lugt alleen het deel van 't Lood, dat reets gezuiverd was, kan beſmetten en 'er een korſt op brengen, en daarom wordt 'er gemeenelyk vet of kaarsſmeer over geſtreken als 't geſchrapt is; want de deelen van alle vette of vlamvattende

I. Les. lighamen, als zynde veel fyner dan Lugtdeelen, zullen het Soldeer veel nader aan het Lood laten komen, dan een Lugtplaat, of 't geen zig van de Lugt ſcheidt, om zig op het Lood te zetten.

29. In wat Evenredigheid van Afſtand deze Aantrekking van Samenhang toe- of af-neme, is nog niet ten vollen bekend; (maar uit ſommige Verſchynzelen hebben we reden om te gelooven, dat ze afneemt in eene Vierkantsvierkante Reden van den afſtand; dat is, op een dubbelden afſtand werkt ze 16. maal zwakker, en op een driedubbelden afſtand 81. maal zwakker enz.) Want men kan ze naauwelyks op eenigen merkelyken afſtand gewaar worden.

30. Daar is in de Natuur nog een ander ſoort van Aantrekking zoo ſterk niet als de Aantrekking van Samenhang, maar ſterker dan de Zwaartekragt, welker Evenredigheid van Afneming, in het weghalen van Aantrekkende Lighamen, ten naaſten by is als het Teerling vierkant en een vierde van den toenemenden Afſtand (20) en dit is de Zeilſteens Aantrekking. By voorbeeld, zoo een Zeilſteen een ſtuk Yzer met een zekere Kragt aantrekt op een gegeven afſtand; zal de Aantrekking op tweemaal dien afſtand 10. maal zwakker, en op driemaal den afſtand zal de Aantrekking $33\frac{3}{4}$ maal zwakker wezen. Maar dewyl de Zeilſteen-kragt eene eigenſchap is, die alleen Zeilſteenen en Yzer en Staal aandoet, zullen we een nader berigt van dezelve op eene andere plaats geven, omdat we tegenwoordig bezig zyn alleen met algemeene eigenſchappen van de lighamen te overwegen. We zullen alleen aanmerken, dat de Zeilſteen zoo wel wegdryft als aantrekt; want die Pool van de ſteen, die

(20) Die voortreffelyke Filoſoof de Heer *Brook Taylor* heeft eenige Proeven genomen met eene geſtreken Kompasnaalde en een groote Zeilſteen uit het Kabinet van de *Koninklyke Sociëteit*, die, als ze op eenigen afſtand van den Steen genomen werden, met deze ſtelling zeer wel overeen kwamen, maar digt aan den ſteen ſcheen de kragt van den Zeilſteen niet volgens deze Wetten te werken, 't welk men giſſen mag hier van daan te komen, te weten, Dat die Steen eene vergaring ſchynt te zyn van verſcheiden Zeilſteenen, ſamengevoegd door een ſteenagtig ligbaam, dat niet Zeilſteenig is. Want ſedert dien tyd heb ik door eenige Proeven daar meê te nemen bevonden, dat hy vyftien Polen heeft (indien ik die uitdrukking gebruiken mag) of zoo vele punten, waar in de Aantrekking ſterker was, dan op eenige andere plaatzen; welke en eenige andere Proeven, met zwakke Zeilſteenen genomen, my deden denken, dat elke Zeilſteen verſcheiden Polen had, of Kragtige punten aan den *Noord* kant, en verſcheiden aan den *Zuid* kant; welker kragten byéén vergaderd door het yzer, daar de ſteen meê gewapend is, een gewapenden Zeilſteen zoo veel meer yzer of ſtaal doet opligten, dan dezelfde ſteen ongewapend doen kan. Maar ſedert heb ik door het nemen van Proeven met

die 't eene end van eene geſtreken Naalde aantrekt, zal 't andere end wegdryven. I. Les.

31. Daar zyn verſcheiden andere voorbeelden in de Natuur van eene wegdryvende Kragt in lighamen (21), en dezelfde lighamen, die elkander aantrekken op zekeren afſtand en in ſommige omſtandigheden zullen elkander wegdryven op een anderen afſtand en in andere omſtandigheden.

Dit ziet men in de Ontbinding van Zouten in water. Dat de deelen van de Zouten elkander aantrekken, blykt uit hare vereeniging tot harde klompen, als 't water zoo ver is uitgewaaſſemd, dat de deeltjes zoo na aan elkander komen, dat ze binnen 't bereik van de Aantrekking zyn. Dat ze elkander wegdryven op verder afſtanden, blykt uit hare regelmatige gedaantens, waarin ze ſamenſtollen, wanneer ze door de uitwaaſſeming van een gedeelte van de vogt, waarin ze dreven, gebragt zyn in elkanders Kring van Aantrekking; dewyl deze regelmatige gedaantens geheel en al afhangen van de evengrootheid van hare onderlinge afſtanden voor de Uitwaaſſeming, en deze evengrootheid van afſtanden voortkomt van eene evengroote wegdryvende Kragt.

32. Eene Wegdryvende Kragt wordt ook bewezen door het voortbrengen van Lugt en Dampen; want deze deeltjes, die uit de lighamen door Hitte en Giſting worden uitgedreven, wyken, zoo haaſt ze buiten den Kring van Aantrekking van de lighamen zyn, terſtond van dezelven en van elkander af met eene groote kragt, en komen niet weêr by een; tot zoo ver dat ze ſomtyds een millioen maal

met eenige goede Zeilſteenen, in 't byzonder met een ſteen van ontrent zes oncen, toebehoorende aan den Weledelen Heer den Lord *Paizlei* (een van de beſten, die 'er bekend zyn) ondervonden, dat een goede ſteen en die geheel van dezelfde natuur is, maar twee Polen heeft.

(21) Zie 's *Gravezande's Inleiding*, eerſte deel van No. 40 tot 44. Wanneer het Ligt weêrom gekaatſt wordt van 't oppervlak van een glazen, kriſtallynen of metalen ſpiegel, ſtooten de Ligtdeeltjes niet op de vaſte deelen, dat ze van dezelven weêrom ſteuiten, maar worden van het oppervlak te rug gedreven op een kleinen afſtand, eer zy 't aanraken; door eene Kragt zig over dat gepolyſte oppervlak overal uitſtrekkende. Zie den Ridder *I. Newton* in zyne *Optica* of verhandeling van de Natuur van 't Ligt, *het 3. deel van 't 2. Boek, de 8. Stelling.*

De Ligtſtralen worden ook van de kanten van de lighamen te rug gedreven, als ze 'er digt aankomen, zoo dat ze de ſchaduwen van dezelven in ſommige gevallen grooter maken, dan ze buiten dat zyn zouden. *Zie denzelfden Schryver in het 1. deel van 't 3. Boek*, alwaar hy deze terugdryvende Kragt ook uit andere *Verſchynzelen* bewyſt.

I. Les. maal meêr plaats beſlaan, dan ze te voren in een geſloten lighaam deden.

33. De Aantrekking en Wegdryving in het zelfde lighaam op een aanmerkelyken afſtand is duidelyk te zien in verſcheiden Ondervindingen van de werking van lighaamen, die eene Brandſteenkragt [*Electricity*] hebben.

Als men een ſtuk Brandſteen met eene drooge hand of wollen lap vryft, zal het draadjes, veren en andere ligte lighamen in beweging brengen, dezelven aantrekkende en wegdryvende op zekeren afſtand; en daarom is de naam van Brandſteenkragt gegeven aan die aantrekkende en wegdryvende Kragt, die in andere lighamen verwekt word door dezelfde vryving, die men aan de Brandſteen geeft. Was, Hars, Zwavel, Zyde, Papier, Lint, Haair, Veren en verſcheiden andere lighamen hebben deze eigenſchap; maar Glas heeft ze meêr dan eenig ander lighaam.

12. Ondervinding. *Pl.* II. *Fig.* 10.

Pl. II. Fig. 10. 34. Neem eene glazen pyp van ontrent anderhalven duim Middellyn, en vryf ze braaf met eene drooge hand van 't eene end tot het andere: dan zal ze een veer of een ander ligt lighaam op een aanmerkelyken afſtand, van één tot agt of tien voet, aantrekken. Nadat de veer is aangetrokken geweeſt en wat aan de pyp gezeten heeft, zal ze 'er vanzelf afvliegen en nooit weêr aan de pyp komen (die de veer geſtadig in de Lugt zal wegdryven, al wordt ze 'er zelf digt by gebragt) voordat ze een ander lighaam als een vinger of een ſtokje geraakt heeft. En zoo de vinger digt by de pyp gehouden wordt, zal de veer dan eens van den vinger naar de pyp en dan weêr van de pyp naar den vinger heen en weêr vliegen, hare vezeltjes altyd voor zig heen uitſtrekkende, of dien weg uit, dien ze zelf gaat, en dat wel eer ze van den vinger, of van de pyp afkomt. *Als men de veer met de pyp rondom de kamer dryft, moet de pyp nu en dan eens op nieuw gevreven worden, om de Brandſteenkragt wat op te wekken, die na het vryven gedurig zwakker wordt.*

13. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 11.

Fig. 11. 35. Als men eenige kleine ſtukjes geſlagen goud, (of geſlagen koper) op een tafeltje legt, en 'er de gevreven pyp over houdt op den af-

afſtand van een voet of twee, zullen de ſtukjes goud met eene groote ſnelheid van de tafel naar de pyp vliegen; en dikwils zal 't gebeuren, dat ze door de Aantrekking en Wegdryving zig op en neêr zullen bewegen zonder de pyp of de tafel te raken. Maar als men twee boekjes of twee ſtukjes hout van dezelfde gedaante op de tafel overend zet aan weêrskanten van het goud, als in A B; *Pl.* II. *Fig.* 12. zoo dat haar afſtand A B gelyk zy aan de hoogte van een van dezelven, dan zal de pyp, boven aan tuſſen beiden gehouden als in D geen kragt hebben, om het goud te bewegen, ſchoon ze maar zes duim van 't goud af zy, daar ze het even te voren op een voet of twee aantrok; maar zoo men de ſtukjes hout wegneemt, zal de pyp, zonder dat ze op nieuw gevreven wordt, het goud aantrekken en wegdryven als te voren. Als de ſtukjes hout blyven ſtaan, zal de pyp het goud niet in beweging brengen, voordat de afſtand D C van de pyp tot het goud kleiner zy dan de helft van den afſtand A B van de ſtukjes hout: als of men deze uitwerking niet te weeg kon brengen, zoo lang de Kring van Aantrekking, verbeeld door den Circel E F C (welkes Middelpunt is het midden van de doorſnyding van de pyp in D) gebroken wordt door de ſtukjes hout A en B. I. Les. Pl. II. Fig. 12.

14. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 13.

36. Om te weten, of de pyp genoeg gevreven zy, om 'er de Proef meê te nemen, moet men de toppen van de vingers ſchielyk voorby de pyp bewegen, als of men ze ſlaan wilde regt op haren As aan, maar de vingers behoeven niet nader te komen dan een kwartier duims van de pyp af; dan zullen de Uitvloeizels, of de fyne deelen, die uit de pyp ſchieten, tegen de vingers (of daarvan te rug ſlaande) tegen de pyp aan ſlaan, dat men 'er een zeker fisgeluit van hooren kan, als het kraken van een groen blad in 't vuur; maar zoo hard niet. *Fig.* 13.

Nadat de ſtaat van de Lugt is, moet de pyp meêr of minder gevreven worden. In heet en vogtig weêr moet de pyp al heel veel gevreven worden, eer ze geluid zal geven en op haar ſterkſte aantrekken en wegdryven; en dan zal hare kragt zig op zyn beſte maar een weinig ver uitſtrekken; zoo dat dezelfde pyp, die in droog koud weêr de vezels van een veer op een afſtand van agt of tien

I. Les. voet deed bewegen, des winters, als het regent, op een afſtand van twee voet naauwelyks eenige zigtbare werking doen zal.

Als de pyp zonder vryven tegen 't vuur gewarmd wordt, zal ze geene werking doen: Hare Brandſteenkragt zal ook minder zyn, als men ze zoo lang vryft, dat ze heel warm wordt; en dan moet men ze laten verkoelen, eer men 'er gebruik van maken kan.

Men doet niet kwalyk, dat men de pyp of een ander glas, dat men vryven wil, wat voor het vuur te drogen zet, eer men het gebruikt, inzonderheid, zoo 't wat dikagtig is, als men maar zorg draagt, dat het niet te heet worde.

37. 'Tis aanmerkelyk, als men de pyp in 't donker vryft, dat de Uitvloeizels Ligt zullen geven; en als men de pyp geluid doet geven (22), dat de töppen van de vingers verligt zullen wezen, als in A (in de 13 *Fig.* van de II. *Pl.*); en als men, even na dat de pyp gevreven is, een borſteltje digt by dezelve houdt, als in B, of het langs de pyp heen beweegt, zonder te raken, dat 'er dan ſprankjes Ligt, gelyk ſterretjes, zig op elk haairtje van 't borſteltje vertoonen zullen; maar het zelfde gedeelte van de pyp zal geen tweemaal agteréén geluid of Ligt geven op dezelfde plaats zonder eene nieuwe vryving.

15. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 14.

Pl. II. *Fig.* 14. 38. Als men de gevreven pyp brengt by een dons veertje, dat bo-

(22) Door de pyp geluid te doen geven op het naderen van de vingers of 't bybrengen van een ander vaſt lighaam, wordt hare Brandſteenkragt ook op die plaats vernietigd; waaruit we gemakkelyk een *Verſchynzel* konnen verklaren, daar de Heer *'s Gravezande* in zyne Inleiding in 't 2. deel No. 555. gewag van maakt met deze woorden:

„ Daar is in deze Ondervinding iets merk-
„ waardig en moeijelyk om te verklaren on-
„ trent de Streek (*directio*) van vryving.
Fig. 10. „ Wanneer men de pyp vryft, wordt het
„ eene end met de eene hand vaſt gehouden
„ terwyl ze met de andere gevreven wordt.
„ Indien deze vryving geſchiedt van de hand
„ af, die de pyp houdt, naar 't andere end
„ van de pyp, zal men geene uitwerking
„ gewaar worden; maar zoo men vryft van
„ het vrye end af naar 't end, dat in de hand
„ gehouden wordt, zal het tegendeel ge-
„ ſchieden, en wel zonder onderſcheid of
„ men het open of geſloten end van de pyp
„ in de hand houdt.

Om deze zwarigheid op te loſſen, zullen we de Ondervinding eens overwegen met behulp van de 10. *Fig.* van de 2. Pl. A is de regterhand, die de pyp vaſt houdt, en B de ſlinkerhand, die de pyp vryft, en, na

zig

boven aan een ſtokje vaſtgemaakt is, 't welk op een voetje ſtaat, I. Les.
zal 't veertje zyne vezeltjes naar de pyp toe uitſtrekken, maar zoo haaſt als men een vinger tuſſen de pyp en 't veertje ſteekt, zullen ze door den vinger weggedreven, maar daar ook weêr van aangetrokken worden, zoo haaſt de pyp wordt weggenomen; en vervolgens zullen de vezeltjes weêr naar het ſtokje keeren, en van het zelve aangetrokken worden, zoo haaſt men den vinger weg haalt.

16. Ondervinding. Pl. II. *Fig.* 15.

39. Zet een Ontvangglas, ontrent vyf duim wyd en twintig hoog, Pl. II. nadat het eerſt tegen 't vuur of in de zon gedroogd is, over het *Fig.* 15. ſtokje met het veertje, en vryf het glas met de eene of beide handen van boven tot beneden, dan zal het veertje zyne vezeltjes overal heen uitſtrekken, gelyk de Stralen van een Ból-kring, als de hand van het Ontvang-glas is weggenomen. Maar zoo gy, onder het vryven van 't Ontvang-glas of na de vryving, de hand alleen op en neêr beweegt, zullen de vezeltjes van 't veertje, niettegenſtaande dat het Glas tuſſen beiden is, de beweging van de hand volgen: en zoo de pyp, binnen den afſtand van een voet of twee van 't Ontvang-glas gevreven wordt, zal 't veertje in 't Ontvangglas op dezelfde wys de beweging van de hand, die de pyp vryft, volgen. Als de Brandſteenkragt van de pyp door vryven opgewekt is, en de pyp aan de buiten-zyde van 't Ontvangglas gebragt wordt, zal 't veertje

zig verſcheiden malen op en neêr bewogen te hebben, een end van vryven maakt met zig te bewegen in de Streek C A B, als de laatſte vreef. Indien de pyp dan naby ligte lighamen gebragt wordt (Pl. II. *Fig.* 11.) zal ze dezelven aan 't bewegen helpen. Indien men in 't vryven de hand voor 't laatſte beweegt van A naar C, en de hand B, die naar C opgaat de pyp verlaat in de Streek C D, zonder dat ze zelf of dat de opſlag van de mouw daar weêr digt aankomt, zal de pyp op ligte lighamen met dezelfde kragt werken als te voren. Maar indien de ſlinker hand, na dat ze weggehaald is tot in C, weêr neêr gebragt wordt in de Streek C E, in eene lyn langs de pyp heen, en digt daaraan, of dat de opſlag van de mouw daar te digt by neêr gaat, zal de pyp geluid geven ('t welk als men 'er niet oplet, ongehoord voorbygaat) en de Kragt, door vryven verwekt, de geheele pyp langs vernietigd worden; gelyk de hand A (Pl. II. *Fig.* 13.) doet op de plaats A, alwaar ze een geluid veroorzaakt, 't welk, gelyk ik reets gezegd heb, geen tweemaal op dezelfde plaats, zonder eene nieuwe vryving geſchieden zal. *Fig.* 13. *Fig.* 13.

I. Les. veertje zyne vezeltjes naar de pyp uitſtrekken, en op 't wegnemen van de pyp weêr naar het ſtokje wenden; ſchoon dit laatſte Verſchynzel ſomtyds ook gezien wordt op 't naderen van de pyp, en de vezeltjes zig weêr uitſtrekken, als de pyp weggehaald wordt: ja ſomtyds ſchynt de Aantrekking en Wegdryving buijen te hebben; want terwyl de pyp aan de buiten-zyde van 't Ontvangglas gehouden wordt, zullen de vezeltjes van 't veertje zig by beurten uit ſtrekken en inhalen, zonder aan een van beiden eene nieuwe vryving te geven.

40. Wanneer men, even nadat het Ontvangglas gevreven is, op
Pl. II. het veertje blaaſt (zie *Pl.* 2. *Fig.* 15.) zullen de vezeltjes van het
Fig. 15. geblaas af vliegen; ook zullen ze afvlieden van eene hand, ſchielyk naar het Glas bewogen, maar zoo dat ze het zelve niet raakt; maar dit zullen ze geen tweemaal doen, zonder dat het Ontvangglas op nieuw gevreven wordt.

41. De meeſte van de Ondervindingen, indien niet alle, zullen wel gelukken, zelf als de Lugt uit het Ontvangglas gepompt is. Alleen zal 'er dit onderſcheid in wezen, dat, als men het in 't *Lugt-ledige* vryft, het Ligt, dat verwekt wordt, van eene purpere koleur, in veel grooter meenigte, en alles binnen het Glas zal zyn, en dat, daar de lighamen te voren aangetrokken werden, als men ze aan de buiten-zyde van 't Glas hield, dit vermogen nu ophoudt, en de kragt alleen

(23) Ik kan niet nalaten hier gewag te maken van een zeer wonderlyk verſchynzel in eene van de *Ondervindingen* van den Heer *Hauksbee*. Hy dekte de helft van een zyner glazen Bollen van binnen met Was zoo dik, dat men 'er niets door zien kon. En toen de Lugt uit dit glas gepompt was, en 't zelve rond gedraaid werd, werd de Was zoo doorſchynend als het glas zelf, op die plaats, daar de hand van buiten gehouden werd, om den Bol te vryven, terwyl het overige gedeelte van den Bol, dat met Was gedekt was, verduiſterd bleef, daar de hand niet raakte, ſchoon het een oogenblik te voren doorſchynend was, terwyl het onder de hand doorging.

Pl. III. *Fig.* 25. De 25ſte *Fig.* van de III. Pl. zal dit duidelyker vertoonen.

'T Halfrond A C B van den glazen Bol G A C B is verduiſterd door 't Was, daar 't van binnen meê beſtreken is, terwyl A G B zuiver glas is. De Bol is Lugtledig gemaakt door de Kraan D. Vervolgens gezet zynde tuſſen de pylaartjes E en F wordt hy ſnel rond gedraaid door het rad K, welkes touw loopt over de ſchyf of katrol P, gehegt aan de kopere pyp, welkes pen of nagel de As van den Bol is. De ſchroef H trekt de andere katrol I voorwaarts aan, om het touw van 't rad gedurig geſpannen te houden.

Wanneer de hand gehouden wordt in C, wordt ze van binnen zigtbaar door het Was heen, dat aan de holle zyde van den Bol geſtreken is, terwyl het overige gedeelte van het Was verduiſterd blyft; zoo dat de hand niet gezien kan worden van een oog in Q, maar

alleen binnenwaarts werkt. Het zelfde geſchiedt aan de pyp, wanneer ze uitgepompt is, als mede aan een' glazen Ból (23) door middel van een rad omgedraaid en zoo met de hand gevreven, gelyk breeder beſchreven wordt van den Heer *Hawksbee*, in zyne Ondervindingen, waarin hy een omſtandig berigt geeft van zeer vele Proeven, die hy ontrent de Brandſteenkragt genomen heeft. I. Les.

42. Ik

maar wel van een oog in O, dat 'er op ziet door 't onbeſtreken gedeelte van het glas in G.

De Heer *Steven Gray*, die meêr onderſcheiden Proeven omtrent de Brandſteenkragt genomen heeft, dan alle de Natuurkundigen van deze en de voorgaande eeuw, heeft vele nieuwe Verſchynzelen daar omtrent ontdekt, waar van men de byzonderheden kan nazien in de *Philoſ. Transact.* N. 417. [Zie ook N. 422, 423 en 426.]

Maar ten gevallen van die genen, die geene gelegenheid hebben om de Transactien na te zien, zal ik hier een algemeen verſlag doen van die ontdekkingen.

1. Dat alle zulke lighamen, die niet brandſteen-kragtig gemaakt konnen worden door vryving, evenwel een Brandſteen-kragt verkrygen konnen, (gelyk blykt uit haar aantrekken en wegdryven van Blad-goud) van een gevreven glazen ſtaaf ('t zy maſſif, 't zy hol) niet alleen op het aanraken van de buis, maar zelf door tuſſenkomſt van een draad op zeer groote afſtanden, by voorbeeld van over de 800 voet. Ja, ſchoon de buis den draad niet aanrake, maar digt aan denzelven gevreven worde, zal 'er de Brandſteen-kragt langs heen loopen. En, 't geen zeer aanmerkelyk is, wanneer de kragt langs een hennepen draad loopt, moet die draad door haair worden opgehouden, of door zyden draden, dewyl kruisdraden van hennip of vlas, en zelf draad van eenig Metaal, de voortzetting van de Kragt op zekeren afſtand ſteuit, door dezelve van ter zyden te ontvangen.

2. Zeer groote Oppervlaktens, gelyk Landkaarten, Tafellakens enz. worden met brandſteenkragtige uitvloeizels bezwangerd.

3. Een Zeilſteen en yzer, aan de Buis hangende, zullen ook de Brandſteen-kragt ontvangen, die derhalven door de Uitvloeizels van den Zeilſteen niet verward wordt.

4. De Brandſteen-kragt zal op éénen en denzelfden tyd verſcheiden wegen heen gevoerd worden, zonder den draad van gemeenſchap met de Buis te raken, gelyk aan twee yvoren Ballen aan de enden van een zeer langen draad, wanneer de Buis omtrent het midden van den draad gevreven wordt.

5. De ontvangen Brandſteenkragtige aantrekking is niet evenredig aan de Hoeveelheid van ſtof in lighamen, dewyl een maſſive en holle houten Teerling, elk evenveel aantrekken.

6. De Uitvloeizels worden ook in 't rond gevoerd in een Cirkel, en van den éénen Cirkel aan den anderen meêgedeeld.

7. Deze Kragt wordt ook meêgedeeld aan bladeren van Boomen, en zelf aan Vogten, gelyk aan de bobbels van Zeepſop.

8. Dieren ontvangen ook deze Kragt. Een Man, waterpashangende aan twee haair-ſtrengen, trekt Blad-goud aan, en dryft het weg met zyn aangezigt en handen, indien de Buis aan zyne voeten gevreven wordt; ja een Bal zal aan het end van een lange hengelroede, in zyne handen gehouden, aantrekken en wegdryven. Het is aanmerkelyk, dat de Kragt ſterkſt is aan dat gedeelte van 't lighaam, dat 'er meê bezwangerd is, welk verſt van de Buis af is: want indien de gevreven Buis boven 't hoofd gehouden

I. Les. 42. Ik zal tegenwoordig van dit onderwerp niets meêr zeggen; om dat ik gelegenheid zal hebben, om het volkomener te overwegen in een ander gedeelte van dit Werk; en 't oogmerk van deze Les alleen is te toonen, — Dat deze eigenſchappen van lighamen, als Zwaartekragt, Aantrekkingen en wegdryvingen, waar door we hier agter verſcheiden Verſchynzelen verklaren, niet zyn *Verborgen Hoedanigheden* of onderſtelde Eigenſchappen, maar dat ze waarlyk in wezen, en door Ondervindingen en Waarnemingen voorwerpen gewor-

wordt, zal niet het hoofd, maar de voeten aantrekken. Indien de Man de vloer maar even aanraakt met een rotting of yzer of koperdraad, gaat de Kragt over in de vloer, en de Man is de Brandſteenkragt kwyt, en opgehangen aan een hennepen touw, geeft hy de Kragt weg aan de zoldering.

9. Indien twee Jongens aan haairſnoeren gehangen worden, gelyk boven, en op een aanmerkelyken afſtand van elkander, kan de Kragt van den éénen aan den anderen meê gedeeld worden, door een draad, dien ze beide vaſthouden, of die aan hunne kleederen gehegt is, terwyl de Brandſteen-kragt altyd ſterkſt is in hem, die 't verſt van de Buis af is.

10. De Heer *Steven Gray* heeft ſedert gevonden, dat, indien een Man ſtaat op een koek van Hars of Glas, of van eenige andere ſtoffen, die uit zig zelven brandſteenkragtig zyn, of zoodanig worden door vryving, dat de uitwerking dezelfde is, als of hy aan een haair-ſnoer hing. Zoo dat, indien 'er een geheel reziement Soldaten in éene lyn ſtond, en elk van hen op een Hars-koek ſtaande den naaſten by de hand hield, of alleenlyk gemeenſchap met hem had door middel van een draad, ik niet twyffel, of ze alle met de Brandſteen-kragt zoo bezwangerd zouden worden, dat, indien de Buis gevreven werdt digt by den eerſten, de laatſte met zyne handen, met zyn aangezigt of kleederen Blad-goud zouw aantrekken en wegdryven.

11. Men heeft ook gevonden, dat de Brandſteen-kragt meêgedeeld wordt door digte en groote lighamen heen.

(24) Wanneer Geſlagtrekenaars, in 't zoeken naar den oorſprong van een Geſlagt, zoo ver gegaan zyn als ze konnen, en den eerſten van 't Geſlagt dus of zo genoemd gevonden hebben, om dat ze niet ontdekken konnen, wie zyne Ouders geweeſt zyn; zouw 't waarlyk ongerymd zyn, om dat juiſt de Vader van dien eerſten (dien we eens *Jan* zullen noemen) niet bekend is, dat men daarom zouw willen zeggen, dat *Jan* de Vader niet is van *Pieter*, de Grootvader van *Willem*, en de Overgrootvader van *Klaas* enz. 't geen vooraf zoo duidelyk bewezen was, als in zulke zaken geſchieden kan. Op dezelfde wys, indien het uit waarnemingen blykt, dat Zwaarte-kragt de oorzaak is van 't neêrvallen van zware lighamen, die in hare beweging zekere Wetten volgen. --Dat een zwaar lighaam door zyn dalen den As van een Rad beweegt, 't welk door zyne Tanden een ander Rad omdraait, dat door behulp van andere Raderen en Rondzels een Wyzer op een uurwerks-plaat rond draait, om den tyd aan te wyzen, of tot eenig ander gebruik te dienen; paſt het geen braaf Filoſoof te zeggen, dat onze redenering over de oorzaak van de beweging van den Wyzer vals is, als gegrond op *Verborgen Hoedanigheden*, om dat we niet hooger konnen opklimmen dan tot Zwaarte-kragt, waar van we niet voorgeven dat de oorzaak ons bekend is.

De-

PL. I.

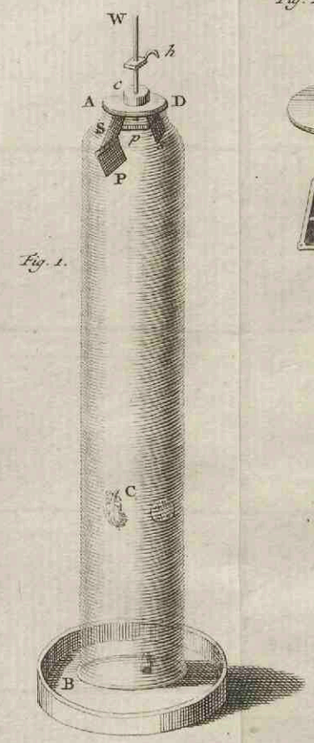


Fig. 1.

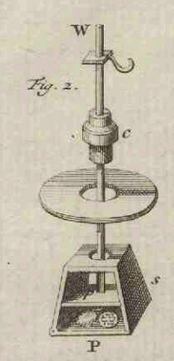


Fig. 2.

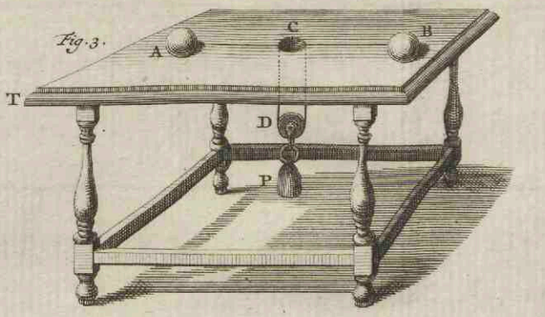
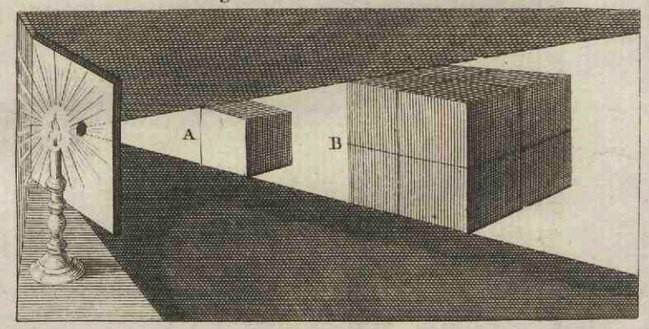


Fig. 3.

Fig. 4.



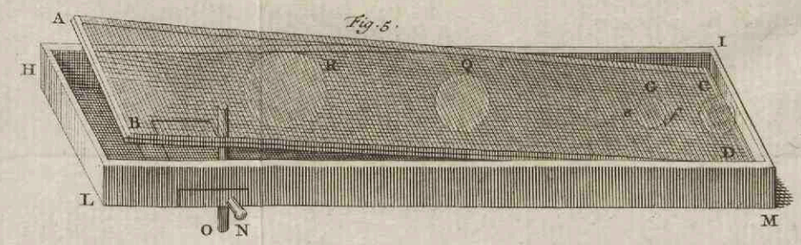


Fig. 5.

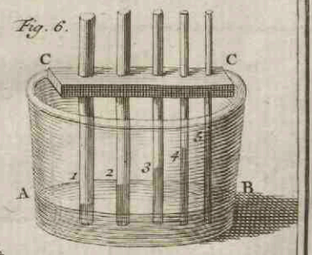
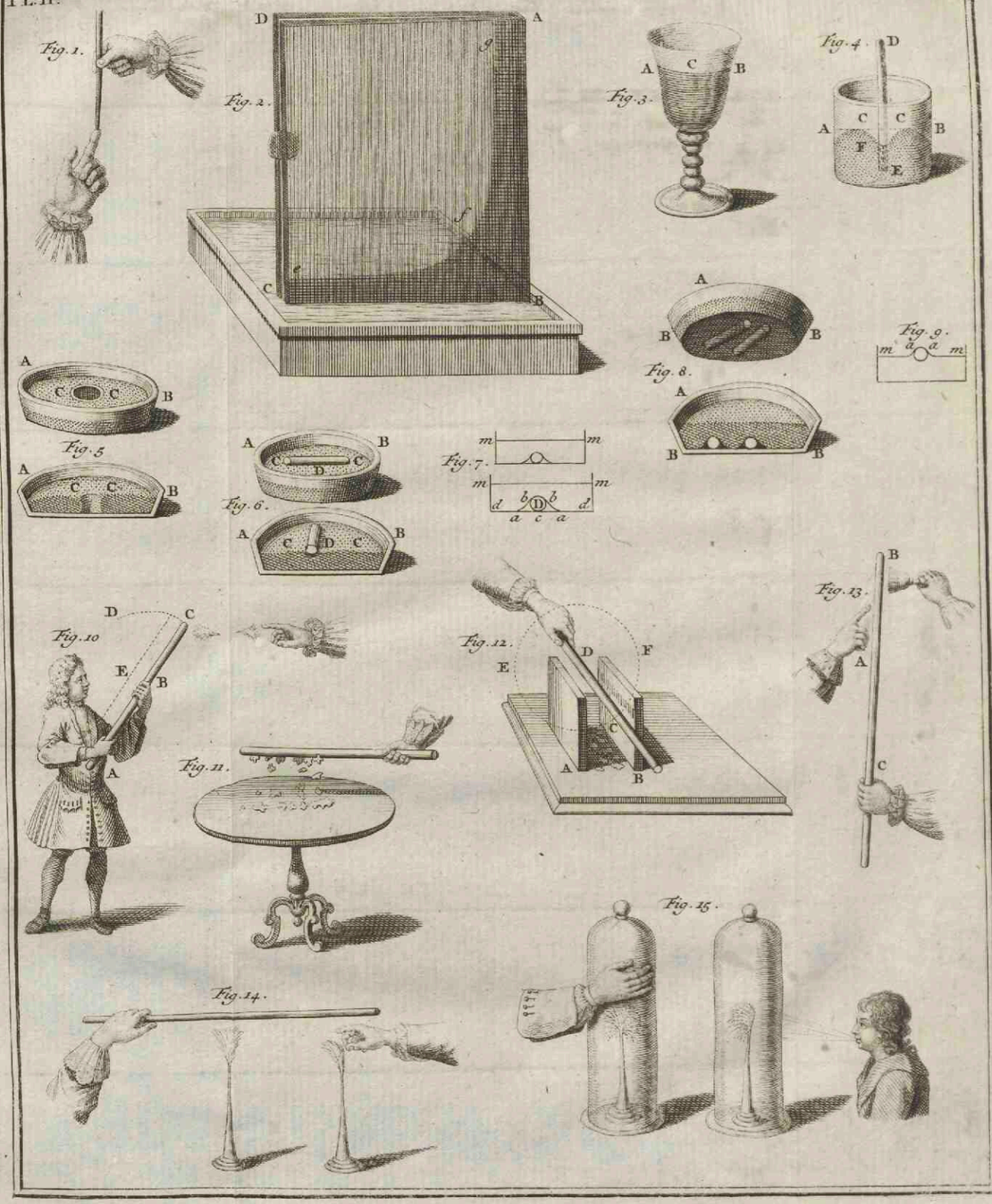
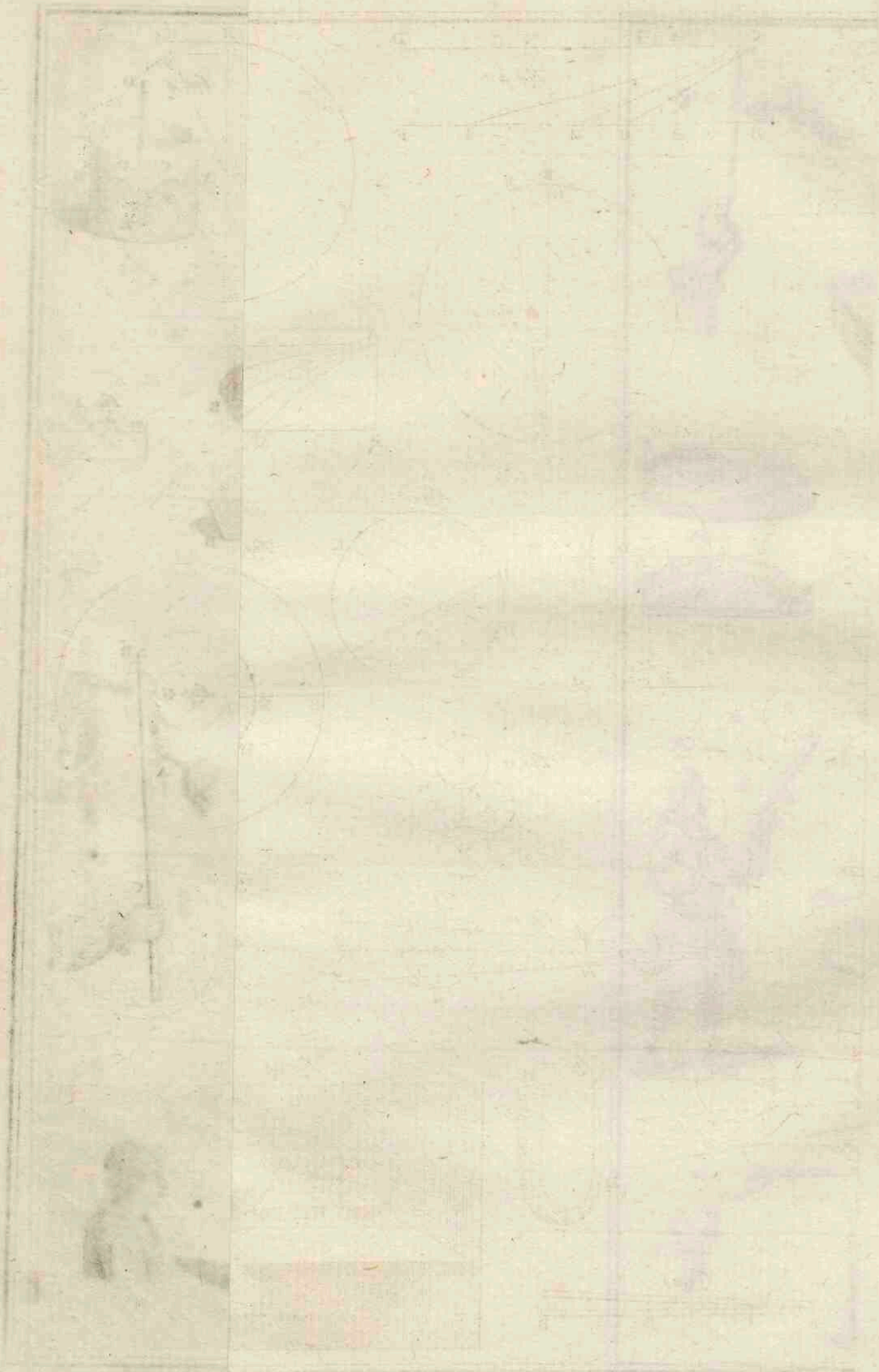


Fig. 6.

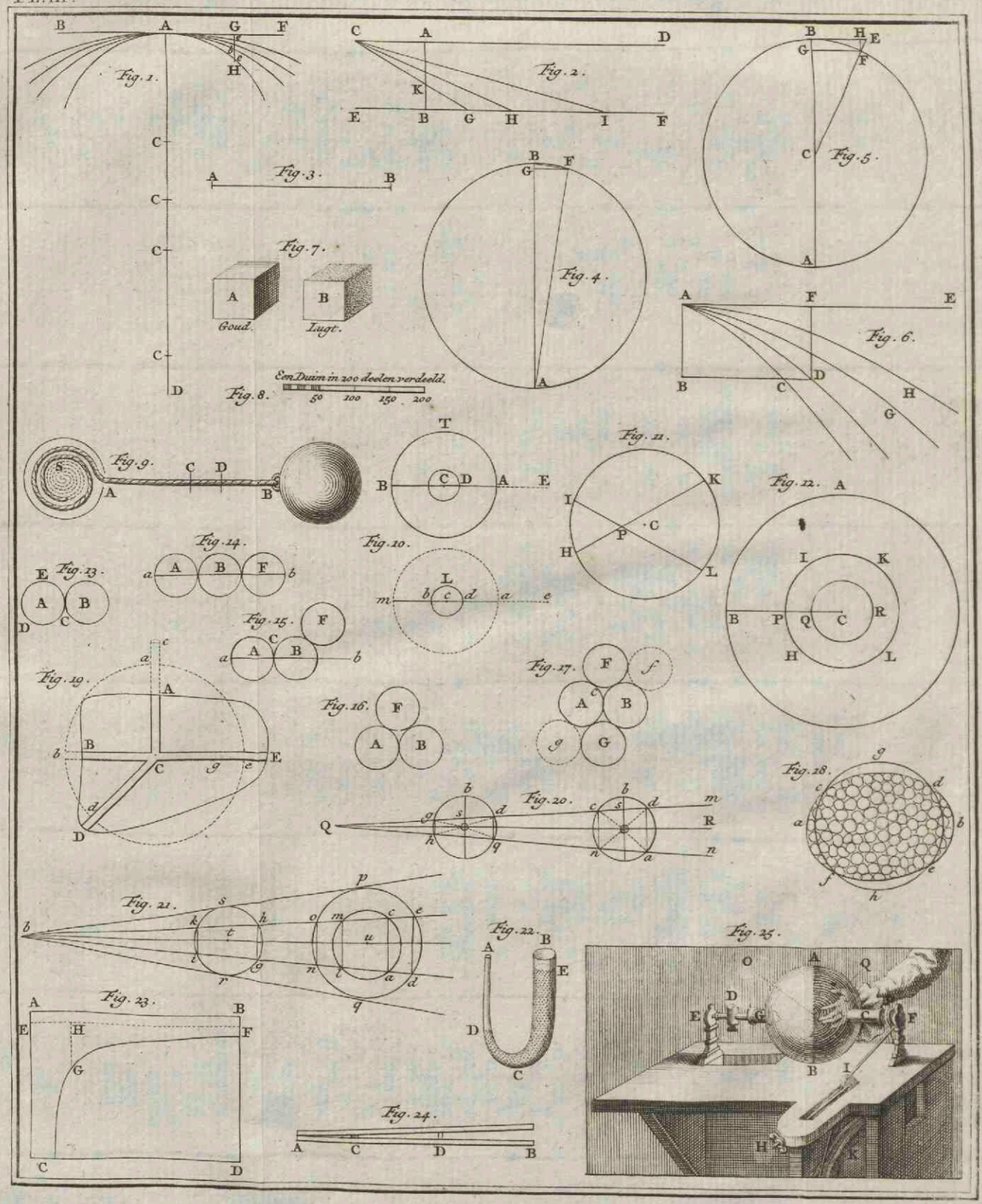


PL. II.


Fig. 1.
Fig. 2.
D
A
g
f
e
C
B
Fig. 3.
A C B
Fig. 4.
D
A C C B
F E
Fig. 5
A C C B
A C C B
Fig. 6.
A C D C B
A C D C B
Fig. 7.
m m
m m
d b D b d
a c a
A B B
Fig. 8.
A B B
Fig. 9.
m a a m
Fig. 10
D C
E B
A
Fig. 11.
Fig. 12.
E D F
C
A B
Fig. 13.
B
A
C
Fig. 14.
Fig. 15.



PL. III.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Goud.
Lugt.
Een Duim in 200 deelen verdeeld.
0 50 100 150 200
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.



geworden zyn van onze uiterlyke zinnen. Deze Eigenſchappen brengen Uitwerkzels voort volgens vaſte Wetten, altyd op dezelfde wys werkende in dezelfde omſtandigheden: en ſchoon de oorzaken van deze Oorzaken (24) niet bekend zyn; dewyl wy niet redeneren over deze verborgen Oorzaken, blykt het duidelyk, dat wy de *Verborgen Hoedanigheden* verwerpen, in plaats van ze in onze Natuurkunde aan te nemen, gelyk de *Karteſianen* ons altyd tegenwerpen. I. Les.

BYVOEGZEL.

[Dewyl deze eerſte Les byna was afgedrukt, eer 't geheele Werk in 't Engels het ligt zag, heb ik de twee volgende byvoegzels, die de Schryver onder zyne *Addenda* geſteld had, op hare regte plaatzen niet konnen inlaſſen, waarom ik ze agter de Les laat volgen.]

Tuſſen N. 28 *en* 29. p. 34. *moet ingevoegd worden.*

Indien men van twee looden ballen van ontrent een duim over 't kruis met een mes afſnydt een Bol-deel [*Segment*] van ontrent een kwartier duim over 't kruis, en denzelven (na dat ze wat op elkander al draaijende gevreven zyn) wat ſtyf tegen een drukt, zullen ze met een groote kragt aan elkander kleven, en ſomtyds met zoo groote kragt, dat ze over de 100 pond zullen houden. Zie het *6de* Stuk van de *Philoſoph. Transactions*, verkort door de Heeren *Reid* en *Gray*, 2de Deel p. 2 en 3.

Het volgende moet ſtaan tuſſen de 20 *en* 21. *Aanteek. p.* 35.

De Heer *Petrus van Muſſchenbroek*, die ſchrandere Hoogleeraar in de Sterrekunſt enz. te *Uitregt*, heeft met een onvermoeiden arbeid en vlyt Proeven genomen van de Aantrekkingen en Wegdryvingen van Zeilſteenen met betrekking tot het yzer en tot elkander; maar heeft nooit een regelmatige Evenredigheid konnen vinden in de vermeerdering van Aantrekking, in haar naderen tot, of vermindering van Aantrekking in haar afwyken van elkanderen — alleenlyk, dat de Sterkte [*Force*] van de Zeilſteen-kragt vermeerdert in het naderen tot, en vermindert in het afwyken van den Steen; maar niet net gelyk de Afſtand, nog gelyk 't Vierkant, of de Teerling van den Afſtand, nog gelyk 't Vierkant of de Teerling van den Afſtand overhands — nog in een andere Evenredigheid, die tot getalen gebragt kan worden, en daarom giſt hy met veel reden, dat de Wegdryvingen en Aantrekkingen elkander verbyſteren, en dus de Evenredigheid verwarren: ook hebben we geene hoop, om op dit ſtuk een Regel te vinden, voor dat 'er een middel bedagt zy, (indien dat maar mogelyk is) om de aantrekkende van de wegdryvende deelen te ſcheiden. Ik wys den weetgierigen Lezer tot zyn Vertoog over den Zeilſteen, dat wel waardig is van alle weetgierige Filoſofen met oplettenheid doorbladerd te worden. Het is te *Leiden* gedrukt in Quarto, met verſcheiden andere Vertogen van veel belang van den zelfden Schryver. [Petri van Muſſchenbroek *Phyſicæ Experimentales & Geometricæ Diſſertationes de Magnete, &c.* Lugd. Bat. 1729.]

II. LES.

II. Les. 1. De *ganſche Kragt* [Momentum] of *Hoeveelheid van Beweging* in lighamen (ſomtyds eenvoudig *Beweging* genoemd) is die Kragt, met welke lighamen van plaats veranderen. Ik verſta hier door niet den ſlag, de drukking, trekking, of eenige andere werking, die deze plaats-verandering in een lighaam veroorzaakt; maar die Kragt, die het heeft, zoo lang het van de ééne plaats naar de andere bewogen wordt.

2. Deze *Beweeg-kragt* kan men altyd kennen uit de uitwerking, die ze voort kan brengen, dat is, uit den ſlag, dien het bewogen lighaam geven kan, of uit den weêrſtand of hinderpaal, dien 't uit den weg kan ruimen.

3. Deze Hoeveelheid van Beweging, die de maat van de Kragt is, wordt opgemaakt uit de hoeveelheid van ſtof en de ſnelheid met elkander, dat is, om de ganſche Kragten, Beweeg-kragten of Hoeveelheden van beweging in lighamen tegen elkander te vergelyken, moet men de maſſa of hoeveelheid van ſtof in elk lighaam vermenigvuldigen door deszelfs ſnelheid (1).

4. *Snelheid* is de gezwindheid, waarmeê een bewogen lighaam zyne plaats verandert, en kan altyd gekend worden uit de lengte van den weg, dien 't lighaam in een bekenden tyd doorloopt.

5. De Hoeveelheid van beweging kan men vermeerderen, of door het vermeerderen van de hoeveelheid van ſtof, die met een bepaalde ſnelheid bewogen wordt, of door het vermeerderen van de ſnelheid, behoudende dezelfde hoeveelheid van ſtof, of door het vermeerderen van beide. En in deze drie gevallen wordt dit te weeg gebragt,

(1) Sommige Schryvers hebben de *Snelheid* vermengd met de *Beweging*, ſchoon ze 'er maar een omſtandigheid van zy, zig verbeeldende, dat het ééne lighaam zoo veel Beweging moeſt hebben als het andere, wanneer het even ſchielyk beweegt, en meêr Beweging, wanneer het ſchielyker beweegt; maar dit is alleen waar, wanneer de lighamen evenveel ſtof hebben, of wanneer men de Beweging, die een lighaam den éénen tyd heeft, vergelykt by de Beweging, die het op een anderen tyd heeft. 't Is waar de algemeene Bepaling van 't Woord, (te weten dat *Beweging is de overbrenging van een lighaam van de ééne tot een andere plaats*) maakt geen gewag van de Hoeveelheid van Stof; maar wanneer men bewogen lighamen by elkander

gebragt, door het aanvoegen van meerder kragt: want (2) *Kragt* en *Beweging*, beteekent hier het zelfde. II Les.

6. De Beweging van eenig geheel is de ſom van de beweging van alle deszelfs deelen, en wordt daarom (gelyk we te vooren gezegd hebben) verdubbeld, of tweemaal zoo groot, in een verdubbeld lighaam, dat met dezelfde ſnelheid bewogen wordt, en vierdubbeld in een verdubbeld lighaam, met een dubbele Snelheid bewogen.

7. Indien een Man een gewigt van 50 pond met een bepaalde kragt tien voet ver kan werpen, moet hy tweemaal zoo veel kragt gebruiken, om een gewigt van 100 pond even ver, of de 50 pond tweemaal zoo ver te werpen; maar indien hy niet meêr kragt gebruikt dan te voren, zal hy de 100 pond maar vyf voet ver konnen werpen, en dan zullen beide de lighamen dezelfde hoeveelheid van beweging hebben: want 50 vermeenigvuldigd door 10, en 100 door 5, geeft denzelfden Uitkomſt, te weten 500.

I. ONDERVINDING.

8. ABCDE is een Werktuig, toegeſteld, om 't geen gezegd is te verklaren, en de Beweging te onderſcheiden van de Snelheid, welke twee dingen ſommige Schryvers onder een gemengd hebben. Pl. IV. Fig. 1.

De gerabatte Zy-ſtukken BD, CE zyn zoo gemaakt, dat het gladde rol-ronde gewigt K of L (het ééne van 8 en het andere van 4 oncen) met zeer weinig vryving tuſſen die twee ſtukken bewogen kan worden. Laat de Veêr AB, op een zekere graad geſpannen ſtaan, door den knoop G van den draad, gehegt aan B, te zetten op de Pal van 't yzer F; leg dan het gewigt L op het Werktuig in B, het welk op 't los laten van de Veêr, door 't opligten van den knoop, voort zal ſchieten van B tot het punt I, 't welk 24 duim van B af is. Indien de Rol K op dezelfde wys voort geſchoten wordt, zal ze niet verder komen dan tot H, 12 duim van B.

Dat

kander vergelykt, geeft men agt op hare Hoeveelheid van Stof: want Snelheid alleen, zonder te overwegen, hoe veel Stof 'er bewogen worde, zal ons nooit in ſtaat ſtellen, om de Kragt te bepalen, die we *Hoeveelheid van Beweging* noemen. By voorbeeld, wanneer een hond en een paard, even ſnel bewegende, tegen een ſteens muur loopen, zal de hond weêrom ſteuiten, terwyl een paard, dat 40 maal meêr Stof draagt, den muur zal omloopen enz.

(2) Zie den Ridder *I. Newton* in 't begin van 't eerſte Boek zyner *Beginzelen*, de 2. en 8. Bepaling.

II. Les. Dat de hoeveelheid van beweging in beide de lighamen dezelfde is, blykt duidelyk om dat de Veêr in beide de gevallen even eens geſpannen is; en dat deze hoeveelheden van beweging worden opgemaakt door de Maſſaas of hoeveelheden van ſtof te vermeenigvuldigen door de Snelheden blykt even duidelyk, om dat L = 4 oncen X door B I (24) deszelfs ſnelheid, 96 geeft, even gelyk aan K (8 oncen) X B H (12) deszelfs ſnelheid.

Maar indien gy K wilt voorſchieten tot het punt I, tot welk L was voortgeſchoten, moet de Veêr met een dubbele kragt, [*of tweemaal zoo ſterk*] geſpannen ſtaan, en dan zal K tweemaal zoo veel beweging hebben als het te voren had.

NB. *Deze Ondervinding wordt hier meêr bygebragt, om de zaak op te helderen dan te bewyzen.*

Men moet zig wagten van Gevolgen te trekken uit deze Ondervinding, om dat de uitkomſt van dezelve verſcheiden zal zyn naar de omſtandigheden. Indien de rol-ronde gewigten geplaatſt worden digt tegen de Veêr, wanneer ze geſpannen is, zal het gewigt K (van 8 oncen) verder geſchoten worden, dan de helft van den Afſtand, dien L (van 4 oncen) geſchoten wordt; en dat zal geſchieden om redenen, die in de 6de Aanteek. op de V. Les gegeven zullen worden. Maar indien beide de gewigten gelegd worden wat van

Pl. IV. Fig. 2. (3) Indien de Storm-ram R (Pl. IV. *Fig.* 2.) 28 duim over 't kruis en 180 voet lang, beſtaat uit verſcheide byeengevoegde ſtukken hout, by voorbeeld eikenhout, zal hy 750 Teerlings-voeten van dat hout houden, die, 50 pond de Teerling voet, zullen wegen 37500 pond. Indien deszelfs Kóp, van gegoten yzer, weegt anderhalve Ton [*een Ton is* 2240 *pond*] zal hy 3360 pond zyn: en wanneer de vyf yzeren banden, die 'er omleggen, éénen duim dik, twee duimen breed, en 94 duimen in den omtrek zyn, zullen ze elk ontrent 50 pond wegen, 't welk met twee pond nagels, om ze vaſt op hare plaats te houden, maakt 252 pond: Al dit gewigt, byeengevoegd, geeft 41112 pond voor 't gewigt van den Ram in 't geheel, die bewogen door 1000 man, alleen gebruikt om hem te doen ſtooten tegen het punt L van den muur AHIGE (onderſtellende, dat hy om te ſtooten hangt aan zyn Zwaarte-punt aan een bewegelyke Gallery of alleen aan een Pikkel) zal elk man 41 pond gewigt bewegen. De Hoeveelheid van Beweging door deze werking voortgebragt, wanneer de Ram éénen voet in een Sekonde beweegt, kan uitgedrukt worden door het getal 41112; welke beweging of Kragt, vergeleken met de Hoeveelheid van Beweging in den Kogel B, geſchoten uit het Kanon C, gevonden wordt dezelve even gelyk te zyn; want een Kanon-kogel weet men dat zoo ſnel beweegt als 't geluid ruim een Myl-wegs lang, en indien ge 36 pond, het gewigt van den kogel, vermeenigvuldigt door 1142 (het getal van voeten, die 't geluid in een Sekonde voortgaat) zult ge hebben het getal 41112, om uit

van de geſpannen Veêr af, zoo dat de Veêr een ſchielyken ſlag geven kan, zonder lang op de Rollen te werken, zal de Proef wel gelukken. NB. Hoe ver de gewigten van de Veêr geplaatſt moeten worden, moet men met beproeven zoeken. II. Les.

9. Hier uit volgt, dat een klein lighaam evenveel beweging kan hebben als een groot, hoeveel ze ook in grootte van elkander mogen verſchillen; indien de Snelheden, die men haar geeft, maar overhands evenredig zyn tot hare Maſſaas, dat is, indien het kleine lighaam zoo veel meêr Snelheid heeft dan het groote, als het minder Stof heeft.

Dit is de reden, waarom de Storm-rammen na 't uitvinden van 't Buskruid, in den Oorlog buiten gebruik geraakt zyn: want deze en dergelyke zware werktuigen door vele handen beſtierd, en met weinig Snelheid tegen een muur geſtooten, voeren niets meêr uit, dan men tegenwoordig doet met een kleinen Kanon-kogel, terwyl men maar drie of vier man van nooden heeft, om het Kanon te regeren. Indien (Pl. IV. Fig. 2.) de kogel B van 36 pond uit het ſtuk C geſchoten wordt tegen den muur AHGE, dat hy hem raakt in L zal hy dezelfde uitwerking doen, als de Storm-ram R, die 41112 pond weegt; te weten indien de kogel zoo veel ſneller bewogen wordt als hy minder Stof heeft, dan de Storm-ram. Zie de uitreekening in de 3 Aanteek. Pl. IV. Fig. 2.

In-

uit te drukken de Kragt of Hoeveelheid van Beweging in den kogel B, ſtootende in L. En wanneer, na eenige ſtooten van den Ram, de kalk of cement zoo los geworden is, dat het ſtuk van den muur ADDFE ten laatſten door een ſtoot van den Ram van F tot K voortgedreven, en zoo omvergeworpen wordt, zal het zelfde te weeg gebragt worden door éénen Kanon-kogel na het zelfde getal van gelyke ſtooten, te voren door andere kogels gedaan, gelyk we onderſtelden door den Ram geſchied te zyn; en dan zal de Hoeveelheid van Beweging in het ſtuk muurs ADDFE voortgedreven van F tot K net evengelyk zyn aan den ſtoot van den Ram of van den Kogel B.

Dit toont, hoe voordeelig de uitvinding van het Bus-kruid zy, om dat we daardoor in ſtaat zyn, om zoo onverbeeldelyke Snelheid aan een klein lighaam te geven, dat het zoo groote Hoeveelheid van Beweging zal hebben als een oneindig grooter lighaam, en daarom door zynen Bons evenveel uitwerken, ſchoon men maar weinig handen gebruike, om het te doen werken; want drie man is in ſtaat om een Kanon te beſtieren, dat zoo veel doen zal als de gemelde Storm-ram. *Die begerig is naar een omſtandiger verhaal van de Storm-rammen en Krygstuigen van de Ouden, kan ze beſchreven vinden by verſcheiden Schryvers, in 't byzonder by* Juſtus Lipſius, *Poliorch. Lib. 3. De Ram, waar van ik hier geſproken heb, is een middelſoort, zynde grooter dan ſommigen, en kleiner dan anderen, daar we by de Ouden van lezen.*

II. Les. Indien een kleine Piſtool-kogel met dezelfde Snelheid als het Ligt bewogen werd; zouw hy tegen een onbeweeglyk lighaam zoo ſterk aanbotzen als een Kanon-kogel, die 700000 maal grooter is; om dat het Ligt 700000 maal ſneller bewogen wordt dan een Kanon-kogel. Het Ligt heeft ontrent 8. minuten van nooden, om van de Zon tot ons te komen, en een Kanon-kogel zouw tien jaren werk hebben, om den zelfden weg af te leggen.

10. Gelyk de hoeveelheid van Stof in een bewogen lighaam, vermeenigvuldigd door deszelfs Snelheid, de hoeveelheid van beweging, uitwyſt; zoo wyſt de hoeveelheid van beweging, verdeeld door de Snelheid, de hoeveelheid van Stof uit; maar indien ze verdeeld wordt door de hoeveelheid van Stof, zal ze de Snelheid uitwyzen. Indien verſcheiden lighamen van verſchillende zwaarte met gelyke Snelheid bewogen worden, zullen hare bewegingen de ééne tot de andere dezelfde Evenredigheid hebben, als hare hoeveelheden van Stof.

11. Hieruit kan men door een onwederſprekelyk bewys afleiden, dat 'er een *Ydel* [*Vacuum*] is: Want indien alle lighamen, buiten Weêrſtand van de lugt, met dezelfde Snelheid naar beneden bewogen worden, gelyk in de 1 Les N. 8 en 9. bewezen is, zullen hare bewegingen,

(4) De Karteſianen onderſtellen, om hunne *Volheid* [*Plenum*] te verdedigen, een zekere *fyne Stof*, die alle ruimtens tuſſen, en alle gaatjes [*pores*] in de lighamen zouw vullen, en dat deze *fyne Stof*, door gedurig verdeeld te worden, zoo fyn wordt, dat ze nog gewigt heeft, nog weêrſtand biedt, en dat ze evenwel de oorzaak is van Zwaarte; maar een ygelyk, die deze ſtelling overweegt, zal bevinden, dat ze zigzelven tegenſpreekt. Want *voor eerſt*, indien zulk een Stof alle de tuſſenwyttens tuſſen de deelen van de lighamen vulde, zouw ze dezelven alle even vol maken: *ten tweeden*, indien ze eenige ruimte, die geen ander lighaam in zig had, vulde, moeſt ze vaſter zyn dan Goud en harder dan Diamanten, en bygevolg zouw ze geen fyn ſtof konnen zyn, gelyk ze verbeeld wordt; want een lighaam verſchilt, wanneer het vaſt of geſloten is, van het zelfde lighaam, wanneer 't tot ſtof gemaakt is, alleen om dat deszelfs deelen dan van één geſcheiden, en 'er vele ledige plaatzen tuſſen beiden zyn: gelyk een pond maſſief Goud verſchilt van evenveel Stofgoud, alleen om dat de deelen van het ſtof meer van één geſcheiden, met ledige plaatzen vermengd zyn, en in zoo vele punten niet raken, als de maſſive Klomp; daar 't Stof gemakkelyk een maſſive klomp werdt, wanneer de ledige plaatzen verdreven worden door 't vuur, dat het ſtof tot een vloeiſtof maakt, die vervolgens (na 't wegnemen van 't vuur) veranderd wordt in een maſſiven klomp, zonder iets van 't gewigt verloren te hebben. *Ten derden*, is het ongerymd, daar de Karteſianen verdedigen, dat de aarde en de lugt (die zware lighamen zyn) uit die *fyne Stof* zyn ſamengeſteld, nog te onderſtellen, dat die Stof, waar uit ze gemaakt zyn, geen gewigt zouw hebben, daar de zwaarte van eenig geheel lighaam opge-

gingen, by elkander vergeleken, de ééne tot de andere dezelfde Evenredigheid hebben, als hare hoeveelheden van Stof; maar de *beweging naar beneden*, of de kragt, die ze naar de aarde dryft, is hare *Zwaarte-kragt*. Hierom vinden we de hoeveelheid van Stof in een lighaam door deszelfs Zwaarte, die 'er altyd evenredig aan zyn moet. Nu, indien twee evengroote lighaamen in gewigt verschillen, gelyk de ondervinding dikwils leert, moeten 'er in het ligtste noodzakelyk hier en daar ledige holligheden zyn. By voorbeeld, neem twee duims Teerlingen A en B (PL. III. *Fig.* 7.) den Teerling A van Zilver en B van Kurk; gy zult bevinden, dat A 40 maal zwaarder weegt dan B. Hierom heeft B 40 maal minder stof, en moest ook 40 maal kleiner zyn, indien 'er geene ledige holligheden in waren. Of hier al tegen gezegd worde, dat de gaatjes (*Pores*) van de Kurk gevuld worden met lugt en fyne stof; die lugt en fyne stof (4) moest dan met de Kurk samen zoo zwaar wegen als het Zilver; of de beide Teerlingen konnen niet even vol zyn. II. Les. Pl. III. Fig. 7.

12. Alle de uitwerking van Werktuigen, waar door men beweging geeft of steuit, of eenigen Weêrstand overwint, hangt af van 't geen hiervoor N. 9. gezegd is.

Indien

opgemaakt worde uit de zwaarte van alle deszelfs deelen byeen genomen. *Ten vierden*, wanneer de Kartesianen hunne fyne Stof de oorzaak van de Zwaarte stellen, vergeten ze, 't geen ze 'er te voren van gezegd hadden, te weten, *dat ze geenen Weêrstand biedt*; want indien een Vloeistof door hare beweging om de aarde alle lighamen, die 'er digt by zyn, dryft, dat ze op de aarde neêrvallen, kan ze niet zonder Weêrstandbieding zyn, om dat alles wat *voort-stoot* ook *Weêrstand bieden* moet. Te zeggen, dat vaste lighamen bewegen konnen door deze fyne Stof, zonder Weêrstand te ontmoeten, maar dat de fyne Stof, wanneer ze tegen vaste lighamen loopt, dezelven uit hare plaats dryft, is een ongerymdheid een Philosoof onwaardig. Zelf willen de Kartesianen, die de Proef niet konnen ontkennen van 't Goud en de Veêr, even schielyk neêrvallende in het Ontvangglas, waaruit de lugt gepompt is (1. Les N. 8, 9.) (en de Proef is genomen in een Ontvangglas van 10 voet hoog; zie de Phil. Trans. N. 354.) eer ze hunne *Volheid* opgeven, liever zeggen, dat het Ontvangglas, wanneer 'er de lugt is uitgepompt, nog zoo vol is als te voren, maar dat het met zoo fyn een Stof gevuld is, dat 'er geen Weêrstand plaats kan hebben: zoo dat alles wel ingezien zynde de Kartesiaanse Verklaring van de Zwaarte-oorzaak, en de Onwederstaning of Onweêrstandbieding [*Non-resistance*] van hunne fyne Stof met zigzelven niet bestaan konnen. Ze vallen in vele andere tegenstrydigheden in 't verklaren van natuurlyke *Verschynzelen* door de vermogens en bewegingen in allerlei Streken, die ze aan deze fyne Vloeistof toeschryven, maar ik zal nu van dit onderwerp niets meêr zeggen, voor dat ik koom' tot de bewegingen van de hemelse lighamen.

II. Les. Indien een groot gewigt door een klein moet opgehouden worden, moet men maken, dat het kleine zoo veel meêr Snelheid heeft dan het groote als het minder Stof heeft, en deszelfs Kragt dan gelyk zynde aan die van het groote, zal 't het groote ophouden, indien ze in een tegenstrydigen Streek bewogen worden; om dat gelyke Kragten dan elkander vernietigen. Dit kan men te weeg brengen door het toestellen van de Werktuigen, en de manier, waar op men ze aanvoegt. Want indien de Snelheid van het groote gewigt zoo wel als deszelfs hoeveelheid van Stof bepaald is, als mede de hoeveelheid van Stof in het kleine; dan moet de Snelheid van het kleine (dat in dit geval 't *Vermogen* genoemd wordt) vermeerderd worden naar de Evenredigheid hier boven gemeld. Maar indien de Snelheid van 't Vermogen bepaald is, moet die van 't Gewigt in de gezegde Evenredigheid verminderd worden. De werktuigen, die tot deze einden dienen, zyn altyd zoo toegesteld, dat het Gewigt of 't Vermogen, daar zoo aangevoegd konnen worden, dat men hare Snelheid overhands evenredig kan maken aan hare massaas.

II. ONDERVINDING.

Pl. IV. Fig. 3. 13. AB Plaat IV. *Fig.* 3. zy een Hefboom of Balans, verdeeld in 20 evengroote deelen, hebbende het Middelpunt van beweging in C; indien het Gewigt W van 200 pond met een onbewegelyken haak hangt aan A, en men het zelve wil ophouden of in Evenwigt houden door middel van 't Vermogen of kleine Gewigt P van 50 pond, is het klaar, dat het geen kragt genoeg heeft in E om het gewigt W op te houden; om dat in 't bewegen van den Hefboom de punten E en A niet alleen gelykvormige, maar evengroote Bogen E*e* en A *a* beschryven zullen: zoo dat wanneer W éénen duim vordert, P ook niet meêr dan éénen duim zal vorderen; en, om dat de Snelheden even groot zynde, de hoeveelheden van beweging of Kragten zyn gelyk de Massaas, (zie N. 10.) zal het gewigt W altyd de overhand hebben, als 4 maal de Massa van P inhoudende. Maar indien men P verschuift tot B, zal het een Boog beschryven, wel gelykvormig als, maar 4 maal grooter, dan die van W beschreven wordt; dat is, het zal 4 maal schielyker dalen, dan W ryst. Indien deszelfs Snelheid dan is 4, en die van W maar 1, zal *p* of 50, vermeenigvuldigd door deszelfs

zelfs Snelheid 4, 200 geven; 't welk even gelyk is aan den Uitkomſt [*Product*] van W, of 200 vermeenigvuldigd door deszelfs Snelheid 1. II. Les.

14 Maar indien 't Vermogen P onbeweeglyk waar geweeſt in E, en 't Gewigt W bewegelyk; zouw men een Evenwigt gevonden hebben door het verminderen van de Snelheid van 't Gewigt met het zelve voort te ſchuiven tot D, alwaar het 4 maal digter aan 't Middelpunt zynde dan P, 4 maal minder Snelheid gehad zouw hebben.

15. Indien beide de gewigten beweeglyk waren geweeſt, en P maar 12 en een half pond, zouw men de Snelheid van P hebben moeten vermeerderen door het te verſchuiven tot B, de 16de verdeeling, en die van W te verminderen door het te brengen tot D, de eerſte verdeeling aan de andere zyde van het Middelpunt: want dan zouw W (200) vermeenigvuldigd door DC (1) 't welk evenredig is aan deszelfs Snelheid, gegeven hebben 200, 't welk evengelyk is aan den Uitkomſt van *p* (12½) vermeenigvuldigd door (16) deszelfs Afſtand van het Middelpunt, die deszelfs Snelheid uitdrukt. Indien men derhalven het Vermogen een weinig meêr Snelheid geeft, dan in een overhandſe Evenredigheid van de Maſſaas, zal het meêr kragt hebben dan 't gewigt, en bygevolg het zelve opligten, daar 't het te voren alleen ophield.

16. Dus zal een Man, wiens natuurlyke ſterkte niet boven 200 pond is, door middel van een Hefboom 200 veel hulp- [*relative*] Kragt verkrygen, dat hy een ſteen van 2000 pond kan opligten, door zynen Hefboom 200 aan te voegen, dat hy de Snelheid van den ſteen tienmaal minder maakt, dan die van zyn lighaam aan het andere end van den Hefboom, 't welk in dat geval tienmaal verder van de *Schraag* of het ſtut-punt af zal zyn, dan de plaats daar de ſteen op den Hefboom ruſt. Want indien een man door zyne natuurlyke ſterkte 200 pond kan opligten met een bepaalde Snelheid, is 'er geen Werktuig in de weereld, dat hem 2000 pond, die dezelfde Snelheid heeft, zal doen opligten; maar het Gewigt moet het tiende deel maar van die Snelheid hebben. Indien hy 10 Sekunden tyds van nooden heeft, om 200 pond tien voet hoog te ligten, en een ſteen van 2000 pond wil ligten met een Hefboom, welkes *Armen* (of lengtens aan elke zyde van het Middelpunt van Beweging) zyn gelyk 10 en 1; moet hy aan den langſten Arm van den Hefboom tien voet bewegen, terwyl de ſteen éénen voet beweegt, het welk

II. Les. op één uitkomt, als of, de ſteen in 10 ſtukken gedeeld zynde, elk ſtuk het ééne na 't andere éénen voet was opgeligt van den zelfden man

(5) Op dezen grond was 't dat *Archimedes* voorſtelde de geheele aarde op te ligten, indien men hem een *vaſt punt* of plaats kon aanwyzen, waar op hy zyn werktuig zetten kon, δὸς ποῦ στῶ καὶ τὴν γῆν κορμὸν κινήσω. Hy wilde daar meê te kennen geven, dat het geringſte Vermogen, door 't vermeerderen van deszelfs Snelheid, het zwaarſte Gewigt kan opligten; en dat 'er in dit opzigt gene palen zyn, wanneer men maar een plaats kan vinden voor een vaſt punt, en een genoegzamen Afſtand voor 't Vermogen. Schoon het opligten van de aarde een Stelling zy, die alleen in de Beſchouwing plaats heeft, zonder dat het met 'er daad in 't werk geſteld kan worden, zullen we ze egter uit Liefhebbery hier eens onderzoeken.

Wanneer we het gemeene Zwaarte-punt van de Aarde en de Maan nemen voor het vaſte punt (de *Schraag* of 't ſtoppunt) van onzen Hefboom, dien we onderſtellen zullen 240000 [*engelſe*] mylen lang, dat is, reikende van 't Middelpunt van de Aarde tot het Middelpunt van de Maan; zal de Maan, of een ander even zwaar gewigt, voor 't Vermogen gebruikt, in ſtaat zyn om de Aarde aan het andere end van den Hefboom op te houden, en indien ze maar éénen duim verder bewogen werd, zouw ze dezelve opligten (N. 15). Hier is de Afſtand van 't Zwaarte-punt van de Aarde uit het vaſte punt van den Hefboom 6000 [*engelſe*] Mylen, en de Afſtand van 't Zwaarte-punt van de Maan of 't Vermogen byna 40 maal grooter; en indien de Maan geſteld wordt te bewegen met dezelfde Snelheid, dat ze op de Aarde zouw vallen door de Zwaarte-kragt, indien hare voortwerpende kragt [*projectile Force*] haar niet verhinderde, zouw de Aarde eenen duim uit hare plaats bewogen worden, wanneer de Maan ontrent 40 duim bewogen was.

Indien men in plaats van de Maan een Vermogen gebruikt, welkes Kragtigheid [*Intenſity*] alleen aan een Gewigt van 200 pond gelyk is, by voorbeeld de kragt van een man, gelyk *Archimedes* voorſtelde; en de Aarde nog al ſtelt op 6000 [*engelſe*] mylen Afſtand van het vaſte punt, moet die Arm van den Hefboom, waaraan men het Vermogen voegt, verlengd worden in de Evenredigheid, die 't gewigt van de geheele Aarde heeft tot 200 pond gewigt. In dit geval zouw het end van den Hefboom geheel buiten onze Weereld reiken, tot tuſſen de vaſte Sterren, over de vyftien duizend milioenen van milioenen maal verder dan de afſtand van *Saturnus*: En indien *Archimedes* (of 't Vermogen) onderſteld wordt op het Werktuig te drukken met de Snelheid van een Kanon-kogel, zouw hy aan 't end van den Hefboom in beweging zyn boven de 26 en by de 27 milioenen van milioenen jaren, om de Aarde éénen duim op te ligten in al dien tyd, en zouw een ruimte doorgaan meêr dan 39 duizend milioenen maal grooter dan den Omtrek van den Wandel-kring [*orbite*] van *Saturnus*.

Ten gevalle van die genen, die deze reekening willen opnemen, voegen we hier de getalen by, die we gebruikt hebben.

De middelbare Middellyn van de aarde is gelyk aan 19 683 725 Paryſe voeten (*Newtons Beginzel. 3. Boek. 20. Stel. p.* 387.)

Onderſtellende de Middellyn tot den Omtrek als 7 tot 22; en vermeenigvuldigende de Middellyn door den Omtrek zult ge hebben 1 218 315 660 966 250 vierkante voeten voor de Oppervlakte van de Aarde; welk laatſte getal vermenigvuldigd door het zesde deel van de Middellyn zal geven 3 997 847 001 180 714 647 897½ Teerling voeten, in de geheele aarde bevat.

Indien men dan ſtelt, dat een Teerling voet aarde 100 pond weegt, zal men, de Teerling voeten door 100 vermeenigvuldigende, het gewigt van de geheele aarde in

man, die dat net met dezelfde moeite zouw doen, als hy den ſteen in zyn geheel in ééne reis opligt met den Hefboom (5). II. Les.

Men

in ponden hebben, *namentlyk* 399 784 700 118 074 464 789 750.

Gelyk dan 200 pond (*of de Kragtigheid van 't Vermogen*):

Is tot 399 784 700 118 074 464 789 750 (*of de Kragtigheid van 't Gewigt*) : :

Zoo is 6000 *mylen* (*de Afſtand van 't Gewigt of van 't Middelpunt van de aarde uit het vaſte punt*):

Tot 11 993 541 003 542 233 943 692 500 *mylen* (*of den Afſtand van't Vermogen.*)

Dit laatſte getal drukt niet alleen uit den Afſtand van 't Vermogen, maar ook 't getal van mylen, die 't Vermogen bewegen moet, om de Aarde één myl op te ligten, om dat de Snelheden van 't Vermogen en 't Gewigt overhands moeten zyn als hare Maſſaas. Indien men de Aarde maar éénen duim wilde opligten, moet men dat getal verdeelen [*divide*] door 66 360 (het getal van duimen in een myl) en men zal de mylen hebben, die 't Vermogen doorloopt, terwyl de Aarde éénen duim beweegt, *nam.* 189 291 996 583 668 465 020 mylen.

Om van 't gezegde een klaarder begrip te hebben, zullen we den Afſtand van 't Vermogen en den weg, dien 't af moet leggen, eens vergelyken by zekeren grooten Afſtand, die ons bekend is, en by den weg, die afgelegd wordt door een lighaam, dat we konnen waarnemen; by voorbeeld, by den afſtand van de Planeet *Saturnus*, en den weg, dien hy aflegt, wanneer hy den geheelen Omtrek van zynen Wandelkring doorloopt.

Saturnus is op zynen middelbaren afſtand van de aarde (die gelyk is aan zynen afſtand van de Zon) meêr dan 9 en een half maal (of 9, 51 maal) verder van de Zon dan de aarde, welke laatſte wy ſtellen 81 milioenen mylen van de Zon af te zyn; en wordt dus uitgedrukt door dit getal van mylen (*nam.*) 770 310 000, door welk getal verdeelende 11 993 541 003 542 233 943 692 500, zal men een getal krygen, 't welk ons toont, dat het Vermogen 15 569 745 951 035 731 maal verder van de Schraag of 't Beweeg-punt aangevoegd moet worden dan de afſtand van *Saturnus*. Indien men dan den weg, dien 't Vermogen moet afleggen (of 189 291 996 583 668 465 020 mylen) verdeelt door 4 841 948 571, het getal van mylen in den omtrek van *Saturnus* Wandel-kring, zal het Hoeveelſte [*Quotient*] toonen, dat het Vermogen moet afleggen een getal van mylen 39 094 177 438 maal grooter.

Nog eens, indien we onderſtellen, dat het Vermogen, of *Archimedes*, het verſte end van den Hefboom voortſtoot, zullen we vinden, dat, ſchoon hy zoo ſnel bewoog als een Kanon-kogel, hy egter 26 978 123 942 460 Jaar werk zouw hebben, om de aarde éénen duim te bewegen. Want, indien we ſtellen, dat een Kanonkogel met dezelfde Snelheid beweegt als het geluid, of een myl in 4½ ſekonde (gelyk uit Ondervindingen blykt) moet hy 800 mylen in een uur bewegen. En dewyl 'er 8766 uren in een Jaar zyn, is dat getal, 800 maal genomen, het getal van mylen, die een lighaam met dezelfde Snelheid als een Kanon-kogel in den tyd van een Jaar bewegen zouw. Indien men door dit getal, 't welk 7 012 800 is, verdeelt 189 291 996 583 668 465 020 (het getal van mylen, die 't Vermogen doorloopt) zal men het getal van Jaren hebben, die het beſteden moet, om den gemelden weg af te leggen, te weten 26 978 123 942 460 Jaren, *het welk te bewyzen ſtond.*

Biſſchop Wilkins *maakt in zyne* Mechanical Powers *gewag van een ſamengeſteld Werktuig van Raderwerk, daar de aarde door opgeligt zouw konnen worden, zonder het Vermogen te doen werken op een grooten Afſtand van de aarde; maar 't geen hy 'er van zegt, hangt geheel en al af van den zelfden grondregel; want in dat geval moet het Vermogen (indien 't gelyk is aan 't geen wy geſteld hebben) gaan een lengte gelyk aan de mylen, daar wy van gewaagd*

II. Les. *Men kan de natuur niet veranderen. Indien men ſterkte wil winnen, moet men tyd verliezen, en indien men tyd wil winnen, moet men meêr ſterkte aanwenden* (6).

17. Wan-

waagd hebben, om de aarde éénen duim op te ligten; ſchoon de Lyn, waar in het beweegt, maar een Cirkel zy van éénen voet over 't Kruis: want laat het Werktuig gemaakt zyn zoo het wil, het onderſcheid der Snelheden van 't Vermogen, en 't Gewigt zal altyd overhands wezen als hare Maſſaas (of Kragtigheden, wanneer men het Vermogen aanmerkt als een bewogen Hoeveelheid van ſtof) wanneer ze elkander evenaren [balance]; *en de minſte byvoeging van Snelheid (in deze rekeningen gedurig onderſteld) zal het Vermogen doen overwegen.*

(6) Uit gebrek van dit wel te overwegen is 'er in 't maken van Werktuigen veel tyd en geld onnut verſpild van hen, die zig verbeelden, dat men kragt kon maken alleen door de gedaante van een Werktuig; daar nogtans de regte kenners van de Beweegkunde ons leeren de Vermogens niet te maken, maar aan te voegen, gelyk we ze in de natuur vinden: want we bedriegen ons zelven, indien we denken, dat door middel van eenig Werktuig één man het werk van twéé zal doen in den zelfden tyd, onderſtellende, dat zy dezelfde ſterkte hebben, en gebruiken. Dit niettegenſtaande moet men de wetenſchap van de beweging en het toeſtellen van Werktuigen niet als onnut verwerpen; want alle noodwendigheden en geryfelykheden van 't leven zyn we ſchuldig aan de Kunſten en Handwerken, die door deze Wetenſchap zyn uitgevonden. In 't uitvoeren van vele werken hebben we dikwils gebrek aan tyd, wanneer we genoegzame ſterkte of kragt hebben, en weêr gebrek aan kragt, wanneer we wel wat tyd konnen miſſen. In zulk een geval moet een goed Kunſtenaar toeleggen, om de Vermogens aan te voegen naar mate van den tyd. Dus moet men in 't maken van Havens, in 't aanleggen van Dyken, Beeren of Waterkeeringen, daar elk Tij het werk kan beſchadigen, en een Spring-tij het zelve geheel onderzetten, *zoo vele menſen gebruiken, als by elkander konnen werken.* In ſommige gevallen, by voorbeeld in 't ligten van blokken Marmer of andere zware goederen uit een ſchip op de Kaai, kan men niet veel volk gebruiken, om dat ze niet wel by elkander konnen ſtaan aan het zelfde blok; of om dat ze niet alle te gelyk konnen ligten; of om dat ze hunnen laſt al opgetild hebbende daar niet bekwamelyk meê konnen voortgaan; of om dat, indien zy dat al konden doen, de planken, waar over ze moeten gaan, of de ladders, waar op ze klimmen moeten, hen met den laſt niet konnen dragen. Dan moet men een Werktuig gebruiken (by voorbeeld een Kraan) waar meê één man het werk van 10 of 20 kan doen, maar hy moet 'er ook 10 of 20 maal langer over bezig wezen. Evenwel is het Werktuig volſtrekt noodzakelyk, om dat zonder het zelve 't werk niet gedaan kan worden. Hierom moet men 'er een genoegzamen tyd aan beſteden, zonder welken een groote ſterkte van geenen dienſt zouw zyn. Zoo moeten we in 't Bouwen ook Werktuigen gebruiken, om groote ſteenen en balken boven te brengen, waar toe we zoo veel meêr tyd moeten beſteden, als de kragt van 't volk, dat aan het Werktuig arbeidt, minder is dan de kragt, die 'er noodig zouw zyn om den ſteen op te voeren, indien 'er de handen zelf onmiddelyk aan geſlagen werden; maar dan beſlaat het Werktuig ook weêr minder plaats, en 't overige volk kan tot wat anders gebruikt worden. In het droogmaken van Mynen zyn we altyd bepaald aan den tyd, om dat de onderaardſe Wellen gedurig water toevoeren, terwyl 'er een kragt gebruikt wordt, om het uit te putten, en in zulk een geval moet het Vermogen (dat is, deszelfs *Kragtigheid*) grooter zyn dan

de

17. Wanneer de Snelheid van 't Gewigt zoo wel als deszelfs hoe- II. Les.
veelheid van Stof, als mede de Snelheid van 't Vermogen bepaald is; moet 'er, indien 't Vermogen niet genoegzaam is, om 't Gewigt op

de hoeveelheid van water, dat in een zekeren tyd moet opgevoerd worden, dat is, het Vermogen moet in ſtaat zyn, om zonder Werktuig van den grond tot boven den put (onderſtel dat een Paard een emmer ophaalt aan een touw, dat over een enkele Rol loopt) te halen een Gewigt zwaarder dan 't gewigt van water, dat toevloeit, in den tyd dat het Vermogen een ruimte doorloopt, gelyk aan of zoo lang als de diepte van den put. Werktuigen gebruikt men om 't water te beter te lozen, en niet om eenigen graad van kragt te winnen, dewyl men altyd wat verlieſt— Zo veel namenlyk beſteed wordt, om de deelen van het Werktuig te bewegen, die op elkander niet konnen werken, zonder een Vryving, die een gedeelte van 't Vermogen verſpilt; zoo dat het beſte Werktuig is, 't welk uit de minſte deelen beſtaat*. En die voorgeeft door behulp van Werktuigen te konnen winnen met grooter Gewigt, of grooter Watervat op te brengen door het zelfde Vermogen, bedenkt niet, dat het zoo veel langzamer zal ryzen, en dus aan de Wellen tyd geven, om naar Evenredigheid meêr water toe te voeren; of indien men 't Vermogen (by voorbeeld een Paard of Paarden) door 't byvoegen van eenig deel aan 't Werktuig, ligter doet gaan, dat 'er dan op eenmaal minder water zal worden opgevoerd. *Dit kan* die genen, die belang hebben in Mynen, Waterwerken, Molens of andere Handwerken, op hunne hoede doen zyn, om niet bedrogen te worden door Kunſtenaars, die voorgeven (en zig dikwils zelf ook inbeelden) dat zy door een nieuw uitgevonden Werktuig alle anderen overtreffen, en één Paard zoo veel doen uitvoeren als anders drie of vier. Dit komt voort uit hunne onkunde van de grondregels van beweging, welker kennis hen zouw bevryden van onmogelyke dingen in 't werk te willen ſtellen. Het was te wenſen, dat onze Werktuigmakers, die dikwils Vinding genoeg hebben, maar in 't algemeen zeer onbedreven zyn in de Wiskunſt, zig wat meêr op die Wetenſchap toeleiden; ten minſten om 'er zoo veel van te weten als hen in hunne Kunſt kon dienen; of dat eenigen van de beſte Wiskunſtenaars het niet beneden hunne waardigheid oordeelden de Werkluiden te onderregten, en wat meêr werks te maken van de Werktuigen, dan ze in 't gemeen gewoon zyn, 't welk hunne Beſchouwingen van meêr dienſt zouw doen zyn voor 't mensdom. Daar zyn 'er, die te dom, en geen handen hebbende om Proeven te nemen, te groots zyn om het te bekennen, en daarom den ſpot dryven met het handelen van Werktuigen; niet bedenkende, dat die weergalooze Heer *Izak Newton*, daar ze met alle andere Filoſofen veel agting voor hebben, zoo veel (indien niet meêr) Proeven genomen heeft, dan iemand in de weereld, en de Meetkunſt [*Geometry*] niet verder geagt heeft, dan zoo veel ze dienſtig is, om ons te helpen in 't nemen van Proeven en Waarnemingen, en 'er gevolgen uit trekken, na dat men ze genomen heeft; zoo dat de bevordering van de Natuurkunde het doelwit en gevolg moet zyn van de gemengde Wiskunſt, dat is van de Beweeg- en Meetkunde. Een Schryver, die met de pen de Schermkunſt leerde, zouw dikwils, wanneer 't op een vegten aankwam, alzoo verlegen ſtaan, als een ander, die een dollen

* *Al wat tot het opvoeren van Water behoort zullen we omſtandiger overwegen, wanneer we tot de Kunſt van Waterwegen* [Hydroſtatic] *gekomen zyn.*

II. Les. op te ligten, zoo veel Stof bygevoegd worden, dat de Som van deszelfs geheele Maſſa, vermeenigvuldigd door deszelfs Snelheid, gelyk worde aan de ſom van 't Gewigt, vermeenigvuldigd door deszelfs Snel-
Pl. IV. Fig. 3. heid. By voorbeeld, indien 't Gewigt W, (Pl. IV. *Fig.* 3.) nog al geſteld zynde 200 pond, vaſtgemaakt wordt in A, en 't Vermogen *p*, van maar 12½ pond, vaſt gemaakt wordt in B; is het voor 't genoemde Vermogen onmogelyk het Gewigt op te houden, zoo lang des-

len drift meêr agte dan de geheele Kunſt van Schermen, alleen met dit onderſcheid, dat de laatſte veel beter in ſtaat zouw zyn om zyn party te vellen; gelyk ongeſtudeerde luiden dikwyls verwonderenswaardige Werktuigen voor den dag gebragt hebben. Het Werktuig te *Marly*, dat van een gemeen man van *Luik* gemaakt is, die geene kennis altoos van de Wiskunſt had, heeft vele voortreffelyke uitvindingen, maar 't brengt zoo veel water niet op, als 't wel zouw konnen doen, om dat de Meester niet wiſt uit te rekenen, hoe hy 't Vermogen van de *Seine* het meeſte voordeel moeſt geven.

Wanneer groote Werken of Handwerken zoo beſtierd worden, dat een groot gedeelte van de Kragtigheid van 't Vermogen onnut verſpild, en maar weinig daar van beſteed wordt, om wezentlyken dienſt te doen; by voorbeeld, wanneer 'er noodelooze Vryvingen zyn, voortkomende van een kwade toeſtelling van het geheele Werktuig, of een verkeerde gedaante van 't ééne of 't andere deel, of de handeloosheid van de Werkluî; of wanneer de menſen of paarden enz. maar een klein gedeelte van die kragt oeffenen, die ze zonder zig te vermoeijen of te benadeelen konden aanwenden, kan een Kunſtenaar met vrugt zyne bekwaamheid aanleggen, om de gedaante of de deelen en bewegingen van het Werktuig te veranderen. Een blyk hier van kan men zien in 't Garen of Zye twynen. Wanneer in dit werk 50 menſen een Gewigt van een half pond zouden bewegen of een weêrſtand gelyk aan een half pond overhalen, terwyl ze hunne hand ronddraaijen (daar één mens gemakkelyk 25 pond kan opligten met dezelfde Snelheid, wanneer zyne hand 10 uren op een dag beweegt) kan men een Werktuig toeſtellen, waar meê één mens zyne geheele ſterkte gebruikende het werk van vyftig menſen zal doen in den zelfden tyd. Dus konnen Werktuigen ons in vele andere gevallen groot voordeel geven, door die kragt of Kragtigheid van 't Vermogen, of Vermogens, die te voren niet wel of in 't geheel niet gebruikt was, te doen werken. Dit is te *Derby* op een zeer kunſtige wys in 't werk geſteld van de Heeren *Thomas* en *Joannes Lombe*, die tot het twynen van *Italiaanſe* Zyde de kragt van een Waterrad gebruiken, zonder eenig gedeelte van 't vermogen te verliezen of kwalyk te beſteden.

Dewyl de eigenaars van dit kunſtige Werktuig de beſchryving van het zelve of eenige van deszelfs bewegingen niet gaarne gemeen gemaakt willen hebben, zal ik 'er hier maar in 't algemeen verſlag van doen, *nam.*, dat het heeft

26 586 *Raderen*,
97 746 *Bewegingen*,
73 728 *Yards zyde windt, terwyl het Rad eens rond gaat, 't welk driemalen in een minuut geſchiedt*,
318 504 960 *Yards Zyde tuſſen nagt en dag*, en bygevolg
99 373 547 550 *Yards Zyde in een jaar.*

Eén Waterrad maakt alle de andere Raderen en bewegingen aan 't gaan, welke elk op zig zelven en onafhangelyk van de anderen geſteuit konnen worden. Een Vuurtuig (Fire-Engine) brengt lugt by elk byzonder deel van 't Werktuig, en één Leijer beſtiert het gantſe werk.

deszelfs hoeveelheid van Stof niet viermaal verdubbeld of tot 50 pond gemaakt worde, en dan zal 50 × 16 gelyk zyn aan 200 × 4; om dat de Afſtanden hier zyn gelyk de Snelheden. II. Les.

Somtyds moet men een zwaar lighaam of gewigt een aanmerkelyken graad van ſnelheid geven gelyk de alouden moeſten doen, om groote Steenen te werpen met dat ſoort van *Steen-ſchieters* [*Baliſtæ*] die zy *Scorpiones* (7) noemden, en dan moet het Vermogen mer-

(7) De Schorpioenen waren werktuigen om Pylen, Vuurballen of groote Steenen te ſchieten. De beſchryving van dezelven kan men vinden by *Vitruvius* en den gemelden *Lipſius Polior.* Lib. 3. Dial. 4. waar uit ik de teekeningen, in de IV en V. Pl. vertoond, genomen heb. De vierde *Fig.* van Pl. IV. verbeeldt één van deze Werktuigen, geladen. Het punt A van den langſten Arm AC, dat in zynen natuurlyken ſtand om hoog gehouden wordt door de vaten ſteen of Gewigten B, B, neêrgebragt zynde tot A, (door het touw RR en de lits *a*, getrokken door behulp van 't Rad W en 't Rondzel in I over de rollen M en L) wordt belet weêr te ryzen door den bout HH, wat tapsgewys gemaakt. Wanneer de lits *a* dan losgemaakt wordt van A, en de Werp-ſlinger S geladen wordt met den Kloot of Steen T, is de Schorpioen gereed, om geloſt te worden, het welk geſchiedt door een harden ſlag van een hamer tegen het end H*i* van den bout, of wanneer men den bout ſchielyk uittrekt met een touw, want dewyl A dan niet meêr neêrgehouden wordt, ryſt het met een groote Snelheid door het dalen van de gewigten B, B, en dewyl één van de litzen van den Werpſlinger los ſlipt van het punt A, 't welk tot dat oogmerk Kegelsgewys gemaakt is, vliegt de ſteen af, gelyk verbeeld wordt in de 1. *Fig.* Pl. V. die een andere Schorpioen is, een weinig verſchillende van de eerſte. Al het onderſcheid is hierin gelegen, dat dewyl in deze laatſte Figuur het loſſende end A nader aan den Beweeg-as DD is, dan het zelfde end in de Figuur van de voorgaande Plaat, de Katrol L (Pl. V. Fig. 1.) op zulk een wys wordt aangevoegd, dat ze de Krik I van het Rondzel, dat het Rad W draait, tweemaal ligter doet bewegen, dan in 't voorgaande geval: en wat de uitwerking belangt, geſteld zynde dat de gewigten B, B even zwaar zyn in beide de Schorpioenen, zal de laatſte een zwaarder kloot ſchieten, maar die dan minder Snelheid zal hebben dan de eerſte. In beide de gevallen draait de Schorpioen op den Voet C, en de gantſe Stelling HI om den Standerd C*c*, om het Werktuig naar alle kanten te konnen beſtieren. De haak H, Pl. V. Fig. 1. doet het zelfde als de bout H, Pl. IV. *Fig.* 4. Pl. V. Fig. 1. Pl. IV. Fig. 4.

Van hoe groote kragt en hoe veel in getal die Werktuigen ook zyn mogten, zyn ze egter by ons geſchut niet te vergelyken, nog in opzigt van de kragt nog handelbaarheid. Biſſchop *Wilkins* zouw dezelven, gelyk ook eenige anderen hebben gedaan, den voorrang boven ons Geſchut niet gegeven hebben, indien hy ze wat naauwkeuriger beſchouwd, en hare kragt uitgerekend had.

Om dit te beveſtigen, zullen we de kragt van éene dezer Schorpioenen eens onderzoeken, onderſtellende haar veel grooter, dan ze bekwamelyk meê gevoerd zouw konnen worden (want dat ze draagbaar waren, blykt uit het verhaal, dat 'er *Ceſar* een goed getal van te Veld had) en we zullen bevinden, hoe veel ze by de kragt van een ſtuk Geſchut te kort zal ſchieten.

Onderſtel dat AD, Pl. IV. *Fig.* 4. de ſtaart van de Schorpioen, of dat end, dat Pl. IV. Fig. 4.

II. Les. merkelyk grooter zyn dan 't Gewigt: want dewyl het zelve nader aan 't Middelpunt van beweging is dan het Gewigt, dat geworpen of geſchoten moet worden, moet het ook zwaarder zyn in een overhandſe Evenredigheid van die Afſtanden, wanneer 't Gewigt maar opgehouden wordt, en nog zwaarder, om het lighaam, dat geworpen moet worden, een genoegzame Snelheid by te zetten (*Zie dezelfde 7. Aanteek.*) Maar dit alles zal beter verſtaan worden, wanneer we komen tot het beſchouwen van de *Vermogens van Werktuigen*, [*mechanical Powers*] en 't gebruik van eenvoudige en ſamengeſtelde Werktuigen; waar toe we eenige Kunſtwoorden moeten verklaren, en agt geven op eenige Waarheden, die een Werktuigmaker of gebruiker bekend moeten zyn.

BEPALINGEN.

18. Een *Gewigt* is alle lighaam, dat opgehouden, opgeligt, of neêrgedrukt, geſtooten of getrokken, of op eenige andere manier bewogen moet worden; zoo dat de uitdrukking van een *Gewigt op te*

den ſteen of kloot ſchiet, 24 voet lang is, en de korte armen D B, die de vaten B, B, dragen, elk agt voet lang. Indien de vaten met zoo veel ſteen geladen worden, dat ze elk 1000 pond wegen, en de ſtaart neêrgebragt wordt tot A, om den ſteen T te ſchieten; kan de grootſte ſnelheid, die men 'er aan geven kan, nooit boven de 96 voet in een Sekonde wezen, om dat de gewigten in B niet ſchielyker konnen vallen dan 16 voet in een Sekonde, ſchoon ze in haren val het Werktuig niet bewogen; maar dewyl men met reden mag onderſtellen, dat het opſtooten van het end A, geladen met het voort te werpen lighaam [*projectile*] T, dezelven de helft zal vertragen, zoo volgt, dat het lighaam T maar 48 voet ver in een Sekonde voortgeworpen zal worden, het welk ontrent 24 maal minder is dan de beweging van een Kanon-kogel, en daarom zal de uitwerking van een Schorpioen 48 maal minder zyn dan die van een ſtuk Geſchut, dat een Kogel van dezelfde zwaarte ſchiet. Daar en boven moet 'er meêr man gebruikt worden, om dat Werktuig te regeren, en meêr tyds beſteed worden, om A door behulp van 't rad W neêr te trekken, dan om een ſtuk Geſchut te laden; want indien men bedenkt, dat de kragt, die 'er noodig is, om de vaten met ſteen geladen op te ligten, en om de vryving te overwinnen, maar gelyk is aan 2500 pond, en dat de Ingenieur die de Krik draait in I, zyne hand beweegt door een ſpaatzie van $3\frac{1}{2}$ voet in een Sekonde ('t welk het meeſte is, dat hy doen kan, indien de kragt, die hy gebruikt, gelyk is aan 25 pond), moet hy 7, 6 minuten of meêr dan een half kwartier uurs beſteden, om de Krik te draaijen door een ſpaatzie van 1600 voet, om de vaten 16 voet hoog te ligten. Dit moet, behalven den tyd, die 'er vereiſt wordt, om den bout H vaſt te zetten, en den ſteen T in den Werp-ſlinger S te ſchikken, de werking zoo vertragen, dat de Schorpioenen zyn voort te werpen lighaam niet boven 6 maal in een uur kan loſſen

te ligten, van een wyduitgeſtrekte beteekenis is in de Beweegkunde; gelyk ze ſomtyds gebruikt wordt van het heijen van een paal in den grond, ſomtyds van het ſteuiten van een bewogen lighaam, gelyk het loopen van water, enz. II. Les.

19. Een *Vermogen* [*Power*] is alles, wat men gebruikt, om een zwaarte op te ligten in den zoo even genoemden zin, het zy dat Vermogen zelf zy een zwaar lighaam, een Veêr, de beweging van water, lugt, róók, vlam, of perſing van waaſſem, door vuur uit eenige vogten opgeheven; of de kragt van een dier, werkende door zyne ſterkte of zwaarte of door beide te gelyk.

20. De *Kragtigheid van een Vermogen* [*Intenſity of a Power*] is deszelfs Kragt op zig zelve, dat is, de kragt, die het heeft, wanneer deszelfs Snelheid geſteld wordt gelyk te zyn aan die van 't Gewigt; want deszelfs *Bewegende* of *Werkende* kragt kan grooter of geringer zyn, naar mate dat deszelfs Snelheid vermeerderd of verminderd worde in opzigt van die van het Gewigt. By voorbeeld,

Wanneer een Man het Vermogen is, en hy een zeker Gewigt van den grond kan opligten, zal dat Gewigt uitdrukken, of even gelyk

loſſen, daar een ſtuk Geſchut gemakkelyk tweemaal zoo dikwils in een uur kan ſchieten.

Wanneer men nu beſchouwt, hoe zwaar zulk een Schorpioen, als we beſchreven hebben, wegen moet, zal men bevinden, dat ze alzoo moejelyk te vervoeren is, als 't Geſchut. De Standaard C moet 30 voet lang zyn, en, zal hy genoegzame ſtevigheid hebben, mag men hem wel $13\frac{1}{2}$ duim over 't Kruis ſtellen, het welk 30 Teerling voeten hout zal uitmaken, dat, indien 't eiken hout is, ontrent 50 pond de voet weegt. Laat het lighaam en de ſtaart van de Schorpioen A B B met de vaten B, B nog 50 voet zulk hout uitmaken, de ſtelling K H 60 voet, en het rad W met het Rondzel aan de Krik I, de Katrollen, Touwen en 't Yzerwerk van 't Werktuig zoo zwaar wegen als nog 60 Teerling voet eikenhout. Dit alles zal met elkander 190 Teerling voet maken, die vermenigvuldigd door 50 pond, geven 9500 pond, een gewigt, dat het Werktuig zeer onhandelbaar maakt, ſchoon het uit één genomen worde. Hierom mogen we wel vry ſtellen, dat de Schorpioenen veel kleiner zyn geweeſt, dan die ik beſchreven heb, zoo dat hare uitwerking by die van ons Geſchut niet te vergelyken is. Die de moeite wil nemen, om de kragt van eenig ander Krygstuig van de ouden uit te rekenen, zal vinden, dat ze ver te kort ſchieten by de uitwerking van 't Buskruit; inzonderheid wanneer hy bedenkt, hoe groote kragt het ſpringen van een Myn kan doen, waar door groote rotzen in ſtukken ſpringen, en zoo groote menigte aarde en ſterke muren worden opgeligt, dat alle de Werktuigen, die de *Romeinen* in hunne Legers gebruikten, indien ze te gelyk op één gedeelte van een Veſting konden aangelegd worden, niets zouden uitregten, 't welk halen kon by die nieuwe uitvinding van een draagbaar poeijer, dat zulk een ongemeten kragt in zoo klein een begrip bevat.

II. Les. gelyk zyn aan de *Kragtigheid van 't Vermogen*; want in dit geval, wat Werktuig men ook gebruiken mag, zal dat gedeelte van 't Werktuig, waar aan het Gewigt behoorlyk gevoegd is, net zoo snel bewegen, als dat gedeelte, waar op de man met alle zyne kragt werkt.

Pl. IV. Fig. 3. Dus zal een man, die op het punt E (Pl. IV. Fig. 3.) de vierde verdeeling van de Balans A B, kan drukken met een kragt van 200 pond, net ophouden het Gewigt W, of 200 pond, 't welk aan de andere zyde net even ver hangt van het Middelpunt van Beweging.

21. De *Streeklyn* [*Line of Direction*] is die lyn, volgens of langs welke een Gewigt of Vermogen werkt, of tragt te werken (8).

22. Een Vermogen kan werken volgens allerlei Streken; maar een Gewigt heeft maar éénen Streek, welke is naar het Middelpunt van de aarde, langs welken Streek alle zware lighamen tragten te dalen, en het met 'er daad ook doen, indien 'er geene hinderpalen in den weg zyn; zoo dat de *Streeklyn van een Gewigt* een lyn is, getrokken uit deszelfs Middelpunt van Zwaarte tot het Middelpunt van de aarde.

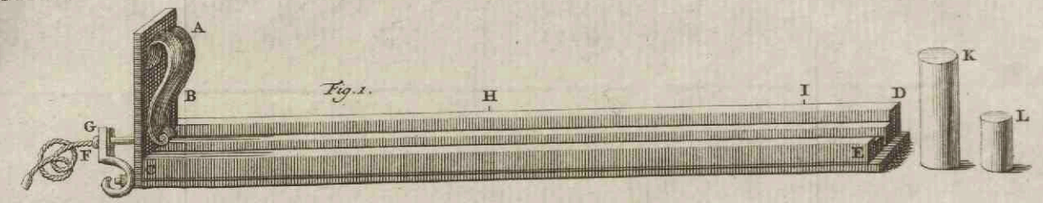
23. Het

(8) Schoon men een zwaar lighaam als Pl. V. Fig. 2. A (Pl. V. Fig. 2.) door een ingedrukte Kragt of Kragten, kan doen bewegen in allerlei Streek, zal egter (dewyl het altyd zyne neiging [*Tendency*] naar het Middelpunt van de aarde behoudt, die 't, indien 'er geene verhindering was, den naasten Pl. V. Fig. 3. weg daar na toe zouw voeren) deszelfs *natuurlyke* Streek-lyn altyd gaan door het Middelpunt van de aarde; en indien het lighaam, terwyl het door zyne eigen Zwaarte-kragt daalt, verhinderd wordt door één of meêr hellende Vlaktens, als B G, G D, en vervolgens neêrgebragt wordt in een kromme Lyn (N. 48) uit hoofde dat de Streek van zyne beweging verschrikt, of weêr opgevoerd wordt langs een andere Vlakte D E, moet men de Lyn Pl. V. Fig. 4. 1 2 3 4 6 of 1 2 3 4 5, die het beschryft, deszelfs *Streek-lyn* niet noemen; maar wanneer het lighaam van het punt 1 van tyd tot tyd komt tot de punten 2, 3, 4, zyn deszelfs Streek-lynen 1*c*, 2*c*, 3*c*, 4*c*, die alle naar het Middelpunt van de aarde strekken, en, om haren grooten afstand van dat punt, wel voor evenwydig gehouden mogen worden, of wel voor één en dezelfde Lyn.

Maar de Streek-lyn van een Vermogen verandert naar de verscheiden aanvoeging van 't Vermogen, in wat Lyn het lighaam, waar op gewerkt wordt, ook bewogen mag worden. Zoo is, wanneer het zware lighaam A (Pl. V. *Fig.* 3.) (welkes Streeklyn is *c* C) aan een touw hangende, gehouden wordt van de hand in H, de Streeklyn van 't Vermogen, dezelfde met die van 't Gewigt; maar indien het touw gebragt wordt over de Katrol B, konnen de Streek-lynen van 't Vermogen zyn de één of de andere van de Lynen B G, B F, B E, B D, terwyl de Streeklyn van 't Gewigt altyd dezelfde blyft. Zelf, indien men het lighaam A (Pl. V. Fig. 4.) waar op door het Vermogen gewerkt wordt in I, doet bewegen in de Lyn *c* D, langs de Vlakte M B, is *c* D de Streek niet van 't Vermogen maar A I. En, indien dat lighaam geligt wordt van E tot F door middel van de Wigge K F L, daar onder getrokken (terwyl een plank of onbeweeglyke Vlakte het in H G stut, dat het niet

uit

PL. IV.


A
B
G
F
Fig. 1.
H
I
D
E
K
L

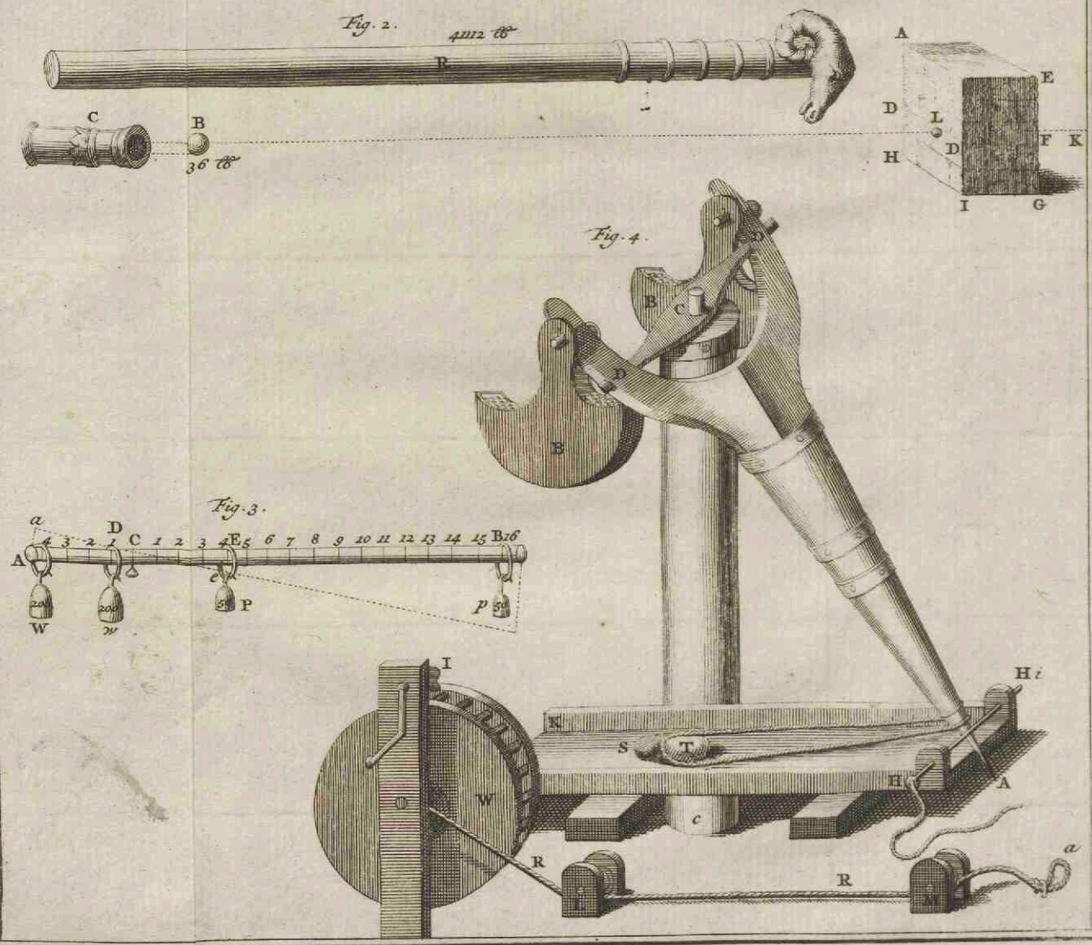
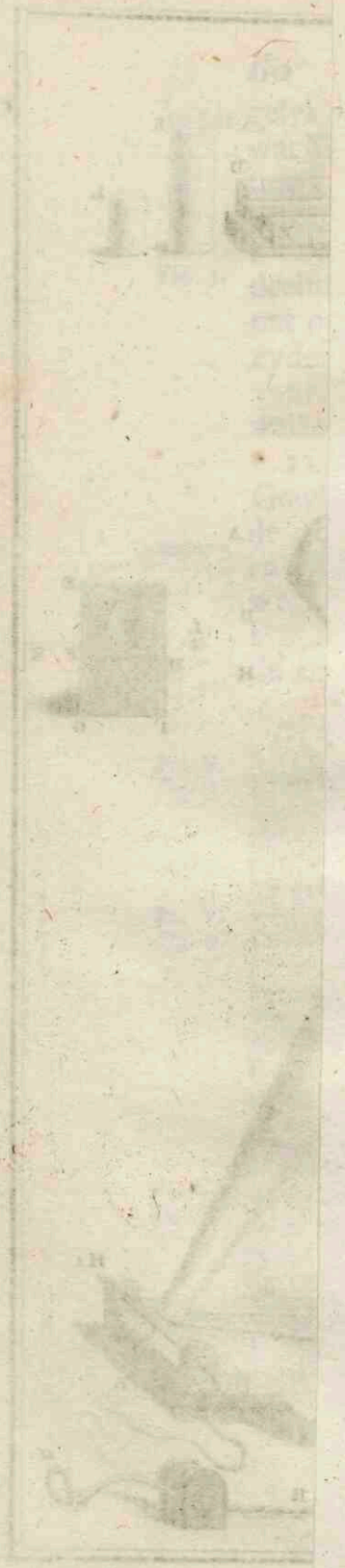

Fig. 2.
4112 lb
P
C
B
36 lb
A
E
D
L
D
F K
H
I
G
Fig. 4.
B
C
D
B
H i
I
K
S
T
H
A
W
c
R
R
a

Fig. 3.
a
D
A
4 3 2 1 C 1 2 3 4 E 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 B 16
e
20 lb
20 lb
5 lb
P
p 5 lb
W
w



23. Het *Middelpunt van Beweging* [*'t welk we in 't vervolg noemen zullen* Beweeg-punt] is dat punt, om het welk een lighaam of Werktuig in 't ronde bewogen wordt, of tragt te bewegen, wanneer het niet geheel kan ronddraaijen, of niet met 'er daad ronddraait; en dan beſchryven alle de deelen van het lighaam Cirkels of Bogen van Cirkels rondom het Middelpunt van Beweging. *Dit Middelpunt kan men overal nemen naar het maakzel van 't Werktuig.* II. Les.

24. Het *Middelpunt van Zwaarte* [*'t welk we in 't vervolg alleen* Zwaarte-punt *zullen noemen*] is een punt rondom welk alle de deelen van een lighaam *in Evenwigt* zyn. Het wordt aangemerkt als het midden van 't gewigt van het lighaam, ſchoon het dikwils niet in 't midden van 't lighaam zelf zy; en indien het lighaam aan dat punt wordt opgehangen, zal het in allerlei ſtand hangen; anders zal het Zwaarte-punt zoo laag zakken, als het kan.

III.

uit de Lyn E F gaat) zal de Streeklyn van 't Vermogen zyn L B: maar indien het lighaam op de waterpas Vlakte L geplaatſt is in K, en men onderſtelt dat de Wigge of de hellende Vlakte F onbeweeglyk is, en dat de Vlakte H G beweegt van K tot G, en het lighaam opſtoot in de Lyn K G, doet het Vermogen, werkende in de Streeklyn K G, het zware lighaam ryzen tot de hoogte E F, 't zy het bewege in de Lyn K G, 't zy regt op in de Lyn E F, om die hoogte te krygen.

Hier uit volgt, dat men de Snelheid van een Vermogen niet op dezelfde wys moet aanmerken als de Snelheid van een Gewigt (uitgezonderd, wanneer een Vermogen ryſt of daalt regtſtreeks uit of naar het Middelpunt van de aarde) want de *Snelheid van een Vermogen* is *de weg, dien het doorloopt in een zekeren tyd*, die grooter of kleiner kan zyn, om het zelfde werk te verrigten, naar de manier, waar op het aan gevoegd wordt. By voorbeeld, het Vermogen B (Pl. V. Fig. 4.) beweegt alleen de lengte L K, wanneer het gewigt ryſt door de Lyn E F met de Wigge L F K te trekken door E F; maar indien 't het opſtoot langs F K, onbeweeglyk onderſteld zynde, moet het bewegen de geheele lengte van de Spanzy [*Hypothenuſe*] F K van den Driehoek L F K. Maar 't zy het Gewigt ryze van K, 't zy van E tot het punt F, moet deszelfs Snelheid maar genoemd worden E F, om dat, wat Lyn het ook door mag loopen, het alleen de hoogte E F ryſt, of verder bewogen wordt van het Middelpunt van de aarde Zoo is op dezelfde wys de Snelheid van A (Pl. V. Fig. 2.) niet meêr dan 1 *c*, wanneer het lighaam door een veel langer weg loopt, te weten van 1 tot 6 door de punten 2, 3, 4, langs de Vlaktens B G, G D. Hierom *moet de Snelheid van een Gewigt altyd gemeten worden door de Lyn van deszelfs ryzing regt op, of daling regt neêr, die aanwyſt hoe veel nader of verder het van 't Middelpunt van de aarde gebragt zy.* Pl. V. Fig. 2.

Men moet hier bedenken, dat deze Bepaling voornamenlyk behoort tot dat gedeelte van de Beweegkunde, dat de werkingen van lighamen op elkander door behulp van Werktuigen beſchouwt. Pl. V. Fig. 4.

III. ONDERVINDING.

Pl. V. Fig. 5. 25. BQ (Pl. V. Fig. 5.) is een rond Bord, met deszelfs Middelpunt C opgehangen aan de punten van de verende Nyper A. Wanneer men het Bord ronddraait, zullen de teikentjes, daar op gemaakt, K en Q beſchryven de Cirkels K*k* en Q*q* rondom het Beweeg-punt C, 't welk hier het Middelpunt van Grootte is. Indien het Beweeg-punt in eenig ander punt was genomen, 't welk niet te gelyk het Middelpunt van Grootte was, by voorbeeld in *c* (Pl. V. Fig. 6.) zouden K en Q nog al Cirkels beſchryven om het Beweeg-punt, ſchoon het Middelpunt van Grootte dan haar gemeen Middelpunt niet zyn zouw; maar zelf een Cirkel zouw beſchryven als C*d* om *c*, het Beweeg-punt. Indien het opgehangen lighaam niet geheel rond gaat, gelyk hier de zyde R ſteuit tegen den top van den Nyper in *q*; zullen de punten Q, K en C in plaats van Cirkels maar Bogen beſchryven van de Cirkels Q*q*, K*k*, C*d*.

Pl. V. Fig. 6.

Pl. V. Fig 5. 26 Indien C (Pl. V. Fig. 5.) het Zwaarte-punt van 't lighaam, en het lighaam daar aan opgehangen is, en rondgedraaid wordt om dat

(9) Wanneer men een plank, overal even dik, op het ſcherp van een driehoekigen Balk [*Prisma*] P*p* (Pl. V. Fig. 8 en 9.) of op den ſcherpen kant van een ander regt lighaam waterpas plaatſt, zoo dat ze in Evenwigt legt, moeten alle lighamen, die men op zulk een plank in diervoegen plaatſt, dat zy haar Evenwigt niet verſchrikken, één Zwaarte-vlakte hebben, (dat is een Vlakte, waar in haar Zwaarte-punt is) regt over de ſcherpte, die de plank ophoudt. Een andere Stand van 't lighaam, indien het Evenwigt behouden wordt, zal een andere Zwaarte-vlakte geven, welker Snyding een Zwaarte-As zal geven, of een Lyn, waar in het Zwaarte-punt is. Men kan een derden Stand aan 't lighaam geven, om een derde Zwaarte-vlakte te vinden, welke de twee anderen zal ſnyden in regte Hoeken, of in eenigen wyden Hoek, en de gemeene Snyding [*Interſection*] van de drie Vlaktens zal net het Zwaarte-punt geven. Indien het lighaam, welkes Zwaarte-punt men zoekt, lang en buigelyk is, zoo dat het niet overdwars op de gemelde plank kan leggen, moet men een tweede plank op de eerſte leggen met een pen in 't Middelpunt, die rond kan draaijen zonder het evenwigt te verſchrikken. Dan konnen lange lighamen, op deze laatſte plank gelegd, gemakkelyk op de plank bewogen worden, om hare verſcheidene Zwaarte-vlaktens te vinden. Zoo kan men het Zwaarte-punt vinden van 't lighaam van een mens of beeſt [*gelyk in gemelde Figuren te zien is.*] Wat het lighaam van een mens belangt, het is aanmerkelyk, dat het Zwaarte-punt zoo wel in vette als in magere (ja zelf in een geraamte) altyd ontrent op dezelfde plaats is, te weten in 't Bekken [*Pelvis*]; tuſſen de Heupen, de Schaamte-beenen, en het onderſte gedeelte van het Ruggebeen. Het opligten van de armen en beenen

Pl. V. Fig. 8 en 9.

dat punt, kan het geſteuit worden in allerlei Stand van de punten K en Q, en zal dan in ruſt blyven; maar indien het lighaam opgehangen wordt aan *c* (Pl. 5. Fig. 6.) 't welk het Zwaarte-punt niet is, zal het Zwaarte-punt C zoo laag dalen als het kan, te weten tot C. II. Les. Pl. V. Fig. 6.

Maar indien C (Pl. V. Fig. 7.) *het Zwaarte-punt, en geplaatſt is regt over het Beweeg-punt* K, *zal het lighaam in dien Stand blyven*; want dewyl het Zwaarte-punt tragt te dalen langs de Lyn CK, die de Streek-lyn is van 't lighaam (in welke Lyn het punt K onderſteund wordt) drukt het regt op het punt K, 't welk opgehouden wordt door den Nyper; *maar indien het lighaam maar een weinig bewogen wordt*, dat het Zwaarte-punt C gebragt worde naar *d* of *e*, *zal het lighaam* draaijen, en *niet ruſten, voor dat het Zwaarte-punt kome tot* M regt *onder het Beweeg-punt*, wanneer het lighaam zal vallen in den Stand *edf*. Pl. V. Fig. 7.

IV. ONDERVINDING.

27. Hier uit kan men een manier afleiden om het Zwaarte-punt van allerlei lighamen volgens de Beweeg-kunde [*Mechanically*] (9) te

nen doet het Zwaarte-punt wel een weinig ryzen, maar egter is 't zoo geplaatſt, dat de leden vry genoeg rondom het zelve bewegen konnen, terwyl het Zwaarte-punt zelf veel minder beweegt, dan dat het in eenig ander deel van 't lighaam geplaatſt was. Een beeld, ſchoon het een menſen-gedaante hebbe, heeft zyn Zwaarte-punt op dezelfde plaats niet als een mens; want indien 't hol is, zyn de hollighеden niet op dezelfde plaatzen als in een menſen lighaam, en in een maſſief naakt beeld is het Zwaarte-punt hooger dan in een mens. Ik maak hier gewag van, om dat men in 't regten en vaſtzetten van een beeld (inzonderheid indien het op de wind moet ſtaan) wel agt moet geven, dat men het Zwaarte-punt plaatze over 't midden van het Voetſtuk. Indien de geſteltenis van 't beeld dat niet toelaat, moet men het meeſt verzekeren aan die zyde, die 't verſte uit het Zwaarte-punt is.

De Wiskunſtenaars geven, in 't voorſchryven van Regels om het Zwaarte-punt van lighamen te vinden, eerſt voorſchriften om het Zwaarte-punt te vinden van 2 of meêr Lynen, vervolgens van den Omtrek van Figuren, dan van Vlaktens; want ſchoon de Lynen en Oppervlaktens niet afzonderlyk van de lighamen beſtaan, merken ze egter de Lynen aan als ſmalle lighamen overal van dezelfde ſtof, en Vlaktens als heele dunne lighamen, en van die beſchouwing gaan ze ordentelyk voort tot het vinden van 't Zwaarte-punt van vaſte lighamen. Dr. *Wallis* heeft dit onderwerp omſtandig verhandeld in zyne Beweeg-kunde in het Hoofdſtuk *van 't zoeken van't Zwaarte-punt*, en de Heer *Ozanam* in het derde Hoofdſt. van zyne *Weegkunde* [*Static*] in 't vierde Deel van zyne *Wiskunſt*.

Ik zal hier eenige van de gemakkelykſte en gebruikelykſte voorſchriften opgeven, en

II. Les. te vinden. AB (Pl. VI. Fig. 11) zy een lighaam, welkes Zwaarte-
Pl. VI. Fig. 11. punt men vinden moet. Indien het aan 't ééne of 't andere deel, by

en den Lezer, die 'er meêr van wenſt te weten, wyzen tot de gemelde Schryvers, en andere Wiskunſtenaars die over 't Zwaarte-punt in 't byzonder geſchreven hebben.

Indien men een Lyn aanmerkt als een oneindig dunnen draad overal van dezelfde ſtof, zal haar Zwaarte-punt zyn in haar middelſte punt (N. 29) gelyk het punt I in de Lyn AB (Pl. VI. Fig. 1.) Stel een andere Lyn, CD in wat Stand in opzigt van AB het ook zouw mogen wezen; trek uit I, het Zwaarte-punt van AB, een Lyn (onderſteld zynde zonder Zwaarte te wezen) tot K, het Zwaarte-punt van CD, dan zult ge haar gemeene Zwaarte-punt hebben in G door deze Evenredigheids rekening. [*Analogy*]

AB + CD : CD : : KI : IG (N. 39).

En indien de tweede Lyn kleiner geweeſt was dan AB, by voorbeeld, indien men FE genomen had in de plaats van CD, zouw het gemeene Zwaarte-punt geweeſt zyn in H; om dat (volgens N. 39) AB + FE : FE : : KI : IH.

Indien 'er drie Lynen zyn ('t zy ze een Spaatzie inſluiten, zoo dat ze den Omtrek van een Driehoek maken 't zy niet) kan haar gemeene Zwaarte-punt gevonden worden op dezelfde wys, als dat van drie lighamen (N. 40) Dus kan 't op gelyke wys gevonden worden van 4 of meêr Lynen, en bygevolg van Veelhoeken [*Polygons*].

Men moet wel bedenken, dat het Zwaarte-punt van vlakke Oppervlaktens het zelfde niet is met het Zwaarte-punt van hare Omtrekken, uitgezonderd wanneer ze regelmatig zyn.

Dus zal in den Driehoek ABC (Pl. VI. Fig. 2.) die niet gelykzydig is, het Zwaarte-punt van den Omtrek zyn in H, nader aan den Hoek B dan 't punt I, 't welk het Zwaarte-punt van den Driehoek is. Want daar (volgens N. 40.) D en E de Zwaarte-punten zyn van de twee Lynen AB en BC, is F haar gemeene Zwaarte-punt, en H het gemeene Zwaarte-punt van de drie Lynen AB, BC, en CA.

Om het Zwaarte-punt van een Driehoek te vinden, moet ge een Lyn trekken uit het midden van de ééne of de andere Zyde tot haren tegenovergeſtelden Hoek, by voorbeeld GB. Neem GI = $\frac{1}{3}$ van de genoemde Lyn, en het punt I zal het Zwaarte-punt van den Driehoek zyn. En dewyl alle regtlynige Figuren in Driehoeken verdeeld konnen worden, zal het gemeene Zwaarte-punt van alle de Driehoeken het Zwaarte-punt van de Figuur wezen.

Laat AB en CD (Pl. VI. Fig. 3.) twee Grootheden wezen ('t zy Oppervlaktens, 't zy lighamen) welker byzondere Zwaarte-punten zyn in F en G, dan zal het Zwaarte-punt van hare Som, of van AD, in E zyn. Maar indien ge het Zwaarte-punt wilt hebben van 't Verſchil van twee Grootheden, welker byzondere Zwaarte-punten bekend zyn; (by voorbeeld, het Zwaarte-punt van CD, die 't Verſchil is van de twee Grootheden AB en AD, welker byzondere Zwaarte-punten zyn F en E) trek FE en verleng die Lyn naar G, en ge zult G, het gezogte Zwaarte-punt, vinden door deze Evenredigheids-rekening, CD : AB : : FE : EG. Dat is, *Gelyk het Verſchil is tot de kleinſte Grootheid; zoo is de Lyn* FE : *tot de Lyn* EG, *of de lengte van de verlenging van de Lyn* FE.

Het Zwaarte-punt van een Kegel is in deszelfs As op den afſtand van een vierde deel van den Voetſteun: by voorbeeld in den Kegel ABC (Pl. VI. Fig. 4.) welkes As DC is, zal het Zwaarte-punt in F zyn, dewyl FD gelyk is aan $\frac{DC}{4}$. Maar in een kegelſe Oppervlakte zal het Zwaarte-punt $\frac{1}{3}$ van de lengte van den As van den Voetſteun af zyn; dat is, DF zal even gelyk zyn aan $\frac{DC}{3}$.

ABIK

by voorbeeld A zoo wordt opgehangen, dat het vryelyk bewegen kan op de pen in A, en een Lood-lyn AP aan dezelfde pen hangt, moet II. Les.

ABIK zy een geknotte Kegel, om des zelfs Zwaarte-punt te vinden, zoo maak hem tot een volkomen Kegel, die dan ACB zal zyn. Na dat ge dan gevonden hebt het Zwaarte-punt van den Kegel ABC (te weten het punt F) en 't Zwaarte-punt van den Kegel ICK ('t welk het punt E is) voeg deze Zwaarte-punten door de lyn FE; bedenkende dan, dat ABKI het verſchil is van de twee grootheden ACB en ICK, zult ge deszelfs Zwaarte-punt door den bovengemelden Regel vinden, en 't zal zyn in G: want AB|K: IKC : : EF : FG.

Indien men een emmer van koper, tin of hout maakt van de gedaante van een geknotten Kegel, zal het Zwaarte-punt van zulk een vat niet op dezelfde plaats wezen, wanneer het leeg, als wanneer het vol is, welke aanmerking dikwils te pas komt in de Beweegkunde in 't algemeen, en in de Kunſt van Waterleiding [*Hydraulics*] in 't byzonder. Want om deze reden zullen vaten van de gemelde gedaante, opgehangen en beweeglyk om pennen of een As (die 'er tuſſen het Zwaarte-punt van 't ledige en 't Zwaarte-punt van 't volle vat doorſteekt) met den bodem naar boven keeren, wanneer ze leeg zyn, en regt op ſtaan met den bodem naar beneden, wanneer ze vol zyn; of in tegendeel haren mond naar boven hebben, wanneer ze leeg zyn, en overſtelpen, en zig lozen, zoo haaſt ze geheel vol zyn.

ABED (Pl. VI. Fig. 5.) zy de ſnê van een geknot hol kegels-vat, welkes mond is AD. Deszelfs Zwaarte-punt zal door de bovengemelde regels gevonden worden in *c*; maar dewyl de bodem of bodem-plaat BE eenig gewigt heeft, zal het Zwaarte-punt neêrgebragt worden tot C. Het Zwaarte-punt van 't volle vat (dat zoo veel als een maſſive geknotte Kegel is) zal in K zyn. Hierom kan zulk een vat, indien de ophang-As geſteken wordt tuſſen deze twee Middelpunten, als in O (Fig. 6.) wanneer 't leeg is, op en neêrgetrokken worden met den mond neêrwaarts, maar, wanneer 't vol is, zal het opkomen met den mond naar boven. Dit komt te pas in een Emmer-ketting, die over een As of Klaauw-rad [*Rag-wheel*] gaat, om water te putten uit een diepte, en 't boven weêr in een bak te lozen. Pl. VI. Fig. 6.

Maar indien *abed* (Fig. 7.) zulk een vat is, alleen met dit onderſcheid, dat de bodem gezet in het naauwſte end *ed*, en de mond in *ab* is, zal het Zwaarte-punt van 't lege vat (de bodem niet gerekend) in *c* zyn, maar door 't gewigt van den bodem gebragt worden tot C. Het Zwaarte-punt van 't volle vat zal in K zyn. Indien zulk een vat wordt opgehangen tuſſen deze punten gelyk in O (Fig. 8.) zal het met den mond opwaarts blyven hangen, zoo lang het leeg is, maar kenteren, zoo haaſt het vol is. Zulk een emmer kan van gebruik zyn, om water op te halen door een Werktuig, met een paar emmers, gehegt aan een Bóóm, beweeglyk om een Middelpunt, dat van beide de enden niet evenver af is, op zoodanige wys, dat een emmer aan den kortſten arm een emmer aan 't andere end ophaalt, en zyn water boven in een bak doet lozen. Maar een korte beſchryving en afbeelding zal dit beter doen begrypen. Pl. VI. Fig. 7. Pl. VI. Fig. 8.

A, A (Pl. VI. Fig. 9.) zyn twee waterleidingen, loopende uit een Beek of Fontein in de twee emmers D en E, houdende D ontrent 40 ſtoop, en de *Los-emmer* genoemd, en E de *Gaar-emmer* houdende minder dan een vierde deel van D, by voorbeeld 9 ſtoop. Pl. VI. Fig. 9. Pl. VI. Fig. 5.

DE is een Hefboom of Balk, beweeglyk om den As of 't Beweeg-punt C, 't welk onderſchraagd wordt door de ſtutten F, F, tuſſen welke de emmer D kan dalen, wan-

II. Les. moet deszelfs Zwaarte-punt C onder of liever agter die lyn wezen, om dat het vallen zal beneden het Beweeg-punt A. Merk of teeken
Pl. VI. Fig. 12. die lyn AB op het lighaam, gelyk in Pl. VI. Fig. 12.; en hang het lighaam dan op aan eenig ander gedeelte als F; evenwel zoo, dat het Beweeg-punt niet zy in de bovengemelde Lyn AB. Hang 'er dan het Paslood aan in F, en de lyn FD onder de Loodlyn FP zal de lyn AB snyden, en aanwyzen dat het Zwaarte-punt in C is: want dewyl het in de Lyn AB en in de Lyn FD beide moet zyn, kan 't niet anders wezen dan in het punt C, alwaar zy elkander snyden.

NB. *We hebben hier niet in aanmerking genomen de dikte van het lighaam, maar indien men het stelt een stuk van een plank te wezen, gelyk de Figuur verbeeldt, moet men 'er maar aan de andere zyde de proef van nemen, en men zal een ander punt* C *vinden, net tegen over het eerste punt* C. *De Lyn, die deze twee punten samenvoegt, zal de* As van zwaarte *en het midden van die Lyn het Zwaarte-punt wezen.*

28. Hier uit volgt ook dat een lighaam, van wat gedaante het zouw mogen wezen, niet vallen kan, wanneer deszelfs Zwaarte-punt wordt opgehouden of ondersteund. En wanneer een lighaam in Evenwigt is, moet deszelfs Zwaarte-punt in een Lyn wezen, die door het Beweegpunt en het Middelpunt van de aarde gaat, welke de Streeklyn is van zware lighamen, hier voor (N. 22) gemeld. Dus is
Pl. VII. Fig. 1. Pl. VII. Fig. 1. alwaar een Tabakspyp op iemands vinger in Evenwigt gehouden wordt, het punt C, net over den vinger, het Zwaarte-punt.

V. ONDERVINDING.

29. In lighamen, die regelmatig en overal van dezelfde stof zyn, is het Zwaarte-punt in het midden van 't lighaam: dat is in deszelfs Middel-

wanneer de andere emmer geligt wordt. DC is tot CE, gelyk 1 tot 4.

GL is een staande stuk, door welkes top de Hefboom KI beweegt om 't mid-
Pl. VI. Fig. 10. delpunt L, somtyds rustende op de stut H, en somtyds daar van afgeligt wordende door de drukking van den arm CE op het end I.

De emmer D heeft zynen mond opwaarts, terwyl hy leeg is, wanneer hy op de bovengemelde wys hangt. Het end D met zynen emmer is ook ligter, dan het end met den emmer E, wanneer ze beide leeg zyn. Door het verschil van de opening der Waterleidingen wordt D by na zoo schielyk gevuld als E, en terstond overwegende zakt hy neêr tot D (Fig. 10.) en ligt daar door het tegenovergestelde end van den Hefboom met zynen emmer E op tot den bak M, waar in hy zyn water looft, maar met één stort de emmer D, vol wordende, ook zyn water uit, en het end van den Hefboom E komt weêr waterpas neder, en staande op het

Middelpunt van Grootte; gelyk blykt in het lighaam A B (Pl. V. Fig. 5.) het welk, opgehangen aan deszelfs Middelpunt van Grootte C, en dan rondgedraaid, blyven zal in allerlei Stand, waar in men het ſteuit; maar in Fig. 6 van die zelfde Plaat, alwaar het zelfde lighaam opgehangen is aan een ander punt *c*, zal het niet ruſten, voor dat het punt C neêrgedaald zy beneden *c*, of 'er regt boven zy, gelyk hier voor gezegd is. Maar indien het zelfde lighaam, het welk geſteld was te zyn een Cirkelrond ſtuk hout (by voorbeeld van eikenhout) op de ééne plaats digter en vaſter is dan op de andere, of dus gemaakt wordt door het inlaten van een ſtukje lood in 't hout, gelyk in M (Fig. 7.) zal het Zwaarte-punt niet meêr in C, maar in K, en dit het eenige punt zyn, waar aan het lighaam opgehangen in allerlei Stand zal blyven ruſten. Indien het lighaam opgehangen werd aan het punt C, zouw het alleen in tweederlei Stand konnen ruſten, te weten, wanneer het lood opgebragt zynde tot *l* het Zwaarte-punt in C is (N. 24.) of wanneer het lood in M, en het Zwaarte-punt in K is (N. 24). Indien het lighaam overal van dezelfde ſtof, maar niet regelmatig was, zouw het Zwaarte-punt ook het zelfde niet zyn met het Middelpunt van Grootte. Indien men de pyp (Pl. VII. Fig. 1.) breekt in C, deszelfs Zwaarte-punt, zal men, beide de ſtukken wegende, bevinden, dat 'er meêr ſtof is in de helft C B, dan in de andere helft, of de Schenk A C.

II. Les. Pl. V. Fig. 5. Pl. V. Fig. 6. Pl. V. Fig. 7. Pl. VII. Fig. 1.

30. Dewyl elk lighaam, dat wy in de Beweegkunde [*Mechanics*] beſchouwen, niets anders is dan een vergaring van verſcheiden andere lighamen of deelen, is het Zwaarte-punt van een lighaam niets anders dan het gemeene Zwaarte-punt van alle deszelfs deelen. Bygevolg,

het end I van den belaſten Hefboom I K, ligt hy het gewigt K, waar door de kragt van zynen ſlag gebroken wordt. Indien de afſtand A B, of de Waterval ontrent zes voet is, zal dit Werktuig het water in den bak M 24 voet hoog brengen. Zulk een Werktuig is zeer eenvoudig, en kan gemaakt worden naar Evenredigheid van den Waterval, het water, dat men verſpillen mag, en de hoogte, waar toe het gebragt moet worden.

„ Eenige jaren geleden liet zeker Heer „ my een Mal van zulk een Werktuig „ zien, 't welk iets van dit verſchilde, „ maar zoo gemaakt was, dat het het wa„ ter opſtopte in A, A (Fig. 9.) wanneer „ de Hefboom D E begon te bewegen. „ Hy verhaalde my, dat hy een Werk„ tuig, 't welk met dat Malovereenkwam, „ in *Ierland* had laten maken, dat ontrent „ een half Okshoofd water in den tyd „ van een minuut 40 voet hoog bragt, en „ geen 40 [*engelſe*] ſchellingen 's jaars van „ verſtellen koſte, en dat het maken van „ een nieuw ook niet heel hoog liep.

II. Les. gevolg, indien 'er verſcheiden lighamen in eenig Werktuig vereenigd zyn, of eenige lighamen, byeen gevoegd, geligt moeten worden, moet men geen agt meêr geven op de byzondere Zwaarte-punten van de verſcheiden lighamen, die dat ſamenſtel uitmaken, maar alleen op het gemeene Zwaarte-punt van het geheel. Dus moet een Windmolen onderſtut worden onder het gemeene Zwaarte-punt van alle hare deelen, en hare Streeklyn moet vallen langs den As van de Spil, om welke ze draait: en een Kraan op een Kaai of een Scheepsdok (welk geheele Werktuig rond draait) moet hare Streek-lyn in haren As hebben (10).

VI. ONDERVINDING.

Pl. VII. Fig. 2. 31. Laat de Lyn AB (Pl. VII. Fig. 2.) verbeelden een effen roede of getrokken draad, in twee evengroote deelen verdeeld in C; dan zal deszelfs Zwaarte-punt in C wezen (N. 29). En indien twee evengroote en even zware lighamen aan deszelfs enden zoo geſtoken worden, dat ze hare Zwaarte-punten hebben even ver van C, zullen ze in Evenwigt zyn om het genoemde punt, het welk dan haar gemeene Zwaarte-punt zal worden, en blyven, het zy de lighamen daar nader aan komen, het zy ze 'er verder van afwyken, naar Evenredigheid van hare Maſſaas. Het zelfde zal geſchieden, indien de lighamen van ongelyke grootte zyn als A en *b*, welker Maſſaas tot elkander dezelfde Evenredigheid hebben als twee en één, mits dat het groote lighaam in A zy tweemaal nader aan het gemeene Zwaarte-punt *c* dan het kleine lighaam *b*: en *c* zal het Zwaarte-punt van deze lighamen blyven, ſchoon zy bewogen werden in een zeer grooten afſtand van elkander, behoudens dat hare afſtanden van het genoemde punt overhands zyn als hare Maſſaas, gelyk we gezegd hebben.

32. Derhalven, wanneer twee lighamen elkander naderen, of van elkander afwyken met Snelheden, die in een overhandſe Evenredigheid

(10) Dit is niet volſtrekt waar in de praktyk; om dat men de kragt in agt moet nemen, waar mede de wind de geheele Windmolen te rug zet door een gedeelte van hare drukking, terwyl ze met het overige de Zeilen doet omgaan, en daarom moet de Streek-lyn, die door het Zwaarte-punt gaat, voor den As van de Spil vallen, digter aan de Zeilen. Zoo moet men ook in een Kraan (te weten in zulk een, die met het Gewigt geheel rond draait) agt geven op het Gewigt, dat geligt moet wor-

heid zyn aan hare Maſſaas, zal haar Zwaarte-punt in ruſt blyven. II. Les.
En indien de lighamen aan den getrokken draad vaſtgemaakt zynde, het Zwaarte-punt onderſteund wordt door een Tap of Punt, hoe ſnel men de lighamen ook doe draaijen om het Zwaarte-punt, en om elkander, zal egter het Zwaarte-punt in ruſt blyven (11) en de lighamen zullen gelykvormige Cirkels beſchryven rondom het zelve, en het ééne rondom het andere, dewyl het ééne het andere nooit kan overmeeſteren [N. 25]. Indien ze in eenigerlei manier voorwaarts gebragt worden door de ééne of de andere van buiten op haar werkende Kragt naar Evenredigheid van hare Maſſaas, zal haar Zwaarte-punt eenpariglyk voorwaarts gaan in een regte Lyn, en bewegen eveneens of de twee lighamen in het genoemde punt vereenigd waren. Indien ze voortgeworpen worden, zal haar Zwaarte-punt bewegen in dezelfde kromme Lyn, waar in alle Voortgeworpen lighamen bewogen worden, het zy ze in hare beweging rondom elkander draaijen of niet. Dit ziet men duidelyk in de beweging van een Pyl, van Ketting- en Bout-kogels of van een ſtok, uit de hand geworpen, dewyl het Zwaarte-punt van elk van deze lighamen bewogen wordt op dezelfde wys als een enkele Kloot zouw doen. Dus beſchryft de Maan nog de Aarde in hare beweging om de Zon geene van beide den grooten Kring [*Magnus Orbis*]; maar haar gemeene Zwaarte-punt beſchryft hem op dezelfde wys, als zy doen zouden, indien ze beide in dat punt vereenigd waren, of op dezelfde wys als de aarde alleen geſteld wordt dat te doen, wanneer men op die ongelykheden van beweging geene agt geeft: en mits dat hare afſtanden van het gemeene Zwaarte-punt een overhandſe Evenredigheid hebben tot hare Maſſaas, mogen hare afſtanden van elkander grooter of kleiner zyn in allerlei Evenredigheid. Indien 'er in onze Weereld geene andere lighamen waren dan de Aarde en de Maan, en dezelven rondom elkander draaiden, zouw haar Zwaarte-punt altyd in ruſt blyven.

VII.

worden; en het Zwaarte-punt van de Kraan zoo veel agter het Gewigt plaatzen, dat de Streek-lyn maar door het midden van den Standaard kan gaan, wanneer 't Gewigt (dat het Zwaarte-punt vooruit brengt) aan de Kraan hangt.

(11) Zie den Ridder *Izak Newtons Beginz.* het vierde Gevolg van de Wetten van Beweging. 2den Druk p. 17. [3*de druk* p. 19.]

VII. ONDERVINDING.

33. Indien 'er by de twee lighamen A en B gevoegd wordt een derde in D (Pl. VII. Fig. 3.) zoo groot als één van de twee, breng A en B tot haar gemeene Zwaarte-punt, en merk ze aan als één lighaam even gelyk aan beide, en geplaatst in C; dan zult ge het gemeene Zwaarte-punt van C en D vinden in K (N. 31.) zoo veel nader aan C, als de Massa van het lighaam of de lighamen in C de Massa van het lighaam in D te boven gaat. Indien het nieuwe lighaam maar half zoo zwaar weegt als de anderen, moet het verschoven worden tot *d*, zoo dat de afstand K*d* viermaal zoo groot zy als de afstand KC. Indien dan CD een getrokke draad is, en ondersteund wordt onder K, zullen de drie lighamen (het zy men D, 't zy *d* gebruike) op die wys worden opgehouden; alleen moet men bedenken, dat met het Zwaarte-punt net in K te nemen, men geen agt moet geven op het gewigt van den draad, welkes dikte men onderstellen moet verminderd te zyn tot *in 't oneindige*, zoo dat men den draad moet aanmerken als een Lyn in de Wiskunst zonder zelfstandigheid of gewigt.

Pl. VII. Fig. 3.

VIII. ONDERVINDING.

34. Wanneer men op dit Zwaarte-punt van de drie lighamen legt een plat driehoekig lighaam *abc* (Pl. VII. Fig. 4.) met deszelfs Zwaarte-punt net over K, daar op een vierkant als *defg*, daar op een cirkelrond als *hli*, alle op dezelfde wys, zal het geheel worden opgehouden door het punt K te ondersteunen. Hier uit blykt, dat indien het gantse gewigt van een lighaam gebragt wordt tot deszelfs Zwaarte-punt het (werken zal als een zwaar lighaam, dat is) *wegen* [*gravitate*] net op dezelfde wys als het te voren deed.

Pl. VII. Fig. 4.

35. Indien deze drie lighamen, vereenigd tot, of werkende op elkander op wat wys het ook zouw mogen wezen naar Evenredigheid van hare Massaas, omgevoerd worden rondom haar gemeene Zwaarte punt, zal dat punt in rust blyven, om dezelfde reden als het geschieden zouw met twee lighamen; om dat allerlei getal van lighamen in dit opzigt tot twee gebragt kan worden. Dus blyft in onze

onze Weereld, waar in de Zon en alle de Dwaalſterren om haar gemeene Zwaarte-punt bewogen worden, dat punt in ruſt in 't midden van de Weereld: ſchoon we de Zon in 't gemeen aanmerken als onbeweeglyk in 't midden van onze Weereld, om dat, gelyk ze onbedenkelyk veel meêr ſtof heeft dan alle de Dwaalſterren met elkander, dat Middelpunt ook altyd zeer digt is aan 't Middelpunt van de Zon. II. Les.

36. Het gebeurt dikwils, dat het Zwaarte-punt van een lighaam, of van een ſamenvoeging van lighamen niet in het lighaam zelf is, of in één van de ſamengevoegde lighamen; maar dit niettegenſtaande moet men deszelfs ondersteuning, daling, of beweging in allerlei Streken op dezelfde wys aanmerken, als of 'er dat punt waarlyk in was. By voorbeeld, ſtel eens, dat de lighamen A en *b* (PL. VII. Fig. 2) de lengte A*b* van elkander af zyn, en dat *ab* niet meêr een Draad, maar dat A*b* een Lyn is, die haren afſtand verbeeldt; dan zal men vinden, dat het Zwaarte-punt in *c* is buiten de lighamen. PL. VII. Fig. 2.

En indien men in plaats van den draad CD (PL. VII. Fig. 3.) ſtelt, dat het lighaam D aan de twee anderen A en B gevoegd is door de getrokken Draden AD en BD, zal het Zwaarte-punt in K nog in de lighamen, nog in den Draad zyn; zoo dat, indien men de voorſchreven lighamen wilde ophouden, men het ééne of 't andere van dezelven, of het ééne of 't andere deel van den Draad zouw moeten ondersteunen, by voorbeeld G, 't welk het Beweeg-punt geworden zynde, zal het Zwaarte-punt K (indien de lighamen in een vrye beweging hangen) daar net onder komen; of indien men het punt H ondersteunt, zullen de lighamen in ruſt blyven, om dat het Zwaarte-punt net over H, het Beweeg-punt, is. PL. VII. Fig. 3.

In den Ring AB (PL. VII. Fig. 5.) is het Zwaarte-punt in geen van deszelfs deelen; maar het kan door alle andere deelen ondersteund worden, als door O of E enz. Op dezen voet heeft de Ring van *Saturnus* zyn Zwaarte-punt in het lighaam van *Saturnus* zelf. PL. VII. Fig. 5.

En ſchoon het gemeene Zwaarte-punt van de Zon, Maan en Aarde binnen in het lighaam van de Zon zy, is egter het gemeene Zwaarte-punt van de Maan en de Aarde in geene van beide de lighamen, maar tuſſen dezelven in.

37. Dewyl OE de Streeklyn is, is het klaarblykelyk, dat in allerlei Stand van een lighaam of van een ſamenvoeging van lighamen, *Indien het punt van Ophanging, of het Beweeg-punt in eenig gedeelte*

van

II. Les. *van de Streeklyn is, het lighaam of de lighamen in dien Stand zullen blyven; anderſints zal het Zwaarte-punt zoo laag dalen als het kan, en door zyne beweging den Stand van 't lighaam of de lighamen veranderen.*

IX. ONDERVINDING.

38. Van dezen Grondregel hangen verſcheiden zonderlinge *Verſchynzelen* af. By voorbeeld, de dubbele Kegel of Spil ACBD, Pl. VII. Fig. 6. (Pl. VII. Fig. 6.) gelegd in E op het laagſte gedeelte van de Leijers EF,

(12) Laat de Spil of dubbele Kegel van Pl. VII. Fig. 6. hier Fig 8. endelings verbeeld wor Fig. 8. den. AF is één van de ryzende Leijers, waar op het lighaam rollen moet, AG de waterpas Lyn, B de top van éénen van de Kegels. Laat FG het onderſte gedeelte van de Schroef S gemaakt worden even Pl. VII. gelyk aan *e* E, 't welk een weinig minder Fig. 9. is dan de halve middellyn van den gemeenen Voetſteun van de twee Kegels; of ('t geen het zelfde is) laat EF een andere waterpas Lyn wezen, gaande een weinig onder B, den As van de Kegels, en BF zal de weg van 't Zwaarte-punt van 't lighaam zyn, en dewyl deze Lyn een Helling heeft naar S, moet het Zwaarte-punt van 't lighaam dalen, en by gevolg het lighaam voorwaarts brengen, ſchielyker of langzamer, na dat de Helling ſteiler of flaauwer is.

Pl. VII. Fig. 7. De Rol (in de 7. Fig) is van ligt hout, met een kleine Rol van lood in K, daar geheel en al door gaande digt aan de kromme Oppervlakte, en evenwydig met den As van de groote Rol, met oogmerk, om 't Zwaarte-punt van 't ſamengeſtelde lighaam te verſchuiven van den As M tot de Lyn KO. De Rol moet dan op de hellende vlakte AC zoo gelegd worden, dat het Zwaarte-punt van de Rol kan dalen, terwyl ze rolt naar R, 't welk haar de Vlakte zal doen opgaan, tot dat het Zwaarte-punt zoo laag gedaald is, als het kan. Daar moet een touw gehegt zyn aan 't bovenſte gedeelte van de Vlakte, en om de Rol geſlagen zyn, om ze voor ſlippen te bevryden, wanneer de Vlakte niet waterpas is, gelyk in de Figuur.

Dewyl de lengte van de Rol niets doet tot haar oprollen op, of onderſchraging door behulp van de hellende Vlakte, zullen we, in 't beſchouwen van de Beweging van de Rol op de Vlakte, verſcheidenlyk geplaatſt, (in de 9. Fig. van deze Plaat) alleen beſchouwen de Sneden van de Rol, de Vlakte, en 't Waterpas. PTA is de Snê van de houte Rol, CA die van de looden, C het Zwaarte-punt, M het Middelpunt van Grootte, en PQ de Snê van de Vlakte, die we voor eerſt waterpas ſtellen.

Ik zeg, *voor eerſt*, Indien P*a* genomen wordt op PQ even gelyk aan PTA, den halven Omtrek van de Rol, dat het punt *a* de verſte plaats zal zyn, die de Rol met rollen bereiken zal.

Wanneer de Middellyn PA, die door het Zwaarte-punt C gaat, in den Haak is met de waterpas Vlakte, gelyk in de Figuur, zal de Rol ſtil leggen, om dat het Zwaarte-punt regt over het Beweeg-punt in P is (N. 26) maar zoo haaſt C nog zoo weinig helt naar Q, zal het lighaam rollen, tot dat het punt A kome tot *a*, beſchryvende den halven Cirkel-trek [*Cycloïd*] A*a*, terwyl alle de deelen van den halven Cirkel de ééne voor en de andere na zig voegen op de Lyn P*a*, die de Voetſteun van den Cirkel-trek is. Dat de Rol geheel tot *a* zal gaan, kan men duidelyk begrypen, wanneer men (N. 24.) bedenkt, dat C*c* de weg van 't Zwaarte-punt

E F, zal van zelf naar F F bewegen, ſchoon deze enden tot de hoogtens F G gerezen worden door de Schroeven F G; en zal dus ſchynen opwaarts te bewegen. En de Rol M, (Pl. VII. Fig. 7.) welker Zwaarte-punt is midden tuſſen K en O, zal wezentlyk tegen de hellende Vlakte A C oprollen, mits zy voor uitſchieten bevryd worde door het touw R *r*. Hoe hoog F G (Fig. 6.) zyn mag naar Evenredigheid van de dikte van de Spil A B C D; of B C (Fig. 7.) naar Evenredigheid van de Rol M, wordt hier onder bewezen in de (12) Aanteekening. II. Les. Pl. VII. Fig. 7. Fig. 6. Fig. 7.

39. Maar eer we meêr van deze Verſchynzelen voorſtellen, zal 't niet

punt is, 't welk niet in zyn laagſte plaats is, voor dat het gekomen zy tot *c*, en vervolgens ryzen moeſt naar *x*, indien het lighaam verder oprolde; en om deze reden, indien 't lighaam door de verkregen Snelheid voort ging tot Q, zouw het Zwaarte-punt, terwyl het van *x* weêr neêr komt, het lighaam te rug brengen tot *a*; wanneer de Middellyn P A weêr in den Haak is op 't Waterpas, maar in den omgekeerden ſtand *ap. Het welk te bewyzen ſtond.*

Ik zeg *ten anderen*, indien de Vlakte helt naar het Waterpas in een Hoek, welkes regte Hoekmaat [*right ſine*] evengelyk is aan M C, den afſtand van het Middelpunt van Grootte uit het Zwaarte-punt, de halve Middellyn van de Rol de *Straal* zynde, dat de Rol op zulk een Vlakte gelegd, nog ryzen nog dalen zal, wanneer het Zwaarte-punt regt over het punt T is, alwaar de Rol de Vlakte raakt, mits zy voor ſlippen bevryd worde door een touw, dat 'er onder door gaat, gelyk in de zevende Figuur afgebeeld wordt.

Draai de Rol, tot dat het Zwaarte-punt in K zy, in dezelfde Waterpas Lyn met het Middelpunt van Grootte, of ('t geen 't zelfde is) tot dat de halve Middellyn M A worde M *α*; trek van K neêrwaarts de Lood-lyn K T, die den Cirkel ſnydt in T, en trek den Straal M T, waar op de Vlakte n *π* in den Winkelhaak gemaakt zynde, zal de Hoek *π* D Q, dien de Vlakte met het Waterpas maakt, evengelyk zyn aan den Hoek M T K, welkes regte Hoekmaat is M K, evengelyk aan M C: want indien men M *α* verlengt tot L, blykt (volgens de 8. Stelling van 't VI. Boek van *Euklides*) dat de Hoek M T K = K L T, maar (volgens de 29. St. van 't I. Boek van *Euklides*) is K L T = L D Q.

Het is klaarblykelyk door eigen making [*Conſtruction*] dat het Zwaarte-punt in dezen Stand niet dalen kan, om dat de Streeklyn onderſteund wordt in T (N. 47.) alwaar de Vlakte de Rol raakt.

Want indien het lighaam wat hooger de Vlakte opgerold werd, dat K gebragt werd naar *π*, zouw T het Raak-punt ſchielyker naar *π* bewegen dan K doet, en daarom zouw de Streek-lyn de Vlakte ſnyden beneden T naar D, zoo dat het Zwaarte-punt zouw dalen, en de Rol te rug brengen, om op T te dragen. In tegendeel zouw het lighaam neêrrollen, wanneer K maar een weinig bewogen werd naar D, om dat de Streek-lyn dan ſchielyker voortgaat naar D dan het Raak-punt T. Dit zal men duidelyker begrypen, wanneer men de Rol aanmerkt als een Balans. By voorbeeld, indien M *w* een Balans is, aan haar end M een Gewigt ophoudende evengelyk aan 't gewigt van de Rol, zonder het lood, en aan het andere end *w* een gewigt evengelyk aan het overſchot van 't gewigt van 't lood boven de grootte of ruimte van 't hout, welkes plaats het beſlaat. Laat K het gemeene Zwaarte-punt zyn, te vinden volgens den

II. Les. 't niet ondienſtig zyn, te toonen op wat wys men het gemeene Zwaarte-punt van twee of meêr lighamen vinden kan.

In twee lighamen is het in een Lyn, die hare byzondere Zwaarte-punten ſamenvoegt, en wordt gevonden door deze Evenredigheids Rekening.

Regel (N. 39.) opgegeven. Wanneer men KT dan aanmerkt als een onbuigelyke regtſtandige Stut, de Balans onderſteunende in K, zal de Balans in Evenwigt blyven, terwyl de Stut onderſteund wordt door te dragen op T, de plaats, alwaar de Vlakte de Rol raakt. Indien de Vlakte met het Waterpas, een grooter Hoek maakt, het punt T verder naar L verſchoven zynde, zal 't het zelfde zyn, als of de Stut de Balans zouw tragten op te houden tuſſen K en *w*, in welk geval het Gewigt M zouw overwegen, en de geheele Rol naar P brengen; maar indien de Vlakte een kleiner Hoek maakt met het Waterpas, zal T naar D gaan, en terwyl de Balans dan onderſtut wordt tuſſen K en M, zal het Gewigt in *w* overwegen, en de Rol naar L brengen. *Het welk te bewyzen ſtond.*

Pl. VII. Fig. 10.

GEVOLG.

Hier uit volgt ook, dat 'er een Hoek *d*DQ moet zyn, kleiner dan πDQ, die de Helling zal aanwyzen van de Vlakte, waar op de Rol tot hare grootſte hoogte kan oprollen. Want indien de Hoek πDQ maar een weinig verkleind wordt, zal de Rol naar π rollen opwaarts gaande; en indien de Vlakte DQ maar een weinig gerezen wordt, zoo dat ze een kleinen Hoek met het Waterpas maakt, zal de Rol op die Vlakte ryzen, ſchoon ze 'er zoo ver niet zal op rollen als in den waterpas vlakken Stand. Indien dees Hoek vergroot wordt, zal de Rol hooger ryzen, terwyl haar weg op de Vlakte verkort, maar niet boven een zeker getal van Graden van Verheffing, op welke Verheffing de Rol niet hooger boven 't Waterpas zal gaan, ſchoon haar weg, op de Vlakte gemeten, gedurig korter worde, tot dat hy is ingetrokken tot een punt, wanneer de Hoek van Helling is πDQ. Zoo zal ook, wanneer de Hoek πDQ (door de Vlakte πD om het Middelpunt te laten zakken) verkleind wordt, de Rol hooger opgaan, terwyl ze de Vlakte verder oprolt, tot dat de Hoek op een zeker getal van graden verkleind is, waar na de Rol minder zal ryzen; maar haar weg, op de Vlakte gemeten, zal grooter worden, tot dat de Vlakte Waterpas wordt. Derhalven is 'er een Hoek van de Vlakte *d*DQ, die het *grootſte Uiterſte* [*Maximum*] voor 't ryzen van de Rol op de Vlakte is.

Ik zeg *ten derden*, dat, indien de Helling van de Vlakte gegeven [*of bekend*] is, waar op de Rol tot hare grootſte Hoogte zal ryzen, (of eenige andere Helling van een Vlakte, waar op ze tot boven toe kan ryzen) de lengte, die de Rol op de Vlakte zal doorloopen, gelyk zal zyn aan de lengte Tυ = TV (Pl. VII. Fig. 10.) welke evengelyk is aan den halven Omtrek *min* den Boog AV, welke Boog AV tweemaal zoo veel Graden heeft als de Helling van de Vlakte te ſamen met de Graden van tweemaal het Verſchil van den Hoek in 't Middelpunt van twee regthoekige Driehoeken, die MN de Hoekmaat van Helling tot Straal hebben, maar welker Snijlynen [*Secants*] zyn MR, de Halve-middellyn van de Rol, en MC, de afſtand van 't Zwaarte-punt uit M, het Middelpunt van de Rol. Daarenboven, wanneer Tυ de lengte is van den voortgang van de Rol op de Vlakte, zal de hoogte van de Vlakte in υ, namentlyk de Loodlyn υZ, de ryzing van de Rol boven de Waterpas-lyn wezen.

TOESTEL.

PQ is 't Waterpas, en P*q* de Vlakte van een gegeven Helling. Dewyl P*q* den Cirkel

Gelyk

Gelyk de Maſſa van (of de Hoeveelheid van Stof in) de twee lighamen: II. Les.
Is tot de Maſſa van één van de lighamen: :
Zoo is de afſtand van de Zwaarte-punten van de lighamen:
Tot den afſtand van het gemeene Zwaarte-punt uit het Zwaarte-punt van het andere lighaam.

By

Cirkel PVA ſnydt, kan 'er de Rol niet op rollen, waarom men een andere Vlakte moet nemen, die 'er evenwydig meê is. Na dat ge de Middellyn PG getrokken hebt in 't Lood op 't Waterpas, en RT door het Zwaarte-punt C of S evenwydig aan PG, trek de Middellyn TA, makende den Hoek PMT even groot als de Helling van de Vlakte, en trek $\pi\pi$ in den Haak op die Middellyn in T, en $\pi\pi$ zal een rakende Vlakte zyn evenwydig met de eerſte; (want dewyl PMT even groot is als MTR, volgens uitwyzing van de evenwydige Lynen PG, RT, en den gemeenen Hoek RTv van de twee regte Hoeken MTv en RTZ afgenomen zynde, zal blyken dat vTZ, de Hoek van Helling van de nieuwe Vlakte $\pi\pi$, even groot is als de gegeven Hoek PMT) trek MR; door C trek Mf; maak den Hoek XCM even groot als MCT, verleng XC tot V, en trek MV. Dewyl XCV één regte Lyn is, en even ver uit het Middelpunt M als RT, zyn CR en CV even groot (volgens de 7. *Stell.* van 't 3. *Boek* van *Euklides*) en dewyl de Driehoeken CMd en CMe even groot zyn (*Euklid.* I. B. 6, 7 en 8. St.) is de Hoek RMV in twee even groote deelen gedeeld. Trek MN de Hoekmaat van den Hoek van Helling, en de Graden van den Boog RV, of de twee gemelde Verſchillen zal men vinden door den Hoek van Helling te vergelyken met de Driehoeken RMN en CMN.

De Rol op de Vlakte gelegd in dien Stand, dien de Figuur vertoont, zal niet alleen in ruſt blyven, indien 't Zwaarte-punt in S is, maar zelf te rug keeren tot dien Stand, wanneer ze daar uit bewogen wordt naar n of v, om dat in beide deze gevallen het Zwaarte-punt moet ryzen, en daarom moet ST de afſtand zyn van 't Zwaarte-punt uit de Vlakte, gemeten op de Streek-lyn van 't Zwaarte-punt, wanneer het digtſt aan de Vlakte is, over dat gedeelte van de Vlakte, alwaar de Rol op- of neêrwaarts rollende hare beweging ſteuit. Wanneer dan het Zwaarte-punt gebragt wordt tot C, is het klaarblykelyk, dat CR evengelyk zal zyn aan ST, en dat CV daar ook evengelyk aan zyn zal, om dat ze door eigen Making even ver af is van Mf, een lyn, die door het Middelpunt gaat, en by gevolg = CR; ook dat 'er geen ander punt van den Omtrek even ver van C zal af zyn. Wanneer dan het Zwaarte-punt maar een weinig van C in de Lyn RT, alwaar het net over het raak-punt is, bewogen wordt naar v door de Rol dien weg heen te ſtooten, zal de Rol op de Vlakte rollen, en wanneer ze de lengte van den halven Omtrek voortgaat, tot dat de Middellyn TA gekenterd is, en at wordt, zal het Zwaarte-punt geraken tot c, wordende de Pees TR nu tr; maar dewyl r de Vlakte niet raakt, moet het Zwaarte-punt weêr dalen, en de Rol te rug brengen, tot dat u ('t welk het punt V was) weêr keert op de Vlakte tot v, alwaar xKv de Pees zal zyn, die gemerkt was XCV in den eerſten Stand van de Rol, zynde K het Zwaarte-punt, en Kv, die even groot is als CV, wanneer ze in den Stand ST is, en de geheele Rol dragende op v, net gelyk ze deed op T, toen wy S het Zwaarte-punt ſtelden, TA en TR verkeerd zynde in Tα en Tβ. Hierom zal de afſtand Tv op de Vlakte niet even gelyk zyn aan den halven Omtrek, maar daar van miſſen den Boog au = av = AV. By gevolg zal de lengte, die de Rol op de Vlakte doorloopen heeft, evengelyk zyn aan den Boog TV, dien men vinden kan met een draad te leggen op de Rol van T tot V.

II. Les. By voorbeeld, de twee lighamen A en B (PL. VII. Fig. 2.) geſteld zynde elk 2. pond te wegen, en elk hare Zwaarte-punten te hebben 4 voet van elkander, moet men zeggen,

Gelyk

Het getal van Graden van dezen Boog kan men op de volgende wys vinden.

De Hoek van Helling is $vTZ = MTN = MRN = TMP = AMG = GMR$.

In de regthoekige Driehoeken MRN en MCN is de Hoekmaat NM van de Helling van de Vlakte de Straal, die gemeen is aan beide; MR de halve Middellyn van de Rol is de Snij-lyn in den Driehoek MRN, en MC de afſtand van het Zwaarte punt uit het Middelpunt van de Rol is de Snij-lyn in den Driehoek MCN. De Hoek $RMN - GMN = RMC$; waarom $RMV = 2\,RMC$, die gevonden kan worden door de Driehoek-tafels, en is by gevolg bekend. Maar dewyl de Hoek van Helling gegeven is, is deszelfs dubbel ook gegeven, waarom AV en TV bekend zyn. *Het welk te vinden ſtond.*

Om de toepaſſing van 't gezegde te maken, zullen we ſtellen, dat het Zwaarte-punt van de Rol uit het Middelpunt van deszelfs Grootte af is $\frac{2}{3}$ van de Straal, dat is, dat het in 't punt C is, gelyk in de Figuur.

De Hoek *plg* van de Vlakte, waar op de Rol niet ryzen kan, wordt dus gevonden door Evenredigheids Rekening.

Gelyk Mb: is tot Mk:: (3 : 2 : :) zoo is de geheele Hoekmaat: tot de Hoekmaat van den Hoek $Mlk = lMP = plg = 41°. 48' +$, enz.

Het grootſte Uiterſte [*Maximum*] van den Hoek van de Vlakte, waar op ze 't meeſt zal ryzen, bevindt men in dit geval te zyn 26°, en de hoogte van die ryzing is $vZ = 42,85$ zulke deelen, als 'er de Omtrek van de Rol 360 bevat.

NB. *Hier uit blykt dat het grootſte Uiterſte* [Maximum] *niet is in 't midden van den Hoek plg, of op 20°. 54', gelyk men zig in den eerſten opſlag verbeelden zouw.*

Laat ons nu eens ſtellen, dat de Hoek van Helling van de Vlakte 15° is, de lengte, die de Rol op de Vlakte zal rollen, en de hoogte, daar ze boven den Voetſteun van de Vlakte toe komen zal, kan niet alleen op de bovengemelde wys, maar op nog twee andere manieren gevonden worden, die ik om de verandering hier ter neêr zal ſtellen.

TOESTEL.

Wanneer het Zwaarte-punt is in 't punt C, op $\frac{2}{3}$ van den Straal van de Rol Mfb uit haar Middelpunt M; en de Boog $fV = Rf$ wordt gemaakt, en door het Zwaarte-punt C getrokken wordt de Lyn VCX, is het Cirkel-deel VbX = aan het Cirkel-deel RzT, en by gevolg zal de Rol, wanneer ze op de Vlakte Tv den Boog TzV doorloopen heeft, ruſten, en in Evenwigt zyn (op de Vlakte) op het punt V, om dezelfde reden, als ze zoodanig is op 't punt T voor haar rollen.

Dewyl de Hoek van de Helling vTZ is = 15°, is die Hoek = aan den Hoek $PMT = bMR$; waarom 'er alleen over blyft den Hoek RMV te vinden, of zyne helft RMf; en de twee volgende manieren geven 'er dezelfde Waarde [*Value*] voor.

1. Dewyl de Hoekmaat GR voor den Hoek bMR, wanneer de Straal de Straal van de Rol is, even gelyk is aan yC, de Hoekmaat van den Hoek bMf voor de Straal van oCk, den Cirkel van het Zwaarte-punt, zeg ik,

Gelyk de Straal van het Zwaarte-punt: Tot den Straal van de Rol : : (of gelyk 2 tot 3) Zoo is no = 2588190, de Hoekmaat van 15° voor den Straal van het Zwaarte-punt: Tot 3882285 = GR of yC, de Hoekmaat van den Hoek bMf, die bevonden wordt te zyn 22° 50' +.

Waar-

Gelyk 4. *de Maſſa van de twee lighamen:*
Is tot 2. *de Maſſa van het lighaam* B : :
Zoo is, AB *of* 4 *de afſtand van hare twee Zwaarte-punten:*
Tot AC, *den afſtand van het gemeene Zwaarte-punt uit het Zwaarte-punt van* A, *welke is* 2. *voet.*

Waarom den Hoek *b*MR = 15°, hier van afgetrokken zynde, daar over zal ſchieten 70°. 50′ voor den Hoek R*Mf* = *f*MV. Hierom is de geheele Hoek RMV = 15°. 40′ +; waar by gedaan 30° voor de twee evengelyke Hoeken *b*MR, PMT, elk van 15°, het geheel uitmaakt 45°. 40′ + om af te trekken van 180, evengelyk aan den halven Omtrek *b*V z TP van de Rol, en daar ſchiet over de Boog VT voor de lengte, doorloopen van de Rol op de Vlakte T *v*.

2. De andere manier om den Hoek R*Mf* te vinden is deze,

In den Driehoek RMC zyn gegeven RM, MC, en de Hoek MRC = R*Mb* = 15°; waarom ik zeg,

Gelyk de Straal van het Zwaarte punt is: Tot den Straal van de Rol : : (*of gelyk* 2 *tot* 3, *of* MC : MR : :)
Zoo is de Hoekmaat van den Hoek MRC *van* 15° = 2588190:
Tot 3882285 *de Hoekmaat van den Hoek* NCM, *of* RC*f* = 22°. 50′ +.

En dewyl die Hoek RC*f* evengelyk is aan de twee tegenovergeſtelde Hoeken MRC, RMC; zal 'er, na dat men van 22°. 50′ heeft afgetrokken 15° voor den Hoek MRC = R*Mb*, overſchieten de gezogte Hoek R*Mf* = 7°. 50′ +, gelyk te voren.

Wanneer men dan 45°. 40′ + heeft afgetrokken van 180°, zal 'er voor den Boog V z T overſchieten 134°. 20′ voor den weg van de Rol op de Vlakte T *v*, dat is, 134$\frac{1}{3}$ zulke deelen, als 'er 360 den Omtrek van de Rol uitmaken, waar door men de hoogte, waar toe de Rol op de Vlakte ryſt, dus kan vinden,

Gelyk de geheele Hoekmaat is:
Tot 134$\frac{1}{3}$: :
Zoo is de Hoekmaat van den Hoek *v*TZ:
Tot *v*Z = 34, 77—. *Het welk te vinden ſtond.*

De Heer *Charles de Labelye*, die de beweging van de belaſte Rol van Fig. 7. op een hellende Vlakte oprollende, verder beſchouwd heeft, heeft my verſcheiden Stellingen ontrent die beweging meégedeeld, die ik oordeel dat den weetgierigen Lezer niet onaangenaam zyn zullen.

1. STELLING.

TS (Pl. VII. Fig. 11.) *algemeen te vinden.* Pl. VII. Fig. 11.

Laat MT = *a*, MS = *b*, MB = *x* zyn. Dan hebben we $V\overline{aa - xx}$ = BT, en $V\overline{bb - xx}$ = BS. En dewyl BT — BS = TS, volgt daar uit, dat $V\overline{aa - xx} - \overline{bb} - V\overline{bb - xx}$ = TS, die gevolgelyk bekend zal zyn door 't maken van *x* = aan de Hoekmaat van den Hoek van Helling van de Vlakte met het Waterpas, onderſtellende, dat MT de Straal is.

Een andere manier zonder het uittrekken van Wortels.

Gelyk MS (= *b*): is tot de Hoekmaat van den Hoek MTS : : zoo is MT (= *a*): tot de Hoekmaat van den Hoek MST; welken bekend zynde MS ook bekend is: zeg dan,

Gelyk de Hoekmaat van den Hoek MTS: is tot MS (= *b*) : : zoo is de Hoekmaat van den Hoek TMS: tot TS, die gezogt werd.

Onderſtellende dan, dat het Zwaartepunt in C is, blykt het, dat de Rol zal oprollen, tot dat het punt V in den Omtrek (CV = CR = TS gemaakt zynde) kome tot *v*: want dan zal het Zwaartepunt in den zelfden Stand zyn, als toen het in S over T was. En om te vinden in wat punt van de Lyn T *a* het punt V gevoegd zal worden, het is klaarblykelyk, dat de Lyn T *v* evengelyk zal zyn aan den

II. Les. of om het in 't kort met Teekenen van de Stelkunſt uit te drukken, A + B : B :: AB : AC. Neemt men A van 2 en *b* van 1 pond, en A*b* 3 voet, dan zal het gemeene Zwaarte-punt in *c* zyn, dat is, éénen voet van A, of tweemaal nader aan deszelfs Middelpunt dan aan het Middelpunt van *b*, om dat A + *b* (3) : *b* (1) :: A*b* (3) : A*c* (1). Dus vindt men het gemeene Zwaarte-punt van de Maan en de Aarde, wanneer we maar weten hare Maſſaas en Afſtanden. De Aarde weegt ontrent 40 maal zwaarder dan de Maan, en het Middelpunt van de Maan is ontrent 61 aardens halve Middelynen af van het Middel-

Boog TV: onderſtellende derhalven een Pl. VIII. Fig. 1. Cirkel-trek [*Cycloïd*] (Pl. VIII. Fig. 1.) welkes trekkende of beſchryvende [*generaling*] Cirkel evengelyk is aan den Voetſteun van de Rol, en de Top in T, en Pl. VIII. Fig. 2. de As op TA, indien ge trekt VO, evenwydig met de Vlakte TY; zal door een eigenſchap van den Cirkel-trek de Lyn VO (gedeelte van een Geregelde [*ordinate*] zynde) evengelyk zyn aan den Boog TV. Wanneer ge derhalven T*v* even gelyk maakt aan VO, zult ge *v*, het gezogte punt, hebben.

Anders.

Dewyl de Geregelde [*ordinate*] HO beſtaat uit VO, evengelyk aan den gezogten Boog, en HV, evengelyk aan de Hoekmaat van den Hoek van den gemelden Boog; zal dezelfde Cirkel-trek, indien hy zoo geplaatſt wordt, dat hy zynen Top heeft in H en zynen As op HT, de Vlakte ſnyden in Y, zoo dat HO even gelyk zal zyn aan TY, waar van aftrekkende Y*v* = HV zal 't Overſchot zyn T*v* = VO = den Boog TV, die gezogt werd.

Anders.

Trek door V de Lyn VH, evenwydig met de Vlakte; en wanneer ge den Cirkeltrek ſtelt met zynen Top in W, en zynen As op WL, evenwydig met HT, zal hy de Vlakte ſnyden in *v*: want L*v* = TY = HO, en dewyl LT evengelyk is aan WH = HV = *v*Y, zal 'er overſchieten T*v* = VO = den gezogten Boog TV.

2. STELLING. Pl. VIII. Fig. 2.

Men zouw verder konnen vragen, *Wat Graad van Helling naar het Waterpas een Vlakte moet hebben, om de Rol op die Vlakte te laten oprollen de lengte van een gegeven Boog van den Omtrek van haren Voetſteun*; by voorbeeld, onderſtel, dat de gegeven Boog is TV.

Om dit te vinden, moet men bedenken, dat, wanneer het Zwaarte-punt over V is, nadat de Rol gerold heeft, de Lyn CV, getrokken door dat Zwaarte-punt V, den zelfden Hoek zal maken met de Lyn VM (getrokken door het punt V, en door M het Middelpunt van Grootte) als de Lyn CT maakt met TM, wanneer het Zwaarte-punt is in S over T. Nu, dewyl de Hoek CVI of CVM evengelyk is aan CTM, en CIV = aan zynen Tegen-hoek [*oppoſite*]; moet het volgen, dat TMV die gegeven is, evengelyk is aan TCV, die gezogt wordt. Waar uit we beſluiten, dat een Cirkel, die door T, M en V gaat, ook door C zal gaan. Waar uit we deze volgende Manier of Regel hebben— *Den Boog* TV *gegeven zynde, te vinden het Middelpunt van een Cirkel, die door* T, M, V *gaat*; welke Cirkel ſnyden zal een Cirkel, die beſchreven

wordt

Middelpunt van de Aarde, waarom het gemeene Zwaarte-punt van beide byna anderhalve halve-Middellyn van 't Middelpunt van de Aarde af is, of ten naaſten by 2000 [*Engelſe*] mylen boven de Oppervlakte van de Aarde: want gelyk de Maſſa van de Aarde en Maan (41): is tot de Maſſa van de Maan (1):: zoo is haar afſtand (61): tot den afſtand van het gemeene Zwaarte-punt van beide uit het Zwaarte-punt van de Aarde, dat is, $1\frac{20}{41}$ halve-Middellyn van de Aarde. II. Les.

40. Indien 'er meêr dan twee lighamen zyn, by voorbeeld, de drie A, B en D (Fig. 3.) zoek dan eerſt het gemeene Zwaarte-punt van twee Pl. VIII. Fig. 3.

wordt om het Middelpunt van Grootte M (met den Afſtand van het Zwaarte-punt uit het zelve) in C: makende dan CR = CV, trek RCT, en daar ze den Cirkel van den Voetſteun van de Rol ſnydt in T, trek MT, die den Hoek MTS maakt; en dees Hoek zal evengelyk zyn aan vTZ, den gezogten Hoek van Helling van de Vlakte Tv, gelyk uit het gezegde duidelyk blykt.

3. STELLING. Pl. VIII. Fig. 2.

Men kan ook vragen, *Hoe vele Graden van den Omtrek, of wat gedeelte van een Boog de Rol op zal rollen, om te beſchryven een gegeven lengte op de hellende Vlakte*; dat is, Tv gegeven zynde, te vinden TV. Dit kan men op tweederlei wyzen doen: want de Middellyn hebbende moet ge zeggen— Gelyk 113: is tot 355:: zoo is de Middellyn: tot den Omtrek, waar van de helft zyn zal de grootſte lengte Tv, die de Rol beſchryven kan.

Dus door den Regel van Drien— Gelyk de Halve-Omtrek: is tot 180 Graden:: zoo zal Tv (gemeten met deelen van dezelfde grootte als die van den Halven-Omtrek): zyn tot het getal van Graden in den Boog TV.

Maar indien 'er geëiſt wordt het punt V te vinden door eigen Making of Teekening [*Conſtruction*]; moet ge op het punt T (Pl. VIII. Fig. 3.) van de Lyn Tv of de gegeven Vlakte, in 't Lood opregten de Lyn TA, of de Middellyn van de Rol, en beſchryven den Cirkel evengelyk aan den Voetſteun van de Rol. Den Cirkeltrek dan, die te voren gebruikt is, zoo ſtellende, dat deszelfs As evenwydig worde gehouden met de Middellyn van den Cirkel (die hier evengelyk is aan den trekkenden [*generating*] Cirkel) wanneer de Top van den Cirkel-trek in den Omtrek van den Cirkel is, en de Cirkeltrekſe kromme Lyn te gelyk valt op het punt v; dan zult gy door den Top van den Cirkel-trek, die u gegeven is, hebben het punt W; nemende dan den Boog TV evengelyk aan TW, zal hy ook even gelyk zyn aan Tv, volgens 't geen te voren gezegd is, *enz.* Pl. VIII. Fig. 2.

Wat het vinden van 't regte grootſte Uiterſte [Maximum] *van 't ryzen van de Rol belangt, dit kan men niet bekomen, zonder de ééne of de andere Uitdrukking* [Formula or Expreſſion] *van de Stelkunſt voor de ryzing van het* Middelpunt van Grootte, zoo wel als een andere Uitdrukking *zonder eenige meêr onbekende Hoegrootheden dan in de voorgaande manier van de daling van het Zwaarte-punt van de Rol, terwyl ze rolt. En dewyl het uit een regte beſchouwing van de Figuur blykt, dat deze Uitdrukkingen vereiſſen de Regtmaking* [Rectification] *van den Omtrek van een Cirkel, of een Boog daar van; 't welk niet mogelyk zynde te doen zonder oneindige Reekzen* [Series] *heeft my van dit onderwerp doen afſcheiden.* Pl. VIII. Fig. 3.

II. Les. twee van dezelven door den voorgaanden Regel, en gy zult het vinden in C. Zeg dan

Gelyk de Maſſa van de twee lighamen, aangemerkt als vereenigd in C, *te ſamen met het lighaam* D:
Is tot het lighaam D : :
Zoo is CD *de afſtand van het gemeene Zwaarte-punt van* A *en* B *uit het Zwaarte-punt van* C:
Tot CK *den afſtand van het gemeene Zwaarte-punt van de drie lighamen uit het gemeene Zwaarte-punt van de twee eerſten.*

of in 't kort A + B + D : D : : CD : CK. En indien 'er een groot getal van lighamen ſamengevoegd zyn, wordt het gemeene Zwaarte-punt by trappen op dezelfde wys gevonden (13).

41. Hier uit volgt, dat men het Zwaarte-punt van een ſamenvoeging van lighamen verplaatzen kan door 'er één of meêr lighamen by te voegen, of 'er van af te nemen. Ook kan men het Zwaarte-punt van een enkel lighaam naar welgevallen verplaatzen, wanneer men iets by deszelfs Maſſa voegt, of daar van afneemt. En dit is van een zonderlingen dienſt in het toeſtellen en gebruiken van Werktuigen, of dat gedeelte van de Beweegkunde, dat zyn opzigt inzonder-

(13) Op deze wys kan men het Zwaarte-punt van onze weereld vinden, in wat Stand de Dwaalſterren ook zyn mogen*. Laten we voor eerſt eens ſtellen, dat ze alle aan één zyde zyn, en in een regte Lyn, als SCA (Pl. VIII. Fig 4.) die door het Middelpunt van de Zon C gaat: of, om op zyn Sterrekundigen te ſpreken, laat alle de hooge Dwaalſterren in Oppoſitie [*Tegenoverſtand*] zyn, en de lage in hare laagſte Konjunkzie [*Vereeniging*]. *Voor eerſt* zal het gemeene Zwaarte-punt van *Merkurius* en de Zon zeer digt aan het Middelpunt van de Zon wezen; omdat de Hoeveelheid van Stof in de Zon meêr dan een milioen maal meêr is dan in *Merkurius*, en *Merkurius* geen 82,5 halve Middellynen van de Zon van 't Middelpunt van de Zon af is. *Ten tweeden*, zal *Venus* (onderſtellende, gelyk zeer waarſchynelyk is, dat zy ontrent zoo veel Stofs bevat als de Aarde) het gemeene Zwaarte-punt maar een weinig voorwaarts brengen, namenlyk tot ☌, om dat hare Maſſa tot die van de Zon maar is als ontrent 1 tot 169282, en haar afſtand van 't Middelpunt van de Zon maar ontrent 145 halve Middelynen van de Zon. Ten *derden*, zal het gemeene Zwaarte-punt van de Aarde en de drie gemelde lighamen maar gebragt worden tot ☉, of ook maar een weinig meêr voor uit. *Ten vierden*, het gemeene Zwaarte-punt van *Mars* en de andere vier lighamen zal nog een weinig nader aan de Oppervlakte van de Zon gebragt worden, by voorbeeld tot ♂, maar niet halfwegen van 't Middelpunt van de Zon tot deszelfs Oppervlakte. *Ten vyfden*, dewyl

Pl. VIII. Fig. 4.

* *Zie den laatſten druk van de Beginzelen van den Ridder Iz. Newton III. B. 12. St.*

PL. VII.

Fig. 1.

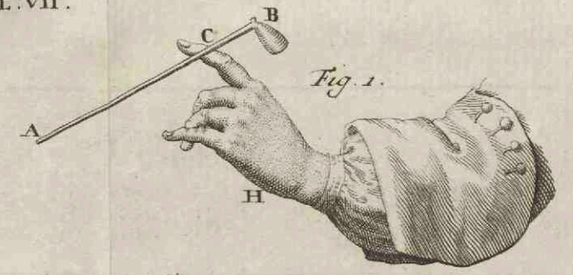


Fig. 7.

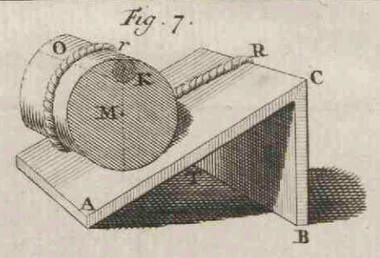


Fig. 2.

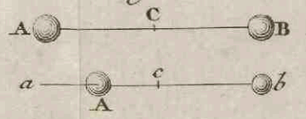


Fig. 8.

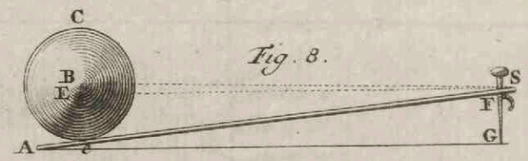


Fig. 3.

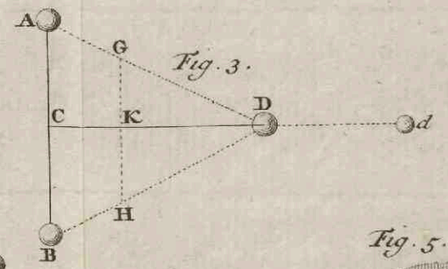


Fig. 9.

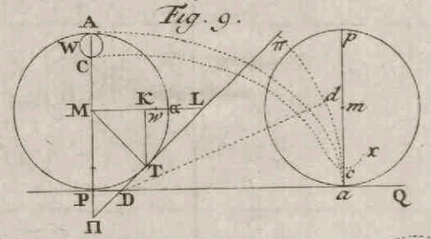


Fig. 5.

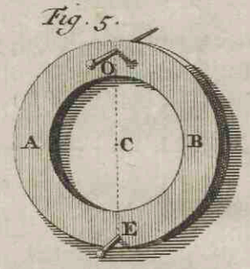


Fig. 10.

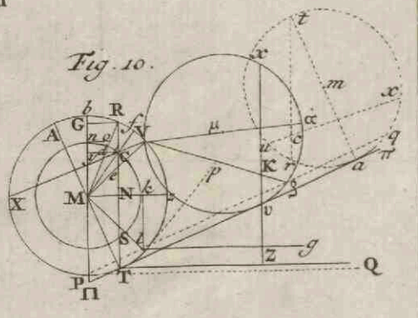


Fig. 4.

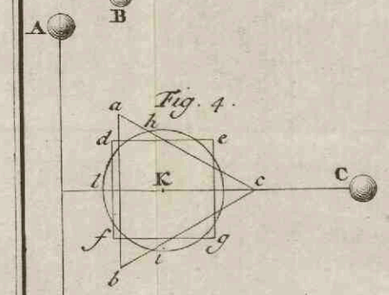


Fig. 6.

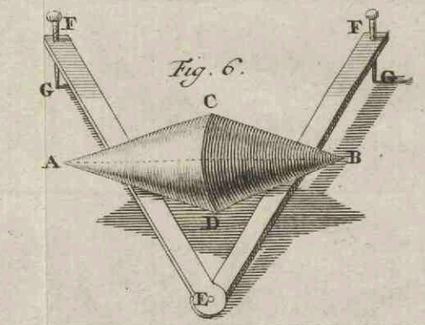
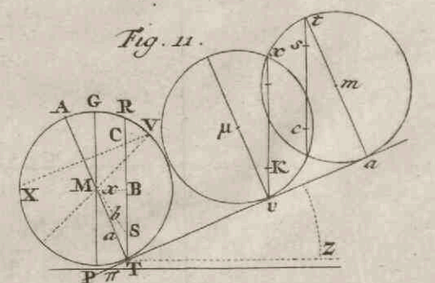
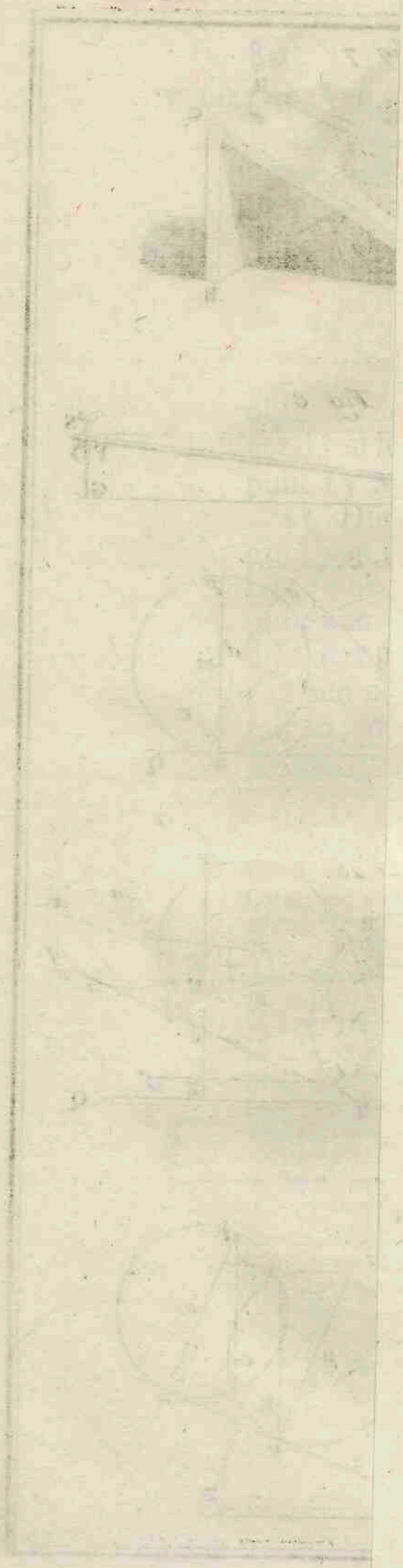


Fig. 11.





zonderheid heeft op de Werktuigen, om de verſcheiden Vermogens, II. Les.
die in een Werktuig vereenigd worden, en hare byzondere ſtanden, die ze in opzigt van elkander moeten hebben in hare bewegingen.

X. ONDERVINDING.

42. AB (Pl. VIII. Fig. 5.) is een rollende Lamp, die in zig heeft Pl. VIII. Fig. 5.
twee beweeglyke Cirkels DE en FG, welker gemeene Beweeg-punt is in K, alwaar hare Aſſen van beweging elkander kruiſſen, in welk punt ook haar gemeene Zwaarte-punt is. Indien men aan den binnenſten Cirkel aan de binnenzyde voegt de Lamp KC, die vry zwaar gemaakt, en bewegelyk is om haren As HI, en welker Zwaarte-punt is in C, zal het gemeene Zwaarte-punt van het geheele Kunſtwerk vallen tuſſen K en C, en door middel van de Asjes A, B, D, E, H, I, altyd vryelyk konnen dalen; en daarom kan de geheele Lamp langs den grond gerold, of op eenige andere wys bewogen worden, terwyl de vlam altyd boven blyven, en de oly niet ſtorten zal. Dus worden de Kompaſſen ſcheep opgehangen, en dus behoorde men alle Lantarens te maken, die 's nagts voor Koetzen of Wagens aan een ſtok vooruit gedragen worden.

XI.

dewyl de Hoeveelheid van Stof in *Jupiter* tot de Hoeveelheid van Stof in de Zon is gelyk 1 tot 1067; en *Jupiters* afſtand van de Zon, vergeleken by de halve Middellyn van de Zon, in een weinig grooter Evenredigheid is; zal het gemeene Zwaarte punt van *Jupiter* en de Zon een weinig buiten de Oppervlakte van de Zon zyn; en daarom zal het gemeene Zwaarte-punt van *Jupiter* en de vyf andere lighamen komen tot ♃, een weinig verder daar buiten. *Ten laatſten*, Dewyl de Stof in *Saturnus* tot de Stof in de Zon is gelyk 1 tot 3021, en de afſtand van *Saturnus* van de Zon tot de halve Middellyn van de Zon in een weinig kleiner Evenredigheid, zouw haar gemeene Zwaarte-punt, zonder de vyf andere lighamen, zyn in een punt, als ♄, een weinig binnen de Zons Oppervlakte, en daarom zal het gemeene Zwaarte-punt van alle de zeven lighamen in 1 zyn, nog een weinig verder buiten de Oppervlakte van de Zon, maar naauwelyks een heele Middellyn van 't Middelpunt van de Zon af. Wanneer *Jupiter* en *Saturnus* elk aan een byzondere zy' van de Zon zyn, zal dit gemeene Zwaarte-punt altyd binnen het lighaam van de Zon wezen, in wat Stand de andere Dwaalſterren ook zyn mogen, om dat zy zoo digt by zyn, en zoo weinig Stofs bevatten. 'T is dit gemeene Zwaarte-punt van onze Weereld, dat in ruſt blyft, en niet het Middelpunt van de Zon; want de Zon heeft een ſoort van waggelende beweging om dit Middelpunt. *Het kleine verſchil, dat de Staartſterren en Manen* [Satellites] *van de Hoofd-Dwaalſterren* [Primary Planets] *hier in maken, is van zoo weinig belang, dat het niet waardig is te melden.*

XI. ONDERVINDING.

Pl. VIII. Fig. 6. 43. Wanneer hellende lighamen, gelyk de ſcheuine Rollen ABED, *abed* (Pl. VIII. Fig. 6.) gezet worden op een Waterpas Vlakte, zullen zy dien weg uit vallen, naar welken zy hellen, indien in hare beweging dien weeg heen, haar Zwaarte-punt kan dalen, zonder eerſt te ryzen (N. 24). Dus zal *c*, 't welk het Zwaarte-punt is van het lighaam *abed*, dalen in den Boog *ck*, welkes Middelpunt is het punt *e*, 't welk het Beweeg-punt is van 't lighaam, wanneer het valt. In tegendeel kan C het Zwaarte-punt van het lighaam ABED,

(14) De Toorn van *Piſa* is rond en 138 voet hoog, en zyn top hangt 15 voeten Pl. VIII. Fig. 7 en 8. over den Voetſteun, gelyk de 7de Fig. Pl. VIII. verbeeldt; en de Toorn van *Bolonje* is vierkant, 130 voet hoog, en de Pl. IX. Fig 1 en 3. top hangt maar negen voet over. Zie de 8ſte *Figuur*.

Pl. IX. Fig. 3. De bewegingen van de dieren zyn altyd geſchikt naar deze regels, die wy opvolgen zonder dat we 'er zelf om denken. Wanneer we regt op onze voeten ſtaan, Pl. IX. Fig. 1. gelyk (Pl. IX. Fig. 1.) verbeeld wordt, gaat de Streek-lyn door het punt C, tuſſen Pl. IX. Fig. 4. onze voeten in D, en we konnen ons hoofd bewegen van F tot E of G, en ons lighaam voorwaarts, agterwaarts of zijwaarts, zoo ver als I of H, zonder gevaar van te vallen, of onze voeten te verroeren, zoo lang de Streek-lyn niet verder komt dan I A of H B, en ergens valt binnen de ruimte A B; het welk in dezen Stand van onze voeten een vry grooten Voetſteun maakt. Maar indien we den éénen voet voor den anderen zetten, Pl. IX. Fig. 2. gelyk (Pl. IX. Fig. 2.) zal een klein zijlings ſtootje de Streek-lyn (die door C gaat) buiten den Voetſteun doen vallen aan de regter of ſlinker zyde, naar E of B; in welk geval een mens moet vallen, indien hy zynen voet niet ſchielyk beweegt in den Stand van de eerſte of derde *Figuur*. Wanneer we op één van beide de beenen ſtaan, moeten we ons lighaam zoo ver over den voet AB of DE (Fig. 3.) brengen, dat, het Zwaarte-punt daar regt over zynde, de Streek-lyn gaat door *c* of K; en in 't gaan moet de Streek-lyn vallen op elke plaats, daar de voet neêr komt; gaande vervolgens aan door de punten E, A, D, B (Fig. 4.) terwyl het Zwaarte punt gaat door de punten G, C, F enz. Zoo dat, ten zy een mens, wanneer hy regt uit gaat, zynen éénen voet regt voor den anderen zette, de Streek-lyn geen regte Lyn zal beſchryven op de Vlakte, waar op hy gaat, maar een getande Lyn, dat is, Hoeken aan de regter en ſlinker zyde, terwyl het lighaam een waggelende beweging maakt. Dit zien we in den gang van vette menſen, en alle anderen, die de beenen in 't gaan wyd van één zetten *. Wanneer de Streek-lyn

* *'t Is niet volkomen waar, dat een mens in zynen gewonen gang den éénen voet zoo net voor den anderen zet, dat hy op den grond met zyne Streek-lyn een regte Lyn maakt, gelyk in de 2 en 5 Fig. verbeeld wordt. Want indien men met kryt een regte Lyn trekt, zal 't bezwaarlyk vallen op dezelve regt uit te gaan; maar beſt kan men hier de proef van nemen met twee regtopſtaande Staken, ontrent van een mans lengte, den éénen wit en den anderen zwart geverfd, een voet of dertig van elkander af gezet in dezelfde Lyn, waar in iemand naar dezelve toegaat: want dan zal, ſchoon hy zyn éene oog toe houde, de agterſte Staak dan eens aan de regter en dan eens aan de ſlinker zyde van de*

ABED, bewegende om het Beweeg-punt E in den Boog CK, niet neder komen tot K, zonder eerſt te ryzen tot F, dat boven C is. Hierom kan dat lighaam niet vallen door zyne eigen Zwaarte, om dat het Zwaarte-punt uit zig zelven niet ryzen zal (N. 24, 28). II. Les.

44. Hier heeft men op te merken, dat *co* de Streek-lyn (N. 20) van het lighaam *abed* valt buiten deszelfs Voetſteun, en dat CO de Streek-lyn van ABED valt binnen deszelfs Voetſteun, waar uit volgt, dat hellende lighamen, op een Waterpas Vlakte gezet, vallen zullen, wanneer hare Streek-lyn niet door haren Voetſteun gaat, maar dat ze blyven ſtaan, wanneer hare Streek-lyn valt binnen den Voetſteun (14). Dit is de reden, waarom een hellende Toorn, gelyk

lyn gaat door de punten A, B, C, D, E, beſchryft ze een regte Lyn in Fig. 5. alwaar de één voet voor den anderen gezet wordt; maar wanneer de beweging van den éénen voet in een evenwydige Lyn is met de beweging van den anderen, wordt 'er Pl. IX. Fig. 5.

de voorſte Staak zig vertoonen, en dat meêr en meêr, na dat hy nader aan de Staken komt. 't Is waar, Koorde danſers (Pl. IX. Fig. 6.) *gaan in een regte Lyn, maar dat hebben ze door Kunſt geleerd, en zig door lange oeffening daar toe gewend; en nog moeten ze een hulpmiddel hebben, om hun Zwaarte-punt over het touw te houden. Gemeenelyk veſtigen ze hun oog op een punt, dat wat van hen af, maar in dezelfde Vlakte is, als hun touw. Ze hebben in 't geneen ook een langen ſtok, aan de enden voorzien met de loode ballen BB, door welker beweging zy de plaats van 't gemeene Zwaarte-punt van hun lighaam en den ſtok konnen veranderen. By voorbeeld, wanneer het Zwaarte punt van den Koorde danſer CA is in A, zouw zyne Streek-lyn gaan door a, buiten het touw; maar door 't bewegen van den ſtok naar B, wordt het gemeene Zwaarte-punt van den man en den ſtok gebragt tot C, in welk geval de Streeklyn CD door het touw gaat. Die in deze Kunſt wel bedreven zyn, gebruiken ſomtyds alleen hunne armen, inplaats van den ſtok; en 't is by ſommigen van hen zeer gemeen te danſen met een vaandel, waar meê zy de lugt naar dien zelfden kant dryven, waar naar het Zwaarte punt gaat, wanneer de Streeklyn niet door het touw valt; en door de Tegenwerking van de lugt wordt het Zwaartepunt op zyne regte plaats te rug gebragt.*

— Die dit verder willen onderzoeken konnen den Heer *J. A. Borelli* nazien in zyn Boek van de *Beweging van de Dieren* in het 18, 19, 20 en 21. Hoofdſt. In dat 21. Hoofdſt. geeft hy berigt, van de beweging van een paard, waar van we, om de fraaiheid, een gedeelte hier zullen inlaſſen. Pl. IX. Fig. 6.

De Ouden, ziende dat paarden en andere viervoetige dieren in 't galopperen beide hare voorſte voeten opligten, en dan hare agterſte, zoo haaſt de voorſte weêr neêrkomen, hebben zig ingebeeld, dat een paard in 't ſtappen zoo wel als in een Telgang, *en op een* Draf, *twee voeten te gelyk van den grond beeft, waarom zy in hunne koperen en marmeren beelden hunne paarden verbeeld hebben, met de twee overhoekſe voeten van den grond, den regter voor en den ſlinker agter, of den ſlinker voor en den regter agter. De hedendaagſe Beeldhouwers zyn tot den zelfden Misſlag vervallen, om dat het oog in den ſchielyken voortgang van een paard dat niet wel onderſcheiden kan. Hierom beeft de Heer* Borelli *uit de regels van de Beweging getoond, dat het opligten van twee voeten te gelyk in 't gaan niet beſtaan kan met de Wysheid en Eenvoudigheid, die we in de natuur beſpeuren. Hierom zal ik den Lezer, die begerig is te weten, wat de Beweging niet zy, tot gemelden* Borelli *wyzen, en hier van hem uitſchryven, wat de Beweging zy.*

„ *Laten we een paard eens aanmerken als een* Pl. XI.
„ *langwerpig Kunſtſtuk* (Pl. IX. Fig. 7.) *opge* Fig. 7.
„ *houden door de vier voeten als zoo vele ſtutten*
„ *of pilaren, ruſtende op de punten* A, B, C, D,
„ *die een regthoekige vierzydige Figuur maken.*
„ *Dan*

II. Les. lyk die van *Piſa* of *Bolonje*, niet valt, ſchoon deszelfs Top zoo ver over den Voetſteun hange, dat het gevaarlyk ſchyne voor de genen, die in *o* digt aan den voet gaan, en de reden niet weten, waarom het veilig zy. Zie PL. IX. Fig. 9.

PL. IX. Fig. 9.

45. Indien HI *ed* het onderſte deel van het lighaam *abed* (PL. VIII. Fig. 6.) even groot en van gelyke gedaante is, en op dezelfde wys helt, als het lighaam ABED, zal 't om de bovengemelde reden niet vallen, dewyl deszelfs Zwaarte-punt dan in Q is; maar zoo haaſt het bovenſte deel, of de Rol *ab* IH, daar op gezet, en vaſtgemaakt wordt door de pennen *ff*, brengt het het gemeene Zwaarte-punt op tot *c*, en dan vallen de twee (die nu tot één lighaam gemaakt zyn) naar *o*; maar indien HI *ed* vaſt gehouden, en het bovenſte deel *ab* HI daar op gezet wordt, zal dat deel vaſt blyven

PL. VIII. Fig. 6.

'er een getande Lyn beſchreven door het Zwaarte-punt, dat boven is, en de Streek-lyn, ſnydende den grond in A, B, C, D, E,

PL. IX. Fig. 8.

Fig. 8. Eenden, Ganzen en de meeſte Water-vogels, welker pooten wyd van één ſtaan, om te beter te konnen zwemmen, en ſchielyk te water te gaan, hebben altyd een waggelenden gang op land;

PL. IX. Fig. 1.

maar een Haan, een Oijevaar en een Struisvogel, en de meeſte andere vogels, die geen platvoeten zyn, gaan byna regt voor uit, zonder waggelen (inzonderheid wanneer ze langzaam gaan) dewyl hare beenen zoo geplaatſt zyn, dat ze den éénen voet gemakkelyker voor den anderen konnen zetten. Dus ziet men viervoetige dieren zelden of nooit waggelen, om dat ze in 't gemeen drie voeten gelyk op den grond hebben: zoo dat, hoe zeer de Voetſteun, die de Streek-lyn ontvangt, van een vierhoekige tot een driehoekige Figuur veranderen mag, dat gedeelte van den zelven, waar in de Streek-lyn valt, altyd op of digt aan dezelfde Lyn is.

Wanneer een Man vaſt ſtaat, (PL. IX. Fig. 1.) is AB, de wydte van zyne voeten, de lengte van een vierzydige Figuur, welker breette ontrent de lengte van zyne voeten is, en D is het punt onder het Zwaarte-punt, alwaar de Streek-lyn valt. Trek de Lynen AC en BC, en verleng deze twee Lynen en DC tot de punten E, F, G, zoo dat ze de Driehoeken ECG en ACB even groot en gelykvormig

„ *Dan zal de Streek-lyn in 't Lood vallen op* E, „ *een punt in of digt aan het Middelpunt van de* „ *vierzydige Figuur, 't welk het paard het vaſtſte zal* „ *doen ſtaan. De voortgaande beweging begint met* „ *éénen van de agterſte voeten, by voorbeeld, de ſlinker agterſte voet* C, *die door het ſterk agteruit drukken van den grond het Zwaarte-punt vooruit brengt,* „ *en by gevolg de Streek-lyn vervoert van* E *tot* G, „ *gelyk by zelf beweegt van* C *tot* F; *dit gedaan* „ *zynde, wordt onmiddelyk de voet* B *opgeligt, en* „ *vooruit gebragt tot* H, *welke beweging van den* „ *voet gemakkelyk is, omdat de Streek-lyn eerſt valt* „ *in den Drieboek* ABD, *ten tweeden in den onge-* „ *regelden Vierboek* [Trapezium] ABFD; *dat is,* „ *het lighaam van het paard wordt opgehouden door* „ *drie of vier pilaren. Ten laatſten wanneer de drie* „ *voeten* A, D, F *blyven ſtaan, en de Streek-lyn bou-* „ *den in* G, *wordt de ſlinker voorvoet* B *onmiddelyk* „ *voortgezet tot* H; *en door den ſtoot, die reets ge-* „ *maakt is, wordt het Zwaarte-punt ook gebragt over* „ I, *te weten het Middelpunt van de Ruit* [Rhomb.] „ AHFD. *Wanneer de beweging van de twee* „ *ſlinker voeten voltrokken is, begint de ſtoot en be-* „ *weging van den agterſten regterveet,* D *en dan* „ *die van den regter voorvoet; en zoo voort op de* „ *gemelde wys, wanneer het beeſt voortgaat.*

Pl. VIII.

Fig. 1.

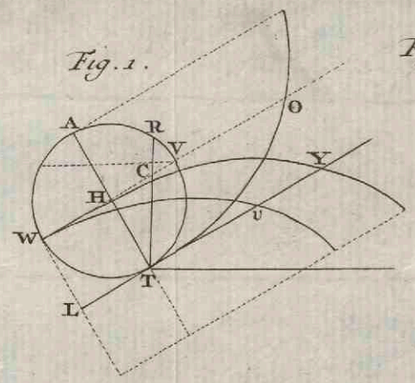


Fig. 2.

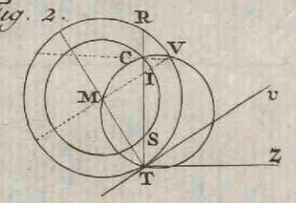


Fig. 3.

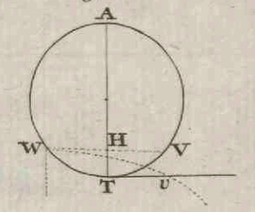


Fig. 4.

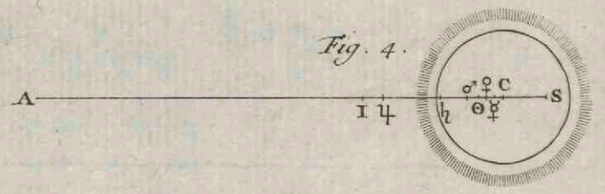
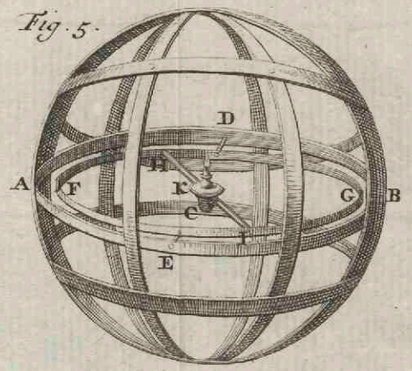


Fig. 5.



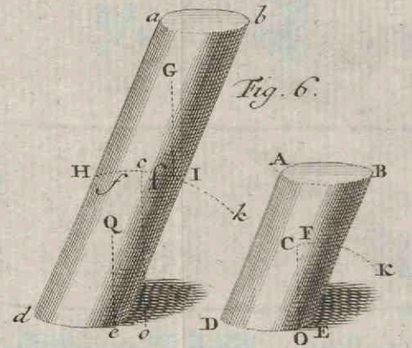


Fig. 6.

Fig. 7.

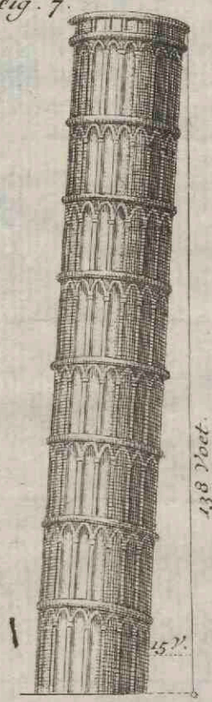
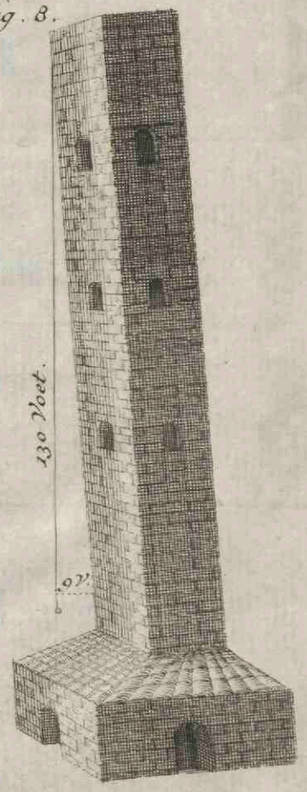
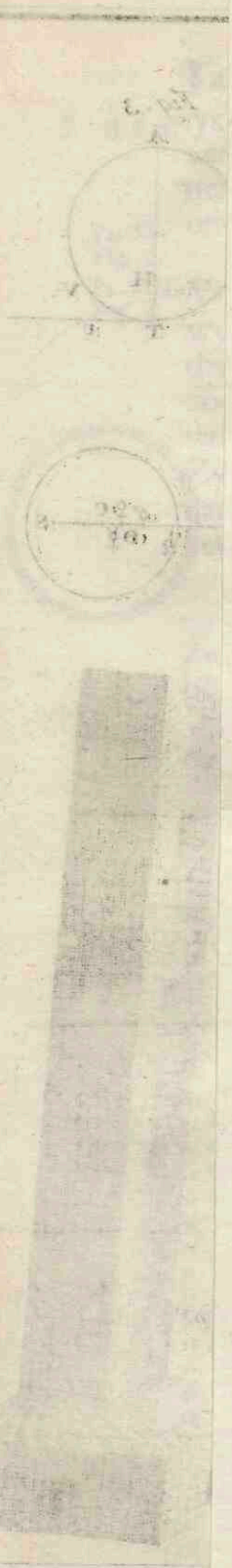


Fig. 8.





blyven ſtaan zonder hulp van de pennen *ff*: want dewyl deszelfs Zwaarte-punt in G is, zal deszelfs Streek lyn gaan door de Vlakte HI, die nu de Voetſteun is van 't lighaam *ab* IH. Maar wanneer men HI *ed* loslaat, zal het bovenſte deel het onderſte omver ſtooten, en zy zullen beide neêr vallen, beginnende te bewegen om het Beweeg-punt *e*, terwyl het gemeene Zwaarte-punt *c* daalt naar *k*. Zie dezelfde 14. Aant. II. Les.

XII. ONDERVINDING.

46. Indien de hand H (PL. IX. Fig. 10.) regt over end vaſthoudt een Naalden of een Tap met een ſcherpe punt, zal de vork D, welker Zwaarte-punt is in D, gelegd op het punt van deze naalden, opgehouden PL. IX. Fig. 10.

vormig maken. Zoo lang de Lyn FD (of een Vlakte die 'er door gaat) het lighaam van den Man in twee evengroote deelen ſnydt, zal het Zwaarte-punt in C, en CD de Streek-lyn wezen. Maar indien het lighaam helt naar de ſlinkerhand H, zal het Zwaarte-punt van C tot H bewegen, de Streek-lyn zal HB worden, en de regter voet, met gemak uit A bewogen wordende, kan voortgezet worden voorby B, waar door de Man naar de ſlinkerzyde zal voortgaan. Op gelyke wys, zal de Streek-lyn door 't hellen van 't lighaam naar I verſchoven worden tot IA, en de Man naar de regterzyde voortgaan. Wanneer een mens op éénen voet ſtaat, geſchiedt het met eenige moeite. By voorbeeld laat (Fig. 4) de Streek lyn CD wezen; dan zal het Zwaarte-punt door de beweging van 't bloed, de long en andere dierlyke bewegingen zeer genegen zyn te ſchudden of te wankelen naar F of G aan de ééne of de andere zyde om 't Beweeg-punt D, alwaar de Voetſteun nu maar klein is. Wanneer de Streek-lyn komt tot B moet de man voorover vallen, en agterover, indien ze tot E komt; en ſchoon A onder de hiel van den voet zy, zal egter het lighaam, in de beweging van de gezegde Streek-lyn van D tot A, genegen zyn te ver naar E te gaan, en dus de Streek-lyn buiten den Voetſteun te brengen. Dit zal nog ligter geſchieden, wanneer het lighaam over zij beweegt, zoo dat het in gevaar zal zyn van te vallen, ten zy de opgeligte voet neêrgezet worde naar dien kant, daar het lighaam naar toe helt. Vogelen ſtaan op éénen voet gemakkelyker dan menſen, om dat hunne Streek-lyn veel korter en den Voetſteun van éénen voet een groote ongeregelde Ruit [*Rhomboidical Figure*] zynde, die door de vier Klaauwen gemaakt wordt, de Streek-lyn niet buiten dien Voetſteun vallen kan, of het Zwaarte-punt moeſt ryzen, 't welk volgens N. 28 en 41. onmogelyk is zonder een hevige beweging.

Wanneer een Drager een laſt op zyne ſchouderen heeft, moet hy bukken, om dat het gemeene Zwaarte-punt van den man en den laſt, indien hy regt overend ſtond, zoo ver agteruit gebragt zouw worden, dat de Streek-lyn agter zyne voeten zouw vallen. Om dezelfde reden buigt een zwangere vrouw, wanneer ze op 't laatſte loopt, zig in 't gaan wat agter over, om den laſt van voren, die haar anderſints voor over zouw doen vallen. PL. IX. Fig. 4.

II. Les. gehouden worden (N. 26). Dog het is wat moeijelyk dezelve wel te plaatzen, om dat het punt van de naalden zoo klein een Voetſteun is, dat 'er een voorzigtige hand noodig is, om het Zwaarte-punt zoo net over dien Voetſteun te brengen, dat 'er de Streek-lyn door heen ga. Maar indien men een tweede vork, als B, in het hegt van de eerſte ſteekt, en een derde A, even zwaar als de tweede, geſtoken wordt aan de tanden van de eerſte, zullen ze alle drie opgehouden worden.

De Lyn AB, die door de Zwaarte-punten gaat van de vorken A en B, in tween geſneden wordende in *c*, wyſt aan, dat dat punt het gemeene Zwaarte-punt is van deze twee lighamen. Het byvoegen van de vork D verandert het Zwaarte-punt (N. 41) en maakt dat het punt C ('t welk tweemaal zoo na is aan *c* als aan D, het Zwaarte-punt van de vork D) het gemeene Zwaarte-punt wordt van de drie lighamen (N. 33). In dit geval zullen de lighamen alle te ſamen opgehouden worden door middel van de naalden onder D, om dat het Zwaarte-punt zoo laag is als het zyn kan: alleen met dit onderſcheid, dat in het geval met de enkele vork D, het Zwaarte-punt ('t welk toen over het Beweeg-punt was) zouw dalen op de minſte ſchokking, en de vork afſtooten; daar nu in tegendeel geen ſchok, dan die ſterk genoeg is, om D van de punt van de naalden te doen afſpringen, de lighamen kan doen vallen: want indien het Zwaarte-punt uit zyne plaats geligt wordt, zal het wederkeeren naar C, het laagſte dat het dalen kan (N. 24).

47. Wanneer de Streek-lyn loopt door het onderſtutte punt onder D, volgt, *Dat een lighaam, of ſamenſtelling van lighamen zal opgehouden worden* (dat is, dat haar gemeene Zwaarte-punt niet dalen zal) *zoo lang eenig deel van 't lighaam, 't welk in de Streek-lyn is, onderſteund worde, maar dat het vallen zal, wanneer geen één deel, 't welk in de Streek-lyn is, onderſteund wordt.*

Pl. IX. Fig. 10. 48. Indien men de lighamen A of B (Pl. IX. Fig. 10.) of beide doet draaijen rondom elkander, en om het Middelpunt *c*, in een Cirkel, welkes Middellyn is AB; zullen ze blyven opgehouden worden als te voren; het zy ze ſnel of langzaam gedraaid worden (N. 32); en 't zy D zwaar zy of niet, in welk laatſte geval het gemeene Zwaarte-punt zal keeren tot *c*; en 't zy D, C of *c* zy het onderſtutte punt: ja 't is het zelfde of de hand, die de lighamen draagt, ſtil gehou-

gehouden, of in een regte of kromme Lyn bewogen worde; dat is, II. Les.
de werking van de lighamen op elkander (of in opzigt van elkander) zal niet veranderen, ſchoon ze met haar Zwaarte-punt worden voortgedragen: Ook zal de verandering van de Vlakte, waarin de lighamen bewegen (dat is hier het ryzen van A en het zakken van B, of (wanneer ze keeren) het ryzen van B en het dalen van A) niets vermogen op de beweging van haar Zwaarte-punt. Dus zal, het zy de Maan en de Aarde ſnel of langzaam om elkander, en haar gemeene Zwaarte-punt bewegen; en 't zy de Vlakte van de Maans Wandel-kring meêr of min helle naar de Vlakte van de Zonne-weg [*Ecliptick*], en hoe de verandering van die Helling ook zyn mag, de beweging van haar gemeene Zwaarte-punt (het welk den *Grooten Kring* [*Magnus Orbis*] beſchryft) geenſints worden aangedaan.

XIII. ONDERVINDING.

49. Wanneer een ligham als AB (Pl. X. Fig. 1.) gelegd wordt Pl. X. op het Voetſtuk NDP, zal het vallen, om dat deszelfs Zwaarte-punt Fig. 1. dalen kan (in den Boog C*q*), of, 't geen het zelfde is, om dat geen gedeelte van het zelve, 't welk in de Streek-lyn is, onderſteund wordt; maar wanneer de twee Elffen L, M in dat ligham geſtoken worden, zal haar gemeene Zwaarte-punt, 't welk in *k* is (midden tuſſen L en M), het gemeene Zwaarte-punt van alle drie de lighamen te rug brengen tot K, en dan zal K*o* de Streek-lyn van de lighamen worden, waar in het punt K onderſteund wordende, de lighamen niet konnen vallen (N. 47).

XIV. ONDERVINDING.

50. Op dezelfde wys zal het ligham AB (Pl. X. Fig. 2.) op het Pl. X. Voetſtuk AE gelegd, vallen, om dat deszelfs Zwaarte-punt bewo- Fig. 2. gen wordt om het punt M in den Boog C*q*. Maar wanneer een zwaar ligham, als D, daar by gevoegd wordt, zoo dat het Zwaarte-punt tot K gebragt worde, zal CO niet meêr de Streek-lyn wezen, en in de beweging van de lighamen om M moet het Zwaarte-punt K den Boog K*k* beſchryven, al opwaarts bewegende, 't welk niet zyn kan (N. 24). Hierom zal AB door het byvoegen van een ander zwaar ligham worden opgehouden.

51. Wan-

II. Les. 51. Wanneer lighamen op een hellende Vlakte gelegd worden, zullen ze naar beneden komen, ſchoon de Streek-lyn binnen haren Voetſteun valle. In zulk een geval zal haar Zwaarte-punt niet bewegen in hare Streek-lyn, ('t welk alleen geſchiedt, wanneer de lighamen vryelyk vallen) maar in een Lyn Evenwydig aan de Vlakte, terwyl het lighaam afglydt. Maar indien de Streek-lyn van het lighaam valt buiten deszelfs Voetſteun, die op de Vlakte geſteld is, zal het lighaam tuimelen of rollen langs de Vlakte (15).

XV. ONDERVINDING.

Hier uit volgt, dat het zelfde lighaam, 't welk in zekeren Stand langs een hellende Vlakte glydt, in een anderen Stand naar beneden zal rollen. Dus zal het lighaam A B C D (Pl. X. Fig. 6.) gelegd op de Vlakte *c* M N, glyen in den Stand a b c d, om dat deszelfs Zwaarte-punt k niet kan vallen in de Streek-lyn k o (dewyl het lighaam door de Vlakte geſtut wordt), nog bewegen in den Boog k c om d, als een Beweeg-punt; om dat in dit laatſte geval het Zwaarte-punt moet ryzen, 't geen onmogelyk is (N. 24). En om die reden zal het Zwaarte-punt dalen in de Lyn k s. Maar indien het zelfde lighaam

Pl. X. Fig. 6.

(15) Indien men een bal F E (Pl. X. Fig 3.) op een gladde waterpas Vlakte A B legt, zal hy ſtil blyven leggen, ſchoon hy maar in één punt rake als O, om dat de Streek-lyn F O door dat punt heen gaat; maar indien de Vlakte maar een weinig helt, gelyk in den ſtand C D, zal de bal gedurig vooruit rollen naar D, om dat de Streek lyn dan buiten het raak-punt valt.

Pl. X. Fig. 3.

Indien men zulk een maſſief lighaam als G, (Pl. X Fig. 4 en 5.) 't welk bevat wordt van twaalf regthoekige Ramen [*Parallelograms*] en twee tegen elkander overgeſtelde Twaalfhoeken [*Dodecagons*] op de hellende Vlakte B A C legt, zal het van A tot C glyen, terwyl het Zwaarte-punt beweegt in de Lyn *e g*, evenwydig met de Vlakte A C, en *i o* één van de Raam-Vlaktens van het lighaam gedurig de genoemde Vlakte A C raakt. Maar indien de Vlakte meêr helt, gelyk in den Stand D E, zal blyken, door het trekken van den Boog *e f* uit den afſtand *i e* om het punt *i* (de eenige plaats, alwaar het lighaam dan raakt) dat het Zwaarte-punt kan dalen; en wanneer het punt *o* gevoegd wordt op de Vlakte D E, zal de Streek-lyn vallen buiten het genoemde punt *o* naar E; en daarom zal het lighaam rollen of tuimelen naar E. Op dezelfde wys zullen alle de Hoek-punten of liever de kanten van de Vlakke Oppervlaktens de ééne voor de andere na zig voegen op de Vlakte D E, tot dat het lighaam geheel neêrgerold is.

Pl. X. Fig. 4 en 5.

(16) K (Pl. X. Fig. 7.) is het gemeene Zwaarte-punt van 't Voêrhooi en den wagen P M, welkes Streek-lyn is K E, terwyl de Vlakte P M (waar op de wagen getrokken wordt) waterpas is; maar indien

Pl. X. Fig. 7.

PL. IX.

Fig. 1.

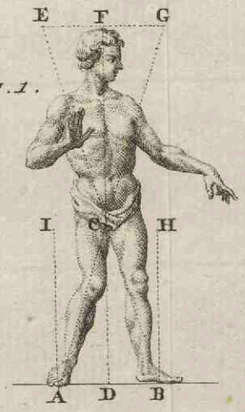


Fig. 5.



Fig. 8.

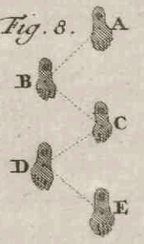


Fig. 2.



Fig. 6.

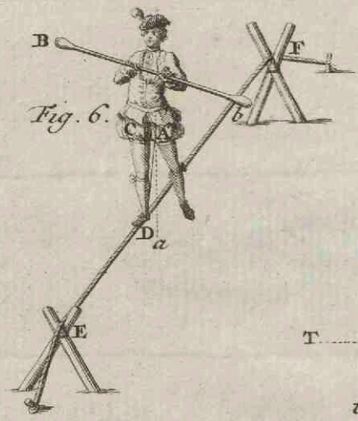


Fig. 9.

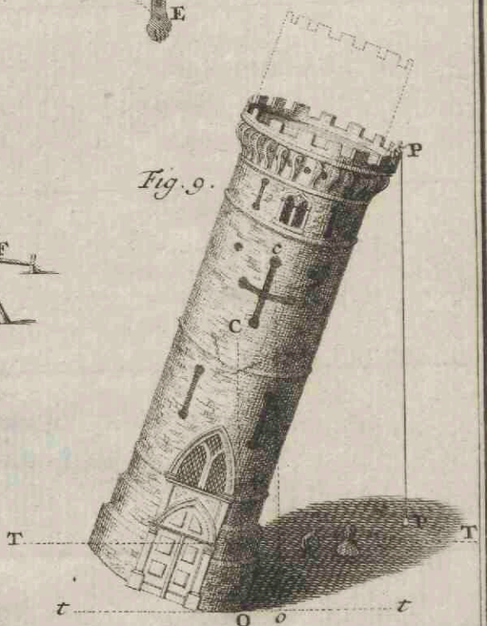


Fig. 3.

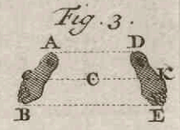


Fig. 4.



Fig. 7.

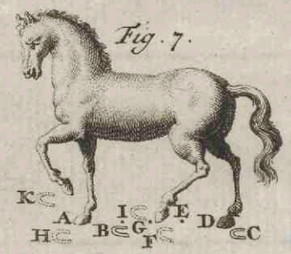
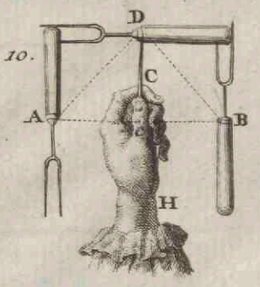
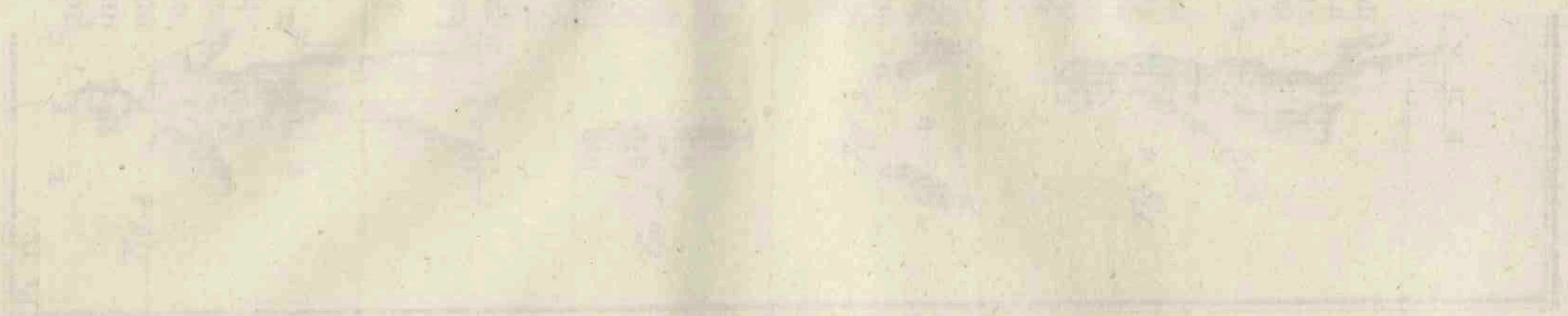


Fig. 10.







haam daar op gezet werd in den Stand *a b c d*, zouw het tuimelen naar M, dewyl deszelfs Zwaarte-punt daalt in den Boog K*q*. Om deze reden kan men een Pylaar op een berg trekken, wanneer ze overlangs in een wagen legt, daar ze agterover zouw tuimelen, indien ze in denzelfden wagen overend ſtond: En een hooi-wagen, rydende langs de zyde van een berg, zouw omvallen, terwyl dezelfde wagen, met evenveel gewigt van yzer geladen, op dezelfde plaats veilig zouw ryden, alleen om dat in de vragt van yzer het Zwaarte-punt laag is, terwyl het zeer hoog is in het Voêr hooi (16). 't Geen in de drie laatſte afdeelingen (N. 49, 50 en 51) gezegd is, wordt verder beveſtigd door de volgende Ondervindingen. II. Les.

XVI. ONDERVINDING.

52. Zet op de tafel T *t* T (Pl. X. Fig. 9.) die van X tot *x* een ſleuf heeft, het beeldje D M, op zoodanige wys dat de zaag *c* (die met het ééne end aan de handen van het beeld gehegt is, en aan het andere end heeft een gewigt W) bewegen kan door de ſleuf X *x*, en het beeld zal regt over end ſtaan. Wanneer dan het hoofd van 't beeld neêrwaarts gedrukt wordt tot A of B, zal het de beweging Pl. X. Fig. 9.

indien C D een waterpas Lyn is, zal de Vlakte P M hellen uit het Waterpas met een Hoek B P D, en de Streek-lyn, die van K E in K P veranderd is (om dat K P de eenige Loodlyn is van K op C D) zal buiten den Voetſteun Q M naar C vallen, en bygevolg zal de wagen naar dien kant omkenteren; 't geen men ook zien kan, wanneer men om het raak-punt Q op den afſtand van Q K trekt den Boog K R, die den weg aanwyſt van 't Zwaarte-punt, 't welk in dit geval kan dalen, zonder eerſt te ryzen. Om dezelfde reden, indien de wagen rydt langs een waterpas Vlakte, welker ſnyding verbeeld wordt door C D of P N, en 't wiel M een heuvel ontmoet van de hoogte van N M, zal 't Voêr hooi ook omvallen.

Maar dewyl een vragt yzer (Pl. X. Fig. 8.) veel lager op den wagen legt, moet het Zwaarte-punt ook lager zyn, en daarom zal de Streek-lyn binnen den Voetſteun vallen op dezelfde Helling van de dragende Vlakte, die ze buiten den Voetſteun zouw doen vallen in het Voêr hooi, gelyk blykt uit de Figuur. Laat C D hier ook een Waterpas Lyn verbeelden, en Q M den weg, of den Voetſteun, die den wagen onderſtut, terwyl de Hoek van Helling M Q N in deze Figuur even groot is als M Q N in de 7. Figuur. De Streek-lyn K P zal hier binnen den Voetſteun Q M vallen, en kan 'er niet buiten vallen, voor dat de Hoek van Helling vergroot is tot B Q Y, door X Y de Waterpas Lyn te maken, of, 't geen het zelfde is, ten zy het wiel M een heuvel ontmoet van de hoogte van *y* M, veel hooger, dan de heuvel die 't Voêr hooi zouw omwerpen. Pl. X. Fig. 8.

II. Les. ging van 't zagen navolgen, en verſcheiden reizen heen en weêr ſlingeren in den Boog A *o* B, terwyl het gewigt W op dezelfde wys den Boog V W V beſchryft, om dat het Beweeg-punt van 't geheel (dat is, van 't beeld, de zaag en 't gewigt) in M is; het gemeene Zwaarte-punt K beſchryft op gelyke wys den Boog L K L, tot dat het (na verſcheiden malen van L naar weêrkanten gedaald te zyn) zig zet in K, net onder het Beweeg-punt. Indien het beeld geene zaag had, zouw het, op de tafel gezet, overend ſtaan, om dat deszelfs Zwaarte-punt C dan net over het Beweeg-punt M zouw wezen (N. 26); en 't ééne of 't andere gedeelte van het beeld, het welk in de Zwaarte-lyn *o* O is, zouw onderſteund worden (N. 47); maar de minſte verandering van Stand, die C van over M van daan zouw bewegen, zouw het beeld omver werpen (N. 26). Wanneer men 'er dan de zaag *c* by voegt, zal, om dat haar Zwaarte-punt in *c* is, het gemeene Zwaarte-punt van 't mannetje en de zaag in L zyn, en in dat geval zal het beeld met deszelfs zaag naar X vallen; maar indien door middel van een krommen draad het zware gewigt W aan de zaag gevoegd wordt, zal het gemeene Zwaarte-punt van 't mannetje, de zaag en 't gewigt in K zyn (N. 40), en de Streek-lyn zal weêr in *o* O zyn, waarom het beeld overend zal ſtaan. Wanneer men nu het beeld voor- of agterover doet hellen, zal het na verſcheiden ſlingeringen tot zynen eerſten Stand keeren, om dat het Zwaarte-punt altyd tragt te dalen naar K, door welk doen 't het beeld overend doet ſtaan. NB. *Men kan hier de proef allerbeſt van nemen, wanneer men in de hielen van de ſchoenen twee pennetjes maakt, om op de tafel te dragen.*

XVII. ONDERVINDING.

Pl. X. Fig. 9. 53. Hang aan den ſtok S *s* (Pl. X. Fig. 9.) die van zelf van de tafel zouw vallen, om dat zyn Zwaarte-punt over hangt) den emmer P, ſtel een anderen ſtok *p q*, met het ééne end in een kerfje in *p*, en met het andere tegen den binnen wand van den emmer, dat hy op den bodem ſluit, dan zal de emmer zonder eenige andere hulp blyven hangen aan den ſtok S *s*, die niet van de tafel zal vallen, ſchoon de emmer geheel met water gevuld worde, mits de hengel van

van den emmer wat digt aan de tafel, en de ſtok *p q* lang genoeg zy, II. Les.
om den emmer een weinig uit het Lood te dringen.

Wanneer de ſtok S S (Pl. X. Fig. 10.) Waterpas legt op de tafel Pl. X. Fig. 10.
T *d* B, is C het gemeene Zwaarte-punt van de twee ſtokken S S, P Q, den emmer D Q E, en het water, 't welk daar in is, welk alles, by één genomen, moet aangemerkt worden als één lighaam, welkes Streek-lyn is O O; en dewyl het gedeelte van S S, 't welk een weinig agter den hengel B is, in de Streek-lyn is, en onderſteund wordt door den kant van de tafel, kan het geheele gemelde lighaam niet vallen: want indien het viel, zouw het gedeelte B S moeten ryzen aan het end S, in den Stand B *s*, en P S dalen in den Stand *p s*, het welk niet zyn kan, of de emmer moeſt ryzen in den Stand *d q e*, brengende het gemeene Zwaarte-punt op tot *c* in den Boog C *c* D, 't welk onmogelyk kan geſchieden (N. 24.) door de Zwaarte alleen, zonder de werking van eenige kragt van buiten. Maar indien de emmer D E opgeligt wordt onder de tafel, en de ſtok S S hellende gelegd wordt boven dezelve, zoo dat het geheele werk kryge den Stand *s s*, *p q*, *d q e*: zal het, indien men 't op zig zelven laat, en de ſtok *s s*, zoo wel als de tafel onder B, zoo glad is, dat 'er weinig of geene vryving [*Friction*] tuſſen beide zy, neêrglyen, en van de tafel vallen; *s s* bewegende in den Streek *s p s*, en het gemeene Zwaarte-punt *c* in de Lyn *c* E, de Raak-lyn van den Boog D *c* C. Hier moet men opmerken, dat, dewyl *o o* nu de Streek-lyn is, geen gedeelte van het lighaam in die Lyn onderſteund wordt (N. 47.)

NB. *De Proef hier van wordt verbeeldt in Fig.* 9.

III. Les.

III. LES.

1. *Eenvoudige Werktuigen*, van ſommigen de *Bekwaamheden* of *Vermogens van de Werktuigen* genoemd (1), zyn zulke Gereedſchappen, die van één ſtuk zyn (of als zoodanig worden aangemerkt,) door welker middel de *Vermogens*, in de voorgaande Les (N. 19 en 20.) beſchreven, op Gewigten werken, om Beweging te geven, of te ſteuiten, om Weêrſtand te overwinnen, te maken, of te doen ophouden.

2. Alle Werktuigen (hoe ſamengeſteld ze ook wezen mogen) ten dienſt van de menſen geſchikt, beſtaan uit verſcheiden ſamenvoegingen van de eenvoudige Werktuigen. Somtyds worden ze alle in

(1) Het woord *Vermogen* wordt hier in een geheel anderen zin genomen, dan in de tweede Les, alwaar het (N. 19.) (beteekenende alles, wat men gebruikt, om een Gewigt op te ligten) omſtandig verklaard wordt; want hier beteekent het alleen het Werktuig of Gereedſchap, waar door men een Vermogen van een bekende Kragtigheid [*Intenſity*] op een Gewigt doet werken; en hierom moet men zorg dragen, dat men geen wezentlyke Kragt aan eenige eenvoudige of ſamengeſtelde Werktuigen toeſchryft, gelyk velen gewoon zyn alleen om dat de naam van *Vermogen* aan Werktuigen gegeven wordt, niet om hare uitwerking, maar om de uitwerking, die een Vermogen door hare hulp te weeg brengt: want hoe zeer de kragt van een Vermogen daar ook door vermeerderd mag worden in 't ophouden of ligten van een Gewigt ver boven deszelfs Kragtigheid, kan 't egter niet geſchieden zonder in ruimte en tyd te verliezen 't geen men in kragt wint, geheel anders dan ſommigen zig zonder reden hebben ingebeeld, om dat het gemeen van een Werktuig ſpreekt, gelyk ze van een dier gewoon zyn, en die uitwerking aan het Werktuig toeſchryven, die de uitwerking is van 't Vermogen door behulp van 't Werktuig, gelyk het zeer gemeen is te zeggen, *zulk een Werktuig haalt zooveel water op*, of *zulk een Werktuig doet zulk of zulk een werk*; daar wy zouden zeggen, Indien we eigenlyk en op zyn Filoſoofs zouden ſpreken, *Zulk een Stroom, zulk een Waterval, de Wind, of zooveel man, paarden of oſſen* enz. *halen zooveel water op in zulk een tyd* enz. *met zulk of zulk een Werktuig*, gelyk we hebben aangemerkt in de 6. Aanteek. op de voorgaande Les. Hierom was het te wenſen, dat het woord *Vermogen* tot zyne eigen beteekenis bepaald was gebleven, en niet gebruikt werd, om een Werktuig te beteekenen; maar dewyl het door 't gebruik deze beteekenis ook gekregen heeft, heb ik het mede in dien zin wel willen nemen met deze waarſchuwing.

(2) Schoon iemand ligtelyk kan toonen, (gelyk wy op 't end van deze Aanteekening doen zullen) dat alle andere Werktuigen in zeker opzigt [*potentialy*] een Hefboom in zig bevatten; dat is, dat, indien men van alle andere eenvoudige Werk-

Pl. X.

Fig. 1.

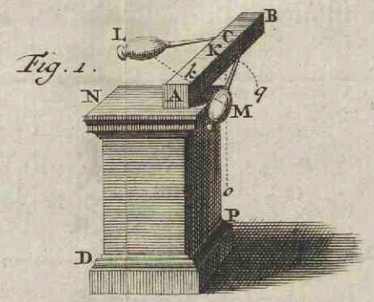


Fig. 2.

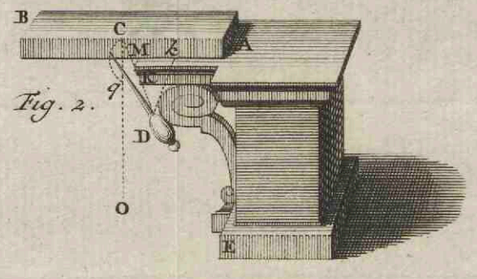


Fig. 3.

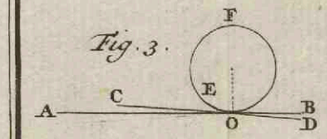


Fig. 4.

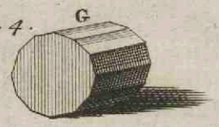


Fig. 5.

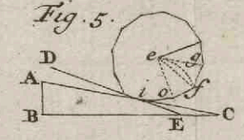


Fig. 6.

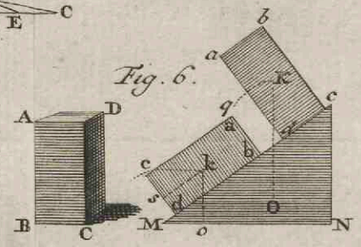


Fig. 7.

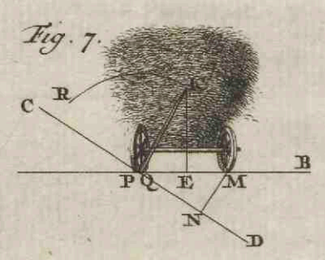


Fig. 8.

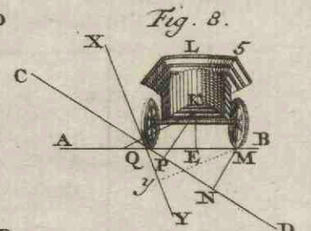


Fig. 9.

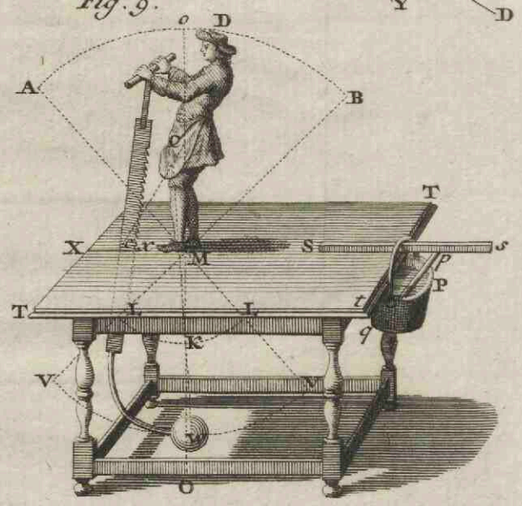
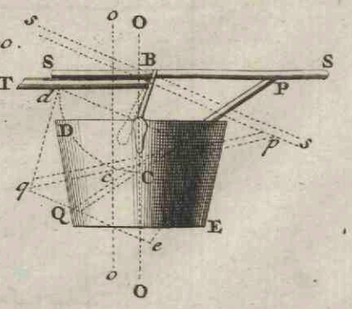
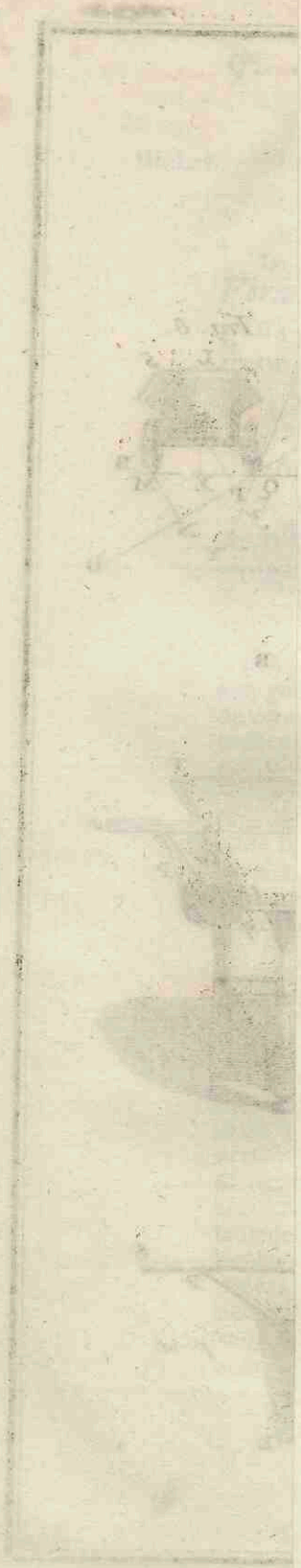


Fig. 10.





in één gevonden, ſomtyds twee of drie, en ſomtyds één alleen ver- III. Les.
menigvuldigd.

3. De *eenvoudige Werktuigen* zyn de zeven volgende, nam. de *Balans*, de *Hefboom*, de *Katrol*, het *Wind-as*, de *hellende Vlakte*, de *Wigge* en de *Schroef*. NB. *De Schryvers verſchillen in 't optellen van de* Vermogens van de Werktuigen. *Sommigen brengen ze tot* Zes, de hellende Vlakte *uitſluitende van die, die ik genoemd heb. Anderen hebben ze tot* Vyf *gebragt, de* Schroef *niet anaers aanmerkende dan een* Wigge, *rondom een Rol gevoerd. Anderen weêr hebben den* Hefboom *en de* Balans tot één en 't *zelfde* Vermogen *gemaakt om hare naauwe gelykheid. Maar dewyl het zelfde ding maar verſcheidenlyk aangevoegd wordt, (gelyk men kan doen zien, wanneer men alle de* Vermogens van de Werktuigen *tot den* Hefboom *brengt, of alle hare werkingen door die van den* Hefboom (2) *verklaart) en wy*

Werktuigen zooveel af nam, dat 'er niets dan de Hefboom over bleef, dezelfde overhandſe Evenredigheid tuſſen de Snelheden van 't Vermogen en 't Gewigt en hare Kragtigheden zoo duidelyk zouw beſpeurd worden in zulk een Hefboom als in het Werktuig, voor dat het tot een Hefboom gebragt was; ſchoon, zeg ik, dit zoo zy, moet men daar egter niet uit beſluiten, dat men den Hefboom alleen kan doen dienen tot die eindens, daar alle andere Werktuigen toe geſchikt zyn: want dezelven zyn van verſcheiden gedaantens gemaakt, om de verſcheiden manieren van werken te beantwoorden, die noodig zyn, om iets door behulp van Werktuigen uit te voeren tot dienſt van de menſen; dewyl het ſomtyds onmogelyk is het ééne Werktuig in plaats van 't andere te gebruiken, en altyd dienſtiger het ééne dan 't andere te bezigen, waar van de verkiezing van de bekwaamheid van den Werkmeeſter afhangt.

Dus moet aan een Balans ('t zy met Schalen, 't zy een Unſter) de waar, die men koopt, of een zwaar lighaam, welkes menigte van Stof geſchat moet worden, niet met eenige Snelheid worden opgeligt, maar wordt alleen onderſteld een Evenwigt te moeten maken met een bekend gewigt, 't welk in dit Werktuig dient voor een *Vermogen*. Maar zelden wordt een gewigt voor een Vermogen gebruikt in andere Werktuigen, uitgenomen eenige weinigen, en in die Kunſttuigen, daar de Ouden zig in den Oorlog van bedienden, en die nu buiten gebruik geraakt zyn.

De kragt van één of meêr man is 't Vermogen dat aan den Hefboom gevoegd wordt, alwaar 't Vermogen altyd het Gewigt moet overwinnen door 't byvoegen van wat meêr Snelheid of Kragtigheid by 't Vermogen, boven de overhandſe Evenredigheid, die in de Balans vereiſt wordt. Door dit Werktuig worden zware lighamen maar een weinig wegs in een bepaalden tyd bewogen, gelyk groote ſteenen in 't bouwen, groote houten, looden of yzeren buizen in waterwerken, of groote balken. Dog Hefboomen konnen alleen dienen, om deze lighamen zoo hoog te ligten, dat men ze op een wagen leggen kan, enz.

Maar indien men, by voorbeeld, een ſteen tot een merkelyke hoogte wil ligten,

III. Les. *wy berigt zullen geven van de Gereedſchappen, tot die verſcheiden Aanvoeging [Application] gemaakt, zal 't blyken, dat de* Vermogens van de Werktuigen Zeven *in getal zyn.* 4. Eer

ten, om hem in 't bouwen op zyne regte plaats te leggen, of een ander lighaam boven de drie of vier voet hoog wil ligten, kan de Hefboom van geenen dienſt meêr zyn, en dan moet men Katrollen gebruiken op de éene of de andere wys, als in deze Les N. 37, 38, 39, 40 of 41 gemeld wordt. Takels of Katrollen zyn zeer dienſtig daar geene plaats is voor een Kaapſtand, en daar men lighamen op verſcheiden plaatzen moet ligten, om dat men ze met gemak verplaatzen kan, maar het Gewigt [*het lighaam, dat geligt moet worden*] moet niet te zwaar zyn, om dat 'er niet veel volk te gelyk, en gelyker hand kan trekken aan éénen Looper. En indien 't Vermogen te veel vergroot wordt door 't getal van ſchyven in de Katrol of Takel, moet het touw vervaarlyk lang zyn, en daarom ongeryfelyk.

Het Wind-as, de Kaapſtand of 't Wind-as zonder Rad, alleen met Spaken [*Windleſſ ſomtyds een Rol, ſomtyds een Braad-ſpit genoemd*] welke alle het zelfde Werktuig zyn, alleen verſcheidenlyk geſteld, wordt van gebruik, alwaar Katrollen te kortſchieten. By voorbeeld, indien men water uit een diepen put moet halen, is een Rad met armen of Spaken van dienſt, om den As, daar het touw op loopt, rond te draaijen, en den emmer of de emmers op te brengen. In 't bouwen is een Kaapſtand, welkes maakzel het Vermogen geen meêr voordeel geeft dan een Takel of Katrol met verſcheiden Schyven, evenwel van meêr dienſt, om dat 'er agt, tien, of twaalf man aan kan werken, en deszelfs Spaken voortſtuwen, daar 'er maar drie of vier aan den Looper van een Katrol konnen werken. Indien de vier Spaken van een Kaapſtand zoo lang zyn, dat aan elk van dezelven drie man hunne ſterkte oeffenende, de middelſte man van de drie drie voet van den Beweeg-as af is, en de As, die het touw opneemt, zes duim over 't Kruis is, zullen deze twaalf man het werk van 72 doen, dog zesmaal meêr tyd noodig hebben. Het zelfde kan geſchieden, en in den zelfden tyd, door twee man, gaande binnen in een ſtaande Rad, van 24 voet over 't Kruis ('t welk van ſommigen een Tegen-Rad [*a Counter Wheel*] genoemd wordt) welkes leggende As wel agt duim over 't Kruis mag wezen, en door een van deze Werktuigen kan men ontrent anderhalve of twee Ton, [of 3360 of 4480 ℔] gewigts opligten. Maar indien men op een Kaai, daar alleen twee man gebruikt wordt, om aan de Kraan te werken, een Blok Marmer wil ophalen, dat drie of viermaal zoo zwaar weegt, als het gemelde gewigt (want een Blok Marmer zes voet lang, vier voet breed, en vier voet dik, weegt tuſſen de zeven en agt Ton) zouw een Tegen-rad [of *Tre-Rad*], met een As van agt duim, 72 voet over 't Kruis moeten wezen, 't welk zoo om de grootte als koſten niet werkſtellig gemaakt kan worden. Anders moeſt de As driemaal zoo dun over 't Kruis wezen, maar dan is hy niet ſterk genoeg, om 't gewigt te houden. Hierom moet men zig in zulk een geval van een ſamengeſteld Wind-as bedienen, gelyk 'er in deze Les N. 47. een beſchreven wordt, maar met één Rondzel meêr. By voorbeeld, indien een yzer Rad met Tanden, dat vier voet over 't Kruis is, gehegt wordt aan den gemelden As van agt duim over 't Kruis, en dat Rad geleid wordt door een yzeren Rondzel van zes duim over 't Kruis, welkes Rad drie voet over 't Kruis is, en geleid wordt door een Rondzel van agt duim over 't Kruis, welkes Spaken een voet lang zyn, zal dezelfde werking door twee man verrigt worden, maar die 'er driemaal zoo veel tyd toe van nooden hebben.

NB. *Indien de Tanden van het Rad van geel koper zyn, en de Tanden of Bladen van de Rondzels van yzer, zal het Werktuig zagter bewe-*

4. Eer we deze Vermogens of Werktuigen in verſcheiden opzig- III. Les.
ten verklaren, zyn 'er eenige algemeene dingen vooraf te overwe-
gen,

bewegen, en de Tanden zullen gelykelyk ſlyten.

Het getal van Tanden in de Raderen en Rondzels kan het volgende zyn.

Het eerſte Rondzel, waar in de Spaken ſteken, 28.

Het eerſte Rad, geleid door het genoemde Rondzel, 112.

Het tweede Rondzel, 19.

Het tweede Rad, 171.

En de As, die het touw opneemt, moet van ontrent agt duim wezen, omdat hy onmiddelyk het Gewigt aan 't touw draagt, dat wel boven over eenige Katrollen of Rollen loopt, maar die 't Vermogen geene kragt byzetten.

Indien de Kaapſtand met Spaken, hier boven gemeld, reets geſteld is, om 't werk te doen, daar hy toe geſchikt is, en 'er onverwagt zeer zware Gewigten geligt moeten worden, behoeft men hem juiſt niet weg te nemen, om 'er zulk een verdubbeling van Raderwerk in de plaats te ſtellen, als we daar zoo even beſchreven hebben, om dat men dan, om zig te behelpen een Jyn kan vaſtmaken aan 't ééne of 't andere deel van 't gebouw boven de plaats, daar het Gewigt moet opkomen, om het touw van den Kaapſtand te ontvangen, om de kragt van 't Vermogen te vergrooten, naar dat de Jyn is van *tween*, van *drien*, van *vieren* of *vyven*, enz. Waarna men de Jyn weêr af kan nemen en den Kaapſtand doen werken als te voren. In 't gebruiken van het Tegen-Rad, [*Trê-Rad*] of de Rotteſtaarts Kraan (N. 82) kan men 't Vermogen om 't ééne of 't andere toeval ook vergrooten.

Alwaar geene plaats is voor een ſamengeſteld Wind-as van twee groote Raderen en Rondzels, kan men 't zelfde uitwerken door een Schroef zonder end van énen Draad, die door twee Spaken, elk een voet lang, gedraaid wordt, om een Rad te leiden van twee voet over 't Kruis, met 72 ſcheuine Tanden, en een houten Ton of As van agt duim over 't Kruis. 'T voordeel van dit Werktuig zal N. 77 en 78 van deze Les worden aangetoond.

Indien men Okshoofden of Pypen met wyn of andere vogt in een kelder neêr moet laten, of 'er uitbrengen, legt men een plank langs de trappen, die in dit geval voor een *hellende Vlakte* verſtrekt, het eenige Tuig, dat tot dit Werk bekwaam is. In 't maken van kommen om water te houden, in 't tuinen, in 't bouwen van Veſtingen, daar men met geene karren kan komen, gebruikt men hellende Vlaktens van hout, om met kruiwagens de aarde van een lager naar een hooger plaats te voeren.

Om hout te klooven kan men niets anders dan de *Wigge* gebruiken; want een Byl, daar men klein hout meê klooft, is maar een Wigge met een ſteel. Een ander aanmerkelyk gebruik van de Wigge is het ryzen van een balk, om hem te ſtutten, wanneer een zolder door den al te zware laſt, die 'er op legt, begint door te zakken, gelyk in pakhuizen dikwyls geſchiedt. Hier kan men zulk een geweld meê doen, dat eenige duizend Ton gewigt met zolder met al geligt, en alles wel verzorgd wordt door middel van dit kleine Werktuig. Schoon Schroeven of Vyzels met lange Boomen gedraaid, voor een groot deel het zelfde konnen doen, moet 'er plaats wezen om met de Handpaken rond te gaan, die men niet heeft, wanneer 't pakhuis beneden ook met goederen is, of men moeſt het ontruimen, 't welk te veel omſlag en koſten is. Op wat wys dit in zyn werk ga, vertoont de eerſte Fig. van de elfde Plaat. PL. XI. Fig. 1.

BA*b*DEC is een balk, die, wanneer hy waterpas legt, gelyk de geſtipte Lynen B*b* en CD verbeelden, een zolder draagt.

III. Les. gen, die onze uitrekening ontrent dezelven zullen verligten, en hare uitwerkingen in de Praktyk zoo volmaakt doen zyn, als de natuur van de ſtoffen, waarvan ze gemaakt zyn, toelaat.

ONdraagt. Wanneer dan veel Gewigt, op die zolder leggende, den balk doet wyken, en buigt tot de kromme Lyn B A *b*, of 't geen 't zelfde is, C E D, wordt 'er een Stempel P *p* gevoegt in een ſtut plank F F, en een waterpas ſtuk E (hier op zyn end gezien) geſteken onder den balk, en op den kop van den Stempel. Dan zet men de twee houten Wiggen W, *w*, die zoo breed zyn als de Stempel, met zware Hamers aan, ſlaande te gelyk tegen elkander in, waar door men den Balk regt maakt, en de zolder in haren vorigen ſtaat brengt, zonder eenige goederen, die 'er op, of beneden leggen, te verwerken, uitgezonderd alleen om plaats te maken voor den Stempel en de Stut-plank.

Het gebruik van de Schroef, om lighamen te ligten, te laten zakken, te trekken, voort te ſtuwen, te drukken, of ſamen te voegen, is genoeg bekend, en 't blykt zelf op 't oog, dat geene andere eenvoudige Werktuigen tot dat zelfde einde konnen dienen.

Pl. XI. Fig. 2. *Nu zullen we eens aantoonen, hoe men alle eenvoudige Werktuigen of Gereedſchappen tot een Hefboom kan brengen.*

Van de *Romeinſe* Balans ('t welk ook op de gemeene met twee Schalen toepaſſelyk is) wordt dit getoond door de Zesde Ondervinding van deze Les N. 29.

Ten tweeden, Katrollen kan men op deze wys tot een Hefboom brengen. Een boven-Katrol als E D (Pl. XVII. Fig. 3.) kan men duidelyk zien, dat een Hefboom is van de eerſte Soort, wanneer men de geheele Schyf wegſnydt, op de geſtipte Lyn E D na, die om het Middelpunt C twee Gewigten van dezelfde zwaarte in Evenwigt houdt. In de vierde Fig. van die zelfde Plaat ziet men dat de beneden-Katrol *g e*, door 't overlaten van de geſtipte Lyn *g e*, en den Nagel *c*, een Hefboom is van de tweede ſoort, waar door een Vermogen, gevoegd aan *g*, volgens den Streek *g d*, een Gewigt W, dat aan den Nagel *c* hangt, opligt. Men ziet hier duidelyk, dat *e* het vaſte punt, of de Schraag van den Hefboom is, *g e* de Afſtand van 't Vermogen, en *c e* de Afſtand van 't Gewigt. En overeenkomſtig met de Ondervinding is 't Vermogen P: tot het Gewigt W:: gelyk *c e*: tot *g e* :: 1:2. En door 't vergelyken van de ſamengeſtelde Hefboomen Pl. XV. Fig. 9. met het Katrol-geſtel Pl. XVII. Fig. 9. kan een ygelyk zien, dat de vier Katrollen, gebragt tot hare Waterpas- of leggende Middellynen, op elkander werken, gelyk vier Hefboomen van de tweede ſoort, in elk van welke de Afſtand van 't Vermogen *Twee* is, en die van 't Gewigt *Eén*, en daarom is de Evenredigheid van allen, by-eengevoegd (N. 32) die van 't Gewigt tot het Vermogen, of 16 tot 1; want 2×2×2×2 = 16. Dit kan men nog wel zoo duidelyk zien in 't vergelyken van dit Geſtel van onder-Katrollen met de 2de Fig. van de elfde Plaat, 't welk net zulk een ſtel of vergaring van Hefboomen van de tweede ſoort is, alwaar de Hefboomen met dezelfde letters geteekend zyn, zoo wel als de kragten, die elken Hefboom neêrdrukken.

Pl. XVII. Fig. 3.

Pl. XVII. Fig. 4.

Door de vierde Figuur van de XVIII. Pl. kan men een Wind-as gemakkelyk brengen tot een Hefboom van de eerſte ſoort, verbeeld door de geſtipte Lyn E T, alwaar het vaſte punt in K is, het Vermogen aangevoegd in E, en verſcheiden Gewigten, 't eene na 't andere in de punten A, B en T, het overige van 't Werktuig onderſteld zynde weggenomen te wezen. Maar dewyl het touw, waar aan 't Gewigt hangt, niet in de zelfde Vlakte beweegt, als het touw, waar aan 't Vermogen trekt, is het beter 't zelve aan te merken als een Hefboom van de eerſte

ſoort

ONDERSTELLINGEN.

5. Schoon de aarde klootagtig rond zy, moeten we haar egter in

soort met twee bogten, en een Beweeg-as, die door den éénen bogt gaat, gelyk Pl. XI. Fig. 3., alwaar de gebogen Hefboom A C *c* B beweegt om den As I I, leggende in de Stelling I K L I. B*c* verbeeldt den Straal van den As, en A C den Straal van 't Rad, onderfteld zynde dat B*c* en A C in de zelfde Vlakte zyn, en in den Haak met den As. Anders, indien ze fcheuine Hoeken maken, moeten ze tot regte gemaakt worden, met hare lengtens alleen te noemen regtftandige Afftanden van B en A uit den As I I. Indien dan P 't Vermogen, en W 't Gewigt is, zal hare overhandfe Evenredigheid deze zyn, A C : B*c* : : W : P.

Om de hellende Vlakte tot een Hefboom te brengen, moet men een gebogen Hefboom zoeken in 't Gewigt, dat op de Vlakte rolt, welkes Armen zyn zullen, gelyk de lengte van de Vlakte tot hare hoogte.

Dewyl de Driehoek A B C (Pl. XVI. Fig. 4.) gelykvormig is met *w* Y B (*Euklid.* VI, 4.) en *w* Y B gelykvormig met *w* B N (*Euklid.* VI, 8.) in den gebogen Hefboom *w* B N, is *w* B : B N : : A B : B C. En dewyl *w* N de Streek-lyn is van 't Gewigt *w*, mag men dat Gewigt aanmerken als drukkende op N B, den korten Arm van den Hefboom, in 't punt N, terwyl het Beweeg-punt in B is, alwaar het klootfe Gewigt de Vlakte raakt, en 't Vermogen in den Winkelhaak gevoegd is aan 't end *w* van *w* B, den langen Arm van den Hefboom. Wanneer men dan P 't Vermogen, en *w* 't Gewigt noemt, is P : *w* : : N B : B *w* : : A B : B C.

NB. *Hier trekt het Vermogen, aan een touw over de Katrol* M, *in een Streek, gelykwydig met de Vlakte; maar indien 't in een anderen Streek trok, zouw men de fcheuine kragt van 't Vermogen moeten nitrekenen door behulp van een gebogen Hefboom. Maar we moeten dit uitftellen tot onze byzondere waarneming van de hellende Vlakte en aanmerkingen, die de Weegkunde* [Statical Obfervations] *betreffen, in andere aanteekeningen, behalven den Streek, die evenwydig is met den Voetfteun, die de Wigge tot een Hefboom brengt.* Pl. XI. Fig. 3.

Laat nu de Driehoek A B C (Pl. XVI. Fig. 4.) de *Wigge* verbeelden, die, onder 't Gewigt gedreven, het zelve ryft tot de regtftandige hoogte C B, terwyl 't Vermogen de Wigge voortdryft de lengte van haren Voetfteun A C, of, 't geen het zelfde is, het Vermogen n trekt in de Lyn *w r*, evenwydig met den Voetfteun A C. Hier is de gebogen Hefboom O B N, met den korten Arm N B het Gewigt onderfteunende in N, terwyl 't Vermogen, gehegt aan O, den Arm O B trekt in een Winkelhaak. Pl. XVI. Fig. 4.

Daar zyn Schryvers, die een andere manier hebben voorgefteld, om de Wigge tot een Hefboom te brengen. By voorbeeld, de Wigge B F C (Pl. XI. Fig. 4.) wordt aangemerkt als een Hefboom van de tweede foort, welkes *Schraag* is in F, en 't Gewigt in W: die om 't Beweegpunt F bewegende, door een Vermogen aan het end van den Hefboom gebragt van A tot L, het Gewigt W opligt. Of anders, de Hefboom, gehouden door den Stut B, dat hy met het Waterpas altyd den zelfden Hoek maakt, wordt aangevoerd uit den Stand C F B tot den Stand *c f b*, terwyl de Schraag met hem voortfchuift, om het Gewigt tot *w* te ryzen. Pl. XVI. Fig. 4. Pl. XI. Fig. 4.

In de vyfde Fig. alwaar twee lighamen van één gefcheiden zyn, om 't klooven van hout te verbeelden, is de Wigge gebragt tot twee Hefboomen van de eerfte foort, die hare Schragen hebben in F, *f*, de Gewigten in W, *w*, en de Vermogens in L, *l*. Of in de 6de Fig., worden twee Hefboo- Pl. XI. Fig. 5. Pl. XI. Fig. 6.

III. Les. in 't beſchouwen van Werktuigen onderſtellen plat te wezen, om dat het grootſte Werktuig zoo klein een gedeelte van de Oppervlakte van de aarde beſlaat, dat, indien we het een gewaarwordelyke ronte toeſtaan, we te veel toeſtaan.

6. Schoon geene van die lighamen, die we behandelen, volmaakt hard, of net van die gedaante zyn, die we 'er aan tragten te geven; onderſtellen we egter in alle onze Werktuigen alles volmaakt te zyn; by voorbeeld, dat regte lighamen, gelyk de *Balk van een Balans*, een *Hefboom enz.* wiskunſtig *ſtyf* zyn, en zonder eenige dikte, of enkele onbuigbare Lynen; dat de *Vermogens van de Werktuigen* ('t zy op zigzelven, 't zy ze in een ſamengeſteld Werktuig zyn) geen Gewigt hebben, van wat ſtoffen ze ook gemaakt mogen wezen; dat lighamen volmaakt hard en glad zyn; dat de deelen van de Werktuigen elkander bewegen zonder Vryving; dat touwen en koorden ten uiterſten buigzaam; dat de Pennen of Nagels van Katrollen, of hare Beweeg-Aſſen, of die van Balanſen, Hefboomen, Wind-aſſen *enz.* niet anders dan Wiskunſtenaars Lynen zyn.

7. Schoon de Streeklynen (L. II. N. 22.) van alle zware lighamen naar de aarde ſtrekken, en by gevolg naar elkander naderen [*converge*]

boomen van de tweede ſoort onderſteld zeer dun te zyn, en geſteken tuſſen de twee Gewigten, dat ze tegen elkanders enden drukken, en een gemeene Schraag
Pl. XI. maken in F, de Vermogens worden on-
Fig. 8. derſteld te bewegen van L, *l* tot *a* en *b*, terwyl de Gewigten W, *w* geſcheiden worden: of anders, ('t geen op één uitkomt) de genoemde twee Hefboomen, gevoegd met een vaſten Hoek door den
Pl. XI. Stut L*l* (Fig. 7.) worden aangemerkt als
Fig. 7. geſteken tuſſen de Gewigten, terwyl de
Pl. XI. gemeene *Schraag* voortgaat in de Lyn FG.
Fig. 9. Maar dewyl in alle deze manieren van verklaring de Afſtand van 't Vermogen (en by gevolg deszelfs Kragt) gedurig verandert, 't geen in de Wigge zoo niet is, wil ik liever een andere manier voorſtellen, die overeen zal komen met de werking van de enkele of dubbele Wigge (dus onderſcheiden, naardat dit gereedſchap met één of beide de Oppervlaktens werkt (zie N. 55 en 56) doende den Afſtand van 't Vermogen en 't Gewigt altyd die Evenredigheid houden, die wel voegt met den Hoek van de Wigge.) By voorbeeld, in de Wigge LFW (Pl. XI. Fig. 8.) is LFW een gebogen Hefboom, welkes korte Arm, altyd dezelfde blyvende, het Gewigt *x* opligt, en 't brengt tot *w*, terwyl de Hefboom draait om 't Middelpunt F, beſchryvende het Vermogen in L den Boog L*l*. In de dubbele Wigge Fig. 9. zyn twee gebogen Hefboomen, die, om 't Middelpunt F bewegende, door hare korte Armen FW, F*w* de Gewigten W, *w* ſcheiden; en wanneer ze dezelven rond gebragt hebben tot X en *x*, de lange Armen LF, *l*F om F draaijende in de Bogen LM, *l*M, kan men zien, dat het zelfde volbragt wordt, als of de geheele Wigge FM tuſſen dezelven gedreven was in den Streek NM.

Dewyl N. 60. getoond wordt, dat de Schroef

verge] met een kleinen Hoek, moeten we ze egter als Evenwydig aanmerken, om dat ze voor de uiterlyke zinnen zoodanig zyn, dewyl haar Nader-punt [*Point of Convergence*] ontrent 4000 [*Engelſe*] mylen ver is. Om deze reden zyn de muren van een huis, wanneer ze elk in 't Lood zyn opgehaald, beneden nader aan elkander dan boven; ſchoon men ze in de Praktyk Evenwydig moet ſtellen. III. Les.

8. Niettegenſtaande deze Onderſtellingen vals zyn, zullen we 'er egter niet door misleid worden; om dat we door een tweede beſchouwing agt moeten geven op de onvolmaaktheid van Werktuigen en ſtoffen, en de Hoeveelheid van Kleving of Vryving, die verſchilt naar 't getal en ſamenvoeging van deelen en de natuur der ſtoffen, waar uit de Werktuigen beſtaan. En wanneer we de beſte manieren gevolgd hebben in 't ontdekken van de gemelde onvolmaaktheden in elk byzonder Werktuig; moeten we zorg dragen, dat we genoeg toegeven, om van de rekening af te trekken, ontrent het ééne of 't andere Werktuig gemaakt, wanneer ze onderſteld wordt wiskunſtig waar te zyn.

NB. *Verſcheiden manieren, om de Hoeveelheid van Vryving in de Werktuigen te vinden, zullen 'er in de* IV. *Les overwogen worden. Zie ook de* (3) *Aanteekening.*

B E-

Schroef werkt of als een hellende Vlakte, of als een Wigge, blykt dat ze ook tot een Hefboom gebragt kan worden.

(3) Dat 'er Kragt verloren wordt in 't werken van Werktuigen door de ſchuring of Vryving van hare deelen, is van de meeſte Schryvers van de Beweegkunde wel aangemerkt, maar die Vryving is niet genoeg van hen beſchouwd. Om deze reden hebben velen (die zig wel op de kennis van de Werktuigen toegelegd, maar zig de behandeling niet eigen genoeg gemaakt hebben) zig verbeeld, wanneer ze de uitwerking van de Werktuigen, die ze onderzogten, vergeleken met de Vermogens, die 'er aangevoegd werden, dat het Werktuig wel ſlegt gemaakt was, omdat de uitwerking zoo veel verſchilde van de rekening, die ze 'er van maakten, zonder de Vryving te rekenen; wel onderſtellende, dat men daar iets voor aftrekken moeſt, maar zoo veel niet, dat het halen kon by 't geen ze vonden dat 'er in Kragt verloren was. Met dit denkbeeld ingenomen zyn 'er Ontwerpers, die nieuwe Werktuigen maken (nieuw voor hen, maar dikwyls al in oude boeken beſchreven, en daar men zig wel eer van bediend heeft, maar die buiten gebruik en in 't vergeetboek geraakt zyn) die ze onderſtellen veel meêr met het zelfde Vermogen te zullen uitregten, dan ooit van anderen gezien is; om dat ze te weinig voor de Vryving ſchikken. Vol van dezen waan gaan ze 70 of 80 pond Sterlings wagen, om Oktrooi te krygen op hunne nieuwe uitvinding. Dan gaan ze aan 't ſmaldeelen, en wikkelen anderen in, die nog minder weten dan zy zelf, om hunne onderneming (die ze voordeelig ſtellen) te helpen bevorderen; en eindelyk vinden ze na veel tyd en geld verſpild te hebben, hun Werktuig erger dan anderen, die ze gehoopt

BEPALINGEN.

9. Wanneer gelyke of ongelyke Hoeveelheden van Stof zoo gevoegd

gehoopt hadden ver te zullen overtreffen. Dit 's twintig jaren herwaarts zeer gemeen geweeſt: want ſchoon 'er onder de Ontwerpers een deel ſlegte knapen zyn geweeſt, zyn evenwel de meeſte eerſt zelf bedrogen, en die waarlyk bedrogen worden, ziet men dat door hunne Gretigheid en Driftigheid anderen des te ligter aan 't lyntje krygen en bedriegen. Hierom oordeel ik het voor 't Gemeen niet ondienſtig te zyn zoo net een uitrekening te geven van de Vryving, als ik op kan maken uit de Ondervindingen van anderen (inzonderheid van de Leden van de Koninklyke Akademie te *Parys*) en myne eigen Ondervindingen en Waarnemingen.

We zullen hier niet in overweging nemen die Vryving, of liever dien Weêrſtand, die zynen oorſprong heeft uit een kwade toeſtelling van de deelen van een Werktuig, die door Aanvoeging op elkander moeten werken, en welke die deelen ſcheuin doet werken, die in den Haak moeſten werken, of ten minſten ſcheuiner dan ze moeſten doen, dewyl dit alleen aan een kwade Beſchouwing [*Theory*] of een onkundige hand van den Werkman toe te ſchryven is. Alleen zullen we die Vryving overwegen, die onvermydelyk volgt uit de natuur der ſtoffen, hoe zeer ze ook gepolyſt mogen zyn, wanneer men een Werktuig eerſt begint te gebruiken, en die, welke de tyd veroorzaakt, wanneer de deelen ongelykelyk ſlyten, roeſten of rotten door gebrek van oly, vet of geſtadig gebruiken, waar door de rakende Oppervlaktens, ſchoon ze zoo glad geweeſt waren, als ze van de netſte Kunſtenaars gemaakt konden worden, dikwyls ruw en oneffen worden, en dus de Vryving, die men om de natuur der ſtoffen niet ontwyken kon, nog grooter maken. Dus heeft een oud Braadſpit meêr gewigt noodig, wanneer deszelfs Aſſen en hunne gaten verſleten zyn, en een wel gemaakt ſlot, dat door gebrek van olie, om 't voor de werking van de ſcherpe zouten in de lugt te bewaren, verroeſt is, zal bezwaarlyk met een verroeſte ſleutel geopend worden, ſchoon de gedaante van 't ſlot en de ſleutel beide zoo volmaakt zyn, als te vooren. Hout zal door 't Weêr rotten, en uit zyne gedaante zwellen of krimpen. Touwen zullen bezwaarlyker over Schyven loopen, of op Rollen gewonden worden, naar mate, dat ze door de vogt verſtyven, of op eenige andere wys gekronkeld worden.

Om ordentelyk te werk te gaan, zullen we de onvermydelyke Vryving van de eenvoudige Werktuigen elk op zig zelven beſchouwen.

De Hefboom is in opzigt van 't werk, dat 'er meê gedaan wordt, zeer weinig Vryving onderhevig, dewyl hy beweegt op een kleine Oppervlakte, die hem kruiſt als een Lyn, daar hy gevoegd wordt op den *Stut*, of *Beweeg-as*, die in de Beſchouwing maar als een punt aangemerkt en 't *Middelpunt van Beweging* [*of Beweeg-punt*] genoemd wordt.

Wanneer de Balans (welker maakzel naaſt aan den Hefboom komt) naar mate van hare lengte niet meêr Vryving heeft dan de Hefboom, heeft ze nog veel te veel voor een nette Balans, gelyk men door ondervinding zien kan. Weinige Balansmakers weten, waar de naaukeurigheid van een Balans in gelegen zy; maar volgen in 't algemeen maar het éêne of 't andere Fatzoen, of, indien ze wat willen uitſteken, zoeken ze elkander te overtreffen in cieraden of zagte polyſting, meêr agtgevende op de fraaiheid dan op 't gebruik, dewyl ze denken, dat ze zig wel

voegd zyn aan een Werktuig, dat hare gantſe Kragten [*Momenta*] of Hoeveelheden van Beweging, of Beweeg-kragten elkander vernietigen, worden ze gezegd in *Evenwigt* te zyn. (Les II. N. 12.) III. Les.

10. Wan-

wel gekweten hebben, wanneer ze 't zoo ver hebben gebragt, dat de Balans met een klein gedeelte van een Grein overſlaat.

Maar ten gevalle van hen, die naauwkeurige Schalen willen maken, of gebruiken, zal ik hier de gebreken melden, die ik gevonden heb in Schalen, die men voor ongemeen goed hield, en aantoonen, op wat wys ik oordeel, dat men zulke gebreken ontgaan kan; als mede het uiterſte, dat men van een welgemaakte Balans verwagten kan.

De Heer *George Graham* en ik, zullende met den Brigadier *Armſtrong*, Opzienden van zyne Majeſteits Geſchut, eenige Proeven nemen, onderzogten een Schaal, door een kunſtige hand gemaakt, en bewaard in een glazen kasje, dat 'er de lugt geene kragt op had. Deze Schaal dagt men zeer net te zyn, om dat ze overſloeg met een 256ſte deel van een Grein; maar onderzogt zynde bevondt men dat ze van die netheid ſomtyds 3 van de bovengemelde deelen verſchilde, 't welk ons deed denken, dat de één Arm langer was dan de ander; maar eindelyk vonden we, dat dit verſchil veroorzaakt werd door de gelegenheid [*Situation*] van den Beweeg-as; want indien in den Cirkel A*a* B*b* (PL. XI. Fig 10.) (aan welkes laagſten kant de As of Meſſing C moet dragen op A) de genoemde Meſſing niet ruſt in A, maar in *a* of *b*, zal de Arm aan de andere zyde van A overwegen; 't welk in ons onderzoek geſchiede, en een verſchil maakte driemaal grooter dan 't geen de Balans, in haren regten Stand zynde, deed overſlaan. En dewyl de Vryving grooter wordt naar mate van 't Gewigt, dat de Beweeg-as dragen moet (gelyk we in 't vervolg zullen toonen) zal dees misſlag op dezelfde wys grooter, en aanmerkelyk worden, wanneer men zwaarder lighamen weegt; zoo dat men zig verbeeldende een Evenwigt te hebben, alleen door het opligten van den Balk E L met het Gewigt, dat aan zyne enden hangt, dat Evenwigt weêr verloren heeft zoo haaſt men hem weêr laat zakken. Zoo moejelyk is het de Meſſing of den Beweeg-as tweemaal op dezelfde plaats te leggen, of ze in de eerſte reis de regte draging te geven over het laagſte gedeelte van het Oog in A. Nog een anderen Misſlag begaan de Balansmakers, dat ze de Armen niet net even lang maken, en, om dien Misſlag te verbeteren, de Balans gelyk maken door een gedeelte van de dikte van het langſte end van den Balk weg te vylen, en 't ſomtyds door de Schalen willen vinden. Anderen weêr om een nette Balans wat op te ſchikken, verzwakken een dunnen Balk onder den As, daar hy ſterkſt moeſt wezen.

Om een zeer nette Schaal te maken moet men de volgende regels in agt nemen.

1. De As C moet van goed ſtaal zyn, dat gehard en wel gepolyſt is, maar de Meſſing moet zoo ſcherp niet zyn, dat ze ſnyden kan.

2. De twee Oogen, daar de As in dragen moet, als A*a* B*b*, moeten ook van hard ſtaal en wel gepolyſt wezen, en haar laagſte gedeelte het naauwe end van een Eirond, moetende het gat de gedaante van K hebben. De Vlaktens [*Planes*] dezer Oogen, met de ſtukken die ze dragen (hier verbeeld door *m n* als gebroken met den Evenaar *o* tuſſen dezelven, ook gebroken) moeten met elkander net evenwydig zyn, en één en dezelfde Lyn moet haar gemeene As wezen. PL. XI. Fig. 10.

NB. *Deze Oogen, van Agaat of een anderen harder en wel gepolyſten ſteen gemaakt, zyn nog beter dan van Staal.*

III. Les. 10. Wanneer Vermogens, welker Kragtigheden [*Intenſities*], 't zy ze gelyk of ongelyk zyn, zoo aan een Werktuig zyn gevoegd, dat

3. De Hang-punten van de Schalen S, S, moeten net even ver af zyn van C het Middelpunt van den Balk, en het laagſte deel van 't gat S moet een ſcherpe Meſſing zyn van hard en gepolyſt ſtaal.

4. De Schalen met hare Eſſens en touwen gereed gemaakt zynde moeten elk byzonder in een andere Schaal gewogen worden, wel in agt nemende, dat men elk van dezelven weegt in dezelfde Schaal
Pl. XI. Fig. 11. tegen het zelfde tegenwigt in de andere Schaal, zonder den Balk te bewegen, dat de As op de bovengemelde wys verſchrikke.

5. Wanneer de Balk opgehangen zynde, door zynen Evenaar of Tong (dat is,
Pl. XI. Fig. 12. het regtſtandige dunne ſtukje boven den As) doet zien, dat zyne twee Armen net in Evenwigt zyn, en gy de proef wilt
Pl. XI. Fig. 13. nemen of de Hang-punten net evenver af zyn van den As in A, hang 'er dan de ſchalen aan (op de voorſchreven wys bereid)
Pl. XI. Fig. 12. en indien ze in Evenwigt zyn, en blyven, na dat de ééne in de plaats van de andere
Pl. XI. Fig. 14. gehangen is, kunt ge verzekerd wezen, dat en de Schalen en de Balk pasgemaakt zyn.

6. Maar indien ge door 't overwegen van de ééne Schaal ziet, dat de Balk ongelyk verdeeld is, buig dan met een Buigtang het deel L van den haak, om S nader aan of verder af te brengen van 't punt A, en indien dat het Evenwigt van den Balk verandert zonder de Schalen, hang dan een draad of een ander klein gewigtje aan dat end van den Balk, dat verkort was, om dat Evenwigt te herſtellen. Neem dan de proef met de ſchalen, en indien 't Evenwigt blyft duren, vyl dan van den zwaarſten Arm zoo veel af, als 't gewigt van den draad beloopt. Indien de Balk van ſtaal gemaakt is, en de haak LS gehard is, moet men het deel L met een blaas-pyp wat ontlaten, tot dat het zagt genoeg is, om te buigen zonder breken.

7. De Hang-punten voor de ſchalen, gelyk S, moeten in dezelfde Waterpaslyn wezen als de As A, de ſchalen moeten zeer vry aan hare haken of Eſſens hangen, en 't Zwaarte-punt van den Balk moet een weinigje onder A zyn.

8. Wanneer de Balk van een Schaal weegt van drie of vier Oncen tot ontrent één of twee pond, zyn de Hang-punten der ſchalen ſomtyds geſloten in kasjes aan de enden van den Balk, gelyk B (Pl. XI. Fig. 11.) door welke een vierkant ſtuk ſtaal C gaat, welkes bovenſte deel in 't midden een Meſſing heeft, gelyk de As van den Balk, maar alleen met de Meſſing naar boven, om 't Oog E *e*, en den haak van de ſchaal op te houden. C *c* (Fig. 12.) verbeeldt één van deze ſtukjes buiten 't kasje, en deszelfs middelſte ſnyding is geteekend C (Fig. 13.) welker bovenſte Meſſing het Oog E *e* (Fig. 12.) onderſteunt. Om zulk een Balans naaukeurig pas te maken, moet 'er (al 't overige op de gemelde wys toegeſteld zynde) een lange Opening wezen als H *b* (Fig. 14.) voor de hang-ſtukken C *c*, waar in ze bewegen, om nader aan of verder afgebragt te worden van den As van de Balans door hulp van een Schroef-nagel P; op dat, wanneer ze net evenver afgebragt zyn van den genoemden As ('t welk alleen beproefd kan worden door 't aanhangen van net evenzware ſchalen of gewigten, wel agtgevende op de uitwerking van de Nagels, die door 't af of aanſchroeven buiten de kas in P verlengd of verkort worden) de ſtukken C *c* vaſtgezet, de Schroef-nagels afgevyld, en 't overige van de opening gevuld mag worden aan weerskanten van het draagſtuk C *c*.

NB. *Men moet geene verwagting hebben, dat een groote Schaal zoo naaukeurig zal zyn als een kleine; omdat de Vryving naar mate van de zwaarte grooter wordt. Indien een Balans, welker Balk en ſchalen zes oncen Troi-*

wegen,

dat ze elkanders werking vernietigen, worden ze ook gezegd in *Evenwigt* te zyn (Les II. N. 12). III. Les.

11. Alle

wegen, overſlaat met $\frac{1}{16}$ *Grein, mag ze gezegd worden zoo naaukeurig pasgemaakt te zyn, als de gemelde Balans van den Brigadier* Armſtrong, *die* 16 *maal ligter zynde met* $\frac{1}{256}$ *van een Grein overſlaat. Zoo moeten we ook, wanneer een Balans overſlaat met een klein gedeelte van een Grein, niet verwagten dat ze zoo ligt zal overſlaan, wanneer de ſchalen geladen zyn; dewyl ze altyd minder naaukeurig zullen worden, naar mate dat ze in Gewigt toenemen.*

De Katrol is veel Vryving onderhevig, om de ſtyfheid der touwen, de kleinheid der Raderen of Schyven naar mate van hare Nagels, en hare ſchuring tegen de wanden van 't Blok of de kas, waar in ze bewegen.

Men moet de Katrollen, die men in 't bouwen of elders te land gebruikt, zorgvuldig voor de vogtigheid bewaren, om dat de touwen anders verdraaijen en verdikken, en dus dikwyls groote kragt vereiſſen, om ze door de Blokken te halen, zelf zonder dat men 'er gewigt meê ophaalt; maar, indien men ze voor de vogtigheid niet kan bewaren, moet men geteerde touwen gebruiken, gelyk op zee.

Om de al te groote ſchuring van de Schyven tegen de Blokken voor te komen, moet men op de Nagels aan weêrskanten van den Schyf hebben dunne yzeren of koperen Kragen of Bosjes veel kleiner over 't Kruis dan de Schyven.

Om de Vryving, veroorzaakt door de dikte van de Nagels, die om zware Gewigten te ligten noodig zyn, te verminderen, kan men de Schyven merkelyk grooter over 't Kruis maken; dog hier door wordt het Werktuig in ſommige gevallen van al te grooten omſlag, en moeijelyk om te beſtieren. Maar dewyl men zig in 't gemeen zoo groot een onderſcheid niet verbeeldt, als 'er waarlyk is, tuſſen kleine en groote Katrollen, mits haar getal en verdubbeling dezelfde zy; zal ik dat geval verklaren, wanneer ik in overweging neem de manier om de hoeveelheid van Vryving te vinden, en hier alleen gewagen, dat 'er volgens de Ondervindingen en Uitrekeningen van den Heer *Amonton* *, in Katrollen zoo veel Vryving is, om de kragt, die 'er vereiſt wordt om de touwen te buigen, en de Vryving van de Nagels te overwinnen, wanneer de Raderen of Schyven klein zyn, dat indien 'er over een boven-Katrol van 3 duim over 't Kruis, met een duims Nagel, een touw was van $1\frac{1}{4}$ duim over 't Kruis, en daar aan hing 800 pond gewigt aan elk van deszelfs enden, welke gewigten in dit geval elkander in Evenwigt moeten houden (om dat de Katrol hier alleen het werk van een rol verrigt) dat men om één van de gewigten te doen overwegen, en al de Vryving te overwinnen, zoo dat het andere gewigt worde opgeligt, nog $436\frac{2}{3}$ pond moet voegen by dat gewigt, 't welk in zulk een geval 't *Vermogen* genoemd wordt. Maar indien de Katrol 24 duim over 't Kruis geweeſt was, terwyl het touw en de Nagel over 't Kruis van dezelfde maat waren als in de kleine Katrol, zouw men hebben konnen volſtaan met 45 pond te voegen by het Vermogen, en 't daar door in ſtaat geſteld hebben, om 't Gewigt te bewegen door 't overwinnen van de Vryving. Het is derhalven de moeite wel waardig, dat men de Vryving in overweging neemt, om in de Praktyk niet misleid te worden, dewyl uit dit één voorbeeld blykt, dat men een Katrol-Rad van 24 duim over 't Kruis gebruikende in plaats van één van 3 duim, de kragt om de Vryving te overwinnen $391\frac{1}{4}$ pond vermindert; of dat minder dan $\frac{1}{16}$ van 't Vermogen, by het zelve gevoegd, het Gewigt zal ophalen, daar 'er in 't andere

* *Memorien van de Koninklyke Akademie voor 't jaar* 1699.

III. Les. 11. Alle lighamen, die tegen elkander werken door middel van Werktuigen, mag men aanmerken als *Vermogens* en *Gewigten*, reets beſchreven in de II. Les N. 18 en 19.

12. Lighamen, die in *Evenwigt* zyn, worden gezegd elkander te *Evenaren*.

13. Wanneer de Snelheden van Vermogens en Gewigten overhands zyn als hare Maſſaas of als hare Kragtigheden [*Intenſities*] (L. II. N. 20.) zyn hare gantſe Kragten [*Momenta*] even groot. Daarom zyn ze in Evenwigt (N. 9).

14. Indien *de gantſe Kragt* van een Vermogen grooter is dan die van 't Gewigt, of integendeel *de gantſe Kragt* van 't Gewigt grooter is, wordt dat Vermogen of Gewigt gezegd *over te wegen*, of over te mogen.

15. Wanneer of de *Snelheid* (terwyl de Maſſa evengroot is) of de *Maſſa*

andere geval by 't Vermogen meêr dan deszelfs helft gevoegd moet worden.

Het Wind-as heeft maar weinig Vryving, indien het Rad groot en de As klein is, buiten de Vryving, die veroorzaakt wordt door 't oprollen van het touw om den As, indien men een dik touw gebruikt, om een zwaar gewigt te ligten. Evenwel zullen we aantoonen, hoe men de Vryving van den As, hoedanig ze ook zyn mag, vinden kan, nadat we de Vryving van de andere Werktuigen in 't algemeen beſchouwd hebben.

De hellende Vlakte is niet veel Vryving onderhevig, indien 't Gewigt, dat 'er op gerold wordt, ból- of ról-rond is; want dan ontſtaat de geheele Vryving alleen uit gebrek van volmaakte hardheid van de Vlakte, die het oprollende lighaam een weinig laat zinken, 't geen de Helling van de Vlakte op die plaats verſchrikt, met ze ſteiler te maken, en de Streek-lyn een weinig naar de Vlakte doet hellen. Op dezelfde wys zal het lighaam, indien de Vlakte hard is, wyken, en een weinig van gedaante veranderen. Dan moet het elke haal wat geligt worden, of hortende opgaan. Indien in tegendeel het lighaam, dat opgetrokken moet worden, plat is, of van een andere gedaante dan ból- of ról-rond, by voorbeeld een balk, of een geladen Slede, zal de Vlakte veel Vryving hebben, waar van we de uitrekening zullen aantoonen.

De Wigge heeft zeer veel Vryving: want behalven alle de gemelde Vryving van de hellende Vlakte, wanneer platte lighamen tegen elkander ſchuren, moet 'er bygevoegd worden een derde deel van de drukking, die 't zelfde lighaam meêr aan de Wigge geeft, dan aan de hellende Vlakte, om de ſcheuinheid van de trekking, dewyl een Wigge niets anders is dan een hellende Vlakte, met de Streek-lyn evenwydig met den Voetſteun, in plaats van evenwydig te zyn met de Spanzy' [*hypotenuſe*] van een Driehoek, welkes hoogte is de dikte van de Wigge.

NB. *We nemen hier niet in overweging den ſamenhang van 't hout, of andere lighamen, die gekloofd moeten worden, om dat de Weêrſtand, die men daar overwinnen moet, aangemerkt moet worden als een Gewigt, en daarom aan 't Gewigt en niet aan 't Vermogen is toe te ſchryven.*

De Schroef heeft een Vryving van dezelfde natuur als die van de Wigge, maar grooter, om dat ze in alle hare deelen te

gelyk

Maſſa of *Kragtigheid* van een Gewigt of Vermogen (terwyl de Snelheid evengroot is) of *beide* en Maſſa en Snelheid ſamen grooter zyn in een Vermogen of Gewigt dan in het tegengeſtelde (of tegenwerkende) Gewigt of Vermogen, zal *de gantſe Kragt* van het eerſte grooter zyn dan die van het laatſte, (II. Les N. 15, 17.) III. Les.

NB. *Dit zal geſchieden, hoe gering het verſchil ook wezen mag; ſchoon de Weêrſtand, door de Vryving veroorzaakt, dan beletten zal, dat de Uitwerking zigtbaar is.*

VAN DE BALANS.

16. De wezenlyke deelen van een Balans zyn (1) de Balk, by voorbeeld AB (PL. XII. Fig. 1 en 2); (2) de Beweeg-As, die aangemerkt wordt als maar een punt of Beweeg-punt C, dat den Balk in twee PL. XII. Fig. 1 en 2.

gelyk raakt, 't welk de Wigge niet doet*. De platte of vierkant-drade Schroef (PL. XI. Fig. 15.) verbeeldende alleen een enkele Wigge, ryzende in den Streek HK of LM *enz.* heeft minder Vryving dan de ſcherp-drade Schroef (PL. XI. Fig. 16.) om dat in deze laatſte de Oppervlakte van den Draad van de Schroef helt naar den Voetſteun zoo wel als naar den As of Spil [*Arbor*] van de Schroef. Maar de Schroef zonder End (PL. XI. Fig. 17.) heeft meêr Vryving dan de ſcherp-drade gemeene Schroef, om dat ze den Tand van 't Rad, dat ze voort moet dryven, ſcheuin moet opnemen.

Om deze reden moeten Uurwerkmakers, die voor Raderen en Rondzels Schroeven zonder End willen gebruiken, bedagt wezen op de groote Vryving, die ze hebben, en 'er geen gebruik van maken, ten zy de natuur van de beweging zulks vereiſte, en 'er meêr door de verandering van den Streek van beweging gewonnen, dan door de Vryving verloren worde.

Om in de Beſchouwing [*Theory*] zulke vaſte Regels van de Vryving te maken, dat we 'er ons in de Praktyk naar ſchikken konnen, (niet alleen om hare juiſte hoeveelheid in elk eenvoudig Werktuig te ſchatten, maar ook om ze te vinden in de verſcheiden deelen, die een ſamengeſteld Werktuig uitmaken, tot zoo ver dat we in ſtaat zyn, om te weten, wat we voor de Vryving van het geheele ſamengeſtelde Werktuig moeten ſchikken) heeft men zoo vele Ondervindingen en Waarnemingen vannooden, dat ik dit onderwerp liever in een byzondere Les, (te weten in de IV.) in overweging wil nemen, dan 'er hier meê voortgaan, om deze Aanteekening niet te veel te doen uitdyen, dewyl 'er nog zoo veel op de verſcheiden byzonderheden van deze derde Les aan te merken is, dat het de lengte van de Les zelf veel zal te boven gaan; of ik moeſt eenige dingen van belang overſlaan, die evenwel te moeijelyk zyn, om te verhandelen, in de Leſſen zelf, die ik zoo gemakkelyk heb gemaakt, dat een Lezer maar Aandagt noodig heeft, zonder dat hy in de Wiskunſt bedreven behoeft te zyn. PL. XI. Fig. 15. PL. XI. Fig. 16. PL. XI. Fig. 17.

* *Schoon de Vryving van lighamen van het zelfde gewigt, indien men naauwkeurig ſpreken zal, niet vermeerdert naar mate van 't getal der deelen, die vryven, geſchiedt het evenwel hier, om dat de vryvende Oppervlaktens in dit geval zoo net niet op elkander paſſen als in de Wigge.*

III. Les. twee deelen verdeelt; (3.) deze deelen worden genoemd de Armen, gelyk A C en C B, die of even lang zyn gelyk in Fig. 1. of ongelyk als in Fig. 2. (4) de Hang-punten, A, B in Fig. 1. en A, B, K, x, in Fig. 2.

17. Wanneer de gewigten vryelyk hangen aan de Hang-punten, doet haar nader aan- of verder af hangen van de gezegde punten niets tot haar meerder of minder wegen. [*Dit nader aan of verder afhangen te rekenen in een Lyn regt op en neêr.*]

I. ONDERVINDING.

Pl. XII. Fig. 1. 18. Laat het gewigt Q, (Pl. XII. Fig. 1.) met zyn touw Q A hangende aan het end A van de Balans A B, evengelyk zyn aan 't gewigt P, famen met zyn touw D B. Hang het gewigt P aan ééne van de litzen G, F, E, D, met zyn touw, en 't zal aan alle van dezelven

(4) Dewyl geen andere Stand van den Balk dan de Waterpas Stand ons van 't gewigt van de lighamen, die door middel van dit Tuig tegen elkander vergeleken worden, kan doen oordeelen, moeten we wel zorgdragen, dat het Beweeg punt of Hang punt van den Balk niet in 't Zwaarte-punt is, omdat de Balk dan niet alleen in allerlei gegeven Stand zouw ruften, (Les II, N. 26) (zoo wel in een hellenden als waterpaffen) maar ook in dien Stand zouw volharden, wanneer evengelyke gewigten aan zyne enden waren opgehangen. Om dit wat klaarder op te helderen, zullen we de 3de Fig. van de XIIde Pl. eens onderzoeken.

Pl. XII. Fig. 3. A C *b* D verbeeldt de Snê van een Balk van eenige dikte, die aan zyn Zwaarte-punt K opgehangen, zal ruften zoo wel in den hellenden Stand A E B F als in den waterpas Stand. Indien nu de zware lighamen P, W (evengelyk, indien de Balk in zyne lengte in evengroote deelen verdeeld is door het punt K, of overhands evenredig aan de Armen, indien de Balk ongelyk verdeeld is) gehangen worden aan de enden A, B, zullen ze in Evenwigt hangen in allerlei Helling van den Balk, van wat gedaante de Balk ook wezen mag. *Voor eerst*, laat de Balk onderfteld worden zoo dun te zyn, dat hy weinig of geen gewigt heeft in vergelyking van de lighamen, by voorbeeld de Lyn A B, met zyn Zwaarte-punt in K. Het is klaarblykelyk, dat het gemeene Zwaarte-punt van P en W, 't welk in G is, niet merkelyk verfchoven zal worden uit het punt G door 't byvoegen van den Balk, die onderfteld wordt van weinig of geen gewigt te zyn, nog door 't verfchuiven van de lighamen tot *p*, *w*, wanneer de Balk helt in den Stand *a b* (Les II. N. 31, 32, 33). Laat ons *ten tweeden* den Balk met al zyn gewigt befchouwen; wanneer in den waterpas Stand C D, het zware deel C B, drukkende op A B, dat evengelyk en gelykelyk verdeeld is over den Balk, en het onderfte deel A D, evengelyk aan C B, onderhangende, op dezelfde wys drukt als C B boven, zal het Zwaarte-punt van den Balk daar door niet verfchoven worden van het punt K; maar het gemeene Zwaarte-punt van de lighamen P, W, en den Balk zal verfchoven worden van G tot *g* onder het Beweeg-

PL. XI.

Fig. 1.

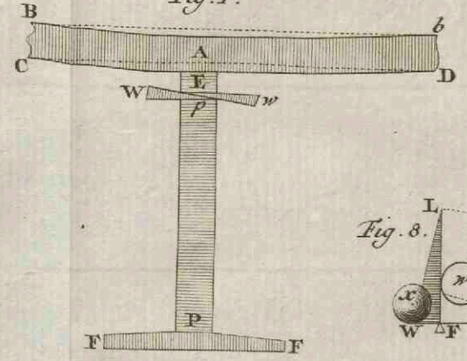


Fig. 7.

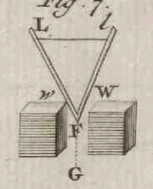


Fig. 13.



Fig. 8.

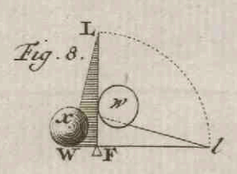


Fig. 14.

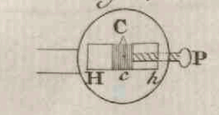


Fig. 2.

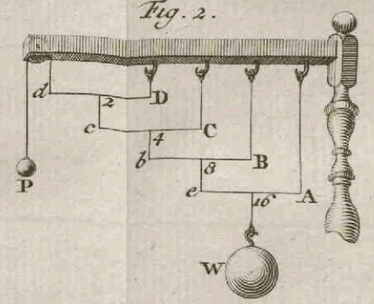


Fig. 9.

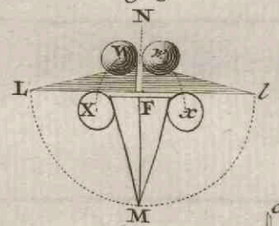


Fig. 15.

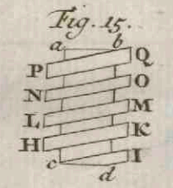


Fig. 3.

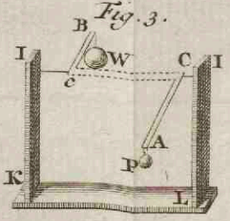


Fig. 10.

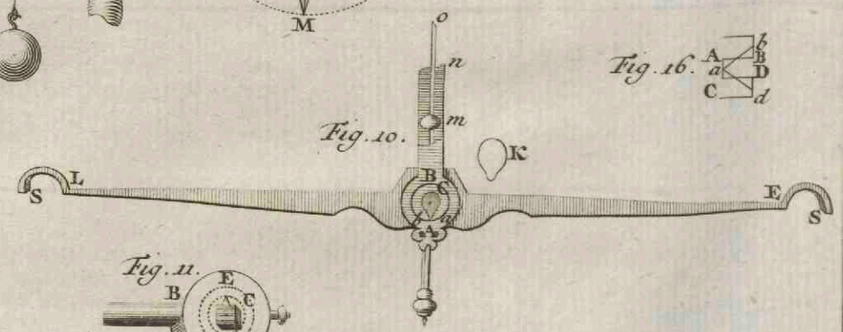


Fig. 16.

Fig. 11.

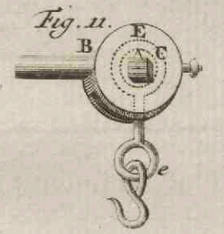


Fig. 4.

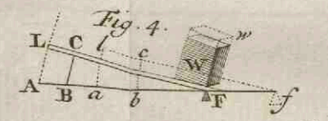


Fig. 17.

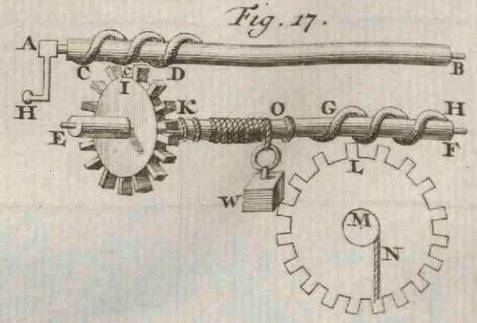


Fig. 5.

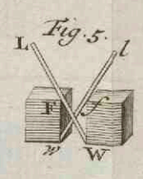


Fig. 6.

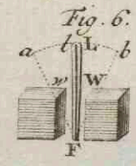
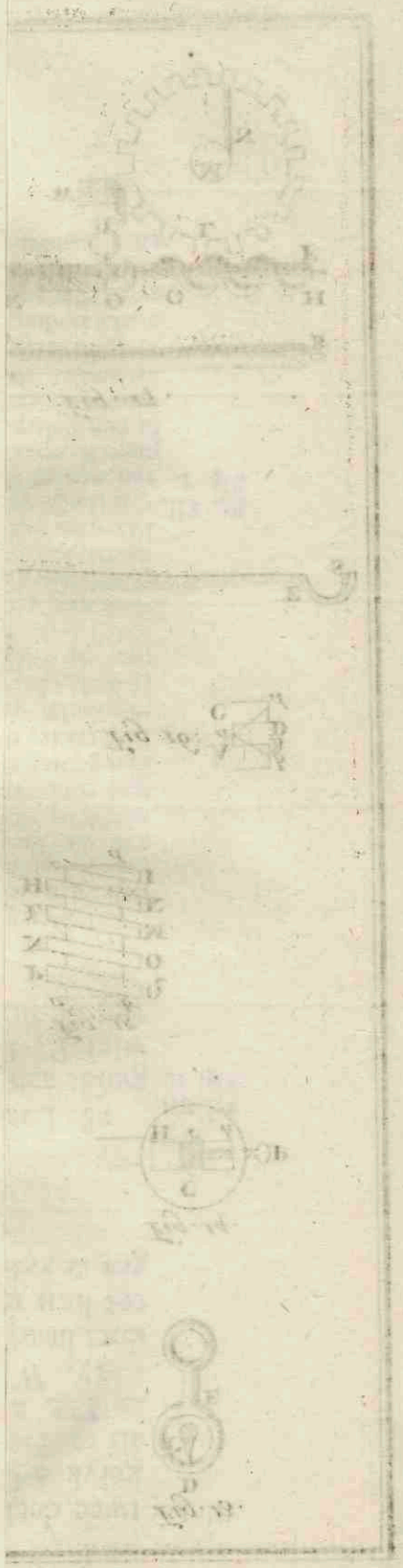


Fig. 12.





zelven een Evenwigt maken met het tegengeſtelde en evenwyd af- III. Les.
zynde gewigt Q.

19. Indien de Balk van de Balans in twee evengelyke deelen verdeeld wordt door het Beweeg-punt (gelyk in deze eerſte Fig.) en ſchalen heeft, die vryelyk hangen aan de punten A, B, in plaats van de gewigten Q en P, is het de *Libra* of gemeene *Weegſchaal*.

20. Dit Tuig dient, om lighamen tegen elkander te vergelyken, die evenveel Stof hebben, ſchoon ze ſomtyds in grootte verſchillen: want wanneer de waren, die men koopt of verkoopt, in de ééne ſchaal gelegd, de gewigten in de tegenovergeſtelde ſchaal in Evenwigt houden, zyn hare *gantſe Kragten* evengelyk, en dewyl de Snelheden evengelyk zyn om de evengroote Afſtanden AC en CB (N. 12) moeten de Hoeveelheden van Stof ook evengelyk zyn, en dit blykt uit het Waterpas ſtaan van den Balk, die vryelyk hangt op zyn Beweegpunt, 't welk een weinig boven zyn Zwaarte-punt geplaatſt is (4).

Hier

weeg-punt K. Hierom zal de Balans met de gewigten in dien Stand blyven, omdat het punt K, 't welk een punt van de Streek-lyn is, ondersteund wordt (Les II N. 47). Ook zullen de gewigten (die aan een Balans vryelyk hangen) niet in ſtaat zyn, om dezen waterpas Stand door haar ophangen te verſchrikken; omdat hare Afſtanden AK, BK van hare Streek lynen tot het Beweeg-punt K (waar van hare Snelheden afhangen) evengelyk of overhands evenredig zyn aan hare Maſſaas. (Les II. N. 13, en Les III. N. 18 en 22). Indien nu de Balk helt in den Stand EAFB, mogen we 'er nog in overwegen den dunnen Balk AB, geladen boven en onder met de twee driekante [*Prismatical*] Wiggen AFB en AEB, welker Streek-lynen, omdat hare Zwaarte-punten in *m* en *n* zyn, gaan zullen door de punten *r* en *s*, die evenver afzyn van 't Beweeg-punt K, waarom ze elkander zullen evenaren (N. 18) en bygevolg den hellenden Stand van den Balk niet verſchrikken. Wanneer we dan beſchouwen de gewigten *p* en *w*, hangende aan de punten *a* en *b*, zal het gemeene Zwaarte-punt van den Balk en de gewigten nog al blyven in *g*, en de Afſtanden der Streek-lynen van de gewigten, nu geworden *t*K en *u*K, net afnemen in een overhandſe Evenredigheid aan de gewigten; zoo dat 'er geene beweging veroorzaakt kan worden door dezen Stand van den Balk en de gewigten, omdat 'er geene Verſchrikking van plaats is in het gemeene Zwaarte-punt van de geheele geladen Balans, of de Snelheid van één van de gewigten.

Maar indien we het Beweeg-punt of Hang-punt van de Balans verſchuiven tot *k*, een weinig boven het Zwaarte-punt K van den Balk, zal de Streek-lyn, die in den waterpas Stand van den Balk is *kg*, in den hellenden Stand van den Balk buiten het Hang-punt wezen; 't welk dan verſchoven zal worden tot *c*, en 't Zwaarte-punt zal bewegen van *g* tot *q*, 't welk het doen kan door 't beſchryven van een kleinen Boog om 't punt *c*, 't welk den Balk in een waterpas Stand zal brengen, waarin de Streek-lyn zal wezen *cq*, gaande door het Hang-punt *c*, en bygevolg *zullen gewigten, die in Evenwigt zyn aan een Balans, welker Beweeg-punt is boven het*

III. Les. Hieruit volgt dat de Afſtand (dat is, de werkende Afſtand) van eenig gewigt niet gemeten moet worden uit het Beweeg-punt van de Balans tot het Zwaarte-punt van 't gewigt; en daarom drukken de Lynen C*n*, C*m* de Afſtanden van de gewigten P en Q niet uit; maar hare Afſtanden zyn eigenlyk C B en C A, de kleinſte Afſtand van hare Streek-lynen N*n* en M*m* tot het Beweeg-punt C: en daarom mag de Afſtand van hare Hang-punten uit C, wanneer de gewigten vryelyk aan een waterpas Balans hangen, haar *Afſtand* genoemd, en gemeten worden op den Balk; maar indien de Balans in een hellenden Stand is, by voorbeeld *ab*, zullen niet *b*C en *a*C, maar *d*C en *e*C, de Afſtanden zyn van de gewigten *p* en *q*, welke Lynen zyn in den Winkelhaak op hare Streek-lynen *po*, *qa*, en door 't Beweeg-punt gaan, bygevolg de kleinſte Afſtanden uit het zelve tot de genoemde Streek-lynen.

Pl. XII. Fig. 2. 21. De Balans, welker Armen ongelyk zyn (Pl. XII. Fig. 2.) by voorbeeld A B, is de *Romeinſe Statera*, of onze engelſe Steel-yard [*dat is onze Vnſter*] of dat kleine tuig, dat de *Cinezen* (die al hun geld

Zwaarte-punt van den Balk, de genoemde Balans van een hellenden tot een wate pas Stand brengen.

Maar wanneer men het Beweeg-punt van den Balk boven 't Zwaarte-punt ſtelt, moet men zorgdragen, dat men het niet boven de Hang-punten ſtelle, gelyk ſommige Schryvers geoordeeld hebben, en gewonelyk geſchiedt in 't maken van de gemeene Balans-Balken, die men mag aanmerken als ſamengeſteld uit twee Hefboomen, die een plompen Hoek maken in *k*, het Beweeg-punt, terwyl de Hang-punten onder deszelfs Waterpas zyn in de Lyn A B. Zulk een Balans wordt gemeenelyk gebruikt, omdat ze eer gelyk ſtaat, dan dat A*k*B ééne Lyn was; maar *'t is een bedriegelyke Balans*, daar een loos mens *meê bedriegen kan naar mate dat de Hoek A k B ſcherper is, inzonderheid indien 'er geen*

Pl. XII. Fig. 4. *regtſtandig ſtuk of Evenaar als* C*r* (Pl. XII. Fig. 4.) *aan is, die 't nette waterpas van de Balans aanwyſt: want ongelyke gewigten konnen aan zulk een Balans een Evenwigt maken, zonder dat men de ongelykheid kan ontdekken door 't veranderen der ſchalen*, 't welk terſtond het bedrog ontdekt in een Balans, welker Balk ongelyke Armen heeft (N. 27). By voorbeeld, laat de Balans A C B*c* (welker Zwaarte-punt is in *c* en 't Beweeg-punt in C, met de evengelyke gewigten P, *P*, hangende aan de enden van de Balans A, B) hellen in den Stand *ab*. Ik zeg, dat, indien de Streek-lyn D d van 't gewigt P nader aan 't Beweeg-punt gebragt wordt (nam. tot *q*π) het gemelde gewigt vermeerderd mag worden naar Evenredigheid, dat deszelfs Afſtand C*u* verminderd wordt, door gebragt te zyn tot C*q*, en met dezelfde kragt werkt aan zyn Hang-punt: Terwyl de Streek-lyn van het tegenovergeſtelde gewigt *P* verſchoven zynde van D*d* tot *b*π, zyn Afſtand C*o* wordt C*b*, en daarom kan *P* verminderd worden naar Evenredigheid dat zyn Afſtand vergroot wordt. Hierom zullen in dien Stand van de Balans de gewigten P en *P* elkander in Evenwigt houden,

geld by 't gewigt handelen) overal met zig dragen, gemeenelyk de *Dotchins* genoemd. (Zie Les II. N. 13. Pl. IV. Fig. 3.) Dit tuig dient, om in ééne werking by elkander te vergelyken lighamen van evengelyke of ongelyke Hoeveelheid van Stof, maar om zware goederen te wegen is 't zoo naaukeurig niet als de Schalen. III. Les.

De Balans (Pl. XII. Fig. 6.) kan zoo wel voor een Unster als voor een Schaal dienen, om de verscheiden verdeelingen op elken Arm. Pl. XII. Fig. 6.

BESCHOUWING.

22. Eén of meêr gewigten, gehangen aan éénen Arm van een Balans, zullen in Evenwigt zyn met één of meêr gewigten, gehangen aan den anderen Arm; mits dat de som van de *gantse Kragten* (of de geheele Hoeveelheid van Beweging) van de gewigten aan de ééne zyde van het Beweeg-punt evengelyk zy aan de *gantse Kragten* aan deszelfs andere zyde.

II. ON-

den, wanneer ze verschillen in de overhandse Evenredigheid van hare Afstanden qC en bC, of bC en Cα, indien de Balans helt aan de andere zyde in de Lyn $\alpha\beta$; dewyl men 't verschil alleen ontdekken kan door de zigtbare Helling van den Evenaar naar s of t. *Het welk te bewyzen stond.*

Hoe nader het Zwaarte-punt van den Balk aan 't Beweeg punt zy, hoe juister ook de Balans zal wezen, omdat de Balk zoo veel te bekwamer is, om ligtelyk van de ééne naar de andere zyde over te slaan. By voorbeeld, indien acbC de Balk, en C 't Beweeg-punt of de Beweeg-As is, zal het verschil tussen de uitwerking, nadat het Zwaarte-punt in K of in c zy, het zelfde wezen, als of we tegen elkander vergeleken de Slingeringen van twee Slingers van de lengtens CK en Cc, welker Snelheden in hare Slingeringen zyn in een vierkante wortel-Reden [*subduplicate Ratio*] van hare lengtens, (gelyk ik verder toonen zal, wanneer ik van de Slingers zal handelen) want de Balk van de Balans is waarlyk een Slinger.

ONDERVINDING.

Hegt aan den Balk AB (Pl. XII. Fig. 5.) welkes Beweeg-as is C, een Schroefdraad Kc, en een Bal W, zoo gemaakt dat hy nader aan den As C of daar verder van afgeschroefd kan worden. Wanneer het Zwaarte-punt in K is, door den Bal tot W te brengen, zullen de Slingeringen van den Bal sneller zyn, dan wanneer 't Zwaarte-punt gebragt is tot k door den Bal te doen zakken tot w. *Dit mag men wel in 't werk stellen, indien men naaukeurige Proeven wil nemen, omdat men door zulk een toestel het Zwaarte-punt zoo na aan 't Beweegpunt brengen kan, als men wil.* Pl. XII. Fig. 5.

NB. Dat het Zwaarte-punt nooit boven het Beweeg-punt zyn mag, blykt uit het geen in de II. Les N. 26 reets gezegd is.

III. Les.

II. ONDERVINDING.

Pl. XII. Fig. 6. 23. Hang aan den Arm AC (Pl. XII. Fig. 6.) drie enkele ponden gewigt, in de 8ste verdeeling, een zes pond in N. 5, een drie pond in N. 1, en een negen pond in N. 3. Hang dan aan den Arm CB een twee pond in N. 2, een twaalf pond in N. 5, en een twee pond in N. 10. Dan zal de Balans in Evenwigt hangen.

24. Dewyl de Snelheid van gewigten, die aan een Balans hangen, afhangt van hare Afstanden uit het Beweeg-punt, zal elk gewigt vermeenigvuldigd door zynen Afstand uit dat punt zyne *gantse Kragt* geven. Hierom zal $8 \times 3 (= 24) + 5 \times 6 (= 30) + 3 \times 1 (= 3) + 3 \times 9 (= 27)$ maken de som van 84 voor de *gantse Kragt* of de Hoeveelheid van Beweging aan den Arm AC: en $2 \times 2 (= 4) + 5 \times 12 (= 60) + 10 \times 2 (= 20)$ een evengelyke som maken van 84 voor de *gantse Kragt* aan den Arm CB: en bygevolg moeten deze *gantse Kragten*, in tegenstrydige Streken werkende, een Evenwigt voortbrengen (N. 9). Indien alle de gewigten aan den Arm AC gebragt waren tot één, *nam.* een één en twintig pond, hangende aan de 4de verdeeling, zouw het in Evenwigt houden een gewigt, evengelyk aan alle de gewigten aan den Arm CB, indien ze een vierde van een verdeeling buiten de 5de hingen, omdat $4 \times 21 (= 84)$ en $5\frac{1}{4} \times 16 (= 84)$, gelyk in de II. Les N. 13. getoond is.

VOORSTEL.

25. *Wanneer evengelyke of ongelyke gewigten hangen aan de enden van een Balans van bekende lengte en gewigt, Te vinden het vaste punt of Beweeg-punt, om welk de gemelde gewigten in Evenwigt zullen zyn.*

III. ONDERVINDING.

Pl. XII. Fig. 2. AB (Pl. XII. Fig. 2.) is een Balans, die vier oncen weegt, en 12. duim lang is, aan welker enden A en B gewigten hangen van vier en agt oncen. Zoek het gemeene Zwaarte-punt van de gemelde gewigten (Les. II. N. 39.) het welk regt onder het punt K zal wezen in n. 4. Laat K het Beweeg-punt gemaakt worden, en, dewyl

wyl het Zwaarte-punt dan op zyne laagſte plaats is (Les II. N. 26) III. Les.
is het Voorſtel opgeloſt, indien de Balans A B geene Zwaarte heeft. Maar dewyl de Balans vier oncen weegt, zal de Arm A K den Arm K B overhalen, en dus het Evenwigt vernietigen. Een tweede werking dan, gelyk aan de eerſte, zal het Voorſtel volmaaktelyk oploſſen na den volgenden Toeſtel. Hang het gewigt E, evengelyk aan de voorgaande gewigten, of van 12. oncen aan den haak onder K in het gemeene Zwaarte-punt van de twee gewigten; waar door hare gewigten in 't Zwaarte-punt gebragt zynde, zy werken zullen, gelyk te voren (Les II. N. 34). Breng ook het gewigt van de Balans tot zyn Zwaarte-punt, door het gewigt D van vier oncen (of evengelyk aan het gewigt van de Balans) te hangen in x onder 6 het Middelpunt van Grootte, 't welk met één het Zwaarte punt is, omdat de Balans regelmatig en overal van dezelfde Stof is. Dan zal men de korte Balans 6 4 of x K zonder gewigt hebben, en het punt C, of 't regte Beweeg-punt zal men vinden door deze Evenredigheids Rekening E + D (16 oncen): D (4) : : x K (of een lengte van twee duim): K C (of een halven duim). Dit punt zal regt over het Zwaarte-punt van de Balans en van alle de gewigten zyn : en, wanneer men de gewigten D en E wegneemt, zal het Evenwigt blyven, dewyl de Verſchrikking van 't Beweeg-punt van K tot C de ongelykheid van 't gewigt van de Armen van de Balans vergoedt.

VOORSTEL.

26. *Wanneer een gegeven* gewigt *hangt aan één van de enden van een* Balans *van een bekend* gewigt, *Te vinden het vaſte* Punt, *om welk de* Balans *en* gewigt *in Evenwigt zullen zyn.*

IV. ONDERVINDING.

Laat het gegeven gewigt D (Pl. XII. Fig. 7.) by voorbeeld van Pl. XII. Fig. 7.
vier pond hangen aan het end A van de Balans A B, die ook vier pond weegt. Dewyl in deze werking het gewigt van de Balans in aanmerking komt, moeten we onderſtellen, dat het geheele gewigt van de Balans gebragt is tot zyn Zwaarte-punt (Les II. N. 34) als of het gewigt E van vier pond hing in C, het Zwaarte-punt van de

III. Les. de Balans, 't welk is in hare middelſte verdeeling 6. Dan hebben we een nieuwe Balans (nam. AC) zonder gewigt, aan welker enden hangen de gewigten D en E, welker vaſte punt (volgens de voorgaande Stelling) gevonden zal worden in 3: of algemeener door deze Evenredigheids rekening.

Gelyk D + E (*of het gewigt van 't ligbaam en 't gewigt van de Balans*):
Is tot E (*het gewigt van de Balans*)::
Zoo is CA (*de helft van de lengte van de Balans*):
Tot A 3 (*den Afſtand van het vaſte punt uit het gegeven zware ligbaam.*)

VOORSTEL.

27. *Een bedriegelyke* Balans *of* Schaal *te maken, welker Balk in Evenwigt zal hangen zonder de* ſchalen, *of met de* ledige ſchalen; *en ook in Evenwigt zal blyven, wanneer 'er ongelyke gewigten in de ſchalen gelegd worden*; *om* in zulk een Evenredigheid te bedriegen, *als men voorheeft, wanneer men de Balans eerſt maakt.*

Dit Voorſtel kan men oploſſen door 't maken van een *Statera* of Unſter met den ſchyn van een gemeenen Balk, gelyk in de volgende

V. ONDERVINDING.

Pl. XII. Fig. 8. Hang aan den Balk AB (Pl. XII. Fig. 8.) (23 duim lang, welkes Arm CB 11 duim lang, om het punt C in Evenwigt houdt den Arm CA, 12 duim lang, omdat hy zoo veel dikker is, of zoo veel meêr ſtofs heeft als noodig is, om zyne kortheid te vergoeden) de ſchalen D, E, op zulk een wys, dat D, die een twaalfde deel minder weegt dan E, hangt aan het langſte end van den Balk, en dan zullen ze elkander in Evenwigt houden (N. 9 en 13). Wanneer dan 12 pond gewigt in G gelegd wordt in de ſchaal E, zal het niet meêr in Evenwigt

(5) Schoon in het gemeene gebruik van de Balans de tegenwegende gewigten, of de ſchalen, in 't algemeen vryelyk hangen; zyn 'er egter ſommige gevallen, waarin ze het niet doen; en in ſamengeſtelde Werktuigen, alwaar de Balanſen dikwyls een gedeelte van het Werktuig zyn, worden Vermogens in plaats van gewigten gevoegd aan hare enden in allerlei ſoorten van Streken, en dan worden ze Hefboomen van de eerſte ſoort, gelyk by voorbeeld de Leijers in verſcheiden Watertuigen, Wegers om Blaasbalken te trekken of te treden, enz. Hierom zal ik in overweging nemen de uitwerkzels van Vermogens, ſcheuin gevoegd aan een *Wis-*

kunſte-

wigt houden dan 11 pond van F, de Waar, die verkogt wordt, geplaatſt in de ſchaal D, omdat F dan tot G in een overhandſe Evenredigheid zal zyn van BC tot AC (N. 9 en 13). III. Les.

Schoon zulk een Balans zoo naaukeurig gemaakt worde, dat ze het oog bedriege; wordt het Bedrog terſtond ontdekt, door 't veranderen van de gewigten en de Waar F van de ééne ſchaal in de andere: want dan moet de eigenaar van de Balans of het Bedrog bekennen, of by de Waar, die hy verkoopt, niet alleen bydoen 't geen 'er te kort was, maar ook nog zoo veel als hy den kooper meende te onthouden, en een gebroken van dat bygevoegde gewigt, dat evenredig is aan de ongelykheid van de Armen van de Balans. Dat is, in dit geval zal de kooper in plaats van 11 pond, die men hem voor 12, zyn vereiſte gewigt, zogt te geven, door 't veranderen van de ſchalen $13\frac{1}{11}$ pond hebben. Want dewyl in den eerſten Stand van de Balans F (11) × AC (12) evengelyk was aan G (12) × BC (11), toen G van 12 pond geplaatſt was in de ſchaal D, zal dan 12 × 12 evengelyk zyn aan niet minder dan CB (11) × $13\frac{1}{11}$ G; of

Gelyk de Arm CB, 11 *duim lang:*
Is tot den Arm CA, 12 *duim lang : :*
Zoo zal F, *of het gewigt* 12, *geplaatſt in de ſchaal* D *zyn:*
Tot G = $13\frac{1}{11}$, *of 't gewigt van de Waar, dat de gewigten in Evenwigt houdt.*

En dus, dewyl deze Evenredigheids rekening een overhandſe Evenredigheid geeft tuſſen de Gewigten en hare Snelheden, zullen de *gantſe Kragten* [*Momenta*] evengelyk zyn, die dan door tegenſtrydige Streken elkander vernietigen.

NB. *In alle deze gevallen onderſtellen we, dat de gewigten vryelyk hangen aan die enden van de Balans, waar aan ze vaſtgemaakt zyn.* Zie de andere gevallen in de (5) Aanteek.

Van

kunſtenaars Balans of regte onbuigzame Lyn, 't welk ook alle gevallen van den Hefboom zal oploſſen, en ook niet oneigenlyk op alle Werktuigen toegepaſt kan worden.

Laat de Balans AB (Pl. XIII. Fig. 1.) 12 duim lang, en in evengelyke deelen verdeeld door haar Beweeg-punt C, aan hare enden ophouden de twee evengelyke gewigten W, P, welk laatſte wy zullen aanmerken als het Vermogen. Terwyl het Vermogen trekt in de Lyn BP, werkt het volgens zyne geheele Kragtigheid; (Les II, N. 20) omdat zyn Afſtand dan is CB = CA den Afſtand van 't Gewigt, beide de Afſtanden op den Balk gemeten. Pl. XIII. Fig. 1. Maar indien het Vermogen verſchoven wordt tot *P*, en (terwyl deszelfs touw

Van den HEFBOOM.

28. De *Hefboom* (een bekend Werktuig, gemeenelyk een *Handſpaak*

B x P loopt over de Katrol x) ſcheuin trekt in de Lyn B x, die met den Balk maakt den ſcherpen Hoek CBF, of ('t geen op één uitkomt) den botten Hoek CBE (omdat we hem hier onderſtellen zooveel grooter te zyn dan een regten Hoek, als CBF kleiner is, dewyl CBF = CBφ) zal de kragt van het Vermogen verminderd worden in Evenredigheid als CF of Cφ, de Afſtand uit de Streek-lyn van 't Vermogen, wanneer het ſcheuin werkt, korter is dan CB, den Afſtand van de Streek-lyn van 't Vermogen, wanneer het regt werkt, of in den Winkelhaak met den Arm van de Balans CB (N. 20). Wanneer derhalven bekend is de Kragtigheid van het Vermogen, 't welk in den Winkelhaak werkende in B (of 't welk vryelyk hangende uit B, indien een zwaar ligchaam, gelyk hier verbeeld wordt, het Vermogen is) het tegengeſtelde Gewigt W in Evenwigt houdt, kan iemand ligtelyk vinden, hoe veel 't Vermogen vermeerderd moet worden, om het gemelde Gewigt in Evenwigt te houden, wanneer het ſcheuin trekt in den éénen of den anderen bekenden Streek, by voorbeeld, in den Streek die in de Figuur verbeeld wordt; of ('t geen één en 't zelfde is) hoe veel het gewigt *P*, welkes touw, gehegt aan B, loopt over de Katrol x, zwaarder moet zyn dan 't gewigt P, 't welk vryelyk hangt, om dezelfde uitwerking te hebben. Trek met den Afſtand CF of Cφ den Boog Fƒφ, die CB ſnydt in ƒ; dan zult ge de Hoeveelheid van *P* hebben door deze Evenredigheids rekening.

Gelyk de lengte Cƒ *op den Balk, welkes lengte is* 4, 8 *duim*:
Is tot CB *den geheelen Arm van den Balk, hier* 6 *duim lang*::
Zoo is de Kragtigheid van 't Vermogen, of 't gewigt P, *hier onderſteld* 40 *pond*:
Tot het nieuwe Vermogen, of 't gewigt P, 50 *pond*.

Hieruit blykt dat het gewigt *P*, dus gevonden, het tegenwegende Gewigt W in Evenwigt zouw houden, indien het vryelyk hing aan 't punt ƒ, zoowel als het dit doet, wanneer het ſcheuin trekt over de Katrol x; omdat de *ganſe Kragt* van W (of W × AC), verdeeld door Cƒ, de Hoeveelheid van 't gewigt *P* zal geven; of, om 't met andere woorden uit te drukken, daar zal een overhandſe Evenredigheid zyn tuſſen de gewigten W en *P*, en hare Afſtanden CA en Cƒ (N. 13, en L. II. N. 9, 12, 13 en 15). Daarom mag Cƒ = Cφ = CF, de Afſtand van de Streek-lyn uit het Beweeg punt (*die altyd gevonden wordt door de lengte van een Lood-lyn uit dat punt op de gemelde Streek-lyn*) in alle zulke gevallen eigenlyk genoemd worden *de werkende Afſtand van 't Vermogen*. Zie N. 20.

Een andere manier.

Trek door het punt x, genomen op den Omtrek van de Katrol, waar over het touw B x P loopt, de Lyn x E evenwydig met de Balans AB, die de regtſtandige Streek-lyn van 't Vermogen (of het vryelyk hangende gewigt) P zal ſnyden in den Winkelhaak in D, terwyl D x = DE, en de Hoek x BD = DBE volgens Onderſtelling. Zooveel als de Span-zy' [*Hypothenyſe*] B x, in den regthoekigen Driehoek BD x, langer is dan de Lood-lyn BD, zooveel moet de Hoeveelheid of Kragtigheid van 't gewigt P ('t welk vryelyk hangende 't Gewigt W in Evenwigt houdt) vermeerderd worden, wanneer het ſcheuin trekt in de Lyn B x; dat is, zoo veel zwaarder moet *P* dan P zyn, om, ſcheuin trekkende, W in Evenwigt te houden. Het zelfde heeft ook plaats, indien x verſchoven

PL. XII.

Fig. 1.

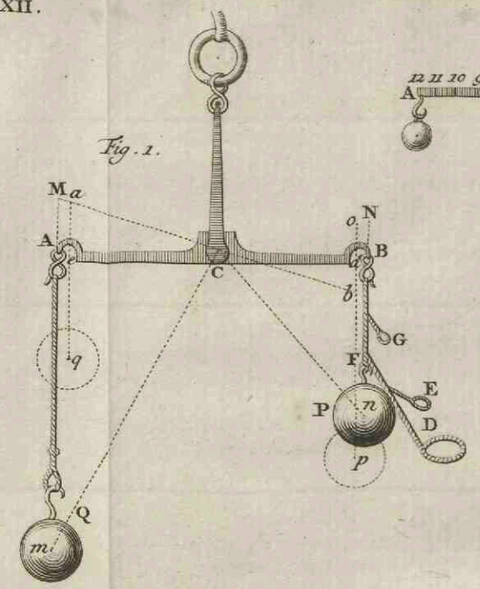


Fig. 2.

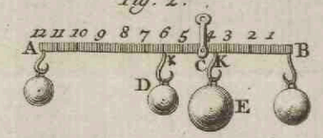


Fig. 3.

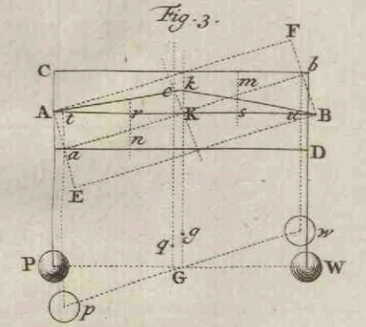


Fig. 5.

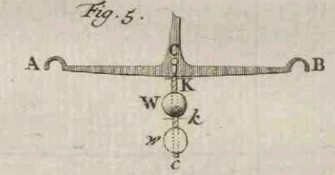


Fig. 4.

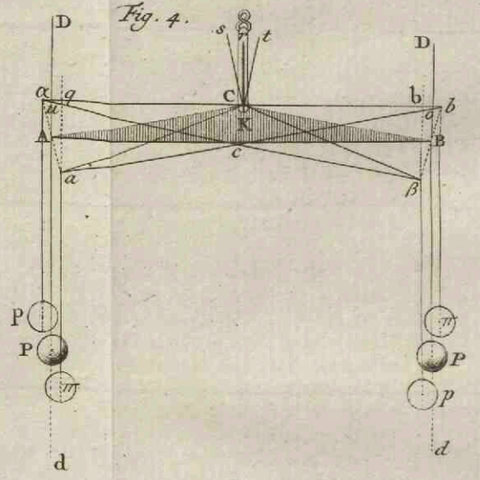


Fig. 6.

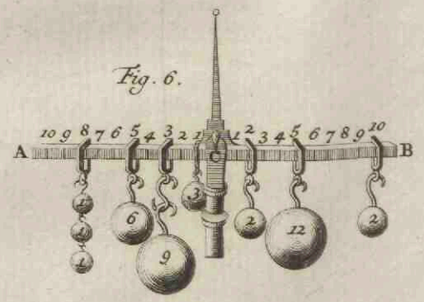


Fig. 7.

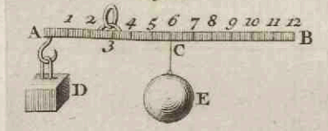
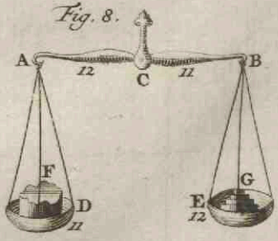
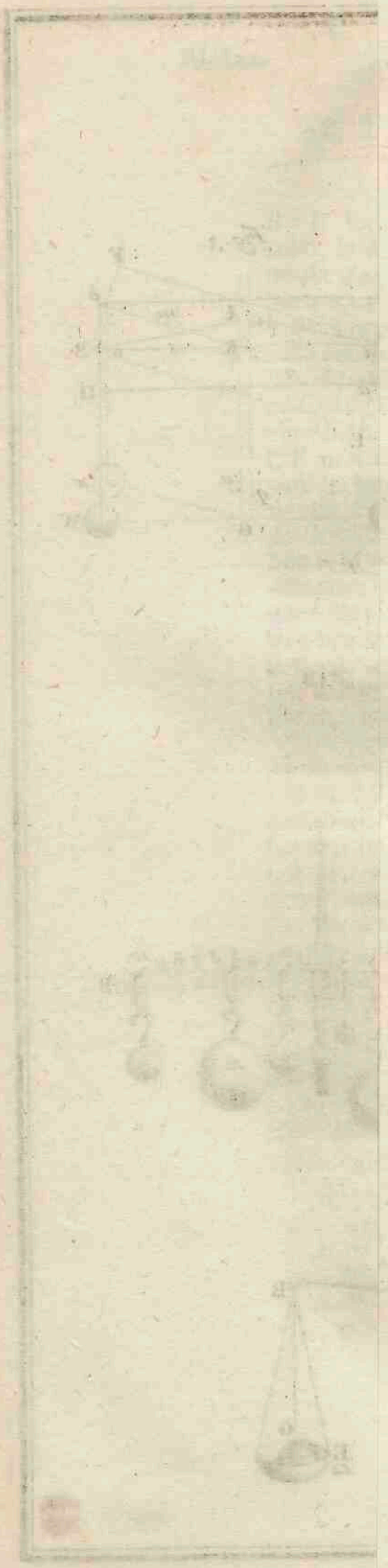


Fig. 8.





ſpaak genoemd, indien hy van hout, en een *Koevoet*, indien hy van yzer is) moet, in de Beſchouwing, worden aangemerkt als een onbuigbare Lyn, even als de Balk van een Balans, en onderhevig aan III. Les.

ſchoven wordt tot E; en daarom zal dit altyd de Regel zyn, om de kragt van ſcheuintrekkende Vermogens te meten.

Gelyk de Hoekmaat van den Trek-Hoek, nam. *den Hoek, dien de Streek-lyn van 't Vermogen met den Balk maakt:*

Is tot den Straal::

Zoo is de Kragtigheid van 't Vermogen, wanneer het met den Balk in den Winkelhaak trekt:

Tot de Kragtigheid van 't Vermogen, wanneer het ſcheuin trekt.

NB. De Trek-hoek is hier CB$\varkappa$ of CBE, welker gemeene Hoekmaat is BD. Dan is in dit geval BD : B$\varkappa$:: P : *P*.

Dat deze manier altyd het zelfde gevolg zal hebben als de voorgaande, kan men zien, wanneer men de twee Driehoeken B$\varkappa$D en CBF by elkander vergelykt: want dewyl CFB een regte Hoek is volgens Onderſtelling, en CB$\varkappa$ = B$\varkappa$D, naar uitwyzing van de evenwydige Lynen CB en $\varkappa$D, moet BCF evengelyk zyn aan $\varkappa$BD, en bygevolg moeten de Driehoeken gelykvormig wezen, 't welk bewyſt, dat CF (48) : CB (60):: BD (40) : B$\varkappa$ (50): P : *P*. W. T. B. S.

Dit kan ook op een derde manier verklaard worden, door de kragt, die ſcheuin trekt volgens de Lyn B$\varkappa$, te ſcheiden in de kragten, waarvan de ééne trekt langs den Hefboom volgens de Lyn BC, en de andere volgens de Lyn BD naar de manier van den Ridder *I. Newton* N. 85, 86; maar wy zullen 't beſchouwen in 't geval van ſcheuine ſtooting of duwing tegen 't ééne of 't andere punt van den Balk, 't welk het zelfde is als een ſcheuine trekking naar den anderen kant.

Dat alle deze manieren met elkander overeenkomen, zal blyken in de volgende

ONDERVINDING.

De Balans of Hefboom AB (Pl. XIII. Fig. 2.) 12 duim lang, is bewegelyk op 't Middelpunt C van den Standaard S, die een lang ſtuk heeft, zoo onderſtut in S, dat het waterpas blyft, het welk de Katrollen $\varkappa$ en E draagt, elk drie duim af van 't punt D, 't welk geplaatſt is in 't Lood onder B. Wanneer 't Vermogen P, van vier oncen, evengelyk aan W, vryelyk hangt, houdt het W in Evenwigt; maar indien het touw P X B getrokken wordt over de Katrol $\varkappa$ of E, zal het genoemde Vermogen P overgehaald worden door W, tot dat het verreuild worde voor *P* of *p*, een gewigt van vyf oncen, 't welk, ſcheuin trekkende over $\varkappa$ of E, W in Evenwigt zal houden. Hier kan men waarnemen, dat, wanneer P éénen duim daalt, of van P tot *r*, dat het dan het end van den Balk B maar brengt tot het punt *b* in de waterpas Lyn *fe*, 't welk het tegengeſtelde end A ligt tot *a*, net even hoog boven de Lyn AB. Maar wanneer 't Vermogen in *P* éénen duim daalt, namenlyk tot *q*, brengt het neêrwaarts het end B tot β, in de waterpas Lyn *hg*, en ligt bygevolg het tegengeſtelde end A zoo veel hooger, zoodat het meêr Snelheid geeft aan 't Gewigt W, terwyl 't het zelve brengt tot *w* in plaats van w. Dewyl dan de Vermogens P en *P* met dezelfde Snelheid (of evengelyk dalende) aan W verſcheiden graden van Snelheid geven, moeten hare Kragtigheden ook in die Evenredigheid verſchillen, omdat *oorzaken altyd evenredig zyn aan hare uitwerkingen*; waarom *P* grooter moet zyn dan P, zooveel de Bogen Aα en Bβ grooter zyn dan A*a* en B*b*, of liever zooveel de Hoekmaat αo grooter is dan *an*. Dit blykt ook, wanneer men waarneemt (omdat

Pl. XIII. Fig. 2.

III. Les. aan dezelfde Evenredigheden, alleen met dit onderſcheid dat het Vermogen, 't welk 'er aangevoegd wordt, gemeenelyk een *bezield* of

BX = βx (= yx) en By) dat de touwen BP, Bx*P* en βx*Pq* alle evengelyk zyn.

NB. *Dit is dan alleen volſtrekt waaragtig, wanneer de Balk eerſt begint te bewegen; maar dit 's genoeg tot ons oogmerk.*

'T zien zelf van 't Werktuig toont, dat een Vermogen 't welk in den Winkelhaak
Pl. XIII. werkt de meeſte uitwerking heeft. Want
Fig. 3. dewyl 't Vermogen, uit den Winkelhaak verſchoven, zwakker trekt in E, en in *m* niets meêr doet dan het Middelpunt C te trekken volgens den Streek B*m*, zoodat het niets uitregt, om A het tegengeſtelde end van den Balk te ligten; en dewyl naar den anderen kant, het Vermogen in *x*, reets verzwakt, geheel kragte-
Pl. XIII. loos wordt, wanneer 't aan den Balk wordt
Fig. 4. gebragt, om te trekken volgens den Streek BC, omdat het dan alleen werkt tegen het Middelpunt C, zonder het end A ergens naartoe te bewegen; zoo moet een middel Stand van de Streek-lyn tuſſen deze twee kragtelooze uiterſtens, van de meeſte uitwerking zyn, en dit is de Lyn BP, die in den Winkelhaak is met den Balk.

Pl. XIII. *Op dezen grond is 't, dat de meeſte daden*
Fig. 3. *van de gewaande ſterke mannen, of hedendaagſe* Samſons, *verrigt worden; dewyl de Werktuigen, waarop ze zitten of ſtaan, zoo gemaakt zyn, dat de trekkende paarden of hangende gewigten die leden van den weerſtandbiedenden karel (die 't werk van een Hefboom of Balans verrigt) op zulk een wys trekken, dat ze regt tegen het Beweeg-punt aan trekken.* Maar dit zal ik omſtandiger verklaren, wanneer ik van deze Helden-daden zal ſpreken.

Indien aan één van de enden van een Hefboom of Balans gehegt wordt een gewigt, 't welk (bewegende met het genoemde end van den Hefboom) niet vryelyk hangt, terwyl het Vermogen, dat aan het andere end werkt, of een zwaar lighaam is, dat vryelyk hangt, of een bezield Vermogen, dat in den Winkelhaak of in 't Lood naar de aarde drukt; Zeg ik, dat zulk een vaſtgemaakt gewigt in kragt veranderen zal naar mate van den Stand van den Boom, of Balk, en dat die kragt veranderen zal op een tegenſtrydige wys, naardat het Zwaarte-punt van 't gewigt of boven of beneden den Bóóm is. Te weten, wanneer het Zwaarte-punt van 't vaſte Gewigt beneden den Hefboom is (gelyk in Fig. 3.) *zal het Gewigt zwaarſt worden (of 't kragtigſte werken) wanneer 't geligt wordt boven de Waterpas-lyn (gelyk in* G) *in den hellenden Stand van den Hefboom* DCG; *en 't zal ligtſt worden, wanneer 't gedrukt wordt beneden de Waterpas-lyn (gelyk in* E) *in den hellenden Stand van den Hefboom* ACE. *Integendeel, indien 't Zwaarte-punt van 't vaſte gewigt boven den Hefboom is, (gelyk in* Fig. 4.) *zal het zwaarſt worden, wanneer 't gedrukt wordt beneden de Waterpas-lyn, (gelyk in* K) *in den hellenden Stand van den Hefboom* ACK, *en ligtſt worden, wanneer 't geligt wordt boven de Waterpas-lyn (gelyk in* E) *in den Stand van den Hefboom* DCE. *Maar het genoemde vaſte gewigt zal op dezelfde wys werken, als of het vryelyk hing, wanneer de Hefboom in den waterpas Stand is, gelyk in* BF (Fig. 3.) *en* BI (Fig. 4.)

Het eerſte geval (Fig. 3.) kan dus verklaard worden. In den Stand van den Hefboom BF, waarin de Streek-lyn *q*O gaat door het Hang-punt *q*, en met den Hefboom een Winkelhaak maakt, is C*q* de *werkende Afſtand* [zie Blad. 114.] zoowel van 't Gewigt als de Afſtand van het Hang-punt. Daarom gelyk BC : tot C*q* :: zoo is 't Gewigt F : tot het Vermogen R; op dezelfde wys als of het Gewigt F vryelyk hing uit *q*. Maar wanneer 't Gewigt geligt wordt tot G, dewyl het Zwaarte-punt O niet komen kan onder het punt K ('t welk het zelfde is met *q*, het Hang-punt in den waterpas Hefboom) wordt Or de Streek-lyn in plaats van KM, die de Streek-lyn geweeſt zouw zyn, indien het lighaam vryelyk had gehangen uit K.

Hierom

of *dierlyk* Vermogen is; en naar de verſcheiden manier van Aanvoe- III. Les.
ging wordt hy een Hefboom van de *eerſte* of *tweede* of *derde* ſoort genoemd.

VI. ON-

Hierom is C*r* de werkende Afſtand van 't Gewigt in plaats van CM, wanneer de werkende Afſtand van 't Vermogen geworden is LC; en bygevolg heeft het Gewigt meêr kragt, en kan niet dan door een grooter Vermogen, gelyk P, geëvenaard worden. Want daar CL : CM :: F (of G) : R, zoo is nu CL : C*r* :: F (of G) : P, om het ſterker Vermogen of zwaarder tegenwigt. Maar indien 't Gewigt gebragt wordt tot E, wordt deszelfs Streeklyn MO in plaats van *n*H, en bygevolg is deszelfs werkende Afſtand kleiner dan hy zyn moeſt in Evenredigheid aan CQ den werkenden Afſtand van 't Vermogen, 't welk daarom in Kragtigheid kan verminderen, en worden S in plaats van R.

Uit het gezegde en een gezigt van Fig. 4. kan men zien, dat het tegendeel moet geſchieden, wanneer het vaſte Gewigt zyn Zwaarte-punt heeft boven den Hefboom of den Balk van de Balans. Want, dewyl in den Stand van den Hefboom ED, de Streek-lyn van 't Gewigt te ſchielyk vooruit komt (dewyl ze OL wordt in plaats van E*b*) heeft CL, de werkende Afſtand van 't Gewigt in E, een minder Evenredigheid tot CN, den werkenden Afſtand van 't Vermogen in S, dan C*g* tot CB, die de Evenredigheid is in den waterpas Stand, en bygevolg verſtrekt het Vermogen S, dat minder Kragtigheid heeft, voor een tegenwigt in plaats van R. Maar wanneer 't Gewigt is neêrgedrukt tot K, moet men zig bedienen van P, een grooter tegenwigt; omdat C*g* dan de werkende Afſtand wordt in plaats van C*r*. En in den waterpas Stand van den Balk weegt het lighaam, als of het vryelyk hing, omdat O*g* deszelfs Streeklyn is, gelyk ze ook wezen zouw, indien het lighaam neêrwaarts hing uit *g*. Dit kan men in de Praktyk zelve waarnemen. Onderſtel, dat de man M (Pl. XIII. Fig. 5.) hooi, ſchooven of koorn of een groote takkebos A opligt, door middel van de Gaffel of Vork AB, die op zyne knie *c* als op een Schraag ruſt, en dat hy 't end B van de Vork neêrdrukt. Indien de Vork A gaat onder de takkebos, zal 't het geval zyn van den hellenden Hefboom AK (in de 4de Fig.) en de laſt zal ligter worden, wanneer hy ryſt. Maar indien de Vork geſteken was door den band boven de takkebos, zouw 't het geval geweeſt zyn van den hellenden Hefboom AE (Fig. 3.) aan welkes end de laſt zwaarder wordt, wanneer hy ryſt; en indien de man dan maar in ſtaat is, om ze in 't begin op te ligten, moet hy ze weêr laten ſchieten of een nieuwe Schraag als C zoeken, om dat gewigt te ligten. Onderſtel weêr, dat de Balk van een groote Schaal helt in den Stand ACE. (Pl. XIII. Fig. 3.) Een man in de ſchaal, hangende in H, kan, door zyne hand ſtyf tegen den Balk te duwen, zig ſtellen in den ſtaat van het zware lighaam HE, en bygevolg minder ſchynen te wegen dan zyne regte wigt, terwyl hy tot een tegenwigt heeft een gewigt als S. Maar indien de ſchaal, waarin hy ſtaat, opgeligt wordt, terwyl haar Hang-punt is in K in den Stand van den Hefboom DCK, kan de man, met ſterk tegen den Balk te duwen boven zyn hoofd, zyn lighaam in een Stand ſtellen, die met den Hefboom een Winkelhaak maakt, en te gelyk met de ſchaal in den ſtaat wezen van 't lighaam KG; zoodat, indien 'er meêr gewigt in de tegengeſtelde ſchaal is, het gewigt niet verminderd behoeft te worden, voor dat deszelfs Kragtigheid evengelyk is aan 't gewigt van den man. Maar 't zal beginnen opgeligt te worden, terwyl het nog grooter is; zoodat in zulk een geval het gewigt van een man grooter zal ſchynen dan het is, voor zooveel als het tegenwigt P grooter is dan R. Het tegengeſtelde hiervan zouw geſchieden, indien een man zat op den Balk: want dan

Pl. XIII. Fig. 4.
Pl. XIII. Fig. 3.
Pl. XIII. Fig. 5.

VI. ONDERVINDING.

Pl.XIV. Fig. 3. 29. Laat de Unſter P W (Pl. XIV. Fig. 3.) genomen worden van zynen

dan zouw hy minſt wegen, wanneer hy geligt werd boven de Waterpas-lyn, die door het Middelpunt gaat, gelyk in E M (Fig 4.) en meeſt, beneden de genoemde Lyn, gelyk in F K.

Maar ſchoon de Werking van zware lighamen op elkander door de Balans en Hefboom en eenige andere Werktuigen, dus geſchat of gemeten mag worden door den Afſtand van hare Streek-lyn uit het Beweeg-punt; is dit egter maar zoover waar, als de regtſtandige ryzing en daling met dien Afſtand overeenkomt: want daar zyn gevallen, inzonderheid in de werking van ſamengeſtelde Werktuigen, waarin de Afſtand van de Streek-lyn van een ryzend of vallend lighaam uit het Beweegpunt niet evenredig is aan de regtſtandige ryzing of daling van 't genoemde lighaam. Daarom moet de Snelheid van een Vermogen, indien 't een zwaar lighaam is, op dezelfde wys worden aangemerkt als die van een Gewigt; gelyk omſtandig verklaard is in de agtſte Aanteek. op de tweede Les, en verder bewezen kan worden door de volgende

ONDERVINDING.

Pl.XIII. Fig. 6. A C B E K D (Pl. XIII. Fig. 6.) is een Balans in de gedaante van een Raam [*Parallelogram*] gaande door een ſcheur in 't overend ſtaande ſtuk N O, 't welk ſtaat op het voetſtuk M, zoo dat ze beweeglyk is op de Aſſen C en K. Aan de ſtaande ſtukken A D en B E van deze Balans zyn in den Winkelhaak gehegt de waterpas ſtukken F G en H I. Dat de evengelyke gewigten P en W elkander in Evenwigt moeten houden, is duidelyk te begrypen; maar het blykt zoo klaar niet in den eerſten opſlag, dat indien W verſchoven wordt tot V, terwyl het hangt in 6, evenwel P nog in Evenwigt houdt, ſchoon de Ondervinding het toone. Ja zelf indien W vervolgens aan verſchoven wordt tot elk van de punten 1, 2, 3, E; 4, 5 of 6, zal het Evenwigt blyven duren; of indien P, terwyl W aan een van deze punten hangt, vervolgens aan verſchoven wordt tot D of eenig ander van de Hangpunten aan het dwers-ſtuk F G, zal P op ééne van deze plaatzen, die men maar wil, een Evenwigt maken met W. Wanneer dan de gewigten zyn in P en V, zal het gewigt V, indien 'er maar 't minſte gewigt, dat bekwaam is, om de Vryving in de Hang-punten C en K te overwinnen, gevoegd wordt by V, by voorbeeld *u*, zal, zeg ik, het gewigt V overwegen, en dat wel zooveel in V, als dat het was in W.

Uit het geen we hiervoor gezegd hebben, zal de reden van deze Ondervinding zeer klaar blyken. Dewyl de Lynen A C en K D, C B en K E altyd van dezelfde lengte blyven in allerlei Stand van het Werktuig, zullen de ſtukken A D en B E altyd evenwydig blyven aan elkander, en in den Winkelhaak of in 't Lood met het Waterpas, hoe 't geheele Werktuig ook draaijen mag op de punten C en K, gelyk blykt, wanneer men de Balans in een anderen Stand brengt, by voorbeeld *a b e d*: en om deze reden zal de kragt, dewyl de gewigten, gehegt aan 't ééne of 't andere deel van de ſtukken F G en H I niet meêr konnen doen dan de ſtukken A D en B E in den Winkelhaak neêrbrengen, op dezelfde wys, als of ze gevoegd waren aan de haken D en E, of aan X en Y, de Zwaarte-punten van A D en B E, zal, zeg ik, de kragt van de gewigten, (indien hare Hoeveelheid van Stof evengelyk is) ook evengelyk wezen; omdat hare Snelheden zyn zullen hare regtſtandige ryzing

of

zynen Haak K, en deszelfs Zwaarte-punt C geplaatst worden op een Schraag of driekanten Balk [*Prism*] DE; en laat 'er, in plaats van 't gewigt I, 't welk hangt in P, om 't Gewigt W van 4 pond in III. Les.

of daling, die altyd zyn zal gelyk de evengelyke Lynen $5x$ en $5y$, aan wat gedeelte van de stukken FG en HI de gewigten ook gevoegd mogen zyn. Maar indien by het gewigt in V gevoegd wordt het kleine gewigt u, zullen deze twee gewigten overwegen, omdat in dit geval de *gantse Kragt* opgemaakt wordt uit de som van V en u, vermeenigvuldigd door de gemeene Snelheid $5y$.

Hieruit volgt, dat het niet is de Afstand c 6, vermeenigvuldigd door 't Gewigt V, 't geen deszelfs *gantse Kragt* uitmaakt, maar dat het is deszelfs regtstandige Snelheid $5y$, vermeenigvuldigd door deszelf massa (zie N. 48). W. T. B. S.

Dit ziet men nog duidelyker door 't uittrekken van de Pen in K; want dan zal het gewigt P het andere gewigt in V overhalen, omdat hare regtstandige ryzing en daling dan niet evengelyk zullen zyn.

Om een besluit te maken van alles, wat betrekking heeft op de Kragten, volgens verscheiden Streken gevoegd aan Hefboomen en Balansen, zal ik de werking verklaren van scheuine Kragten door de *Samenvoeging* [*Composition*] en *Scheiding* [*Resolution*] van Beweging volgens de manier van den Ridder *Izak Newton*; de Oplossing [*Solution*] toepassende op een Voorstel ontrent de Balans, dat van de Schryvers over de Beweegkunde nog niet verhandeld is, schoon 'er van Werkluiden dikwyls van gesproken worde.

BESCHOUWING.

AB (Pl. XIV. Fig. 1.) *is een Balans, waar aan onderstelt wordt aan het ééne end* B *te hangen de schaal* E *met een man daar in, die geëvenaard wordt door het gewigt* W, *hangende in* A *aan 't andere end van de Balans.* Ik zeg, *dat, indien zulk een man met een rotting, of een ander stif en regt ligbaam, opwaarts stoot tegen den Balk hier of daar tussen de punten* C *en* B, (*mits hy maar niet regt tegen* B *stoote*) *dat hy zig daar door zwaarder zal maken, of het gewigt* W *overhalen, schoon de stut* GG *oorzaak zy, dat de schaal* E *niet uitgestooten worde van* C *naar* GG. Ik zeg op gelyke wys, *dat, indien de schaal en man hing uit* D, *de man door opwaarts te stooten tegen* B *of ergens anders tussen* B *en* D, (*mits hy maar niet regt tegen* D *stoote*) *zig ligter zal maken, of overgehaald worden door het gewigt* W, *'t welk te voren het gewigt van zyn ligbaam en de schaal maar evenaarde.*

Indien 't gemeene Zwaarte-punt van de schaal en den man, die ondersteld wordt in dezelve te staan, in k is, en de man, door tegen het ééne of 't andere deel van den Balk te stooten, de schaal buitenwaarts doet bewegen, zoodat hy het genoemde gemeene Zwaarte-punt brenge tot x, zal L l, in plaats van BE, de Streeklyn worden van het samengevoegde gewigt, welkes werking vermeerderd zal worden in de Evenredigheid van LC tot BC. Dit is door verscheiden Schryvers van de Beweegkunde verklaard geworden; maar niemand heeft, myns wetens, in overweging genomen het geval, wanneer de schaal voor uitschieten bewaard wordt, gelyk hier door den Stut GG, die ze in hare plaats houdt, als of de touwen van de schaal onbuigbaar geworden waren. Om dan dit geval te verklaren, zullen we onderstellen, dat de lengte BD van den halven Arm BC drie voet is, de Lyn BE vier voet, en de Lyn ED (van vyf voet) de Streek is, volgens welken de man stoot, dat DF en FE, elk op de hare betrekkelyk, evengelyk en evenwydig zyn aan BE en BD, en dat de geheele kragt of de Kragt op zigzelve [*absolute Force*], waar mêe de man stoot, Pl. XIV. Fig. 1.

III. Les. in Evenwigt te houden, een bezield Vermogen, by voorbeeld de hand, gevoegd worden in P. Dan zal de *Statera* of Unſter veranderd

ſtoot, evengelyk is aan (of in ſtaat om te ligten) 10 *Steen*. Laat de ſcheuine Kragt ED (= 10 *Steen*) geſcheiden worden in de twee EF en EB (of hare evengelyke FD) welker Streken met elkander een Winkelhaak maken, en welker betrekkelyke Hoeveelheden (of Kragtigheden [*Intenſities*]) zyn gelyk 6 en 8, omdat EF en BE in die Evenredigheid zyn, tot elkander en tot ED. Maar dewyl EF evenwydig is aan BDCA, den Balk, doet deze Kragt niets tot het opwaarts bewegen van den Balk; en bygevolg is 'er alleen de Kragt, verbeeld door FD, of 8 Steen, die den Balk kan opſtooten in D. Om deze reden, en omdat de Werking en Tegenwerking evengelyk zyn, zal de ſchaal ook neêrgeſtooten worden in E met de Kragt van 8 Steen. En dewyl de Kragt in E den Balk in 't Lood neêrſtoot van het punt B, dat van C af is de geheele lengte van den Arm BC, zal hare nederwaartſe Werking niet verminderen, maar kan uitgedrukt worden door $8 \times BC$; daar de opwaartſe Werking tegen D de helft verlieſt, om den verminderden Afſtand uit het Middelpunt, en alleen uitgedrukt kan worden door $8 \times \frac{BC}{2}$; en wanneer de opwaartſe Werking, om den Balk te ligten, afgetrokken wordt van de nederwaartſe Werking, om hem neêr te drukken, zal 'er nog overblyven 4 Steen, om de ſchaal neêr te ſtooten: want $8 \times BC - 8 \times \frac{BC}{2} = 4BC$. Bygevolg moet 'er een gewigt van 4 Steen bygedaan worden aan het end A, om 't Evenwigt te herſtellen. *Daarom zal een man* enz. *opwaarts ſlootende onder den Balk tuſſen* B *en* D, *zwaarder worden.* W. T. B. S.

In tegendeel, indien de ſchaal hangt in F uit het punt D niet meêr dan drie voet uit het Beweeg-punt C, en een Stut *gg* de ſchaal weerhoudt van binnewaarts te ſchieten naar C; en dan een man in deze ſchaal F ſcheuin ſtoot tegen B met de bovengemelde Kragt op zigzelve; zal de geheele Kragt, om de redenen hiervoor gegeven, (door 't ſcheiden van de ſcheuine kragt in twee anderen, die in den Winkelhaak op elkander werken) gebragt worden tot 8 Steen, die den Balk regt opwaarts ſtoot in B, terwyl dezelfde kragt van 8 Steen hem regt neêr trekt in D naar F. Maar dewyl CD maar evengelyk is aan de helft van CB, verlieſt de Kragt in D, vergeleken met die in B, de helft van hare Werking, en kan daarom alleen maar de Kragt van 4 Steen van de opwaartſe ſtoot in B afnemen; en bygevolg zal 't gewigt W in A overwegen, tenzy 'er een bygevoegd gewigt van 4 Steen gehangen worde in B. *Daarom zal een man* enz. *opwaarts ſlootende onder den Balk tuſſen* B *en* D *ligter worden.* Welk ook te bewyzen ſtond.

1. LEERING.

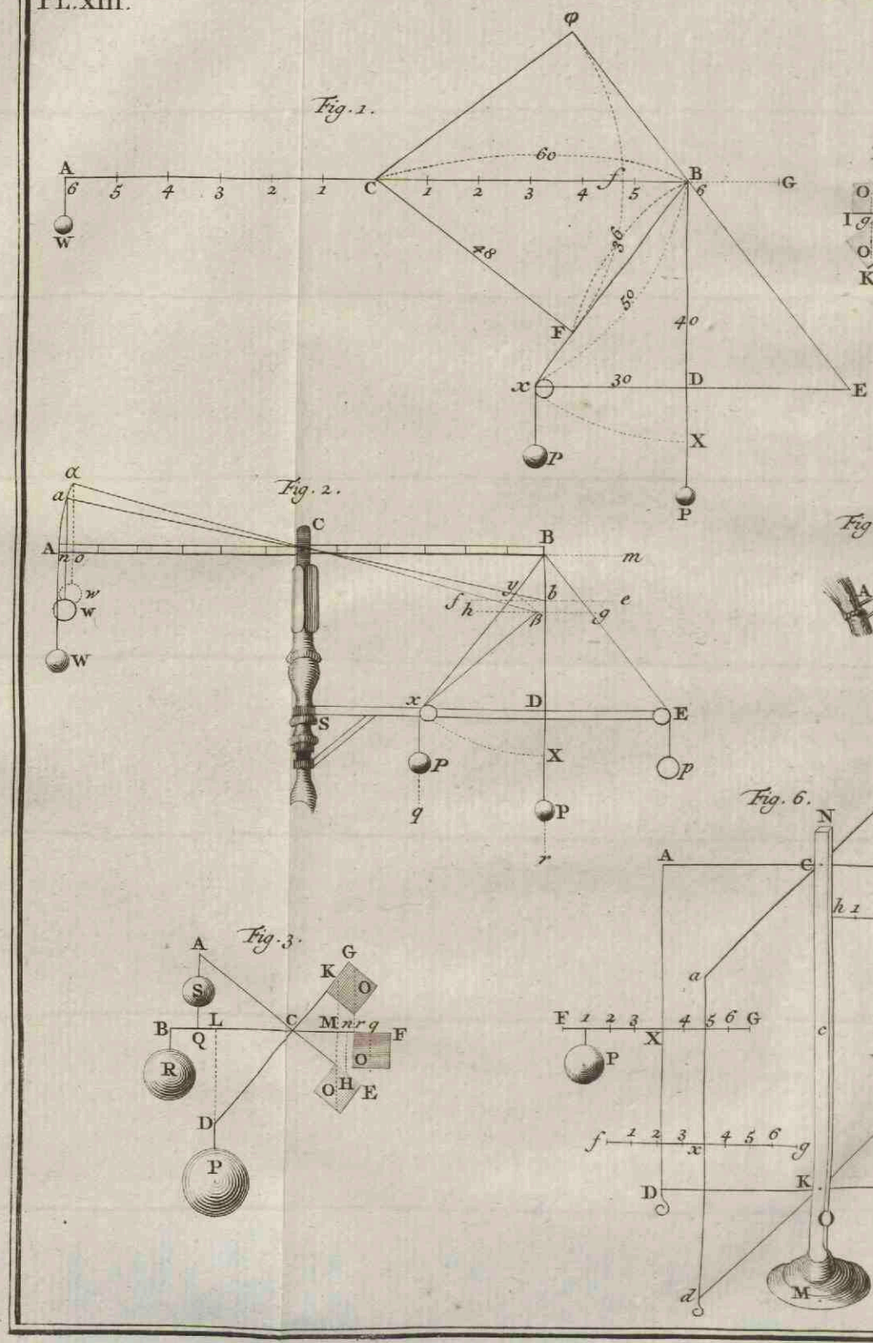
Hieruit konnen we, wanneer bekend is de Kragt op zigzelve van den man, die opwaarts ſtoot (dat is, de geheele ſcheuine Kragt), de plaats van 't Stoot-punt D, en de Hoek, die in 't genoemde punt gemaakt wordt door den Streek van de Kragt met den Balk, hieruit, zeg ik, konnen we een algemeenen Regel hebben, waardoor we weten, wat Kragt 'er bygedaan zy aan 't end van den Balk B in allerlei Helling van den Streek van de Kragt of plaats van 't punt D.

Regel voor het eerſte geval.

Zoek eerſt de regtſtandige Kragt door de volgende Evenredigheids Rekening, welker Bewys bekend is aan allen, die de Aanvoeging [*Application*] van ſcheuine Kragten verſtaan.

Gelyk

PL. XIII.


Fig. 1.
φ
A
6 5 4 3 2 1
C
1 2 3 4 5 6
B
G
W
60
f
78
36
50
40
F
x
30
D
E
P
X
Fig. 2.
α
a
C
A
n o
B
m
w
W
y
f h
β
b
e
g
x
D
E
S
P
q
X
p
r
Fig. 3.
A
G
K
O
S
B
L
C
M n r q
F
Q
R
O
O H E
D
P
Fig. 4.
O
E
M
A
O
I
g
t
h L
C
B
P
N
Q
R
O
K
F
D
S
Fig. 5.
M
B
A
C
c
Fig. 6.
b
N
A
C
B
h 1 2 3 4 5 6 i
y
a
F 1 2 3 4 5 6 G
X
P
c
H 6 5 4 3 2 1 I
V
W
u
e
f 1 2 3 4 5 6 g
x
D
K
E
O
d
M







derd worden in een *Hefboom van de eerſte ſoort*, dus genoemd, om- III. Les.
dat de Schraag of 't vaſte punt is tuſſen de enden, gelyk in C, in welk

Gelyk de Straal is:
Tot de regte Hoekmaat van den Hoek van Helling van de Kragt op den Balk::
Zoo is de ſcheuine Kragt:
Tot de regtſtandige Kragt.

Dan zal de regtſtandige Kragt, vermeenigvuldigd door de lengte van den Arm BC, *min* de genoemde Kragt, vermeenigvuldigd door den Afſtand DC, de waarde geven van de bytevoegen Kragt in B, of van 't gewigt, dat noodig is, om 't Evenwigt in A te herſtellen.

Of om het naar de Stelkunſt uit te drukken: Laat *of* uitdrukken de ſcheuine Kragt, *pf* de regtſtandige Kragt, en *x* de Kragt, die gezogt wordt, of waarde van het by te voegen gewigt in A, om 't Evenwigt te herſtellen.

$$DE : DF\ (= BE) :: of : pf.$$
$$\overline{pf \times BC} - \overline{pf \times DC} = x.$$

Dezelfde Regel kan ook dienen voor het tweede geval, indien de gevonden Hoeveelheid ontkennende [*negative*] gemaakt, en het bytevoegen gewigt gehangen wordt in B. Want de waarde van de regtſtandige Kragt gevonden hebbende, zal de Vereffening [*Equation*] deze zyn: $-\overline{pf \times BC} + \overline{pf \times DC} = -x$; en bygevolg moet het by te voegen gewigt hangen in B; omdat $-x$ in A het zelfde is als $+x$ in B.

2. LEERING.

Hieruit volgt ook, dat, indien in 't eerſte geval het Stoot-punt genomen wordt in C, dat de Kragt in B (of de Kragt, welker waarde gezogt wordt) de geheele regtſtandige Kragt zal wezen; omdat CD evengelyk is aan niet met al. En indien het punt D genomen wordt buiten C naar A; moet de regtſtandige Kragt, die in dat punt opwaarts ſtoot, vermeenigvuldigd door DC, bygedaan worden by dezelfde Kragt, vermeenigvuldigd door BC, dat is $\overline{pf \times BC} + \overline{pf \times DC} = x$.

Het Werktuig, waarvan ik my bedien, om dit door de Ondervinding zelve te toonen, is het volgende. De koperen Balans (Pl. XIV. Fig. 2.) AB is 12 duim lang, bewegelyk op 't Middelpunt C, met een regtſtandig ſtuk B*b* hangende aan 't end B, en bewegelyk om een Nagel in B, en aan zyn onderſte end *b* (door de regtopſtaande plaat GG) weêrhouden, dat het niet uit de Lood-lyn kan bewogen worden door de Stoot-pyp FE, welkes onderſte punt, geſteken in een holletje tuſſen de letters G en H, den bovenſten Draad of punt (wanneer 't in een ander holletje onder den Balk in D geſtoken wordt) door middel van de Varken-ſtaart EF drukt tegen de pen E, om voort te zetten den gemelden Draad *b*D, die gemaakt is, om den Balk opwaarts te ſtooten met de Kragt van de Veer EF. TSS is een Stelling, waaraan gehegt is de Pilaar TC, die de Balans draagt, welke Stelling ook een ſleuf SS heeft, om een been te vatten van de beweegelyke Plaat GG, om ze overal in die ſleuf te konnen hegten door een Schroef van onderen. Pl. XIV. Fig. 2.

ONDERVINDING.

Hang B*b* aan de Balans, gelyk in de Figuur. Voeg dan EF zoo in het hol tuſſen G en H, dat zyn boven-Draad *b*D*k* gaan kan door een lutsje in D, dat hy den Balk niet opwaarts ſtoote, maar in den zelfden Stand late, als hy te voren was, dat, door 't aanhangen van W, de Arm BC met B*b* en FE geëvenaard worde, dat de werking tegen D en de plaats tuſſen G en H geſchat kan worden zonder 't gewigt van de Stoot-pyp. Pl. XIV. Fig. 2.

Steek dan het end van den Draad *k*, nadat ge het neêrgetrokken hebt, in 't hol-

III. Les. welk geval het Vermogen viermaal minder Kragtigheid [*Intensity*] noodig heeft dan 't Gewigt, maar evenveel, indien C of de Schraag ver-

holletje onder D, en B zal zoo neêrgetrokken worden, dat het noodig zal hebben het by te voegen gewigt P van 4 oncen, in A te hangen, om 't Evenwigt te herſtellen: wanneer B H is 4 duim, B D 3 duim, en de geheele Kragt van de Veer evengelyk aan 10 oncen.

Het zal niet noodig zyn hier te zeggen, dat, om het tweede geval te verklaren, B *b* gehangen moet worden in D, de Plaat G G gehegt moet worden in M, om B *b* het uitſchieten naar T te beletten, nog dat het boven-end van G F E D *k* geſtoken moet worden in een hol, gemaakt onder B, in welk geval P gehangen moet worden in B, om 't Evenwigt te herſtellen.

Pl. XIV. Fig. 4.

NB. Om door de Proef te toonen, dat de Kragt, die de Veer in deze ſcheuine ſtooting oeffent, evengelyk is aan 10 oncen, zoo neem den Balk A B, die 4 oncen weegt, van zyn Voetſtuk C T, en aan elk end A en B 3 oncen gehangen hebbende, onderſteun hem onder zyn Zwaarte punt door de Stoot-pyp E H, daar regt overend onder gezet, en ge zult zien, dat de Balk met de twee gewigten den draad H *k* zal indryven tot D, de plaats, tot welke de ſcheuine ſtooting hem indryft.

Pl. XIV. Fig. 5.

(6) Daar is een andere manier, waarop de Hefboomen onderſcheiden worden volgens *Ariſtoteles*, en de Schryvers van de Beweegkunde onder de Ouden; en deze is, naardat het Gewigt ryſt of niet ryſt in den zelfden Streek als het Vermogen. Om dit op te helderen met het voorbeeld van den Hefboom van de *eerſte ſoort*, dewyl hy de Schraag (Beweeg-punt of *Hypomochlion* [*gelyk de* Griekſe *Schryvers het noemen*]) heeft tuſſen 't Vermogen en 't Gewigt, moet het Vermogen neêrwaarts bewegen, terwyl 't Gewigt opwaarts beweegt; en dees Hefboom wordt van gemelde Schryvers genoemd de anders omloopende [*Heterodromous*] Hefboom, dat is, *een verſchillenden weg heen werkende of bewegende.* Maar de Hefboom van de *tweede ſoort*, als mede die van de *derde ſoort*, worden beide genoemd *eveneensloopende* [*Homodromous*] Hefboomen, omdat het Vermogen en 't Gewigt, aan den zelfden kant van 't *Hypomochlion* of Stoppunt zynde, den zelfden weg gaan, ſchoon 't Vermogen in den éénen altyd winne, en in den anderen altyd verlieze.

Pl. XIV. Fig. 6.

Indien men de Werktuigen onderzoekt, die men dagelyks gebruikt, zal men duidelyk zien, dat ze Hefboomen zyn van ééne van de drie ſoorten. By voorbeeld de Nyptang (Pl. XIV. Fig. 4.) beſtaat uit twee Hefboomen van de eerſte ſoort, wier gemeene Beweeg-punt is in den Nagel C, terwyl het Vermogen gevoegd is aan de ſtelen B *b*, om ze ſamen te drukken, en daardoor het lighaam D te nypen, als een Gewigt aan de tegengeſtelde enden A *a*; in welk geval 't Vermogen zesmaal ſterker werkt, dan dat het onmiddelyk gevoegd was aan 't lighaam D in A, *a*; omdat in de twee Hefboomen A B en *a b* de Afſtand van 't Vermogen B C en *b* C driemaal de Afſtand is van 't Gewigt C A en C *a*. Zoo beſtaat een ſchaar (Pl. XIV. Fig. 5.) ook uit twee zulke Hefboomen, wier gemeene Beweeg-punt is in C, terwyl 't Vermogen gevoegd is in B *b*, en 't lighaam, dat geſneden moet worden, als een Gewigt in D, waarin blykt, dat, hoe nader D aan de punten A, *a* zy, hoe moeijelyker het te ſnyden is, en hoe gemakkelyker, hoe nader het gebragt worde aan C. De kragt van een Hefboom op deze wys werkende, is aanmerkelyk in de Koper- of Blik-ſlagers Scharen (Pl. XIV. Fig. 6.) waardoor één man, drukkende op het handvat B, dat de onderſte Schaar A C, die bewegelyk is om 't Middelpunt C, opligt, in ſtaat is, om

verſchoven wordt tot M, (het middelſte punt van P W) en viermaal zooveel, indien C verſchoven wordt tot 3. NB. *In alle deze gevallen wordt de Hefboom ſteeds genoemd een Hefboom* van de eerſte ſoort (6). III. Les.

30. Wanneer een rood- of geel-koperen Plaat van een kwartier duim dik door te ſnyden, indien de andere Schaar *a* C E geklonken is aan een paar ſterke koppen of Standerds, vaſtgemaakt in het blok F. Sjirursjyns-Koren-tangen, Nyptangen, Snuiters, en ander dergelyk Tuig kan men op de zelfde wys bevinden Hefboomen van de eerſte ſoort te zyn. Het wagentje of Karretje B C A, (Pl. XIV. Fig. 7.) dat in 't bouwen zeer gebruikelyk is, is ook een Hefboom van de eerſte ſoort. Het dient om groote ſteenen te ligten, en ze de bouwluiden aan te voeren. Indien op 't verſte end van de plank of bodem A, de ſteen D gelegd wordt, en door 't vringen van de plank zonder veel moeite wat verſchoven wordt naar C, zal de kragt van éénen man, die den Bóóm houdt in B; en hem neêrweegt, terwyl hy kentert op den As van de Wielen E F, als op een Schraag, in ſtaat zyn, om dien ſteen te ligten, en, wanneer hy geligt is, door hulp van de Wielen te vervoeren naar de plaats, daar hy wezen moet.

Het Sny'-mes (Pl. XIV. Fig. 8.) waar mê de Drogiſten en Klomphouwers hunne droogen of hun hout ſnyden, is beweeglyk om 't Lid, of de Kram, of 't Beweeg-punt C, waarmê het vaſtgemaakt is aan de plank C E. Het Vermogen wordt gevoegd aan 't Handvat B, en 't Gewigt is D, het hout of de droogen, die men ſnyden wil. Dit toont, dat het Werktuig een Hefboom is van de tweede ſoort (N. 30). Dus is 't ook gelegen met een deur, welker hangen het Beweeg-punt of de Beweeg-As zyn, de hand het Vermogen is, gevoegd aan dat end, waaraan het ſlot is, terwyl het lighaam van de deur het Gewigt is. Een Blaasbalk is een paar Hefboomen van de tweede ſoort, wier gemeene Beweeg-punt is aan het end van de borden, alwaar de Neus of de pyp begint. Het Vermogen is gevoegd aan de handvatten, terwyl de lugt, die van tuſſen de borden uitgeperſt moet worden, door haren Weêrſtand tegen de borden werkt als een Gewigt. Dus kan men ligtelyk begrypen, dat de Klink van een deur, wanneer ze door een touw wordt opgehaald, een Hefboom is van de tweede ſoort; gelyk ook zyn Notenkrakers, Kaperſons *enz.* De Riemen van een Roeiſchuit of Galei, en 't Roer zyn ook Hefboomen van de tweede ſoort, ſchoon *Ariſtoteles* ſtelle, dat ze van de eerſte ſoort zyn; maar de misſlag komt daarvandaan, dat hy 't water aanmerkt als het Gewigt, dat bewogen moet worden, daar in tegendeel de ſchuit of Galei het Gewigt zy: want het water biedt Weêrſtand in C (Pl. XIV. Fig. 9 en 10.) als een Schraag, de man of 't Vermogen werkt in B, terwyl het vaartuig F D bewogen wordt door dat deel van den Hefboom, dat 'er op drukt in het punt D, gelyk de Riem in Fig 9. en 't Roer in Fig. 10. Maar *Ariſtoteles* rekent met reden, in zyne Beweegkunde, de maſten van ſchepen onder de Hefboomen van de tweede ſoort, ſtellende de Schraag in den bodem van het ſchip, B (Pl. XIV. Fig. 11.) nemende het ſchip zelf voor 't Gewigt of den laſt, rustende met zyn boven-Dek C op den maſt, als op een Hefboom, om dus voorwaarts te bewegen. Eindelyk ſtelt hy, dat de bewegende Kragt de wind is, die in het zeil valt, 't welk door middel van de Raa of Spriet aangevoegd wordt in A; en dan geeft hy uit de Stellingen, tot dusver verhandeld, reden, waarom het ſchip te ſneller voortgang make met het zelfde zeil, hoe de Raa D A E hooger is; *nam.* omdat, hoe de Schraag verder zy van de bewegende Kragt (alle andere zaken gelyk zynde) hoe 't zelfde Vermogen of dezelfde kragt te gemakkelyker het Gewigt bewegen zal.

Pl. XIV. Fig. 7. Pl. XIV. Fig. 9 en 10. Pl. XIV. Fig. 8. Pl. XIV. Fig. 11.

III. Les. 30. Wanneer de Schraag aan 't ééne end is, 't Vermogen aan 't andere, en 't Gewigt tuſſen beide, is de Hefboom van de *tweede* Pl. XV. Fig. 7. *ſoort*. (Pl. XV. Fig 7.) 31. Maar

Het zelfde Werktuig, kan, naardat het verſcheidenlyk aangevoegd wordt, een Hefboom van de eerſte of tweede ſoort zyn. By voorbeeld, wanneer een man, Pl. XIV. Fig. 7. die een ſteen op den wagen (Pl. XIV. Fig. 7.) gearbeid heeft, hem op de beoogde plaats gaat loſſen, om hem op zyn kant E te leggen, laat hy het end van de plank op den grond ruſten in E, en 't end B opligtende ſtolpt hy den ſteen over; welke werking den Hefboom van eenen van de eerſte ſoort verandert in eenen van de tweede ſoort, waarvan E de Schraag is, B 't Vermogen en 't Gewigt in A is.

Pl. XIV. Fig. 12. De Schaapſcheerders-ſchaar (Pl. XIV. Fig. 12.) beſtaat uit twee Hefboomen van de derde ſoort. Het gemeene Beweeg-punt is in den Veer-boog in C, terwyl 't Vermogen of de hand aangevoegd wordt in P, *p*, en de wol, die geſneden moet worden, het Gewigt is, in W. Dus ziet men zelf op 't oog, dat de beenen van een Tang Hefboomen van de derde ſoort zyn. Een Ladder en een Staak, die men tegen een muur opregt, zyn ook al Hefboomen van de derde ſoort. Maar 't gebruik van Hefboomen van de derde ſoort ziet men allerfraaiſt in de lig-

Pl. XV. Fig. 1 en 2. hamen van dieren, waarin de alwyze Scheper de dieren voorzien heeft van een middel, om de leden met groote Snelheid te bewegen, door de Vermogens der Spieren zeer digt aan het Beweeg-punt te voegen; maar te gelyk de Spieren zoo groote kragt gevende, dat ze haar werk zeer ſchielyk verrigten, de leden zelf opligtende, ſchoon 'er zware Gewigten aan hare enden hangen; gelyk, wanneer we Gewigten met onze handen of voeten ligten, of harde lighamen met onze tanden vaſthouden of breken. Daar is naauwelyks een been in 't lighaam van een dier, dat niet een Hefboom van de derde ſoort is. 'T is een aangename en keurlyke beſchouwing, de Evenredigheid na te gaan, die 'er plaats heeft in het dierelyke lighaam, als een Kunſttuig, 't welk de Kunſt niet dan onvolmaaktelyk nabootſt. Daar zien we verſcheiden Aanvoegingen van Vermogens, en hoe ze elkander helpen in 't bewegen van de leden, ſomtyds gezamentlyk en te gelyk werkende, ſomtyds elkander opvolgende, om de Streken te veranderen, en ſomtyds tegen elkander werkende, om beweging te ſteuiten of te breken; op een ander tyd weêr over Katrollen trekkende, om den Trekhoek, indien het noodig is, te veranderen. Maar dit onderwerp is zoo ryk, dat we 'er hier maar een voorbeeld of twee van geven konnen, wyzende den weetgierigen Lezer tot *Alfonſus Borelli*, die een geheel boek over dat onderwerp geſchreven heeft (*nam. de Motu Animalium*) en van wien we hier eenige weinige voorbeelden ontleenen zullen. Hier volgt de 21ſte *Stelling* van zyn *eerſte Boek*.

STELLING XXI.

„ *De Kragt op zigzelve van elke dieren*
„ *Spier moet noodzakelyk grooter zyn dan 't*
„ *Gewigt van het Lid, dat daaraan hangt,*
„ *maar nooit minder.* Pl. XV. Fig. 1 en 2.

„ De Alwyze Natuur heeft, de gedaante van de dieren, uit verſcheiden
„ Werktuigen ſamengevoegd, zoo geſchikt, dat ze 't Vermogen hebben,
„ om zig van de ééne plaats naar de andere te bewegen, en de verſcheiden
„ werkingen te verrigten, die tot behouding van haar leven noodig zyn. Dog
„ dit kon niet geſchieden, indien een
„ dier een ronde gedaante had, gelyk een
„ bal, maar 't was noodig dat het beſtond
„ uit verſcheiden Geledingen [*Articulations*] gelyk handen en voeten, om te
„ konnen gaan, en voorwerpen te handelen. Maar deze leden konden om de

„ Ge-

31. Maar van de *derde ſoort* is hy, wanneer het vaſte punt aan 't ééne end is, 't Gewigt aan 't andere, en 't Vermogen tuſſen beide. (Pl. XV. Fig. 8.) III. Les. NB. Pl. XV. Fig. 8.

„ Gewrigten niet bewegen, tenzy ze „ door Spier-pezen getrokken, en deze „ Pezen weêr in één getrokken werden „ door een bewegende Kragt. We gaan „ nu bewyzen, dat deze bewegende „ Kragt of Vermogen niet minder moet „ zyn, maar noodzakelyk grooter dan 't „ Gewigt en den Weêrſtand van de le- „ den, die 'er aanhangen. Laat ons eens „ een lid beſchouwen, by voorbeeld den „ geheelen Arm; het is duidelyk te be- „ grypen, dat het noodzakelyk was, dat „ hy rondom kon bewegen om het ge- „ wrigt van 't ſchouderblad [*Scapula*] op „ dat hy bekwaam waar, om te trekken, „ op te hangen, en te verſtooten de Weer- „ ſtandbieding zoo wel van 't Gewigt van „ den Arm, als van buiten-lighamen, die „ gehandeld moeten worden. Zulke wer- „ kingen vereiſſen een geſchikte gedaan- „ te, kragten en bekwame Werktuigen, „ en alles gerigt tot dat oogmerk. De „ gedaante moeſt buiten twyfel lang we- „ zen, gelyk een Hefboom, bewegelyk „ om een Middelpunt, of 't vaſte punt, „ of de vaſte Schraag van 't Schouder- „ blad. Dan moet in den Hefboom ook „ wel gelet worden op de Standen, waar „ in het bewegende Vermogen en de „ Weêrſtand aangevoegd worden. Het „ bewegende Vermogen werkt door 't „ inééntrekken van de Spier-pezen [*Mu- „ ſcular Corde*] die alleen vaſtgemaakt kon- „ nen worden digt aan 't Beweeg-punt „ van den Hefboom, gelyk te voren ge- „ zegd is, * terwyl de Weêrſtand ge- „ voegd

* *Onze Schryver had in zyne 20ſte Stelling zeer verſtandiglyk getoond, dat de Pezen* [Tendons], *om de beenen te bewegen, niet gevoegelyk vaſtgemaakt konnen worden digt aan het end van 't been (op een grooten afſtand van 't Beweeg-punt, gelyk wy in Werktuigen tragten te doen) maar digt aan 't Lid of 't Gewrigt. Dit zyn zyne woorden:* „ *Neem twee beenen* AB *en* GF (Pl. XV. Fig. 1.) *gevoegd en geleded* [articulated] *in* AF, „ *te weten op zulk een wys, dat* AB *getrokken* „ *kan worden rondom* C *het Middelpunt van 't Ge-* „ *wrigt, by voorbeeld de twee beenen van den* „ *Arm: en laat de Spier* DE *vaſtgemaakt zyn aan* „ G, *het vaſte end van den Boven-Arm* GF, *en* „ *laat haar end gevoegd worden aan* E, *het end* „ *van 't onderſte been van den Arm, of 't Ellebeen* „ [Cubitus] AB, *welk end getrokken moet wor-* „ *den rondom het Middelpunt van 't Gewrigt* C, „ *beſchryvende den Boog* BH; *Ik zeg, dat de Na-* „ *tuur het pezige* [tendinous] *end* E *niet kon nog* „ *mogt vaſtgemaakt hebben digt aan 't end* B *van* „ *het been* AB. *Want indien het kon geſchieden,* „ *laat ons eens onderſtellen, dat de ſamenvoeging* „ E *gemaakt is digt aan* B, *'t Gewrigt van de* „ *Voor hand*, [the Wriſt, Carpus] *en dan is de* „ *Pees en de Spier* DE *of los, en kan geſchieden* „ *worden van het Gewrigt en de beenen* DAB, „ *of ze is 'er op neêr gebonden met een Band of* „ [Faſcia], *als* R. *In 't eerſte geval zal dit het* „ *gevolg zyn; Dewyl het been* AB *niet op kan* „ *draijen naar* FG, *geheel tot den Stand* AH, „ *ten zy het opgehaald worde door 't inééntrekken* „ *van de Spier-pees* DE, *in welk geval hare* „ *lengte* DE, *om tot* DM *te verkorten, kleiner* „ *moet worden dan een agtſtepart van* DE, *welke* Pl. XV. „ *verkorting in den Arm meêr dan anderhalve voet* Fig. 1. „ *zal wezen, 't welk niet alleen hinderlyk maar* „ *ook onmogelyk zouw zyn. 'T zouw hinderlyk* „ *wezen, omdat de breette en dikte van den arm* „ *kragtig vergrooten zouw, te weten de maat* CM, „ *evengelyk aan* CE; *waardoor de arm zoo dik* „ *zouw worden als de gebeele buik van het dier,* „ *welke monſtreuze dikte de andere bewegingen van* „ *den arm en van het gebeele dier beletten zouw.* „ *Daarenboven, dewyl het geſtel van een Spier* „ *zoodanig is, dat ze maar een weinig inéénge-* „ *trokken kan worden, zelden meêr dan twee of* „ *drie vingerbreed, zouw zulk een vaſtmaking van* „ *de ſpier, die zoo vervarelyke inééntrekking noo-* „ *dig bad (nam. van meêr dan anderhalve voet)* „ *geheel onmogelyk zyn. Maar de ongerymdheid* „ *van zulk een Stelling zal zeer duidelyk blyken,* „ *indien we onderſtellen dat* AB *de* Humerus „ *(of de Boven-Arm) is van den ſlinker arm, die* „ *naar*

III. Les. NB. *Het Vermogen en 't Gewigt worden altyd onderſteld te werken in den Winkelhaak met den Hefboom, tenzy het anders uitgedrukt worde; want dan zullen de gevallen*

„ voegd is aan deszelfs uiterſte lengte „ of verſte end. Hierom *zal 't Vermogen „ altyd wezen: tot den Weêrſtand : : gelyk de „ grootſte Afſtand van den Weêrſtand: tot den „ kleinſten Afſtand van 't Vermogen uit het „ zelfde vaſte punt*; bygevolg is het bewegende Vermogen grooter dan de Weêrſtand.

STELLING XXII.

„ *Het eerſte onderzoek van de ſchynbare „ Kragt op zigzelve* [the abſolute apparent Force] *die geoeffend kan worden door „ de twee Spieren, de* tweehoofdige [Biceps] „ *en* de Arm-Spier [Brachiëus] die 't Elleben [Cubitus] (*of 't onderſte been van den „ arm) waterpas buigen, wanneer de geheele „ arm agterover gehouden wordt; welke kragt „ grooter is dan twintig maal het Gewigt, dat „ ze ophouden, en de Kragt van 560 pondgewigt te boven gaat.*

„ Laat de Boven-Arm [*Humerus*] EA
Pl. XV. „ (Pl. XV. Fig. 2.) en 't Elle been [*Cu-*
Fig. 2. „ *bitus*] en hand BA byna in een regte „ Lyn en waterpas wezen, maar agterover (dat is, met den Elboog naar beneden) en laat het touw GB gewonden „ zyn om de enden van de vingers van „ de uitgeſtrekte hand in G, aan welk „ touw in G het Gewigt R hangt, het „ welk by trappen vergroot moet worden, tot dat de Overkragt van het bewegende Vermogen van de Spieren DC „ geheel ongevoelig worde, en zy geen „ Gewigt meêr konnen ophouden dan „ R, maar net in ſtaat zyn, om het te „ houden met een Kragt, die evengelyk „ gemaakt is. Dan konnen we regt oordeelen, dat de *ganſe Kragten* [*Momenta*] „ van de Vermogens van de Spier en 't „ Gewigt geheel evengelyk zyn, terwyl „ geene van deze Kragten de ééne de andere overwint. Nu, de ondervinding „ leert ons, dat in een jong ſterk karel „ het Gewigt R niet boven de 26pond is, „ waarby gevoegd moet worden het geheele Gewigt van 't Elle-been [*Cubit*] „ en de hand, dat ontrent 4 pond is, en „ dit Gewigt werkt, niet aan 't end van „ den Hefboom in B, maar in de middelplaats H, namenlyk alwaar deszelfs „ Zwaarte-punt is. Hierom zullen we, „ indien een ander Gewigt van 2 pond „ gehangen wordt in B, 't welk dezelfde „ Evenredigheid heeft tot het Gewigt „ van 't geheele Elle-been, als de Afſtand OH tot OB, voor onzen Hefboom hebben een ondeelbare Lyn en „ zonder gewigt, aan welkes end B gehangen zyn twee Gewigten, namenlyk „ R en 't Gewigt van 't Elle-been, dat is, „ in alles 28 pond. Dan moet men, omdat de Streek CD van de Pees van de „ Spier, die trekt, een zeer ſcherpen „ Hoek maakt met de Lyn CO, omdat „ de Pees van de Spier net raakt het „ Hoofd van 't Gewrigt A, van 't vaſte „ punt

„ *naar alle kanten gedraaid moet worden om 't Ge- „ wrigt van 't ſchouder-blad* [Scapula] C. *Het is „ klaarblykelyk, dat hy, om tot de Borſt gebragt „ te worden, getrokken moet worden van de Spier „ ED, vaſtgemaakt in D, de regter zyde van de „ Borſt. Een andere optrekkende Spier* [Muſculus „ Elevator] *moet 'er vaſtgemaakt worden aan de „ Kruin van 't Hoofd, en de Spier, die hem neêrbrengt, moet haren Oorſprong hebben in 't on- „ derſte gedeelte van den Buik, welke Spieren te „ ſamen met de Spieren van den regter Boven Arm „ een ruimte noodig hebben, gelyk een groote ton. „ Dit zelfde zouw ook plaats moeten hebben ontrent „ de Spieren van de Voeten. Dus zouw zulk een „ geſtel inplaats van een mens wel gevoegd en geleed te maken, hem een belaggelyke gedaante geven, en die gants onbekwaam was, om de noodige bewegingen te maken, en ligbamen te bandelen. Derbalven was zulk een gedaante te verwerpen.*

vallen verſchillen, gelyk men zien kan in de voorgaande Aanteekeningen op de beſchou- III. Les.
wing van de Balans, die ook toepaſſelyk zyn op den Hefboom.

De

„ punt of de Schraag O een regte Lyn
„ OI trekken, in den Winkelhaak op CI,
„ den Streek van de Pees, en dan zal uit
„ de Beginzels, hiervoor bewezen, bly-
„ ken, dat *het Vermogen, 't welk de Spier*
„ DC *trekt, dezelfde Evenredigheid heeft:*
„ *tot den Weêrſtand van 't Gewigt* R *met het*
„ *gemelde bygevoegde Gewigt* : : *als de Af-*
„ *ſtand* OB *heeft: tot den Afſtand* IO; maar
„ op een naaukeurig onderzoek blykt, dat
„ OB, de lengte van 't Elle-been en de
„ hand, meêr dan twintig maal grooter
„ is, dan de halve Middellyn van IO het
„ Hoofd van 't been. Daarom is de
„ Sterkte en 't Vermogen, dat de Spier
„ DC trekt, meêr dan twintig maal groo-
„ ter dan 't Gewigt R en 't bygevoegde
„ Gewigt; en dewyl de 2 Gewigten 28
„ pond doen, is de ſchynbare kragt, waar
„ mê de Spier het Elle-been trekt, en
„ den Elboog tragt te buigen, grooter
„ dan de kragt van 560 pond.

STELLING XXIII.

„ *Te vinden de Kragt, die de voorſchreven*
„ *Spier oeffent, wanneer de* Humerus *of 't*
„ *bovenſte deel van den arm met het Waterpas*
„ *een Winkelhaak maakt, en 't Elle-been* [Cu-
„ bit] *evenwydig is met het Waterpas.* PL.
„ XV. Fig. 3.

„ Ten tweeden, Laat EA de Opper-
„ arm [*Humerus*] zyn, en AB het Elle-
„ been, makende met elkander een Win-
„ kelhaak, terwyl de Opper-arm regt-
„ ſtandig, en 't Elle-been waterpas is.
„ In dien Stand blyft de lengte van den
„ Hefboom OB nog dezelfde, en nu
„ wordt aan zyn end B opgehouden het
„ groote Gewigt van 33 pond (gelyk blykt,
„ wanneer men 'er de proef van neemt)
„ door dezelfde Spieren DC. Maar om-
„ dat de Hoek ICO, gemaakt door de
„ Pees met het been OC, minder ſcherp
„ is, dan in den voorgaanden waterpas
„ Stand van de twee zelfde beenen, om-
„ dat, wanneer de Opper-arm EA ge-
„ bogen is naar 't Elle-been AB, de Pees
„ van de Spier DC, aan de Opper-arm
„ aanhangende, ook gebogen is; wordt
„ de Hoek ICO evenwel geen regte
„ Hoek, omdat de Pees in I ſterk gebon-
„ den is met vliezige Banden [*Membra-*
„ *nous Faſciæ*] in de Opper-huit, welke
„ Banden dienen voor een Katrol, om de
„ Pees te houden naar A den Hoek van
„ 't Gewrigt; maar egter wordt de Pees
„ IC zoo digt niet neêrgebonden in I,
„ dat ze niet een weinig kan ryzen, en
„ daarom wordt de regte Lyn OI, die
„ een Winkelhaak maakt met den Streek
„ van de Pees CI, merkelyk langer, dan
„ in 't voorgaande geval, gelyk men zelf
„ op 't voelen aan den arm bevinden kan;
„ en daarom zal de Afſtand OB een min-
„ der Evenredigheid hebben tot IO, dan
„ ze gevonden was te hebben in den
„ voorgaanden Stand; maar wat Evenre-
„ digheid de gemelde Afſtanden ook heb-
„ ben mogen, de Kragt, die de Spier DC
„ inéén trekt, en het been trekt, zal
„ overhands dezelfde Evenredigheid heb-
„ ben tot den Weêrſtand van 't Gewigt
„ R en 't Gewigt van 't Elle-been te ſa-
„ men: Derhalven zal die Kragt een min-
„ der Evenredigheid hebben tot dezen
„ Weêrſtand dan 20 tot 1. En dewyl uit
„ het voorgaande onderzoek bleek, dat
„ de grootſte kragt van de Tweehoofdi-
„ ge- en de Arm-Spieren evengelyk was
„ aan de kragt van 560 pond, zal uit het
„ tegenwoordig onderzoek, waarin het
„ groote Gewigt R 33 pond, en 't Ge-
„ wigt van 't Elle-been daarby gerekend,
„ 35 pond is, blyken, dat de Afſtand OI
„ maar een zeſtiende deel is van den Af-
„ ſtand OB, en niet, gelyk te voren,
„ een twintigſte deel daarvan; en dat 'er
„ daarom, dewyl de Afſtand IO merke-
„ lyk vergroot wordt, bygevolg nu door

PL. XV. Fig. 3.

„ deze

III. Les. Pl. XIV. Fig. 3. Pl. XV. Fig. 7 en 8.

De Evenredigheden, die de Vermogens en Gewigten overhands tot elkander hebben, worden ter neêrgeſteld Pl. XIV. Fig. 3. en Pl. XV. Fig. 7 en 8.

VII.

„ deze Spieren een grooter Gewigt geligt „ moet worden, namenlyk 35 pond.

„ Hier moet men evenwel in agt nemen, dat, ſchoon om de bogts wil van „ 't Lid E A B de Spieren zoo niet gerekt Pl. XV. Fig. 4. „ zyn als te voren, maar in zekere maat „ verſlapt zyn, dat egter de bewegende „ Kragt van elke Spier een minder Vermogen om inéén te trekken heeft, omdat de Spieren D C beide niet met 'er „ daad gehegt zyn aan 't bovenſte end „ van den Opper-Arm, maar de Tweehoofdige vaſtgemaakt is aan 't Schouderblad H L E in L, maar de Arm-Spier [*Brachiëus*] aan 't midden van den „ Opper-Arm [*Humerus*]; en dewyl het „ Schouderblad H E L altyd in den zelfden en dwerſen Stand is, moet de Opper Arm E A, draaijende om 't Middelpunt E van deszelfs Gewrigt [*Articulation*] met het Schouderblad maken den „ Hoek L E O zooveel te minder ſcherp, „ als de Opper Arm meêr neêrwaarts gebogen wordt, en dan is de Oorſprong „ [*Origin*] van de tweehoofdige Spier D „ meêr opgeligt, en wykt verder af van „ 't bovenſte gedeelte van E, het Hoofd „ van 't been, omdat de lengte van de „ Lyn L D I, onderſpannende [*Subtending*] „ den Hoek L E O, vergroot wordt, en „ daarom wordt de voorgemelde Spier „ zooveel te meêr gerekt, als de Opper-„ Arm meêr neêrgebogen wordt. Om „ deze reden, ſchoon uit hoofde van den „ Hoek E O B de Arm-Spier [*Brachiëus*] „ verſlapt worde, kan egter de Twee „ hoofdige [*Biceps*] zooveel te meêr geſpannen worden, uit hoofde van de verheffing van 't punt D boven 't Hoofd „ van den Opper-Arm.

STELLING XXIV.

„ *Hieruit kan men met waarſchynelykheid „ vinden de ſchynbare* [apparent] *volſtrekte „ Kragten* [abſolute Forces] *van de tweehoofdige Spier* [Biceps] *en van de Arm-„ Spier* [Brachiëus] *elk in 't byzonder, te weten de eerſte zal doen* 300 *en de laatſte* 260 „ *pond.* Pl. XV. Fig. 4.

„ Laat de Opper-Arm [*Humerus*] O E „ agterwaarts gebogen worden, om den „ Hoek H E O zoo ſcherp te maken, als „ doenlyk is, en laat het Elle-been [*Cubit*] A B ook zoo gebogen worden, dat „ het evenwydig worde met de bovenſte „ Lyn van 't Schouderblad H L, en dan „ zullen de overhandſe [*alternate*] Hoeken „ H D I en C I D elkander evengelyk zyn. „ Verder, zooveel de tweehoofdige Spier „ D I C verſlapt wordt uit hoofde van de „ ſcherpte van den hollen Hoek C O E, „ net zooveel wordt ze getrokken en geſpannen uit hoofde van den bollen Hoek „ H D O. Om deze reden wordt de natuurlyke Spanning [*Tenſion*] van de tweehoofdige Spier in geenen deele veranderd, en blyft net van dezelfde lengte, „ die ze had in den waterpas Stand van „ den geheelen Arm; en dewyl ze geene „ Verſlapping [*Relaxation*] ondergaat, zal „ ze dezelfde kragt hebben, om zig inéén te trekken, die ze oeffende in den „ waterpas Stand. Maar de Arm-Spier „ heeft het zelfde voordeel niet, omdat „ hare Oorſprong is in 't midden van den „ Opper-Arm in F, en haar end of Inplanting [*Inſertion*] in I, digt aan 't „ Hoofd van 't Elle-been; en omdat de „ Hoek E O C ſcherp is, moet de Arm-Spier de grootſte Verſlapping ondergaan, „ en daarom weinig of geene Beweegkragt oeffenen. Hierdoor kan men in „ dit geval vinden de bewegende Kragt „ van de Tweehoofdige alleen, (dat is, „ indien de Afſtand O I van of uit de Pees „ tot het Middelpunt van 't Hoofd van „ 't Elle-been niet veranderd wordt.)

„ Laat

III. Les.

VII. ONDERVINDING.

32. Stel de drie Hefboomen A, B, D (PL. XV. Fig. 9.) op zulk een PL. XV. Fig. 9.

„ Laat ons onderſtellen, dat het Gewigt R, „ 't welk in dien Stand opgehouden wordt, „ te ſamen met het Gewigt van 't Elle- „ been evengelyk is aan 25 pond, en omdat „ de Afſtand IO byna een twaalfde deel „ is van den Speek of kleine Elle-pyp „ [*Radius*] en de hand BO, zal de Kragt „ op zigzelve [*the abſolute Force*] van de „ Tweehoofdige twaalfmaal grooter zyn, „ dan 't aangehangen Gewigt R met het „ Gewigt van 't Elle-been ſamen, dat is, „ ze zal evengelyk zyn aan de Kragt van „ 300 pond, wanneer de Arm-Spier gee- „ ne Kragt oeffent om hare zeer groote „ Verſlapping. Dewyl dan de ſamenge- „ voegde kragten van de twee Spieren de „ Tweehoofdige en de Arm-Spier in de „ eerſte Proef te gelyk werkende, even- „ gelyk waren aan de Kragt van 560 pond, „ zal, de bewegende Kragt van de Twee- „ hoofdige alleen, die net 300 pond was, „ van deze Kragt afgetrokken zynde, over- „ ſchieten de kragt van 260 pond voor „ de bewegende Kragt van de Arm-Spier, „ en dit was het geen te zoeken ſtond.

STELLING XXV.

„ *Te vinden, wat Kragt dezelfde Spieren* „ *oeffenen, wanneer 't Elle-been* [Cubit] *neêr-* „ *waarts hangt, terwyl de Opper-Arm* [Hu- „ merus] *met het Waterpas in den Haak*, [of „ regt op en neêr] *gehouden wordt.* PL. „ XV. Fig. 5.

„ Laat nu de Opper-Arm EA, en 't „ Elle-been AB in ééne regte Lyn en in „ den Haak met het Waterpas wezen. „ Dan zouw het zwaarſte Gewigt, dat „ aan B gehangen kon worden, byna on- „ eindig zyn, indien de ſterkte en taai- „ heid van de banden altyd kon tegen- „ ſtaan en geheel onverwinnelyk was.

„ Indien vervolgens het Elle-been een „ weinig gebogen wordt, dat het een „ ſtompen Hoek EAB maakt met den Op- „ per-Arm, die nu in den Haak is met het „ Waterpas, en een ſcherpen Hoek BAK „ met de Waterpas-lyn OK, kan het „ groote Gewigt R zeer veel vergroot „ worden, omdat indien uit B de Lyn „ BK getrokken wordt in den Haak op de „ Waterpas-lyn AK, het Gewigt R, dat „ den Hefboom AB ſcheuin trekt, op „ dezelfde wys werkt, als of het hing „ aan 't punt K van den Hefboom OK. „ Hierdoor hebben we nu een nieuwen „ Hefboom OK korter dan OB; maar „ de Kragt van de Spier, die den Hef- „ boom ligt, trekt uit het punt I, heb- „ bende IO voor den Afſtand van hare „ Streek-lyn; en bygevolg heeft het Ver- „ mogen op zigzelven [*the abſolute Power*] „ dat de Spier inéén trekt (dat altyd het „ zelfde is) dezelfde Evenredigheid tot „ den Weêrſtand van 't Gewigt R, als „ KO heeft tot IO. Daarom zal, indien „ KO maar het dubbel is van OI, het „ Gewigt R, dat in dien Stand wordt op- „ gehouden, de helft zyn van de bewe- „ gende Kragt op zigzelve [*abſolute*], en „ dus evengelyk aan 250 pond; en, in- „ dien de Afſtand OK kleiner is dan OI, „ zal ook het Gewigt R grooter zyn dan „ de bewegende Kragt van deze Spieren.

„ Hieruit kan worden opgemaakt, dat „ in 't buigen of opligten van 't Elle-been „ de uitwerking van dezelfde Kragt, die PL. XV. „ de Spier trekt, gedurig verminderd Fig. 5. „ wordt; omdat de lengte van den Hef- „ boom OK van tyd tot tyd verlengd „ wordt, en daarom moet het Gewigt R „ op dezelfde wys verminderen.

STELLING XXVI.

„ *Te vinden de Kragt van dezelfde Spie-*

III. Les. een wys op de Schragen F, F, F, dat de Armen van A een Evenredigheid tot elkander hebben als 5 tot 1, van B als 4 tot 1, en van D als 6 tot 1; en laat deze Hefboomen op elkander werken. Wanneer men dan een Vermogen gebruikt van één pond aan het end M van den Hefboom D, zal het in Evenwigt houden W, of 120 pond aan het end 1 van den Hefboom A.

In dezen ſamengeſtelden Hefboom wordt de Evenredigheid of de Reden van 't Gewigt W tot het Vermogen M ſamengeſteld uit de verſcheiden Redens van den langen Arm van elken Hefboom tot deszelfs korten Arm; want $5 \times 4 \times 6 = 120$. En naar den zelfden Regel zult gy door 't meten van het ryzen en dalen van de enden van den eerſten en laatſten Hefboom vinden, dat, terwyl het Gewigt W $\frac{1}{10}$ van een duim daalt, dat het Vermogen of 't kleine gewigt M $\frac{12}{10}$ of 12 duim zal ryzen, dewyl de Kragt die door zulk een Hefboom gewonnen moet worden, aangewezen wordt door de overhandſe Evenredigheid tuſſen de Maſſaas en Snelheden van W en M.

Wanneer twee Vermogens, gevoegd aan de enden van een Hefboom, een Gewigt ophouden, dat op den Hefboom ruſt, zyn ze tot elkander overhands, gelyk hare Afſtanden van 't Gewigt. De Evenredigheid wordt onder de 10de Fig. aangeteekend.

Pl. XV. Fig. 10.

VIII.

Pl. XV. Fig. 6.

„ *ren; wanneer de Arm geſtrekt is agter over in een waterpas Stand.* Pl. XV. Fig. 6.

„ De Kragt van de Spieren, die 't Elle-
„ been buigen, kan ook op een andere
„ wys geoeffend worden, namenlyk wan-
„ neer 't Elle-been agterover in een Wa-
„ terpas Stand neêrgebogen moet worden
„ naar G door de Spieren D C, die nu
„ beneden het Elle-been zyn: want de-
„ wyl het touw B L G getrokken wordt
„ over de Katrol of 't Rad M L, beweeg-
„ lyk om een vaſten As M, blykt het,
„ dat terwyl de hand B daalt, het Ge-
„ wigt R opgeligt wordt, zynde A B dan
„ den Hefboom, welkes Schraag is in O,
„ en 't Gewigt R trekt het end B van
„ den Hefboom opwaarts naar L, en 't
„ Vermogen der Spieren D C trekt den
„ Hefboom A B neder van I naar D; en
„ daarom zal 't geen te voren gezegd is
„ hier ook bewaarheid worden; alleen
„ met dit onderſcheid, dat in 't eerſte ge-
„ val het end B neêrwaarts getrokken
„ werd, niet alleen door den Weêrſtand
„ van 't Gewigt R, maar ook door 't Ge-
„ wigt van 't geheele Elle-been en de
„ hand; daar in tegendeel het Gewigt
„ van 't Elle-been hier niet tegenwerkt,
„ maar 't Vermogen der Spieren helpt
„ trekken; omdat, gelyk in dezen Stand
„ de Spieren het Elle-been neêrtrekken,
„ zoo ook het Elle-been neêrwaarts
„ werkt door zyne Zwaarte, en deze
„ twee Vermogens ſamen genomen heb-
„ ben een gantſe Kragt [*Momentum*] even-
„ gelyk aan die van 't Gewigt R: en ge-
„ lyk in 't eerſte geval 't Gewigt van 't
„ Elle-been gevoegd werd by den Weêr-
„ ſtand van 't zware lighaam R, zoo wordt
„ het nu gevoegd by 't Vermogen der
„ Spieren. En dewyl het grootſte Ver-
„ mogen der Spieren D C bewezen was
even-

VIII. ONDERVINDING.

33. Hang in de Lyſt ABCD (Pl. XVI. Fig. 1.) aan de punten I, K den Hefboom EF, belaſt met het Gewigt 7 in C; dan zullen de Gewigten, welker touwen gaan over de Katrollen G, H, indien ze overhands tot elkander zyn, gelyk de Afſtanden IC en CK, in Evenwigt houden de zeven pond Gewigt. NB. *Het gewigt van den Hefboom wordt hier niet in aanmerking genomen; want ten zy de geheele Armen* EC *en* CF *tot elkander zyn gelyk* 3 *tot* 4, *moet het Zwaarte-punt* (*of 't punt* C) *een weinig verder verſchoven worden naar* I, *gelyk te voren N.* 25 *wegens de Balans gezegd is.* Pl. XVI. Fig. 1.

Op dezen grond is 't, dat men paarden van ongelyke kragt gelykelyk aan een wagen kan doen trekken: want indien de Evenaar ongelykelyk verdeeld wordt, moet dat paard de meeſte kragt oeffenen, dat aan 't kortſte end van gemelde Evenaar gevoegd wordt. Dus hebben ook twee mannen, die een vat aan een Bóóm dragen, ongelyke drukking op hunne ſchouders, indien 't vat niet in 't midden hangt,

„ evengelyk te zyn aan 't Vermogen van „ 560 pond, (*door de* 22. *Stelling hiervoor* „ *aangebaald*) daarom moeſt, indien de „ Hefboom AB van geen Gewigt was, „ wanneer de Afſtand OB gevonden wordt „ twintigmaal de Afſtand OI te zyn, het „ Gewigt R van 28 pond zyn; maar dewyl de 2 pond, gevoegd by R, in Evenwigt zyn met het Gewigt van 't „ Elle-been AB (dat is, indien ze 'er „ een Hefboom zonder Gewigt van maken) zal om die reden het Gewigt, met „ zyn byvoegzel 30 pond uitmakende, het „ grootſte Gewigt zyn, dat opgehouden „ kan worden door de Kragt der Spieren „ in dien Stand.

„ Dit kan ook op een andere manier „ bewezen worden; omdat het dalende „ Gewigt van 't Elle-been, dat 2 pond is, „ in B hangende, evengelyk is met een „ trekkende Kragt van 40 pond, aangevoegd in I (uit hoofde van de overhandſe twintigvuldige Evenredigheid) „ en de eigenlyke kragt DCI van 560 „ pond zal zyn, moet om die reden die „ Kragt, te ſamen met *de gantſe Kragt* „ [*Momentum*] van 't Elle-been, dat daar „ meê werkt, een uitwerking hebben „ evengelyk aan 't geheele Gewigt van „ 600 pond.

Maar 't geen nog veel wonderlyker voorkomt is de Kragt der Spieren, die 't onderſte Kakebeen bewegen, die de genoemde *Borelli* beſchouwt in de 87ſte en 88ſte Stelling van 't eerſte deel van zyn gemelde Boek, waarin hy bewyſt, dat deze kleine Spieren, die alle by elkander genomen in een mens niet boven één pond wegen, evenwel een Kragt oeffenen van 534 pond; en in groote honden, wolven, beeren en leeuwen een kragt hebben, die nog zeer veel grooter is, om hen groote beenen te doen verbreken, gelyk zy in hun eten dagelyks doen.

III. Les hangt, en de man, die 'er digtſt aan is, heeft het meeſte te dragen. Dit wordt klaarder opgehelderd door de

IX. ONDERVINDING.

Pl. XVI. Fig. 2. 34. De Voet F (Pl. XVI. Fig. 2.) onderſteunt een waterpas plank AB, waarop gelegd moet worden de Hefboom 1, 2, verdeeld in de Evenredigheid van 2 tot 1. Onderſtel, dat hy een Evenaar van een Wagen is. Stel dan de Katrol *n* tegen over 2, en de Katrol *m* tegen over 1. Laat de Gewigten O (1 ℔) en M (2 ℔) aan touwen hangen over de gemelde Katrollen, en ze zullen in Evenwigt houden het Gewigt N = 3 ℔, 't welk den Hefboom in een tegenſtrydigen Streek trekt over de Katrol *o* tegen C. NB. *De Katrollen ſchuiven in een groef in den kant van de plank, en blyven overal, waar ze geſteld worden.*

X. ON-

(7) Schoon de gebogen Hefboom geen gemeen Werktuig zy, behalven in den Hamer en gereedſchappen van die natuur, is deszelfs overweging egter zeer noodzakelyk tot de verklaring van verſcheiden Werktuigen, die werken, als of ze zulk een Hefboom in zig bevatteden [*virtually contain*]; inzonderheid in Stellingen van de Weegkunde, waarvan we hier eenige voorbeelden zullen geven. De gevallen van de hellende Vlakte en de Wigge (N. 48, 49, 50, 51 en 52) konnen op deze wys duidelyk worden opgeloſt. By voorbeeld wanneer 't gewigt P (Pl. XVI. Fig. 4.) ophoudt het Gewigt W op de hellende Vlakte AB, met het Middelpunt van 't Gewigt te trekken volgens de Lyn MW, evenwydig met de Vlakte, kan men in 't gemelde Gewigt beſchouwen den *gebogen Hefboom* WT*n*, welkes langſte Arm is WT en de kortſte T*n*. Dewyl nu de Streek-lyn van 't Vermogen is MW, evenwydig met de Vlakte, moet TW, waarop in den Winkelhaak gewerkt wordt, de Afſtand van 't Vermogen zyn; en dewyl W*n* de Streek-lyn van 't Gewigt is, moet de Lyn *n*T, die 'er een Winkelhaak meê maakt, de Afſtand van 't Gewigt zyn; gevolgelyk, *gelyk n*T (*de korte Arm van den gebogen Hefboom*) : *is tot* WT (*deszelfs langen Arm*) : : *zoo is het Vermogen* P : *tot het Gewigt* W. *En dewyl de Driehoeken* WT*n en* ABC *gelykvormig zyn, is het Vermogen dus aangemerkt: tot het Gewigt* : : *gelyk* BC, *de hoogte van de Vlakte: tot deszelfs lengte* AB, 't welk N. 49 bewezen wordt. Maar indien 't Vermogen het Gewigt getrokken had volgens een Lyn, die evenwydig was met den Voetſteun van de Vlakte, 't welk het geval is van de Wigge, zouw deszelfs uitwerking dus verklaard konnen worden. Dewyl het Vermogen ſcheuin werkt op het end van den langen Arm van den gebogen Hefboom WT*n*, moet deszelfs *werkende Afſtand* gevonden worden, door uit het Beweeg-punt T te trekken T*o* in den Winkelhaak op de Streek-lyn van 't Vermogen, welke Lyn T*o* nu aangemerkt moet worden als de lange Arm van den Hefboom, terwyl *n*T nog de korte Arm is, en waarop in den Winkelhaak gewerkt wordt door het Gewigt. Hierom zal de Hoeveelheid of Kragtigheid [*Intenſity*] van 't Vermogen n nu gevonden worden door deze Evenredigheids Rekening, *nam.*

Gelyk

PL. XIV.

Fig. 1.

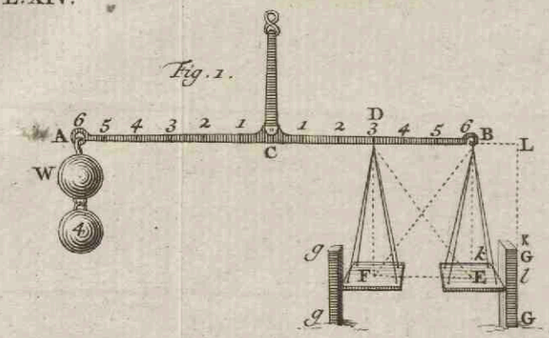


Fig. 2.

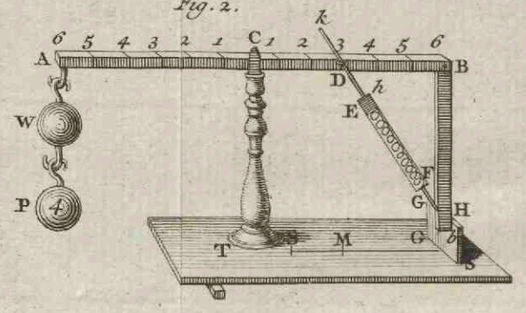


Fig. 3.

4C : CW : : W : P

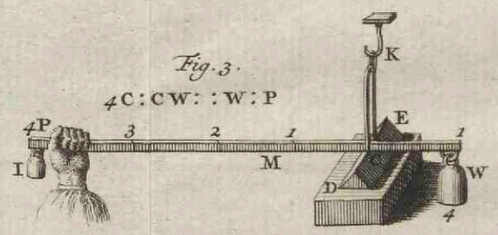


Fig. 4.

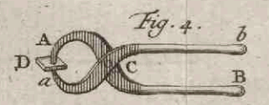


Fig. 5.

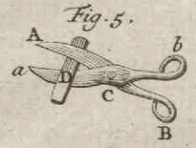


Fig. 6.

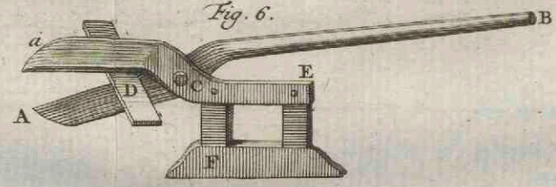


Fig. 7.

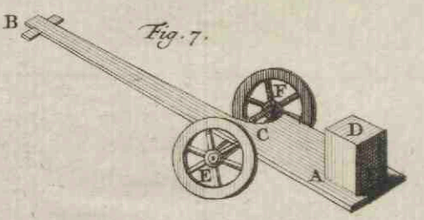


Fig. 8.



Fig. 9.

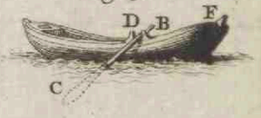


Fig. 10.

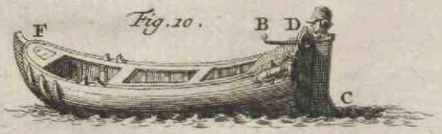


Fig. 11.

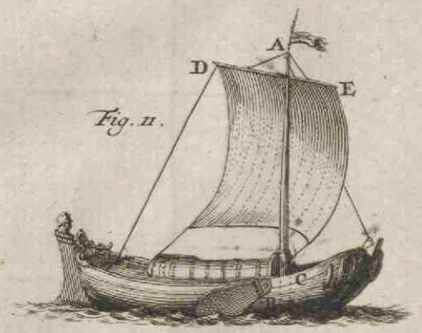


Fig. 12.





PL. XV.

Fig. 1.

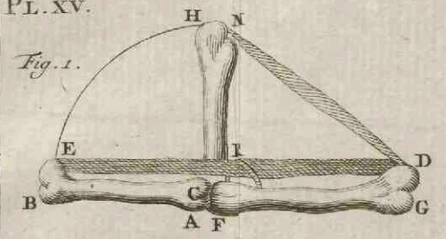


Fig. 2.

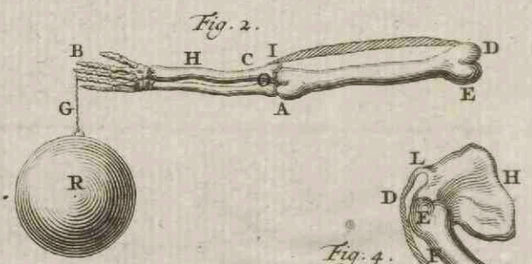


Fig. 3.

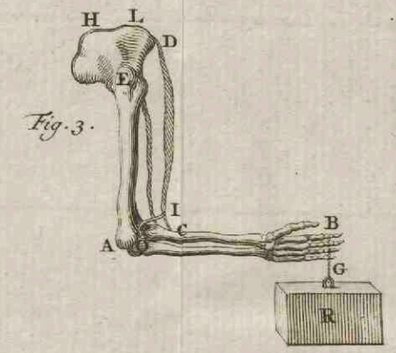


Fig. 4.

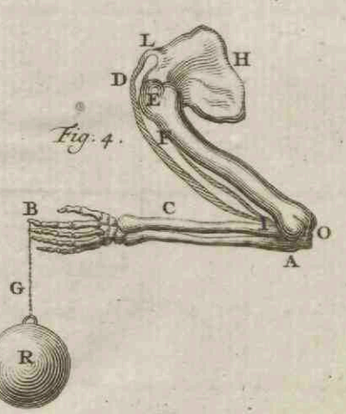


Fig. 5.

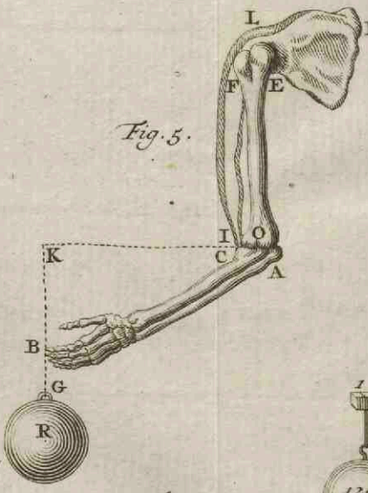


Fig. 6.

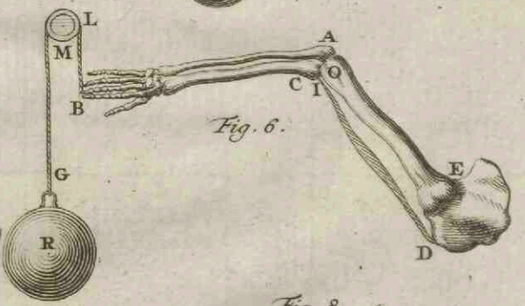


Fig. 7.

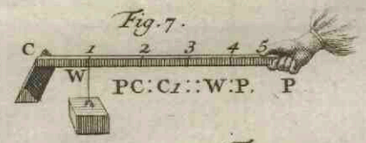


Fig. 8.



Fig. 9.

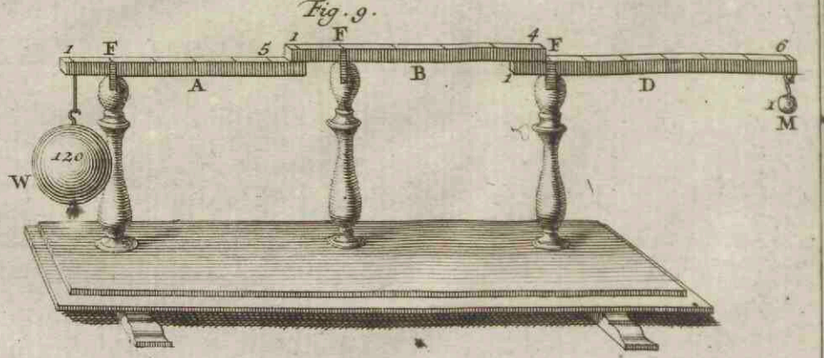


Fig. 10.



AD (of AC):DB::B:A.


D
E
I
H
K
C
A
B


A
B
C
D


A
B
C


A
B
C
D

X. ONDERVINDING.

35. Aan een Hefboom, welkes Armen een Hoek maken (PL. XVI. Fig. 3.) met zyn vaſte punt in den Hoek C; zal het Gewigt W, dat regtſtandig drukt op het end W, in Evenwigt gehouden worden door een Gewigt van één pond, 't welk aan 't andere end van den Hefboom P trekt in den Winkelhaak (door middel van een Katrol, waarover de Streek-lyn van 't Vermogen geleid wordt), door twee pond in *p*, en drie pond in *π*. Op deze wys gebruikt men een Hamer, om een ſpyker uit te trekken. Sommigen noemen dit een Hefboom van de vierde ſoort, maar 't is klaar en duidelyk één van de eerſte ſoort, omdat het Gewigt W aan 't ééne end, het Vermogen P aan 't andere end, en 't Beweeg-punt C tuſſen beiden is. En indien de Arm CW regt gemaakt wordt in ééne Lyn met PC, zoodat W gebragt wordt tot *W* en *C* voor de Schraag genomen wordt, zal men duidelyk zien, dat dit Tuig een Hefboom van de eerſte ſoort is (7). PL. XVI. Fig 3.

VAN

Gelyk de lange Arm van den Hefboom, nu T *o*:
Is tot den korten Arm T *n* : :
Zoo is W *het Gewigt*:
Tot n *het Vermogen*; *of de Voetſteun* A C: *tot de hoogte* C B.

Wanneer ik de *hellende Vlakte* als een Werktuig beſchouw N. 48, 59, 50, 51 en 52, maak ik maar alleen gewag van twee Aanvoegingen van 't Vermogen, de ééne met deszelfs Streek-lyn evenwydig met de Vlakte, en de andere (die het tot een Wigge brengt) met deszelfs Streek-lyn evenwydig met den Voetſteun van den Driehoek, dat is, zooveel naar de Vlakte hellende, als de Vlakte helt naar het Waterpas, in welk geval de Hoek WBA (de *Trek-hoek* [*Angle of Traction*] genoemd *) evengelyk is aan den Hoek BAC, uit hoofde van de evenwydige Lynen WB, AC. Maar dewyl in ſamengeſtelde Werktuigen, en in 't gebruik van Rytuigen de Trek-hoek of de Helling van de Streek-lyn van 't Vermogen naar de Vlakte zeer veranderlyk is, geef ik dit middel van 't beſchouwen van den *gebogen Hefboom* in het lighaam, dat opgetrokken moet worden, als een middel om alle gevallen op te loſſen, 't welk door het volgende voorbeeld blyken zal.

Laat DLB de Trek-hoek wezen, als of het Vermogen trok over de Katrol *p* volgens de Lyn *p* L. WT *n* is een gebogen Hefboom, welkes Beweeg-punt is in T, het punt, alwaar de bal W de Vlakte raakt. *n* T is de korte Arm van den Hefboom, op welkes end *n* men rekenen mag dat het Gewigt ondersteunt wordt, en drukt in den Winkelhaak, omdat deszelfs Streek-lyn gaat door *n* (volgens L. II. N. 47); en WT is de lange Arm van den Hefboom,

* De Trek-hoek *is de Hoek, dien de Streek-lyn van 't Vermogen met de Vlakte maakt*; *en bygevolg kan 'er, wanneer 't Vermogen trekt in een Streek-lyn evenwydig met de Vlakte, geen Trek-hoek wezen.*

VAN DE KATROL.

36. Wanneer een Radertje, gemeenelyk een *Schyf*, zoo in een Bos

boom, waaraan 't Vermogen ſcheuin gevoegd is. Maar dewyl T z, in den Haak op de Streek-lyn van 't Vermogen, deszelfs *werkende Affland* is, mag men T z aanmerken als den langen Arm van den Hefboom. Dan zal 't geheele geval worden opgeloſt door deze Evenredigheids rekening, *nam.*

Gelyk de lange Arm van den Hefboom, nu z T:
Is tot den korten Arm T *n*::
Zoo is W, *het Gewigt*:
Tot n *het Vermogen.*

Dewyl men dezen laatſten gebogen Hefboom vinden kan in allerlei Streek van 't Vermogen, dat is, hoedanig de Trek-hoek ook mag wezen, kan 'er dees algemeene Regel voor alle Streken van 't Vermogen uit afgeleid worden,

Gelyk de Hoekmaat van den Hoek van Helling van de Vlakte:
Is tot de Hoekmaat van het Voltooizel [Sine Complement] *van den Trekhoek*::
Zoo is het Vermogen:
Tot het Gewigt.

Maar om te toonen, hoe die Regel afgeleid worde uit den gebogen Hefboom, moeten we bewyzen, dat *n* T, de korte Arm van den gemelden Hefboom, altyd is tot deszelfs langen Arm z T, gelyk de Hoekmaat van Helling tot de Hoekmaat van het Voltooizel [*Sine Complement*] van den Trek-hoek; of dat C B in den Driehoek A B C: is tot L z in den Driehoek T L z:: gelyk *n* T: is tot T z; en dan zullen we uit dien algemeenen Regel eenige nutte Gevolgen trekken.

B E W Y S.

Dewyl W T in den Haak is met A B, en de Hoeken W *q* T en A *q* E evengelyk zyn (omdat ze Top-Hoeken [*Vertical Angles*] zyn) moet in den Driehoek A *q* E, (regthoekig in E) die twee Hoeken evengelyk heeft aan twee Hoeken in den Driehoek W *q* T, de derde Hoek A evengelyk zyn aan den derden Hoek *q* W T. Gevolgelyk zullen de Driehoeken gelykhoekig zyn, en daarom gelykvormig (*Euklid.* VI, 4.) En dewyl *q* E de Hoekmaat van Helling is voor den Straal A *q* (omdat in zynen gelykvormigen B C de Hoekmaat van Helling is voor den Straal A B) zal ook *q* T de Hoekmaat van Helling wezen voor den Straal W *q*. Maar dewyl T *n*, die evenwydig is met het Waterpas, valt op W *q*, welke, omdat ze de Streek-lyn van 't Gewigt is, met dezelve in den Haak is, is de Driehoek W T *n* gelykvormig met W *q* T (*Euklid.* VI, 8) en dus wordt T *n*, de korte Arm van onzen *gebogen* Hefboom, de Hoekmaat van Helling voor den Straal W T, *'t welk ééne van de zaken was, die te bewyzen ſtonden.*

Verder, dewyl T z door eigen making [*Conſtruction*] in den Haak is met L W, is de Driehoek W z T gelykvormig met L W T (*Euklid.* VI, 8), en daarom is de Hoek z T W evengelyk aan W L T den Trek-hoek; zoodat, dewyl L T de Hoekmaat van het Voltooizel [*Sine Complement*] van den Trek-hoek voor den Straal L W is, T z (de lange Arm van onzen *gebogen* Hefboom) zyn moet de Hoek-maat van het Voltooizel [*Sine Complement*] van den Trek-hoek voor den Straal T W, *'t welk het andere was, dat te bewyzen ſtond.*

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat, wanneer de Streeklyn evenwydig is met de Vlakte, het Vermogen 't minſte is, dat 'er zyn kan, voor die Helling van de Vlakte [*of dat 'er geene andere*

Bos of Blok is vaſtgemaakt, dat het beweegelyk is om een Middel- III. Les.
punts Pen [*of Nagel*] die 'er door heen gaat, wordt zulk een Tuig een

andere gevallen zyn, waarin men het met zoo klein een Vermogen ſtellen kan] omdat dan de Hoek-maat van het Voltooizel [*Sine Complement*] van den Trek-hoek veranderd wordt in den Straal, of *geheele Hoekmaat*; dat is, T z wordt T W, of de lange Arm van den Hefboom W T, waarop in den Winkelhaak gewerkt wordt, drukt den werkenden Afſtand van 't Vermogen uit; of, om regt te ſpreken, de Trek-hoek verdwynt. Maar indien het Vermogen regt op zouw trekken volgens de Lyn W *e*, zouw het evengelyk moeten zyn aan 't Gewigt; omdat W *q* T dan de Trek-hoek zynde, deszelfs Hoek-maat van het Voltooizel (terwyl *q* W de Straal is) zyn zouw *n* T, die evengelyk is aan de Hoek-maat van Helling, hier door de gemelde Lyn uitgedrukt. *Hieruit* blykt duidelyk, dat een paard, een laſt tegen een ſteilte optrekkende door middel van een Kar, of een ander rollend Werktuig, zooveel te ligter zal trekken, als de Streek-lyn volgens welke het de vragt trekt, nader komt aan een Lyn, die evenwydig is met de ſcheuinte van den heuvel, langs welke het trekt.

II. GEVOLG.

Ook volgt het, dat, indien de Streek-lyn, by voorbeeld B W, en de Lyn *w* W, die evenwydig is met A B, den Hoek *w* W B evengelyk maken aan den Hoek *w* W D, het Vermogen, gevoegd aan B, evengelyk zal zyn aan 't Vermogen, dat gevoegd wordt aan D; omdat in zulk een geval de Trek-hoeken W L B, W B L evengelyk zullen zyn, dewyl (volgens *Euklid*. I, 29.) de Hoek W L B evengelyk is aan zynen buiten-tegenhoek [*External oppoſite*] D W *w*, die onderſteld wordt evengelyk te zyn aan den Hoek *w* W B, en gevolgelyk aan zynen overhandſen [*alternate*] W B L. Waaruit volgt, dat, indien de Streek-lyn van 't Vermogen, by voorb. W *a*, en de Lyn W T, die in den Winkelhaak is met A B, den Hoek T W *a* evengelyk maken aan den Hoek van Helling A (of *q* W T), het Vermogen aangevoegd in *a*, evengelyk zal zyn aan 't Gewigt, volgens het 1. *Gevolg*, omdat dan de Trek-hoek W *a* L evengelyk is aan het Voltooizel [*Complement*] van den Hoek van Helling A; dat is, W *a* L is evengelyk aan W *q a* = A B C.

III. GEVOLG.

Eindelyk volgt het ook, dat, indien de Streek-lyn van 't Vermogen is W T, in den Winkelhaak met de hellende Vlakte A B, 't welk den Trek-hoek een regten Hoek maakt, het Vermogen aangevoegd in T, of in eenig gedeelte van de Lyn *t* T, oneindig zyn moet. Dit is zooveel te zeggen, als dat een Vermogen, 't welk het Gewigt W regtſtreeks van de Vlakte af, of regtſtreeks daar tegen aan zouw trekken, 'er daar geen vat op zouw hebben, hoe groot zyne Kragtigheid [*Intenſity*] of Kragt ook zyn mogt, omdat in dit geval de Hoek-maat van 't Voltooizel [*Sine Complement*] van den Trek-hoek tot nietmetal gemaakt wordt, of omdat ze *oneindig klein* zynde, het Vermogen aangevoegd in T *oneindig groot* moet zyn; omdat, volgens 't geen we bewezen hebben, dat Vermogen: zyn moet tot het Gewigt : : gelyk de Hoekmaat van den Hoek van Helling: is tot de Hoek-maat van 't Voltooizel van den Trek-hoek.

Eer ik van dit onderwerp van lighamen, opgehouden of getrokken op hellende Vlaktens, afſtap, verzoek ik verlof om de toepaſſing te maken van 't geen in de tweede Les N. 28, 37 en 47. gezegd is, om in 't algemeen te toonen, hoe een lighaam opgehouden zal worden op een hellende Vlakte door een ander lighaam van min

III. Les. een *Katrol* genoemd (Pl. XVI. Fig. 7.); en ſomtyds, dog oneigenlyk, wordt een Kas of Blok met verſcheiden Schyven daarin, ook een Katrol genoemd, gelyk 'er een afgebeeld wordt in de 8ſte Fig. De eerſte van deze wordt by de Werkluiden een *Snatch-block* * genoemd.

Pl. XVI. Fig. 7 en 8.

Een touw, dat over ééne of meêr Schyven gaat, om een Gewigt op te ligten, wordt de *Looper* genoemd.

Wanneer een Blok met zyne Schyven zoo wordt vaſtgemaakt, dat,

minder gewigt (indien het eerſte getrokken wordt volgens een Streek-lyn, die evenwydig is met de Vlakte, en 't laatſte in 't Lood hangt) wanneer 't gewigt van 't groote lighaam: is tot het gewigt van 't kleine : : gelyk de lengte van de Vlakte : is tot hare hoogte. Dit alles wordt afgeleid uit dit beginzel, verklaard en bewezen in de tweede Les, *nam.* dat, *indien het Zwaarte-punt van een ſamenſtel van lighamen niet daalt, de lighamen ook niet dalen konnen.*

Om dit nu tot ons oogmerk te doen dienen. A D B (Pl. XVI. Fig. 5.) is een hellende Vlakte, welker hoogte is D B. Indien het gewigt *w*, door hulp van een Katrol P regt op en neêr of in 't Lood hangende, door een touw het Gewigt W op de hellende Vlakte houdt, en deze gewigten tot elkander zyn, gelyk de lengte van de Vlakte tot hare hoogte (die hier is gelyk 2 tot 1) zullen ze in ruſt blyven (dat is, elkander in Evenwigt houden) op wat gedeelte van de Vlakte W ook gelegd mag worden. Laat vooreerſt de Stand van de lighamen zyn W en *w*; trek de Lyn *m n*, die hare Zwaarte-punten voegt, en (door L. II. N. 39.) haar gemeene Zwaarte-punt gevonden hebbende in C (dewyl C *n* = 2 C *m*) trek H *b*, een Waterpas-lyn, door dat gemeene Zwaarte-punt; en dan zal haar gemeene Zwaarte-punt altyd wezen in de Waterpas-lyn H *b*, in wat Stand de lighamen zyn mogen, of op wat gedeelte van de Vlakte W ook geplaatſt mag zyn. Indien W verſchoven wordt tot V, zal *w* zakken tot *u*, en 't gemeene Zwaarte-punt zyn in *k*. Indien de Zwaarte-punten van de lighamen zyn in E en *e*, zal haar gemeene Zwaarte-punt in K wezen, nog al in dezelfde Lyn H *b*, 't geen ligtelyk bewezen kan worden, omdat de Driehoeken *n b* C, *m* H C, *b q k*, *r o k* enz. alle gelykvormig zyn. *Dewyl 'er dan geen Stand is van* W *op de Vlakte, en van w in de Loodlyn w q, die de hoogte van het gemeene Zwaarte-punt van de lighamen veranderen kan, moeten ze in Evenwigt zyn, omdat ze niet konnen vallen, ten zy haar Zwaarte-punt dale.* W. T. B. S.

Pl. XVI. Fig. 5.

Pl. XVI. Fig. 6.

GEVOLG.

Hieruit ziet men de reden ook, waarom twee ongelyke lighamen elkander zullen ophouden op twee verſchillende Vlaktens van dezelfde hoogte, welker lengtens tot elkander overhands zyn, gelyk de lighamen. By voorbeeld laat de gewigten G en F (Pl. XVI. Fig. 6.) gehegt door het touw F P G, loopende over de Katrol P, tot elkander in gewigt zyn gelyk de Vlaktens A B en B D (welker gemeene hoogte is B E) waarop zy, elk op 't zyne, ruſten.

Zoek

* [*Hier weet ik geen duitſen naam toe. Ik heb geene Kunſtenaars of Werkluiden gevonden, die 'er kennis aan hadden. Een Schyf, by ons in gebruik, en die 'er 't naaſt meê overeenkomt, is de Schyf, waar over de Keep van 't Heiblok loopt*, de Rammel-ſchyf *genoemd. Maar behalven dat die Schyf in een Kruis loopt, is die naam ook maar alleen aan dat Inſtrument eigen, waarom ik het woord onvertaald heb moeten laten.*]

dat, terwyl het zelf onbewegelyk blyft, een ander Blok met Schyven ryft met het Gewigt, dat 'er aan hangt, wordt zulk een Werktuig genoemd een *Takel*. III. Les.

37. Een boven- of vaſte Katrol zet het Vermogen geene kragt by, maar komt alleen de Vryving voor, omdat ze het touw gemakkelyk doet loopen; en dat zooveel te meêr als de Schyf grooter is dan de Nagel, waarop ze draait (8).

XI. ON-

Zoek haar gemeene Zwaarte-punt C, en trek door C een Waterpas-lyn. Dan zult ge gelyk te voren bevinden, dat, hoe ge hare Standen elk op hare eigen Vlaktens ook veranderen moogt, haar gemeene Zwaarte-punt ſteets gevonden zal worden in dezelfde Waterpas-lyn, die door C gaat *enz.*

(8) Hoeveel de Vryving van een Rol of boven-Katrol verminderd worde naar mate dat de Nagel of de Halzen kleiner over 't Kruis zyn dan 't Rad of de Rol, zal ik in de volgende Les naaukeurig aantoonen. Nu zal ik in overweging nemen de vermindering van Drukking op den Nagel van een Katrol, die altyd geſchiedt in een zekere Evenredigheid van de Gewigten, die aan weerskanten hangen, wanneer ze in beweging zyn, en dat zonder agt te geven op de dikte van den Nagel, die in dit geval als een Lyn kan worden aangemerkt. De zaak wordt in 't algemeen begrepen in de volgende

STELLING.

Wanneer een draad of touw loopt over een enkele Katrol of Rol door het dalen van het overwegende gewigt (terwyl het andere gewigt op den zelfden tyd ryſt) is de Drukking op den As van de Katrol altyd evengelyk aan 't vierdubbele van den Uitkomſt [Product] van de gewigten (door elkander vermeenigvuldigd) en verdeeld door de ſom van dezelfde gewigten.

Pl. XVI. Fig. 9.

De Katrol is D E, haar Middelpunt C, de gewigten p en q, en de Looper p D r E q. Ik zeg, dat de Drukking op den As of 't Middelpunt C is $= \frac{4pq}{p+q}$

Pl. XVI. Fig. 10.

De Katrol in deze Figuur door dezelfde letters als in de voorgaande afgebeeld zynde, trek naar welgevallen de Lynen D d en E e, langs welke de gewigten ryzen of dalen. Trek uit het Middelpunt van de Katrol C k, evenwydig met de genoemde Lynen. Trek dan door het punt o, ergens op de Lyn C k genomen, de Waterpas-lyn pq, en den afſtand p P evengelyk nemende aan q Q, trek de ſcheuine Lyn P o Q. Laat uit het punt c, 't gemeene Zwaarte-punt van de gewigten, die door de letters p, q verbeeld, en onderſteld worden te hangen aan deze punten, de Lood-lyn cg vallen, tot dat ze de Lyn P Q ontmoete. Indien we pq aanmerken als een Balans met ongelyke Armen, welker lengtens zyn in de overhandſe Reden van q tot p, zoodat de gewigten p en q aan dezelve elkander in Evenwigt zullen houden, mogen we cq den Hefboom noemen van het groote gewigt q, en pc den Hefboom van 't kleine gewigt p; en indien we onderſtellen, dat het gewigt q daalt tot Q, terwyl 't gewigt p ryſt tot P (door een evengelyke ſpaatzie) zal de Lyn cg, omdat P g is tot g Q gelyk pc tot cq, verbeelden de daling van 't gemeene Zwaarte-punt van de twee gewigten. Pl. XVI. Fig. 10.

Pl. XVI. Fig. 9.

III. Les.

XI. ONDERVINDING.

Pl. XVII. Fig. 3. Wanneer aan de enden van een buigzaam touw (Pl. XVII. Fig. 3.) vaſt-

BEWYS.

De Som van de gewigten $p+q$: is tot haar verſchil $q-p$:: gelyk de Som van hare Hefboomen $pc+cq$: tot haar Verſchil $pc-cq$: en gevolgelyk:: gelyk de halve Som van hare Hefboomen oq: tot de helft van haar Verſchil oc; en op gelyke wys (volgens *Eukl.* VI, 2 en 4) :: gelyk qQ, de Snelheid van het dalende gewigt: tot cg, de Snelheid van het dalende Zwaarte-punt. Wanneer men dan van q afneemt een gewigt evengelyk aan p, blyft 'er alleen over $q-p$, om beweging aan de gewigten te geven door zyne natuurlyke Zwaarte-kragt. Maar de *gantſe Kragt* [*Momentum*] van $q-p$ door de natuurlyke Zwaarte-kragt is $qv-pv$ (v genomen voor de natuurlyke Snelheid van 't vallende gewigt) waarom de Snelheid, uitgedrukt door qQ, zyn zal $\frac{qv-pv}{q+p}$; Pl. XVI. Fig. 11. maar te voren hadden we deze Evenredigheids Rekening $p+q:q-p::qQ:cg$. Daarom hebben we $p+q:q-p::\frac{qv-pv}{q+p}:cg$, de Snelheid van het Zwaarte-punt, die zyn zal $\frac{q^2-2pq+pp}{p^2+2pq+q^2}\times v$.

Daarom zal de gantſe Kragt [*Momentum*] van de twee lighamen wezen die Snelheid, vermeenigvuldigd door de twee lighamen, en gevolgelyk zal de *gantſe Kragt* van den val van de twee lighamen wezen $\frac{q^2-2pq+p^2}{q+p}\times v$. Nu, indien de twee lighamen $q+p$ geheel vielen, zouw hare *gantſe Kragt* wezen $qv+pv$; maar dewyl we alleen dat gene, 't welk van de lighamen valt, moeten aftrekken [*Subtract*], *nam.* $\frac{q^2-2pq+p^2}{q+p}\times v$ blyft 'er een overſchot van de lighamen, dat niet valt, en bygevolg moet dat overſchot op het Middelpunt ruſten, en den As drukken. Maar dit overſchot, wanneer men de Aftrekking maakt, blykt te zyn $\frac{4pq}{p+q}$,

W. T. B. S.

LEERING.

Hieruit volgt, dat, indien p evengelyk is aan q (in welk geval 'er geene beweging van de gewigten zyn zal) de Drukking zal zyn $2p=p+q$; en indien q oneindig is, is de Drukking $4p$.

Om te onderzoeken, of dit met de Praktyk overeenkwam, nam ik de volgende

PROEF.

Ik ſchroefde een zeer naaukeurige Katrol D (Pl. XVI. Fig. 11.) aan den bodem van de ſchaal b van de Balans AB, bewegelyk om 't Middelpunt C, en nadat ik de Katrol geëvenaard had door gewigten in de ſchaal a, maakte ik aan een draad vaſt de twee gewigten p en q, wegende 2 en 6 oncen. Den draad over de Katrol D geſtoken hebbende, lei ik 6 oncen en een *penny* gewigt [24 *Grein*] in de ſchaal a, die belet werd te ryzen door een draad, die den bodem voegde aan een vaſten haak H, terwyl de geheele Balans hing aan een anderen vaſten haak in M. Het groote gewigt q onderſtopte ik met een klamp e, die ik 'er waterpas onder hield, en nam e zeer ſchielyk weg, om q vryheid te geven om te dalen. Toen het dit deed, werd de Drukking op den As van de Katrol zooveel verminderd (gedurende de ryzing van p en de daling van q) dat de ſchaal a neêrſloeg door de werking van 't gewigtje d, zelf wanneer 't veel kleiner was dan een *penny* gewigt, gelyk dui-

vaſtgemaakt zyn de gewigten 1 en 3, het eerſte van één en 't andere van drie pond, en het touw getrokken wordt over den vierkanten, dog gladden balk AB, zal de Vryving van het touw op den balk zoo- III. Les.

duidelyk bleek door het ſlap worden van den draad H*a*.

Toen q was $=$ 12 oncen, en $p = 3$, was het tegengewigt in de tegengeſtelde ſchaal 9 oncen en 12 *penny* gewigt, overeenkomſtig met de Beſchouwing, en de Proef kwam 'er meê overeen, dewyl 'er een zigtbare daling was van de ſchaal a, door het bydoen van 't gewigtje d, zelf wanneer het minder was dan het 300ſte deel van q *enz.* Neem q en p in eenige andere Evenredigheid, en de Proeven zullen egter met de Beſchouwing blyven overeenkomen.

Deze manier van 't beſchouwen van de Drukking op den As, kan op de volgende wys ook toegepaſt worden op de Spil in 't Wind-as.

Laat ACB (Pl. XVII. Fig. 1.) een Wind-as zyn, welkes Rad is AB, C het Beweeg-punt of de Beweeg-as, en AX de Spil, q het ééne gewigt (gemeenelyk het groote gewigt) en p het andere. De Lyn qp verbeeldt, als een Hefboom ongelyk verdeeld in o, door haar deel qo den Arm of halve Middellyn van de Spil AC, en door haar deel op den Arm of halve Middellyn van 't Rad CB.

Geſteld zynde dat de lighamen p, q in den Stand zyn, die in de Figuur verbeeld wordt, en dat pb grooter is dan qa, zal het deel van p, dat een Evenwigt maakt met q zyn $\frac{qa}{b}$, en gevolgelyk zal 'er van p maar overblyven $p - \frac{qa}{b}$ of $\frac{\overline{pb - qa} \times V}{b}$ (V genomen voor de Snelheid, met welke lighamen vallen) om beweging te geven aan de twee lighamen; omdat het overſchot van 't gewigt van de twee lighamen, $pV + qV$, namenlyk $\frac{qbV + qaV}{b}$ van de twee lighamen van Evenwigt $q + \frac{qa}{b}$ zal blyven drukken op den As van 't Werktuig. Laat u zyn de Snelheid van p, de Snelheid van q zal wezen $\frac{au}{b}$, en deszelfs gantſe Kragt [*Momentum*] zal zyn $\frac{qau}{b}$, welk gevoegd by pu, de *gantſe Kragt* van p geeft $\frac{pbu + qau}{b}$ evengelyk aan de geheele *gantſe Kragt* voortgebragt door de Kragt of *gantſe Kragt* $\frac{pbV - qaV}{b}$.

Hierom hebben we, dewyl de *gantſe Kragt*, die voortgebragt wordt, altyd evengelyk is aan de *gantſe Kragt*, die voortbrengt, $\frac{pbu + qaV}{b} = \frac{pbV - qaV}{b}$ welk geeft $u = \frac{pbV - qaV}{pb + qa}$ en $\frac{au}{b} = \frac{pbaV}{pbb} - \frac{qaaV}{+qab}$, welk geeft de *gantſe Kragt* van $q = \frac{qpba - qqaa}{qbb + qab} \times V$, welke *gantſe Kragt* p daar aan geven zal, wanneer 't op den As draagt, en bygevolg moet de As de Drukking daar van lyden. En dewyl q door zyne Tegen-werking [*Reaction*] op p, het zooveel ook doet verliezen (dewyl 't ook op den As draagt) of deszelfs daling zooveel vertraagt, moet de As noodzakelyk door deze evengelyke Werking en Tegen-werking dragen de dubbele Drukking $\frac{2qpba - 2qqaa}{pbb + qab} \times V$ waarby gevoegd het gewigt $\frac{\overline{qb + qa} \times V}{b}$ van de twee lighamen van Evenwigt, zal de geheele Drukking op den As wezen evengelyk aan $\frac{qpbb + qqab + 3pbqa}{pbb + qab} - qqaa \times V$ of (indien men dit Gebroken

Pl. XVII. Fig. 1.

III. Les. zoogroot zyn, dat ze het drie ponds gewigt zal beletten het ééne pond op te halen, ſchoon deszelfs gantſe Kragt [*Momentum*] (buiten die

ken door den Noemer verdeelt zoover men kan,) zal ze evengelyk zyn aan $q + \frac{3pbqa - qqaa}{pbb + qab} \times V$. Hierom draagt de As zooveel gewigt, als of ze ophield de Hoeveelheid van Stof $q + \frac{3pbqa - qqaa}{pbb + qab}$.

I. GEVOLG.

Indien pb is $= qa$, is de Drukking $q + p$, of $q + \frac{qa}{b}$ (overeenkomſtig met het zetten van pb voor qa of net het omgekeerde [*the Reverſe in the Form*] $\frac{qpbb + qqab + 3pbqa - qqaa}{ppb + qab}$) omdat in dat geval $\frac{qa}{b} = p$.

II. GEVOLG.

Indien p oneindig is, is de Drukking $q + \frac{3qa}{b}$, of't gewigt q te ſamen met driemaal het gewigt, dat in ſtaat is, om 't in Evenwigt te houden op den Afſtand van p, gelyk in de bovengemelde Katrol, alwaar de Drukking is $\frac{4qb}{p+q}$. Indien q oneindig is, is de Drukking $4p$; en indien b oneindig is, is de Drukking maar evengelyk aan q.

NB. *Dit kan als een algemeene Regel gegeven worden voor de Drukking op den As, 't zy van een Katrol, 't zy van een Wind-as, door de twee ligbamen tegen elkander werkende*, nam.

Gelyk de gantſe Kragt [Momentum] *van de twee ligbamen vryelyk vallende:*

Is tot de gantſe Kragt, die verloren wordt, wanneer ze op elkander werken door middel van het Werktuig::

Zoo is het geheele gewigt van de ligbamen:

Tot het gewigt, dat op den As drukt.

Wyle de Heer *Pieter Daudé*, van wien ik deze Stelling had wegens de Drukking op den As van een Wind-as, in 't begin niet overwogen hebbende, dat het ryzende en het dalende gewigt in het omdraaijen van 't Wind-As, tendeele de natuur van een Slinger [*Pendulum*] heeft (omdat zy, dewyl ze verſchillende Snelheden hebben, elkander verſnellen en vertragen) gaf my naderhand de volgende Oploſſing, waarin die Misſlag verbeterd wordt.

[*De Heer* Desaguliers *zegt in zyne* Addenda, *dat by deze Oploſſing, omdat ze van de kennis van de Slingers afhangt, die by eerſt op 't end van't eerſte Deel van zyn Werk voorſtelt, den Lezer liefſt heeft willen meêdeelen, nadat by van de Slingers gehandeld had. Maar dewyl ze by het voorgaande behoort, hebben we ze hier laten volgen; te meêr omdat onze Schryver, eer hy de Oploſſing van den Heer* Daudé *voorſtelt, tot een beter begrip van dezelve vooraf laat gaan 't geen hier volgt wegens het Middelpunt van Slingering*, Center of Oſcillation, *het welk we in 't vervolg* Slinger-punt *zullen noemen*].

1. Het *Zwaarte-punt* van twee ligbamen, ſamengevoegd door een Wiskunſtenaars Lyn [*dat is, een Lyn, die onderſteld wordt geene breette of dikte te hebben*] *is dat punt in de Lyn, alwaar elk van deze twee ligbamen werkt met zyn gebeele gewigt in een ſtaat van ruſt*; en dit geſchiedt, wanneer hare gantſe Kragten [*Momenta*], die in dat geval zyn de Uitkomſt [*Product*] van hare Hoeveelheden van Stof, vermeenigvuldigd door hare Hefboomen of Afſtanden uit dat Zwaarte-punt, evengelyk zyn. Zoodat dat Zwaarte-punt het gevoel heeft van 't gewigt van beide de ligbamen.

2. Het

die verhindering) driemaal grooter zy, omdat deszelfs Snelheid de- III. Les.
zelfde, en de Stof driemaal zooveel is (Les II, N. 3). Maar indien 'er

2. Het *Slinger-punt* [*Center of Oſcillation*] van twee zulke lighamen *is een punt in die Lyn, waarop de twee lighamen in beweging zynde werken met alle hare gantſe Kragten*; en dit geſchiedt, wanneer de Uitkomſten van hare gantſe Kragten, vermeenigvuldigd door haren Afſtand van dat Slingerpunt, evengelyk zyn; in welk punt hare kragten evengelyk zynde, en hare bewegingen niet tegen elkander ſtrydende zy werken, of vallen, zoodat dit punt beweegt met de natuurlyke Snelheid van vallende lighamen, en zy tegen een hinderpaal ſlaan met haar geheele gewigt.

3. Indien we onderſtellen, dat deze twee lighamen om het Hang-punt [*Center of Suſpenſion*] wentelen, zullen de Zwaarte- en Slinger-punten beide aan dien kant zyn, alwaar de grootſte *gantſe Kragt* is.

4. Indien het Hang-punt is tuſſen de twee lighamen, zal het Slinger-punt aan den buitenkant van de twee lighamen wezen. Maar indien 't Hang-punt aan den buitenkant van de twee lighamen is, zal 't Slinger-punt tuſſen de twee lighamen zyn.

De Stelling nu kan volgens de laatſte Oploſſing van den Heer *Daudé* dus worden uitgedrukt.

STELLING.

De Drukking te vinden, welke twee lighamen p en q (PL. XVII. Fig. 2.) *in hare Beweging volgens tegenſtrydige Streken, oefenen op den As van een* Wind-as *of* dubbele Katrol, *uit één ſtuk beſtaande.*

Laat ons onderſtellen, dat p (PL. XVII. Fig. 2.) grooter is dan q, dan zal, omdat het Zwaarte-punt van de twee lighamen p, q bezyden haar Beweeg-punt c is, naar 't lighaam q toe, het lighaam q dalen, en 't lighaam p doen ryzen.

Om derhalven haar Zwaarte-punt s te vinden, moeten we ons bedienen van deze Evenredigheids Rekening.

$q : p :: b + a - z : z$, en $qz = pb + pa - pz$, 't welk geeft $z = \frac{pb + pa}{q - p}$, en die Waarde [*Value*] van a afnemende hebben we $a - \frac{pb - pa}{q + p} = \frac{qa - bp}{q + p} = cs$.

De beweging nu van de twee lighamen p, q aanmerkende als die van een dubbelen Slinger, welkes Gewigten p, q het ééne beneden en 't andere boven het Hangpunt hangt, moeten we haar Slinger-punt o dus vinden,

$qa : pb :: b + a + x : x\,(qo)$ en $qa - pb : pb :: b + a : x = qo = \frac{pb + pba}{qa + pb}$, en $qo + qc = co = a + \frac{pbb + pab}{qa - pb} = \frac{qaa + pbb}{qa - pb} = co$.

Laten we derhalven, dewyl het Slingerpunt valt met de natuurlyke Snelheid van zware lighamen, die we zullen noemen $V = 1$, deze Evenredigheids Rekening maken $co \left(\frac{qaa + pbb}{qa - pb}\right) : cs \left(\frac{qa - pb}{q + p}\right) :: V\,(1) : sg$, de Snelheid van den Val van 't Zwaarte-punt s. Wanneer we vervolgens de twee eerſte Leden [*Terms*] van deze Evenredigheids Rekening tot den zelfden Noemer [*Denominator*] brengen, of verſchikken [*reduce*] zullen we deze hebben, $co\,(qqaa + qpbb + pqaa + ppbb) : cs\,(qqaa - 2qba + ppbb) :: 1 : \frac{qqaa - 2qpba + ppbb}{qqaa + qpbb + pqaa + ppbb} = sg$, de Snelheid van den Val van 't Zwaarte-punt. Wanneer men derhalven die Snelheid van haar Zwaarte-punt vermeenigvuldigt door de ſom van de twee lighamen $p + q$, zal men krygen de *gantſe Kragt* van haren Val, (of zooveel van haar geheele gewigt, als 'er met 'er daad valt) even-

PL. XVII. Fig. 2.

III. Les. 'er maar één pond gehegt wordt aan het end van het gemelde touw, en het touw geſtoken wordt over de Katrol E D, zullen de enkele ponden elkander zoo net in Evenwigt houden, dat het minſte gewigt, dat by een van beide gevoegd wordt, het zelve zal doen overwegen. Dat deze gewigten in Evenwigt moeten zyn, blykt zelf uit het zien van de Figuur, dewyl het gewigt aan de regter hand niet dalen kan tot *d*, zonder het gewigt aan de ſlinker hand te doen opryzen tot E, juiſt met dezelfde Snelheid, zynde 1 *d* evengelyk aan 1 E. NB. *Deze Katrol wordt ook een Rol genoemd.*

38. Een onder-Katrol, dat is, zulk één als bewegelyk is te gelyk met het Gewigt, beneemt de helft van 't Gewigt; zoodat een Vermogen, dat maar de helft van zyne Kragtigheid [*Intenſity*] heeft, het zal ophouden.

XII. ONDERVINDING.

Pl. XVII. Fig. 4. Hang aan een Haak (Pl. XVII. Fig. 4.) die uit het Middelpunt van de Katrol *g e* komt, een Gewigt van 2 ℔; breng dan den Looper, nadat ge hem vaſtgemaakt hebt aan den haak *f* van den Arm A, onder

evengelyk aan $\frac{qqaa - 2qpba + ppbb}{qaa + pbb}$, 't welk afgetrokken van hare geheele natuurlyke *gantſe Kragt*, namenlyk van q V $+p$ V, ſchiet 'er over $\frac{qpbb + 2qpba}{qaa + pbb} + qpaa = \frac{qp \times \overline{v+a}}{qaa+pbb}$, 't welk zooveel van haar gewigt is, als 'er drukt op *c*, haar Beweeg-punt, of liever Beweeg-as.

Uit de laatſte Vereffening [*Æquation*] op één na konnen de volgende Gevolgen getrokken worden.

1. GEVOLG.

Indien $b = a$, is de Drukking op *c*, den As, $\frac{4pq}{p+q}$ gelyk in de enkele Katrol.

2. GEVOLG.

Indien q oneindig is, zal de Drukking op den As wezen $\frac{\overline{p \times a + b}^2}{a}$, waarom, indien $a = b$, de Drukking zyn zal $4p$, gelyk in de enkele Katrol.

3. GEVOLG.

Indien b oneindig is, zal de Drukking op den As wezen q, omdat de Hefboom a dan niets is in vergelyking van den oneindigen b.

4. GEVOLG.

Indien a oneindig is, zal de Drukking op den As wezen p, omdat de Hefboom b dan niets is in vergelyking van den oneindigen a.

LEERING.

Hier voor is gevonden, dat de Drukking

der de gemelde Katrol *ge*, en over de Katrol *d*, dan zal 1 ℔ aan het III. Les.
end van 't touw ophouden het 2 ℔, dat uit het Middelpunt *c* van de Katrol *ge* hangt.

Dat het Vermogen, 't welk neêrtrekt in 1, op dezelfde wys werkt, als of het opwaarts trok in *d*, is klaar te begrypen, omdat we (N. 37) reets getoond hebben, dat een boven-Katrol de Werking van 't Vermogen nog vermeerdert, nog vermindert.

Men kan zelf op het oog zien, hoe de Kragt van een Gewigt in Katrollen verminderd worde, wanneer men beſchouwt, hoevele touwen (of deelen van het touw) 'er gebruikt worden, om 't op te ligten, en die 't Gewigt verdeelen, wanneer ze gevoegd worden aan de onder-Katrollen, waaraan 't Gewigt hangt, terwyl het Vermogen maar alleen aan één touw trekt. By voorbeeld in dit geval houden de touwen *fe* en *dg* het Gewigt op; maar *fe* wordt ondersteund door den haak *f*, terwyl 't Vermogen niets anders doet, dan het touw *dg* op te trekken.

39. Hieruit kan men dezen algemeenen Regel opmaken, om te weten, wat men door een Takel of Jyn uithale, hoeveel of hoeweinig deszelfs Katrollen of Schyven ook zyn mogen, (*nam.*) *Gelyk*

één

king op het Middelpunt van 't Wind-as algemeen aangewezen wordt door deze Uitdrukking [*Expreſſion*] $\frac{qpbb+2qba+qpaa}{qaa+pbb}$ maar wanneer $qa=pb$, is 'er een Evenwigt, en dan draagt de As de twee gewigten $p+q$, en in dat geval moet $\frac{qpbb+2qpba+qpaa}{qaa}$ zyn $=q+p$, 't welk (onderſtellende dat het zoo is) geeft $qpbb+2qpba+qpaa=qqaa+qpbb+pqaa+ppbb$; dus door Verſchikking [*Reduction*] $2qpba=qqaa+ppbb$, en $qqaa-2qba+ppbb=0$; en door het uittrekken van den vierkanten Wortel $qa-pb=0$, en gevolgelyk $qa=pb$.

Daarom is 't waaragtig, dat men, wanneer $qa=pb$, daaruit evengelykelyk afkan leiden de waarheid van onze algemeene Uitdrukking [*Expreſſion*], te weten, dat de Drukking op den As is $q+p$. W. T. B. S.

Het gewigt, welk drukt op *c*, den As van de dubbele Katrol, kan niet vermeerderd worden door de Verſnelling van 't gewigt *q*, omdat het geen 't gewigt uitmaakt van lighamen, die niet vallen, uit hoofde van een hinderpaal, die haar in den weg is, alleenlyk is elke enkele Voortſtooting [*Impulſion*] van Zwaarte-kragt, en niet de Som van vele dezer Voortſtootingen; omdat elke byzondere Voortſtooting vernietigd wordt door den hinderpaal, zoohaaſt ze gegeven wordt. Maar de Voortſtootingen op het dalende gewigt, geven elk op zigzelven daar een Snelheid aan, die niet vernietigd wordt. Daarom veroorzaken de gegeven Snelheden, op één geſtapeld, een Verſnelling van Daling in het gewigt *q*, terwyl 't gewigt, dat op den As van 't Werktuig of de Katrol drukt, altyd evengelyk en 't zelfde is.

III. Les. *één is tot het getal van de touwen (of de deelen van het touw) aangevoegd aan de onder-Katrollen, zoo is het Vermogen tot het Gewigt.*

Pl. XVII. Fig. 5, 6, 7 en 8. Dus blykt zelf uit het gezigt van de Figuren, 5, 6, 7, en 8, dat één pond op zal houden 4 ℔ pond in de 5de Fig., zes ℔ in de 6de, vyf ℔ in de 7de, en zes ℔ in de 8ste Fig. NB. *De Katrollen, in de 5de, 7de en 8ste Fig. afgebeeld, noemt men* Blokken, Takels of Jynen van vieren, Blokken van vyven, *en* Blokken van zeſſen.

40. Het Werktuig, Fig. 6. afgebeeld, is het ongeryfelykſte om 't Gewigt 6 op te ligten, maar 't geryfelykſte om de enden van twee balken byéén te brengen, zonder gevaar van ze te buigen, by voorbeeld, indien de enden A en B van langzamer hand tot elkander gebragt moeſten worden. NB. *Deze manier van Katrollen te gebruiken noemt men* Rygen.

41. Men moet hier wel bedenken, dat de bovengemelde Regel alleen toepaſſelyk is op die gevallen, waarin de onder-Katrollen alle te gelyk ryzen in één Blok met het Gewigt, maar wanneer ze op elkander werken, en 't Gewigt alleen aan de onderſte vaſtgemaakt is, wordt de Kragt van het Vermogen veel vergroot, dewyl elke Katrol dezelve verdubbelt. By voorbeeld (Pl. XVII. Fig. 9.) een Vermogen, welkes Kragtigheid [*Intenſity*] evengelyk is aan 8 ℔ aangevoegd in *a*) zal, door behulp van de onder-Katrol A, 16 ℔ ophouden (N. 38): een Vermogen, evengelyk aan 4 ℔ (in *b*) zal, door behulp

Pl. XVII. Fig. 9.

(9) Daar is een andere manier van een Gewigt te ligten door Katrollen, die niet aanéén gehegt zyn, welke ik hier niet gemeld heb. De Heer *Pemberton* maakt 'er gewag van in zyn *View of Sir* Iſaac Newton's *Philoſophy*. Ik zal hier eerſt zyne Oploſſing geven, en dan doen zien, hoe gemakkelyk het geval tot onze Regels gebragt kan worden, met te toonen, dat hoezeer dat geval ook verſchillen mag, dat 'er egter een overhandſe Evenredigheid zyn zal tuſſen 't Vermogen en 't Gewigt, en hare Snelheden. Het Gewigt W (Pl. XVII. Fig. 10.) wordt opgehouden door 't Vermogen P door middel van de drie Katrollen C, D, E, van welke C vaſt is, en de andere bewegelyk zyn. Een touw komt van 't Gewigt tot elke Katrol, gelyk in de Figuur wordt afgebeeld. „ Om de uitwerking van Katrollen, dus „ aangevoegd, te verklaren, zal 't niet „ ondienſtig zyn in overweging te nemen „ verſcheiden Gewigten hangende, gelyk „ in Fig. 11. Hier is het Vermogen P, „ indien 't Vermogen en 't Gewigt elkander evenaren, evengelyk aan 't Gewigt „ *w*; het Gewigt *W* is evengelyk aan „ tweemaal het Vermogen P, of tweemaal het Gewigt *w*, en om dezelfde „ reden is het Gewigt W evengelyk aan „ tweemaal het Gewigt *W*, of evengelyk „ aan viermaal het Vermogen P. Hierom „ is 't klaarblykelyk, dat alle drie de Gewigten *w*, *W*, W ſamen evengelyk zyn „ aan zevenmaal het Vermogen P. Maar „ indien deze drie Gewigten tot één ge-

Pl. XVII. Fig. 11.

Pl. XVII. Fig. 10.

„ voegd

behulp van een onder-Katrol B, ophouden het Vermogen van 8 ℔, III. Les.
werkende in *a*: een derde Vermogen, evengelyk aan 2 ℔ (in *c*) zal, door behulp van de Katrol C, ophouden het Vermogen van 4 ℔ in *b*: een vierde Vermogen van 1 ℔ (in *d*) zal, door behulp van de Katrol D, ophouden het Vermogen van 2 ℔ (in *c*), en hier wordt geene verandering ingebragt, al leidt men het touw over de boven-Katrol of Rol E, (N. 37). NB. *Wat Gewigt elke Katrol en elk touw in dit Katrollen-ſtel drage, wordt in de Figuur aangeteekend.*

XIII. ONDERVINDING.

Wanneer een Gewigt van 16 ℔ hangt aan de Katrol A (van 't Werktuig, in dezelfde Figuur afgebeeld, 't welk beſtaat uit vier enkele beweegelyke Katrollen, een Rol in E en vier haken aan den Arm E F) en 't Gewigt 1, dat het Gewigt 16 in Evenwigt houdt, opgeligt wordt tot *k*, 16 duim hoog, zal het Gewigt 16 in de Lyn *g h* niet meêr dan éénen duim dalen. Dit toont, dat de overhandſe Evenredigheid tuſſen de Gewigten en hare Snelheden zoowel plaats heeft in dit als in alle andere gevallen van de Katrollen, gelyk men na kan gaan, wanneer men 't Gewigt of 't Vermogen in allerlei Samenvoeging van Katrollen beweegt, en den weg meet, dien ze doorgeloopen zyn. Dus zal (Pl. XVII. Fig. 4.) terwyl 2 neêrgaat tot *a*, 1 opgaan tot B net tweemaal zoover *en z* (9). Pl. XVII. Fig. 4.

Deze

„ voegd waren zouden ze 't geval geven „ van Fig. 10; zoodat in die Figuur, het „ Gewigt W, wanneer 'er drie Katrol- „ len zyn, zevenmaal het Vermogen P is. „ Indien 'er maar twee Katrollen geweeſt „ waren, zouw 't Gewigt driemaal het „ Vermogen geweeſt zyn; en, indien 'er „ vier geweeſt waren, zouw 't Gewigt „ zeſtien maal het Vermogen geweeſt zyn.

Om dit op onze manier te verklaren, Laat ons ſtellen, dat het Gewigt W éénen duim wordt opgeligt, by voorb. van de Waterpas-lyn A B tot de Waterpas-lyn *a b*, en uit het maakzel van het Werktuig zoeken, welke de Snelheid van 't Vermogen zyn moet. Vooreerſt dan, moet het punt F van het touw, dat over de Katrol C gaat, éénen duim dalen, *nam.* van de Lyn F *f* tot G *g* (omdat W, gehegt aan het gemelde touw, éénen duim onderſteld wordt te ryzen,) en de Katrol D, gehegt aan 't gemelde touw D F, moet ook éénen duim dalen. Door het dalen van de Katrol D ter lengte van éénen duim moet het punt H van het touw van die Katrol twee duim dalen, dewyl het van beide de kanten van de Katrol wordt aangevoerd; en nog één duim meêr van 't gemelde touw moet 'er toegevoegd worden door 't ryzen van 't Gewigt W; waarom het punt H drie duim zal dalen, of van H *b* tot 1 *i*. Eindelyk, dewyl de Katrol E drie duim zakt, omdat ze aan het touw H I hangt, moet het punt K van het touw K P (dewyl het van beide de zyden van de Katrol E wordt toegevoerd) uit dien hoof-

III. Les. *Deze Evenredigheid zal daarom altyd een Evenwigt voortbrengen zoo wel in dit als in alle andere Werktuigen.*

NB. *De*

de 6 duim dalen, en nog éénen duim uit hoofde van 't ryzen van W. Daarom zal het punt K van 't laatſte touw, waaraan 't Vermogen P trekt, zeven duim zakken, *nam.* van de Lyn K*k* tot de Lyn L*l*, waardoor 't Vermogen ook dezelfde lengte zal zakken, namenlyk van P tot *p*. Gevolgelyk zal één pond in P, gebruikt in plaats van de hand, het Gewigt W, dat zevenmaal grooter is, ophouden; want 7 × 1 is evengelyk aan 1 × 7. *Daarom zal 'er in deze ſamenvoeging van Katrollen, zoowel als in alle andere, ja in alle Werktuigen (gelyk we dikwyls gezegd hebben) wanneer 'er een Evenwigt is, ook een overhandſe Evenredigheid zyn tuſſen de Kragtigheden* [Intenſitys] *van 't Vermogen en Gewigt en hare Snelheden.*

(10) Schoon in een ſamenvoeging van Katrollen, waarin de laatſte Katrol een vaſte is, gelyk in de 4de, 5de, 6de, 7de, 8ſte en 9de Fig. van Pl. XVII., de Kragt, die geoeffend wordt (ſtel een man of meêr mannen die trekken) dezelfde zy, in wat Streek het Vermogen den Looper ook trekken mag, zal 'er evenwel, indien de touwen, die gevoegd zyn aan het Blok of de Blokken, die met het Gewigt opgaan, niet evenwydig zyn, kragt verloren worden in Evenredigheid van hare Scheuinheid.

Pl. XVIII. Fig. 1. Onderſtel, dat het Gewigt W (Pl. XVIII. Fig. 1.) te ſamen met de onder- of bewegelyke Katrol C, uit welker Middelpunt het hangt, 6 pond weegt. Indien het opgehangen was in *c*, zouw het, om opgehouden te worden, een kragt vereiſſen evengelyk aan 6 pond. Om deze reden is het klaarblykelyk, onderſteld zynde dat twee boven- of vaſte Katrollen A, B, een touw over zig heen hebben, aan elk van welker enden een 3 pond gewigt hangt, terwyl het midden van het touw onder de Katrol C heen gaat, 't is klaarblykelyk, zeg ik, dat de twee gewigten (of liever Vermogens P en *P*) die te ſamen evengelyk zyn aan 't Gewigt W, het ook op- en in Evenwigt moeten houden. En dewyl P en *P* elkander evenaren, zal *P*, indien P weggenomen, en het touw vaſtgemaakt wordt in *a*, alleen het Gewigt W ophouden, gelyk we reets N. 37. gezegd, en verklaard hebben. En dit zal nog duidelyker blyken, indien men de Katrol C tot een Hefboom brengt op die wys, als we in de 2. *Aanteek.* op deze Les hebben aangewezen. In dat geval is *m n* een Hefboom van de tweede ſoort, waarvan het Beweeg-punt of de Schraag is in *n*. Het Gewigt W trekt in den Haak in *o* op den Afſtand *o n*, terwyl 't Vermogen op den dubbelen Afſtand *m n* ook in den Haak trekt volgens den Streek *m* B. Indien nu de Katrol B verſchoven wordt tot *b*, zal de Streek van 't Vermogen veranderen en *b m* worden, en gevolgelyk zal deszelfs Kragt verminderen naar Evenredigheid van de ſcheuinheid van deszelfs Streek; dat is, het Vermogen, 't welk in ſtaat is, om 't Gewigt op te houden volgens den Streek *b m*: is tot het Vermogen, 't welk het ophoudt volgens den Streek *m* B:: gelyk *b m*: is tot B *m*. Zie de 5. *Aanteek.* op deze Les.

Uit deze beſchouwing kan men dezen algemeenen Regel afleiden, om de Kragtigheid [*Intenſity*] te vinden van 't Vermogen of de Vermogens, die, over vaſte Katrollen ſcheuin trekkende, een Gewigt, dat uit het Middelpunt van een bewegelyke Katrol hangt, regtſtreeks doen ryzen.

Gelyk tweemaal de Raak-lyn van den Hoek van Helling (dat is, den Hoek, die gemaakt wordt door de Streek-lyn van 't Vermogen, welke het ſcheuine touw is, met het Waterpas) is:

Tot de Sny-lyn van den gemelden Hoek::

Zoo

NB. *De opgaande en dalende touwen moet men altyd onderſtellen evenwydig te zyn, tenzy het anders worde uitgedrukt* (10) *en in alle Figu-* III. Les.

Zoo is 't Gewigt, wanneer één end van het touw vaſt is:

Tot het Vermogen, dat ſcheuin trekt.

Maar indien twee Vermogens (aan elk end van het touw één) gebruikt worden, zal de Evenredigheids Rekening deze zyn:

Gelyk tweemaal de Raak-lyn van den Hoek van Helling is:

Tot tweemaal de Sny-lyn van dien Hoek::

Zoo is 't Gewigt:

Tot de twee Vermogens, byeen genomen.

TOESTEL.

Verſchuif de Katrollen A, B (Pl. XVIII. Fig. 1.) tot *a*, *b*, en verleng de Lynen *bm* en *an*, totdat ze elkander ontmoeten in C. Voeg de Middelpunten van de Katrollen *a*, *b* door de Waterpas-lyn *ab*; en trek E D, evenwydig met *ab* van 't punt E, zoo genomen in de Lyn *b* C, dat D *c* evengelyk kan zyn aan D C; trek E *c*; trek *or* in den Haak op C *b*.

BEWYS.

Dewyl *c* C de Streek-lyn is van 't Gewigt W, moet ze in den Haak zyn met *ab* de Waterpas-lyn (L. II. N. 22.), en bygevolg evenwydig met B *m*; waarom de Driehoek *c* C *b* gelykvormig is met den Driehoek B *q b* (*Euklid.* VI, 4) en om dezelfde reden is D E C gelykvormig met *c b* C, en *c* D E is met dezelven ook gelykvormig, en evengelyk aan D C E, uit hoofde van de regte Hoeken in D, en de gemeene Zyde D E, en de evengelyke Zyden D C = D *c*. Daarenboven is de Driehoek *a* C *c* gelykvormig met de anderen zooeven gemelde, omdat, dewyl 't Gewigt W (of deszelfs Zwaarte-punt) zoolaag daalt als het kan, *a* C *b* een gelykbeenige [*Iſoſceles*] Driehoek zyn moet, die in twee gelyke deelen verdeeld wordt [*biſſected*] door de Streeklyn *c* C. Indien nu C *c* de Kragtigheid [*Intenſity*] verbeeldt van het Gewigt, dat aan het Middelpunt van de onder-Katrol C hangt, zal hare helft D C verbeelden de Kragtigheid van 't Vermogen, dat regtſtreeks trekt of in den Haak met den Hefboom *mn*, en C E zal deszelfs Kragtigheid verbeelden, wanneer het ſcheuin trekt; en dewyl de Hoek D E C = *c b* C, zal E C, de Sny-lyn van D E C, de Sny-lyn wezen van den Hoek van Helling; en D C, de Raak-lyn van D E C, zal de Raak-lyn van den Hoek van Helling wezen; en haar dubbel is C *c*, verbeeldende de Kragtigheid van het Gewigt. W. T. B. S.

Indien men de twee Vermogens gebruikt, zal p met dezelfde ſcheuinheid trekken als *p*, omdat de Hoek *a* C *c* = *c* C *b*; waarom P + *P* : p + *p* :: D C + D *c* : C E + E *c*. W. T. B. S. Pl. XVIII. Fig. 1.

Hier kan men de proef van nemen, wanneer men W te ſamen met deszelfs Katrol evengelyk neemt aan 6 pond, en de Gewigten P en *P* elk evengelyk aan 5 pond; want, indien de Katrollen A en B dan vaſtgemaakt worden op den afſtand van 8 duim van elkander op haren Omtrek, gelyk in *a* en *b*, zullen de drie gewigten niet ſtil hangen, voordat de Lyn C *c* net drie duim lang is, in welk geval de drie Zyden van de Driehoeken *a* C *c*, *c* C *b*, E D C, D E *c*, *m o* C, en *o* C *r* in de Evenredigheid zullen zyn van 4, 3 en 5. Maar de beſte manier, om de proef van alle de gevallen van dit ſoort te nemen, is dat men zig bedient van 't Werktuig, dat de Heer *'s Graveſande* tot dit einde bedagt heeft. (Zie zyne Inleiding tot de Natuurkunde van den Ridder *I. Newton*, I. Deel. N. 205). Op de Plank of 't waterpas Bord H (Pl. XVIII. Fig. 2.) ſtaan twee Standerds S, S, die elk aan haar boven- Pl. XVIII. Fig. 2.

III. Les. *Figuren, die Katrollen afbeelden, worden het Vermogen en Gewigt gemerkt met de letters* P *en* W.

VAN 'T WIND-AS.

42. Wanneer een Vermogen door behulp van een touw, of op eenige andere wys, zoo gevoegd wordt aan den Omtrek van een Rad, dat het het gemelde Rad tegelyk met deszelfs As doet rondraaijen, en een Gewigt opligten, dat op de ééne of de andere manier aan den As aangevoegd is, wordt zulk een Werktuig een *Windas* genoemt, Pl. XVIII. Fig. 3 en 4.

Pl. XVIII. Fig. 3 en 4. Dewyl in dit Werktuig het Rad met zynen As tegelyk beweegt, is het klaarblykelyk, dat in éénen omdraai van 't Rad, wanneer 't Vermogen P (Pl. XVIII. Fig. 3.) daalt een lengte, die evengelyk is aan den Omtrek van het Rad, het Gewigt W ryzen moet een hoogte, die evengelyk is aan den Omtrek van den As A, door 't opwinden van het touw, dat het Gewigt op den gemelden As draagt. En dewyl, wanneer 'er een Evenwigt is tuſſen twee gewigten, gelyk W en P, 'er ook een overhandſe Evenredigheid moet zyn tuſſen hare Maſſa's en Snelheden, zal W zyn tot P, gelyk de Omtrek van het Rad tot den Omtrek van den As (onderſteld zynde, dat het touw geene dikte heeft) of als de halve Middellyn van 't Rad tot de halve Middellyn van den As (dat is, gelyk DK tot KA, Pl. XVIII. Fig. 4.) omdat de halve Middellynen van verſcheiden Cirkels in dezelfde Evenredigheid tot elkander zyn als de Omtrekken.

Pl. XVIII. Fig. 3. Pl. XVIII. Fig. 4.

Hieruit volgt, dat hoe dunner de As is naar mate van het Rad, hoe 't Gewigt grooter kan zyn, dat door 't Vermogen opgehouden of geligt wordt.

XIV. ONDERVINDING.

Pl. XVIII. Fig. 3. 43. Het Werktuig, Pl. XVIII. Fig. 3. afgebeeld, is een Modél (gemaakt naar een Schaal van een voet op een duim) van zulk een Wind-

boven-end een Sextant [*zesde deel van een Cirkel*] hebben, met verſcheiden Lynen, getrokken uit een Middelpunt, dat op het boven-end van een Katrol genomen is, langs welke Lynen de draden, die over de Katrollen gaan, zig konnen uitſtrekken. In 't midden der Lynen ſtaan de getalen geſchreven, die de Sny-lynen uitdrukken van de Hoeken, die deze Lynen met het Waterpas maken, en aan 't ende der Lynen

Wind-as, als men dikwyls gebruikt om water uit een diepen put te III. Les.
putten, door middel van een Vermogen, dat aan een touw trekt, 't welk gevoegd is aan den Omtrek van één van de Raderen van 't Werktuig, of door de Spaken E, F, G, H, I, K één voor één neêr te drukken, terwyl een ander touw of ketting opgewonden wordt op den As A of B, aan welk touw of ketting een Emmer hangt in plaats van het Gewigt W. Hier in deze Proef zal één pond, dat aan den Omtrek van het grootſte Rad CD hangt, 12 pond, aan den dunſten As A hangende, in Evenwigt houden, of 6 pond aan den As B, en niet meêr dan 3 pond aan den Omtrek TV. Op dezelfde wys, wanneer 't Gewigt aan den As op dezelfde plaats blyft, en van dezelfde Hoegrootheid, *nam.* 12 pond, moet het Vermogen, dat aan den omtrek van het Rad CD, evengelyk is aan 1 pond, evengelyk zyn aan $1\frac{1}{2}$ pond, indien 't aangevoegd wordt aan SR; maar indien 't gevoegd aan ééne van de Spaken een kwartier duim af van den Omtrek van 't Rad CD ('t geen het zelfde is, als of 'er een nieuw Rad was bygedaan van $\frac{1}{2}$ duim grooter over 't Kruis) zal een Vermogen niet grooter dan $\frac{12}{14}$ pond, het Gewigt in Evenwigt houden; en 't ophalen, indien zyne Kragtigheid [*Intenſity*] maar een weinigje vergroot wordt.

Dit wordt duidelyker vertoond in Fig. 4. alwaar de Gewigten ge- Pl. XVIII. Fig. 4.
merkt zyn met de letters W, *W*, *w*, en de Vermogens met de letters π, P, *p*, en waar ge in agt moet nemen, dat, tenzy de Vermogens op de gemelde Spaken in den Haak werken, of in de Lynen Eπ, F*f*, of G*g* *enz.* dat de uitwerking dezelfde niet zyn kan, als dat een nieuw Rad E, F, G, H gebruikt wordt, waarvan de Lynen Eπ, F*f* en G*g* Raak-lynen zyn.

44. Want indien een Vermogen, by voorb. P, op ééne der Spaken ſcheuin werkt, gelyk in of met den ſcherpen Hoek PFK, of deszelfs overeenkomſtig ſtompen Hoek PIK, wordt de Streek-lyn van 't gemelde Vermogen (volgens de 5. *Aanteek.*) de Raak-lyn van den Omtrek DC; en gevolgelyk werkt het Vermogen, als of het trok aan

nen ſtaan de getalen, die de Raak-lynen van deze Hoeken uitdrukken. Wanneer men dan Proeven neemt, zal men in elk geval, waar een Evenwigt is, zien, dat de gewigten Q en Q zyn gelyk de getalen in 't midden der Lynen, langs welke de draden zyn uitgeſtrekt; en 't Gewigt P gelyk de ſom van de getalen aan de enden van deze twee Lynen.

III. Les. aan een touw, dat om het Rad C D gaat. En, indien de ſcheuinheid grooter was, by voorbeeld, wanneer 't Vermogen *p* de Spaak G trekt met den Hoek *p* G K, zal de uitwerking niet grooter zyn, dan of 't gemelde Vermogen trok aan een touw dat om den Omtrek S R ging. De Vermogens moeten in deze gevallen vergroot worden in dezelfde Evenredigheid als de Lynen D K en S K korter zyn dan E K. *Zie in de Figuur, de getalen, die de Kragtigheden der Vermogens uitdrukken.*

NB. *We hebben hier niet gelet op de dikte van het touw, daar men in de Praktyk agt op geven moet, dewyl men de halve dikte van het touw voegen moet by de halve Middellyn van den As. En indien het touw over zigzelven gewonden wordt, moet men voor elk van zulke Slagen nog deszelfs halve dikte daarby voegen, 't welk de reden is, waarom 'er meêr Vermogen gebruikt moet worden, wanneer de As dus verdikt wordt, gelyk dikwyls gebeurt in 't water putten uit een diepen put, waarover men geen langen As gebruiken kan.*

45. Indien het touw, waaraan 't Vermogen vaſt is, vervolgens aan [*ſucceſſively*] gevoegd wordt aan verſcheiden Raderen, die grooter en grooter over 't Kruis zyn, zal de As gedurig met grooter gemak draaijen, of de Kragtigheid van 't Vermogen moeſt in dezelfde Evenredigheid verminderd worden; en indien dat geſchiedt, zal de As even ſterk getrokken worden door een Vermogen, dat gedurig vermindert. Dit wordt gepraktizeerd in Tafel-werken en Zak-orlozies, waarin de ſlangwyze of ſpirale Onruſt-Veer S (Pl. XVIII. Fig. 5.) die ſterkſt is in hare werking, wanneer ze eerſt opgewonden is, de Snik F, of 't gedurige [*continued*] Wind-as trekt aan de kleinſte Raderen digt aan B; en wanneer ze ontſpant, en ſlap wordt, aan de grooter Raderen by A trekt, op zulk een wys dat het Uur-werk altyd met dezelfde kragt rondgaat.

Pl. XVIII. Fig. 5.

Daar is nog een andere zeer aardige Praktyk, waardoor een Vermogen, welkes Kragtigheid [*Intenſity*] gedurig vermindert, evenwel een uitwerking heeft, die gedurig vergroot, 't welk een ſoort van Wonderſpreuk in de Beweegkunde is; maar omdat het zeer gemeen is, denkt men 'er niet op. Ik meen de Aanvoeging van de Slag-veêr in een Snaphaan-ſlot, om den Haan, die den Steen of Vuurſteen tegen 't Staal dryft (of tegen de Stalen Plaat, om vuur te ſlaan) met een verſnelde Beweging te doen werken, ſchoon de Veêr zigzelve dien gantſen tyd ontſpanne. F S P (Pl. VIII. Fig. 6.) is de Veêr tot zyn hoog-

Pl. XVIII. Fig. 6.

hoogſten Graad gebogen, wanneer de Snaphaan geſpannen is; maar haar natuurlyke Stand, wanneer ze geheel ontſpannen is, is F S *p*. A C T is de Tuimelaar, welkes Beweeg-as is in C, 't welk het middelſte van een Spil is, of van een As, die door de Plaat van 't Slot heengaat, aan welker end de Haan (die 't Gewigt is, dat door 't Vermogen bewogen moet worden) gehegt is in een Vierkantje. Nu, de Tuimelaar is in de uitwerking een Wind-as met verſcheiden Raderen, daar 't Vermogen vervolgensaan aangevoegd wordt van de kleinſte tot de grootſte, gelyk in de Snik van een Uurwerk. Ik heb 'er hier maar drie van afgebeeld door de geſtipte Cirkels $\alpha\beta$, *ab* en A B, die met de drie meeſt gelyke Standen van de Veêr overeenkomen. Schoon nu het grootſte gedeelte dezer Raderen, als weggeſneden worde, wanneer de Tuimelaar gebragt wordt tot zyne natuurlyke gedaante A $a\alpha\beta$ T *t*, wordt 'er van elk van dezelven nog genoeg overgelaten voor den Haak van de Veêr P, om zig vervolgensaan aan haar allen te voegen, wanneer ze op den Arm A α drukt met een glyende beweging van α naar A, 't welk de geheele Kragt is van de Veêr in hare werking. Wanneer de Snaphaan geſpannen is, gelyk in deze Figuur, werkt het end van de Veêr, dat aangevoegd is in α, op den Tuimelaar op den Afſtand αC met het Rad $\alpha\beta$, zoodat ze 'er op drukt met het grootſte nadeel, op denzelfden tyd dat de Veêr het meeſt geſpannen is, of de grootſte Kragtigheid [*Intenſity*] heeft. Dit kan men voelen met de hand aan den Haan te houden, die dan den minſten Weêrſtand biedt. III. Les.

In de 7de Figuur, alwaar de Snaphaan op zyne Ruſt is, werkt de Veêr op den Tuimelaar met meêr voordeel, omdat ze drukt in de Raak-lyn van den Cirkel, of van 't Rad *ab*, op den Afſtand *a*C, 't welk den Haan meêr kragt geeft om te dalen, gelyk men met de hand kan voelen: want, ſchoon de Veêr een weinig ontſpannen, en dus wat ſlapper zy, is de vermindering van Kragtigheid in de Veêr zoogroot niet, als 't voordeel om te bewegen, dat gewonnen wordt door den Afſtand, die vergroot wordt van αC tot *a*C. Pl. XVIII. Fig. 7.

In de 8ſte Fig. is de Veêr nog meêr ontſpannen; maar egter wordt de Haan nog met veel grooter kragt neêrgedrukt, omdat het end van de Veêr P, nu werkende in de Raak-lyn van den Cirkel A B, voor zynen Afſtand van Vermogen heeft A C, ontrent driemaal grooter dan αC (den Afſtand van Vermogen, wanneer de Snaphaan Pl. XVIII. Fig. 8.

III. Les. haan geſpannen is) daar ze nogtans niet boven $\frac{1}{3}$ ontſpannen zy, gelyk men uit het vergelyken van de 6de Fig. met de 8ſte Fig. zien kan.

46. Gelyk Hefboomen en Katrollen, die op elkander werken, ſomtyds ſamengevoegd worden, om de werking van 't Vermogen te vergrooten, om grooter Gewigt op te houden, of te ligten; zoo maakt men ook wel een ſamengeſteld Wind-as, door twee of meêr van deze Werktuigen te koppelen. Schoon men door middel van een langen As, die veel touw op kan nemen, Gewigten uit een groote diepte kan ophalen, zouw een dunne As voor groote Gewigten te zwak, of een groot Rad dikwyls te koſtbaar zyn, indien 't al ſterk genoeg was, of een altegroot Werktuig maken, dat te veel plaats beſlaan zouw. Hierom is het raadzamer, dat men Windaſſen koppelt door middel van Rondzels of kleine Raderen aan de Aſſen, welker Bladen (of Tanden) andere Tanden vatten, die in de groote Raderen gemaakt zyn, gelyk men in Uurwerken ziet, die verſcheiden Aſſen en Raderen hebben, of ook wel in zeker ſoort van Kranen, waarin 'er maar twee van dezelven gekoppeld zyn. (Zie N. 82 en 83).

XV. ONDERVINDING.

Pl. XIX. Fig. 1. 47. Het Werktuig (Pl. XIX. Fig. 1. afgebeeld) beſtaat uit twee Raderen met hare Aſſen, waarvan het eerſte A B C (om welkes Omtrek A B het touw legt, dat het Vermogen P draagt, 't welk een gewigt is van één pond) een Rondzel van agt Tanden heeft aan zynen As in C, die de Tanden opnemen van 't Rad F G van 't andere Wind-as. Het Rad F G heeft veertig Tanden, en zyn As H K is over 't Kruis een agtſte deel van 't Rad A B. Hang aan den As H K het Gewigt W van 40 ℔, en 't zal in Evenwigt gehouden worden door 't Vermogen P, dat maar één pond is.

Indien men den As C I over 't Kruis evengroot ſtelt als den As K H, is 't klaarblykelyk, dat het Vermogen P niet meêr zal ophouden dan 8 ℔, dat aan den gemelden As hangt. Ook zouw 't niet meêr ophouden aan den As K H, indien dees laatſte As zoo dikwyls rondging als het eerſte Rad A B ('t welk geſchieden zouw, indien 't Rad F G niet meêr Tanden had dan 't Rondzel C) maar dewyl zyn Rad vyfmaal meêr Tanden heeft dan het Rondzel aan den As C I, moet

moet het vyfmaal langzamer gaân dan de gemelde As; en gevolg- III. Les.
lyk gaat het Gewigt W vyfmaal langzamer op, dan het aan den As C I zouw doen. Hierom heeft het veertig maal minder Snelheid dan 't Vermogen P, dewyl het maar éénen duim ryſt, terwyl P veertig duim daalt.

Hieruit volgt, dat de Reden van 't Vermogen tot het Gewigt ſamengeſteld wordt uit de Reden van de Middellyn van den As van 't laatſte Rad (waaraan 't Gewigt hangt) tot de Middellyn van 't eerſte Rad (waaraan 't Vermogen gevoegd is) en de Reden van 't getal van Omdraaijingen van 't laatſte Rad tot het getal van Omdraaijingen van 't eerſte Rad in den zelfden tyd. By voorbeeld, de eerſte Reden is hier van 1 tot 8, en de laatſte Reden is van 1 tot 5. Hierom is de Reden van 't Vermogen tot het Gewigt gelyk 1 tot 40. *nam.* de Samenſtelling of Vermeenigvuldiging van deze twee Radens, want $5 \times 8 = 40$. *En dit gaat door, uit hoeveel Raderen het Werktuig ook beſtaan mag.*

VAN DE HELLENDE VLAKTE.

48. Om 't gebruik van de hellende Vlakte in de Tuigkunde te beter te verſtaan, moet men voor de gedagten brengen 't geen hiervoor in de 8. *Aanteekening* op de tweede Les (Bladz. 60) gezegd is, wegens de Snelheid van een Gewigt, te weten dat *wat Lyn het Gewigt ook beſchryven mag in zyn ryzen door de werking van 't Vermogen, men deszelfs* Snelheid *moet noemen* alleen die Lyn, die zyne regtſtandige ryzing of daling verbeeldt.

Indien men een zeer zwaar lighaam, by voorbeeld W of *w* (PL. XVI. Fig. 4.) moet ligten de hoogte van C B, zouw 't ondoenlyk zyn hetzelve op te ligten in de Lyn C B zonder een Vermogen, welkes Kragtigheid evengelyk was aan die van Gewigt; en zelf zouw 't dan nog zeer ongemakkelyk zyn, vooral in 't bouwen. Maar indien men een hellende Vlakte A B legt, die ryzende is uit de Waterpas-lyn A C, van waar het Gewigt geligt of gerezen moet worden, kan een Vermogen, dat minder is dan 't Gewigt, dienen om dat oogmerk te bereiken, ten ware het het lighaam regtſtreeks tegen de Vlakte ſtiet, (by voorbeeld volgens den Streek W T) of het lighaam weg trok van dat gedeelte van de Vlakte (by voorbeeld van PL. XVI. Fig. 4.

III. Les. W naar *e*, *t* of L) in den éénen of den anderen Streek aan die zyde van de Lyn E*e* (11).

49. De

(11) In de 7de *Aanteekening* hebben we overwogen alles, wat betrekking heeft tot de beweging van een lighaam op een hellende Vlakte, waarom we daartoe wyzen; maar 't zal niet ondienstig zyn hier te beschouwen het onderscheid tussen hooge en lage Wielen, wanneer ze over ongelyke gronden of heuvels loopen: omdat schoon deze beweging in alle opzigten niet als dezelfde aangemerkt kan worden met het rollen van lighamen op hellende Vlaktens, evenwel in beide de gevallen vele dingen dezelfde zyn.

Pl. XIX. Fig. 2. Laat de Lyn *ab* (Pl. XIX. Fig. 2.) een waterpas Vlakte verbeelden, of den weg, waarop een Wiel, verbeeld door den Cirkel *l C b q*, rollen moet van *a* naar *b*. *m*, *n*, *o* verbeelden drie onbewegelyke heuvels, welker kruinen zoohoog zyn als de punten *d*, *g*, *b*; terwyl 't Vermogen het Wiel trekt volgens de Lyn, of den Streek *c* G. Om te weten, welke de Kragtigheid [*Intensity*] van 't Vermogen zyn moet in Evenredigheid van de Kragtigheid van het Gewigt (dat is, in Evenredigheid van 't Gewigt van 't Wiel) kan men een gebogen Hefboom onderstellen in 't gemelde Wiel, en men moet deszelfs uitwerking in agt nemen in de Uitrekening [*Operation*], 't geen wel onderzogt zynde ons dezen algemeenen Regel zal geven voor alle gevallen van een Wiel, dat op een waterpas Vlakte over een heuvel gaat, ondersteld zynde, dat de Streeklyn, die het Middelpunt van 't Wiel voorttrekt ook waterpas is.

Wanneer de Omtrek van een Wiel, dat regt op [*vertically*] op een waterpas Vlakte beweegt, de kruin van een heuvel raakt,

Is het Gewigt (het Gewigt van 't Wiel daarby gerekend):

Tot het Vermogen, dat het Wiel over den heuvel kan trekken : :

Gelyk de Hoek-maat van den Hoek, dien een Lyn, getrokken uit het Middelpunt van 't Wiel tot de kruin van den heuvel, met de Waterpas-lyn maakt:

Tot zynen Mede-Hoekmaat [cosine].

TOESTEL.

Trek door *d*, de kruin van den Heuvel *m d*, en door *g*, de kruin van den Heuvel *n g*, de Waterpas-lynen *e d t*, *r g s*. Trek de Stralen *c d*, *c g* en *c b*, de laatste van welke evenwydig is met het Waterpas, en verlengd moet worden tot aan *p*. Trek uit het Middelpunt *d* met den Straal *c d* den Boog *c k*. Trek dan van de punten *d* en *g* de Lynen *d f k* en *g i* in den Haak met *c b*, en trek om *k*, als een Middelpunt, den Cirkel C « D *d* evengelyk aan *C l q*, die 't Wiel zal verbeelden, dat geligt wordt op de kruin van den hinderpaal of heuvel *m d*.

BEWYS.

In opzigt van den heuvel *d m* is *c d e* een gebogen Hefboom, welkes Schraag is *d*, en welkes Armen zyn *c d*, *d e*; maar dewyl 't Vermogen scheuin trekt aan den Arm *d c* volgens de Lyn *c p*, moet de Arm *d c* gebragt worden tot *f d*, in den Haak met de Streek-lyn (als zynde de werkende Afstand van 't Vermogen) maar de Arm *d e* behoudt zyne geheele lengte, omdat *c q*, de Streek-lyn van 't Gewigt, in 't Lood gaat door deszelfs end *e*. Hierom zullen 't Gewigt en 't Vermogen tot elkander zyn overhands gelyk de Armen *f d* en *d e*; maar *f d* is de Hoekmaat van den Hoek *f c d* (= *c d e*) dien de Lyn *c d* maakt met de Waterpas-lyn *d e*, of hare evenwydige *c f*, en *d e* is deszelfs Mede-Hoekmaat. W. T. B. S.

LEE-

49. De Streek, volgens welken het lighaam gemakkelykſt getrokken of geſtooten kan worden op de hellende Vlakte (gelyk in 't kruijen) III. Les.

LEERING.

Indien de heuvel geweeſt was ng, tweemaal hooger dan de voorgaande, zouw de moeijelykheid, om het Wiel daar over te trekken meêr dan tweemaal zoogroot wezen, omdat de gebogen Hefboom cgr, die in dat geval werkt, gebragt zouw moeten worden tot een anderen gebogen Hefboom igr, waarin het Vermogen is: tot het Gewigt : : rg : tot gi, alwaar de Onevenredigheid [*Disproportion*] van den werkenden Afſtand meêr dan dubbeld vergroot wordt tot nadeel van 't Vermogen.

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat de moeijelykheid van 't gaan van een Wiel over een heuvel vergroot in een grooter Evenredigheid dan de hoogte van den heuvel; dewyl de heuvels van verſchillende hoogtens by elkander vergeleken altyd zyn gelyk de omgekeerde Hoek-maten van het Voltooizel [*Complement*] van den Hoek van Helling, wanneer 't Vermogen is: tot het Gewigt van 't Wiel, en 't geen het draagt : : gelyk de Hoek-maat van het Voltooizel : tot de Hoekmaat van den Hoek van Helling, welke laatſte Reden ſchielyker vergroot dan de omgekeerde Hoekmaten [*verſed ſines*].

II. GEVOLG.

Hieruit volgt ook, dat een Wiel door geen Vermogen, hoegroot het ook zyn mag, getrokken kan worden over een heuvel, welkes kruin zoohoog is als de As van 't Wiel (by voorbeeld den heuvel ob) omdat in dat geval de Hoek-maat van het Voltooizel de geheele Hoekmaat cb wordt, en de regte Hoekmaat verdwynt; of, gelyk men uit de Figuur zelve zien kan, 't Vermogen trekt tegen de Schraag, daar het geene uitwerking altoos kan hebben, hoegroot zyne Kragtigheid ook zyn mag; tenzy men den Streek van 't Vermogen verandere, en het opwaarts doe trekken. Hierom draagt men in de praktyk zorg, inzonderheid wanneer men op ongelyke wegen moet ryden, dat de paarden of oſſen een weinig opwaarts trekken uit het Middelpunt van de voorſte Wielen.

III. GEVOLG.

Hieruit kan men de reden ook zien, waarom hooge wielen met meêr voordeel over heuvels gaan dan lage, en wel naar mate dat ze hooger zyn; omdat, dewyl de lengtens der omgekeerde Hoek-maten zyn gelyk de Middellynen van de Cirkels, waartoe ze behooren, die heuvel, welkes hoogte de omgekeerde Hoekmaat was van een Boog van een zeker getal van Graden in een kleinen Cirkel, de Hoekmaat zyn zal van een Boog van minder Graden in een grooter Cirkel naar Evenredigheid dat hy grooter is. Hierom zal de Hoek-maat van 't Voltooizel, of de waterpas Arm van den gebogen Hefboom, die het Gewigt draagt, korter zyn, en de Hoekmaat van Helling, of de regtſtandige Arm van den Hefboom, waaraan 't Vermogen gevoegd is, zal langer zyn. Daarenboven zal een hoog Wiel niet alleen gaan over heuvels, daar een laag Wiel niet over kan, maar ook over vele anderen, die nog hooger zyn, mits hare hoogtens zoohoog niet zyn als de halve Middellyn van 't groote Wiel. By voorbeeld (Pl. XIX. Fig. 3.) is de Kragtigheid van 't Vermogen P, dat het groote Wiel CD trekt over den heuvel D langs de Waterpaslyn ab maar de helft van de Kragtigheid van 't Vermogen p, dat het kleine Wiel cg over denzelfden heuvel trekt in g, (onderſteld zynde, dat de Wielen evenzwaar zyn): omdat het niet is de gebo- Pl. XIX. Fig. 3.

III. Les. kruijen) is de Lyn W *w* M, (Pl. XVI. Fig. 4.) evenwydig met de Pl. XVI. Fig. 4. Vlakte, en gaande door het Middelpunt van 't Gewigt: want hetzy 't Vermogen een Vlakte *k* K voortſtuwe (volgens een Streek, die 'er een Winkelhaak meê maakt) langs de Lyn W M, 't zy het Vermogen P (door zyn dalen tot *p*) hetzelve trekke volgens dezelfde Lyn, zal de Snelheid van 't Vermogen evengelyk zyn aan de Lyn W *w*, den weg door 't Zwaarte-punt van 't Gewigt afgelegd, terwyl het Gewigt niet meêr ryſt dan de regtſtandige hoogte Z B (= *n* W) of eigenlyk gemelde Lyn heeft, om zyne Snelheid uit te drukken. Indien het lighaam een Rol was, by voorbeeld een Rol-ſteen, en de Vlakte T *t* ging door de Halzen, of den As van den gemelden ſteen, is 't klaarblykelyk, dat het geval hetzelfde zouw wezen: en dewyl het touw van 't Gewigt P loopt over de Rol (of boven-Katrol) M, zal de Lyn P *p* de Snelheid van 't Vermogen wezen. Hierom zal in dit geval het Gewigt (indien 't in Evenwigt gehouden wordt) tot het Vermogen zyn gelyk W *w* (= T B) tot *w* Y (= B Z) of gelyk de Span-zy' [*Hypothenuſe*] A B is tot de Lood-lyn B Ç, die (volgens *Eukl.* VI, 4) in dezelfde Evenredigheid zyn, en gevolgelyk zal 't Vermogen, indien 't maar een weinig vergroot wordt, het Gewigt op de Vlakte optrekken.

NB. *In de Praktyk moet het Vermogen al vry wat vergroot worden, indien het lighaam niet glad en Bol- of Rol-rond, en de Vlakte niet heel glad is. Maar dewyl men allerlei ſlag van lighamen moet optrekken, moet men 'er, om ze zoo na als men kan tot een*

gen Hefboom *i g r*, die van het kleine Wiel overgebragt wordt tot het groote in F D E, maar de Hefboom *f d e*, waarmêe het kleine Wiel getrokken wordt over een heuvel, die maar half zoo hoog Pl. XIX. is. Zoo gaat Fig. 2. het groote Wiel, Fig. 2. een gedeelte van welkes Omtrek afgebeeld wordt door den halven Cirkel L H *q*, over den heuvel M D, met het zelfde gemak, als het kleine gaat over *m d*; en over den heuvel N G (daar 't kleine Wiel voor ſtaan moet) met het zelfde gemak als 't kleine Wiel gaat over *n g*, en ontmoet geenen heuvel, daar 't niet over kan (onderſteld zynde dat de Kragtigheid van 't Vermogen groot genoeg is) voordat 'er één komt, welkes hoogte is O H, evengelyk aan zyne halve Middellyn.

IV. GEVOLG.

Eindelyk mag men uit het geen over dit onderwerp gezegd is opmaken, dat de grootſte moeijelykheid om een Wiel over een heuvel te brengen beſtaat in de eerſte poging, en dat de werking van 't Vermogen gedurig gemakkelyker wordt terwyl het Wiel ryſt, 't zy het Wiel in ruſt, 't zy 't in beweging waar op 't oogenblik, dat het tegen den heuvel begon te drukken: want de waterpas Arm van den Hefboom, by voorbeeld *e d* (onderſteld zynde dat *m d* de heuvel is) gedurig ryzende om het punt *d*, wanneer het Wiel ryſt

een Bol of Rol te brengen, wielen aan hegten, of ze ('t geen 't zelfde is) op een Rol-wagen leggen. III. Les.

50. Dat het Vermogen met het grootſte voordeel werkt, terwyl het werkt volgens de Streek-lyn W *w* (evenwydig met de Vlakte) is klaarblykelyk; omdat het lighaam, indien 't ééne end van de gemelde Streek-lyn gehegt blyvende in W, het andere end zouw bewegen naar B, of daar buiten, dan tendeele getrokken zouw worden tegen de Vlakte, en gevolgelyk het Vermogen vergroot zouw moeten worden naar mate van de grooter moeijelykheid in het trekken: en indien 't end *w* van de gemelde Lyn gevoerd werd naar D, of daar buiten, zouw 't Vermogen ook vergroot moeten worden naar mate dat het het lighaam zouw tragten op te ligten van de Vlakte (12).

51. Indien het Vermogen trekt volgens een Streek-lyn WB, evenwydig met den Voetſteun van de Vlakte; moet, om 't Gewigt W in Evenwigt te houden door 't Vermogen Π, 't gemelde Vermogen tot het Gewigt zyn, gelyk ZB tot ZT, of gelyk de Lood-lyn BC tot den Voetſteun AC van den Driehoek ACB. Want indien men de Katrol R op zoogroot een Afſtand onderſtelt van W, dat de Streek-lyn WR haren waterpas Stand niet merkelyk verandert, zal 't Vermogen Π dalen tot ϖ, terwyl W ryſt de hoogte BZ, zoodat Π ϖ (= WY, en niet W *w*) de Snelheid van 't Vermogen zal wezen. Derhalven zal de Snelheid van 't Vermogen tot die van 't Gewigt niet

ryſt van *Cbgql* tot ⁎D*dr*, verkort zynen werkenden Afſtand, naar mate dat de Streek-lyn *cq* van 't Gewigt van *cq* komt tot *kd*, terwyl de Arm *df*, waarmeê 't Vermogen werkt, dezelfde blyft, dewyl de Streek-lyn van 't Vermogen uit den Stand *cp* overgaat tot den Stand *k*⁎: want de Afſtand van de paarden of oſſen *enz.* is zoogroot in Evenredigheid van de hoogte van den heuvel, dat men het punt ⁎ niet eens behoeft aan te merken als boven 't Waterpas gerezen. Ja indien de paarden een weinig opwaarts trekken, zal elke vordering van de Streek-lyn van 't Vermogen naar het punt ⁎ een voordeeliger Stand daaraan geven.

Uit deze laatſte aanmerking blykt, dat men een Wiel, by voorb. *Clq*, wanneer 't over een heuvel *md* of *ng* gaat, niet moet aanmerken als of het rolde op een hellende Vlakte *qd* of *qg*, alwaar 't Vermogen, waterpas trekkende, (gelyk in 't geval van de Wigge) gelykvormig werkt en wel in de Reden van den Voetſteun tot de hoogte; dewyl 't Vermogen, dat hier vereiſt wordt, in 't begin veel meêr kragt moet oeffenen, en vervolgens minder.

(12) Hoeveel het Vermogen vergroot moet worden naar Evenredigheid van den Hoek, die zyne Streek-lyn maakt met de Vlakte, is omſtandig overwogen in de 7de Aanteekening op deze Les.

III. Les. niet zyn gelyk de Span-zy' tot de Lood-lyn of regtſtandige Zyde, gelyk in 't eerſte geval, maar gelyk de Voetſteun tot de regtſtandige Zyde in den Driehoek A C B.

Indien 't Vermogen net zooveel vergroot wordt, dat het de Vryving kan overwinnen, en 't lighaam W optrekken, laat dan de Katrol R van langzamer hand zoo opgeligt worden tot r, dat de Lyn W R evenwydig aan haar zelve gehouden worde, totdat ze worde wr, en dan zal 't Vermogen gedaald zyn tot π, wanneer 't Gewigt gekomen is tot w B Maar $\Pi\pi$ te ſamen met den afſtand Rr is evengelyk aan $\Pi\varpi$, of W Y, *enz.* En wanneer deze Trekking ſtandvaſtig geſchiedt in den Hoek W B T, is 't het geval

VAN DE WIGGE.

52. De Wigge is een korte driehoekige Balk, [*triangular Prism*] welker twee tegenovergeſtelde en evenwydige Vlaktens regthoekige
Pl. XVI. Fig. 4. Driehoeken zyn, gelyk de Snede A B C (Pl. XVI. Fig. 4.) terwyl de overige Vlaktens regthoekige Ramen zyn. Het Scherpe of het deel van de Wigge, dat inſchiet, wordt gemaakt door 't ontmoeten van twee Vlaktens, in welker Snyding het punt A is, en haar Kop is de Vlakte, die tegen het Scherpe overſtaat, waartegen de Hamer of Slegge ſlaat, om de Wigge aan te zetten. Hare afbeelding is te
Pl. XIX. Fig. 4. zien Pl. XIX. Fig. 4. A B C D E.

Pl. XVI. Fig. 4. Indien op de Waterpas-lyn A C (Pl. XVI. Fig. 4.) verlengd naar p, het Gewigt w gelegd wordt in het punt d, en een Vlakte als Gg het zelve belet naar A te gaan, tewyl de Wigge A B C daar onder geſlagen wordt van d naar A; ryſt het Gewigt w, wanneer de Wigge van C tot A, de geheele lengte van haren Voetſteun A C, gedreven wordt, net de hoogte C B, of de dikte van de Wigge. Daarom zal 't Vermogen tot het Gewigt zyn gelyk B C tot A C.

53. De Evenredigheid van de Kragt, waarvan men zig bedient, zouw net dezelfde zyn, indien een Vlakte, gelyk Ff, bewoog evenwydig met zigzelve, en in den Haak met A C, en het Gewigt W opſtiet van A tot B langs de Wigge, als dan onbeweeglyk onderſteld zynde. Ja ze zouw dezelfde zyn, indien 't Gewigt maar geſtooten werd van 't ééne deel van de Wigge tot het andere, terwyl de Vlakte maar bewogen werd van Ff tot Gg, of ('t geen het zelfde is)

is) van E*e* tot D*d*: want dan zouw *w*Y uitdrukken de ryzing van III. Les.
't Zwaarte-punt (of de Snelheid) van 't Gewigt en WY de Snelheid van 't Vermogen, die ſteeds zyn in de Reden van BC tot CA.

Dit is het tweede geval, dat we gemeld hebben ontrent de hellende Vlakte, en 't welk beveſtigd kan worden door de volgende

XVI. ONDERVINDING.

54. Neem het Werktuig, dat PL. XIX. Fig. 5. afgebeeld wordt, PL. XIX. Fig. 5.
waarvan de gladde Vlakte of Plank BAHI, op Hangetjes in B en I beweeglyk, zoo opgeligt kan worden, dat ze allerlei Hoeken maakt met de waterpas plank NLBI, door behulp van 't Kwadrant Q, en vaſtgezet kan worden in allerlei Stand door middel van de Schroef in T. Zet de Kop DE vaſt in de Sleuf S*s* met een Moertje onder de waterpas plank, en ligt dan de Katrol *c* en den Arm D*c* zoohoog, dat een Lyn, die over de gemelde Katrol gaat volgens den Streek *c*M, evenwydig zy met de Vlakte AB. Neem dan een houten Rolletje M, de enden van welkes As of Halzen door een koperen Lyſt ſteken, gelyk in O, zoodat het gemakkelyk getrokken kan worden door een draad gehegt in M; en leg de gemelde Rol op de hellende Vlakte, nadat ge in M een draad vaſtgemaakt hebt, die over de Katrol *c* gaat, en gehegt is aan den Bal P, die voor een Vermogen gebruikt zynde het rol-ronde Gewigt M zal ophouden, wanneer P is tot M, gelyk AC de hoogte van de Vlakte tot AB hare lengte. *Een weinig meér gewigt by* P *gevoegd doet het de Rol optrekken.*

Maar indien men den Arm E*c* laat zakken, dat hy kome in den Stand EG, moet *p* tot M zyn (om haar in Evenwigt te houden) gelyk AC de hoogte van de Vlakte tot CB haren Voetſteun. NB. *Hier moet men wel bedenken, dat, ſchoon 't byvoegen van een weinig gewigt by p hetzelve wel zal doen beginnen de Rol* M *op de Vlakte te trekken, dat de Rol evenwel niet geheel opgetrokken zal worden door het zakken van p, omdat de Hoek, aien de Streek-lyn van 't Vermogen met de Vlakte maakt, vergroot wordt, wanneer de Rol ryſt; maar indien de Katrol* G *van langzamer hand opgeligt wordt tot* K, *terwyl de Rol opgetrokken wordt tot m, zal het Vermogen, dat dan in π zal zyn, dezelfde uitwerking hebben op 't Gewigt in m, als het*

te

III. Les. *te voren had in* M *enz. en* 't Gewigt (wanneer 't in Evenwigt gehouden wordt in de Streek-lyn M G of *m* K van 't Vermogen) *zal ſteets tot het Vermogen zyn gelyk* M *n tot n m, of* B C *tot* C A.

Dit Werktuig dient ook, om de Proef te nemen van de uitwerking van 't Vermogen, wat Hoek deszelfs Streek-lyn met de Vlakte ook maken mag.

55. De Wigge, die we tot dusver beſchouwd hebben, is een Wigge, die op de een oudigſte wys werkt, alleen met ééne van hare Oppervlaktens: want wanneer ze op de Vlakte C A (Pl. XVI. Fig. 4.) glydt, om het Gewigt W op te ligten, werkt ze maar alleen met hare Oppervlakte A B, dewyl de Oppervlakte A C zig maar alleen voegt op de Lyn A *p*, zonder dezelve van hare plaats te bewegen. Dus is het klaarblykelyk, indien men een ſchimmelagtig uitſlag van een beſchot moet ſcheiden, by voorb. M *m* van W *w* (Pl. XIX. Fig. 6.) door middel van de Wigge A C B, dat *a* A de Snelheid van de Wigge (zoover ze ingedreven wordt, wanneer ze uit den Stand *a b c* gekomen is tot den Stand A B C) zyn zal tot *a m* de Snelheid van 't Uitſlag, gelyk A C tot B C. Derhalven *enz.* Dit zouw ook plaats hebben, indien een Pilaar, die op een vloer ſtaat, gerezen moeſt worden zonder de vloer te verſchuiven.

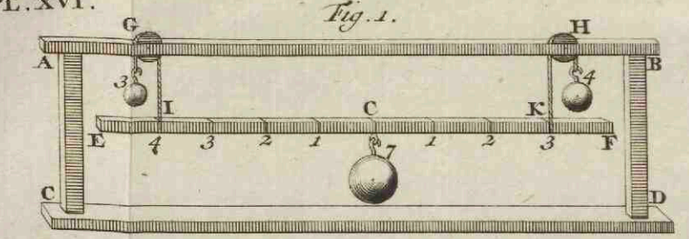
Pl. XVI. Fig. 4.

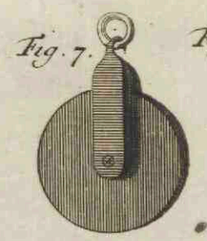
Pl. XIX. Fig. 6.

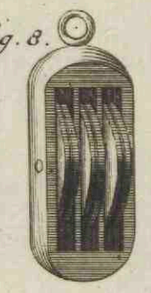
56. Maar in 't gemeene gebruik van de Wigge werken beide de zyden, gelyk in 't klooven van hout. Dan is de Evenredigheid van 't Vermogen tot het Gewigt verſchillende van de voorgaande: want dan zal 't Vermogen tot het Gewigt zyn, gelyk de halve dikte van de Wigge tot hare lengte. Maar dan kan men dit gemakkelyk brengen tot het geen te voren gezegd is; omdat men hier een dubbele Wigge gebruikt. Want laat ons onderſtellen, dat C *a* (Pl. XIX. Fig. 7.) een onbewegelyke Vlakte is, en dat 'er aan weêrskanten een Wigge B C A en *b* C A gebruikt wordt, om een Gewigt *c* of *d* van de gemelde Vlakte af te werken. 'T Vermogen, dat de Wigge voortſtoot, zal tot het Gewigt maar zyn gelyk *b* C (= A *c* = B C) of *d* D (= A D = C *b*) tot de lengte van de dubbele Wigge C B A *b*, die nu gekomen is tot A *c a d*. Sommige Schryvers van de Beweegkunde hebben zig in dit geval vergiſt, dat ze de enkele Snelheid van *c* en *d* by elkander gevoegd hebben, *nam.* C *c* + *d* D, en die ſom hebben genoemd de Snelheid van 't Gewigt, en dezelve vergeleken met A *a* de Snelheid van 't Vermogen. Maar men moet wel bedenken,

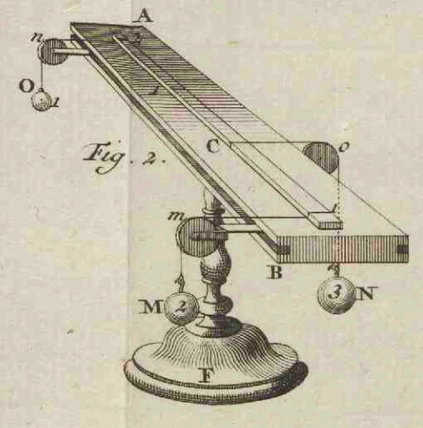
Pl. XIX. Fig. 7.

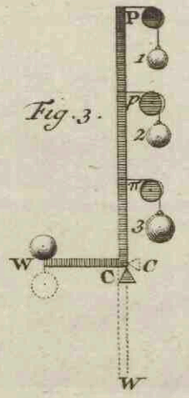
PL. XVI.

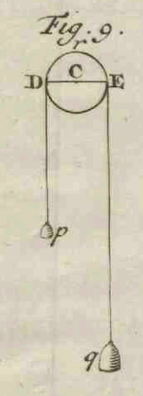

Fig. 1.
G
H
A
B
3
4
I
C
K
E
4 3 2 1 1 2 3
F
C
D

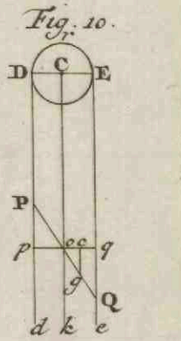

Fig. 7.

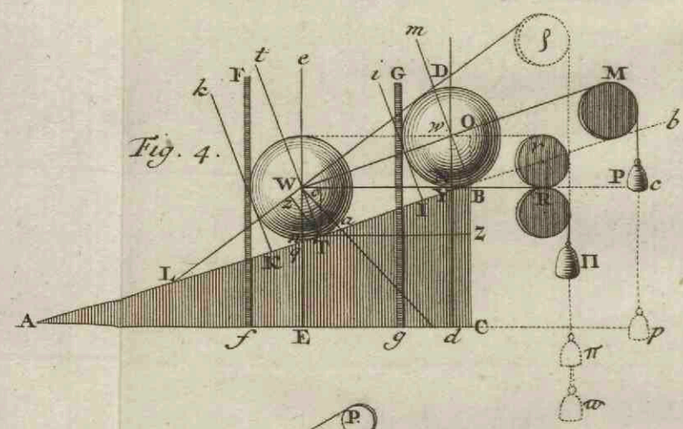

Fig. 8.

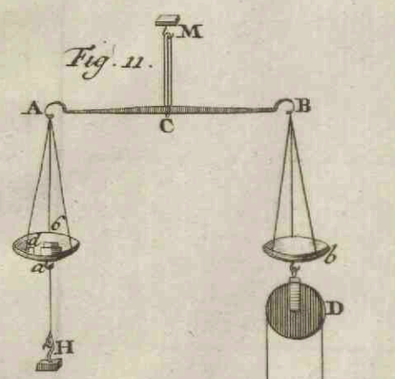

A
n
O
1
C
c
Fig. 2.
m
B
3
N
M
2
F

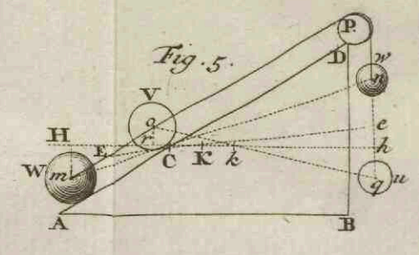

Fig. 3.
P
1
p
2
π
3
W
C
C
W

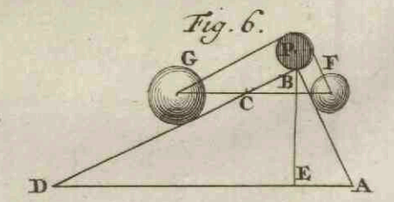

Fig. 9.
D
C
E
p
q

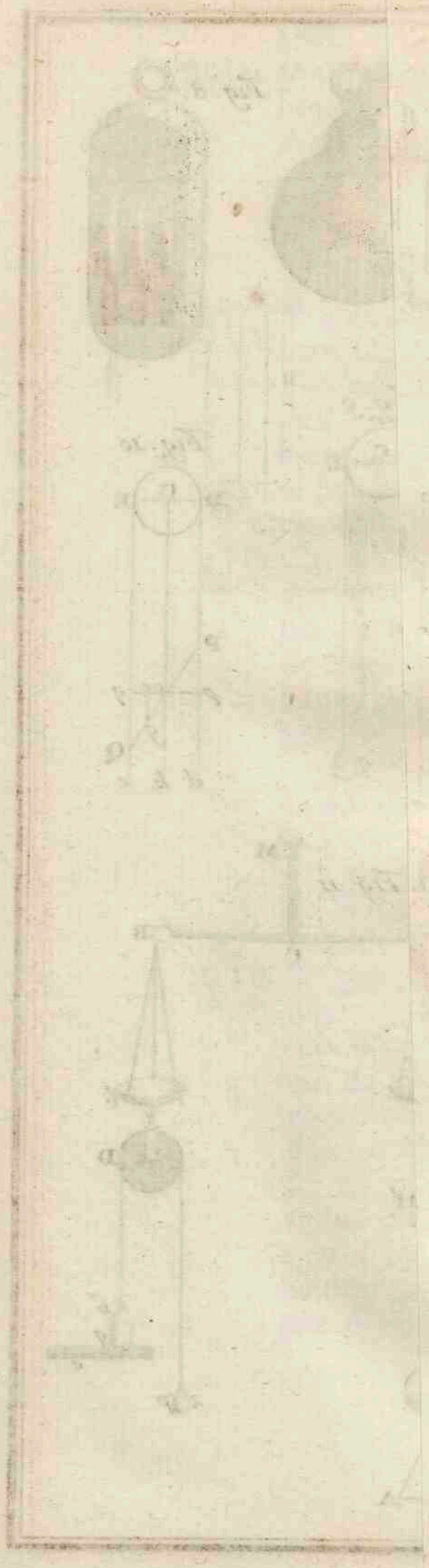

Fig. 10.
D
C
E
P
p
c c
q
g
Q
d k e


Fig. 4.
m
t
e
k
F
i
G
D
ß
M
w
O
b
W
r
P
c
B
R
I
z
K
П
A
f
E
g
d
C
p
π
ω


Fig. 11.
M
A
B
C
6
a
H
b
D
6
q
e
z
p


Fig. 5.
P
D
w
V
Q
H
E
C
K
k
e
h
W
m
q
u
A
B


Fig. 6.
P
G
F
B
C
D
E
A



PL. XVII.

Fig. 1.

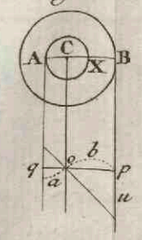


Fig. 2.

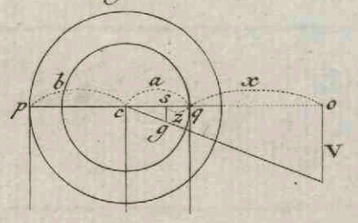


Fig. 3.

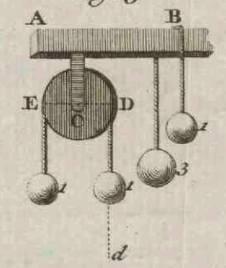


Fig. 4.

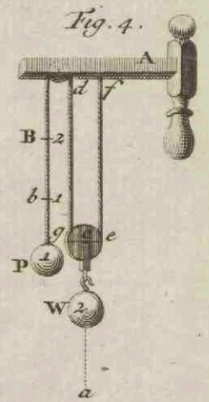


Fig. 5.

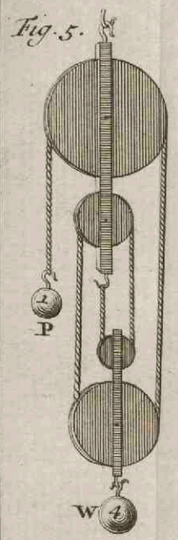


Fig. 7.

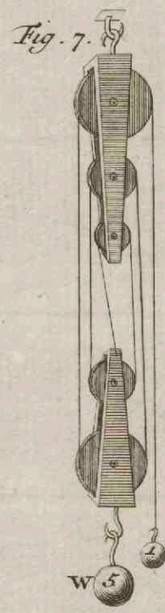


Fig. 8.

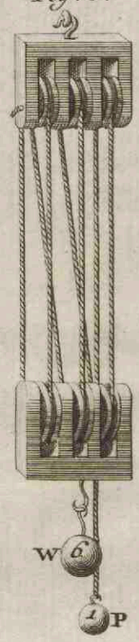


Fig. 9.

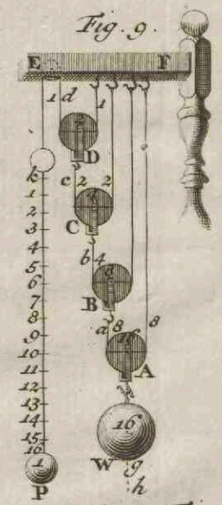


Fig. 10.

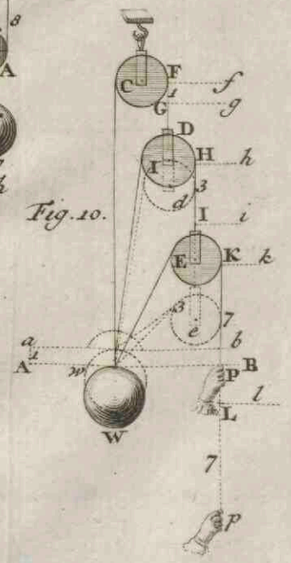


Fig. 6.

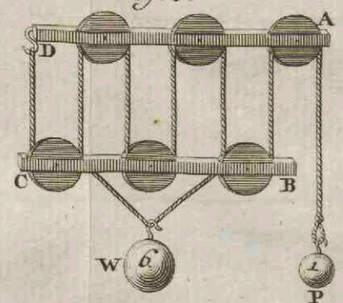
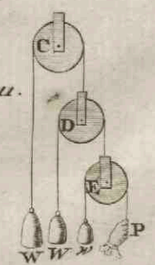
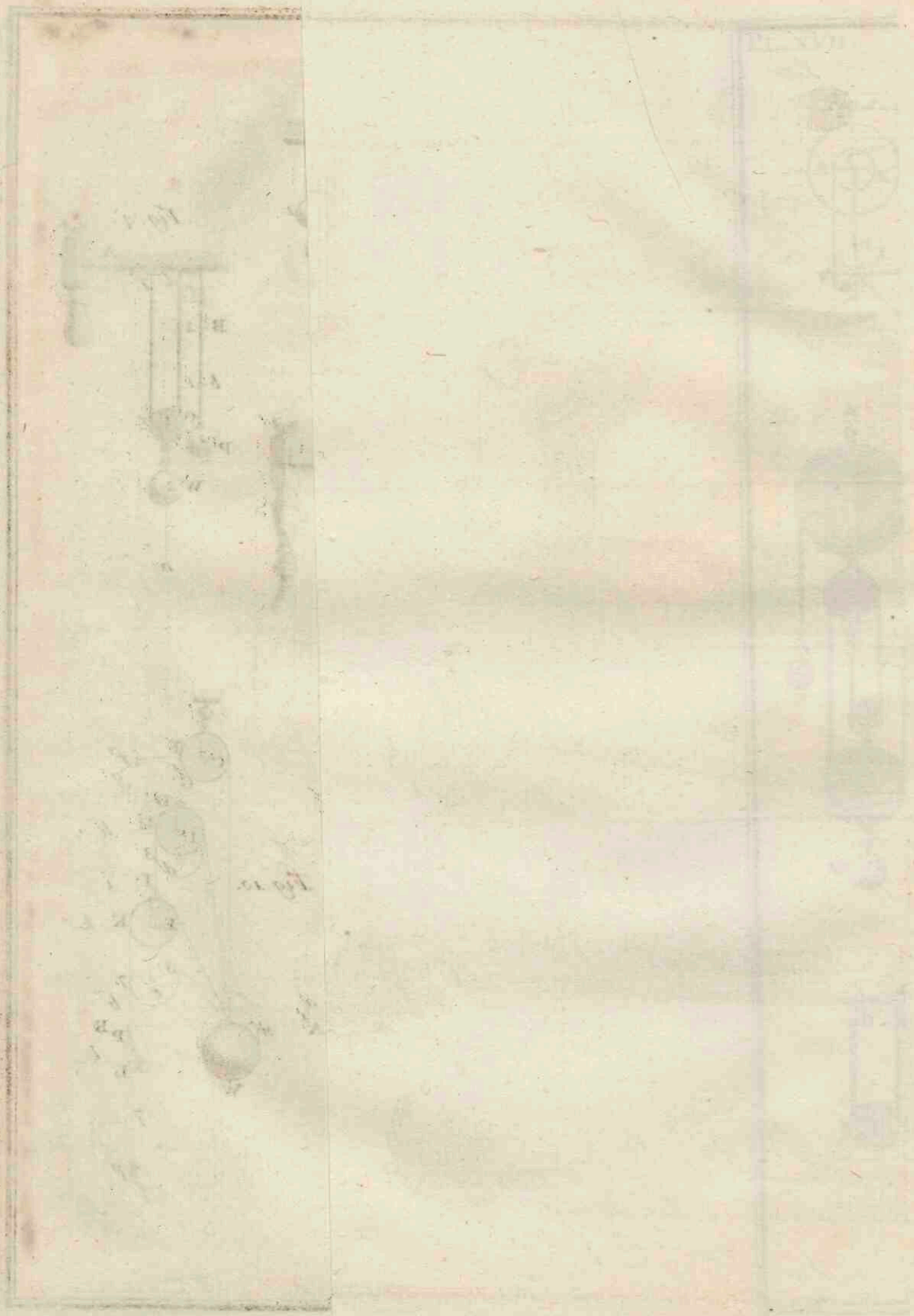


Fig. 11.





PL. XVIII.

Fig. 1.

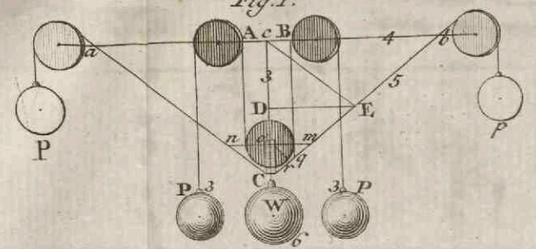


Fig. 3.

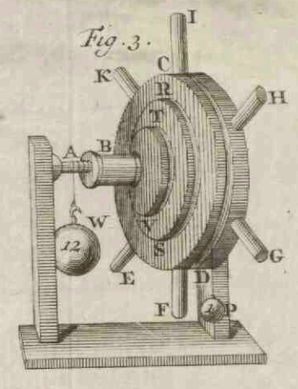


Fig. 2.

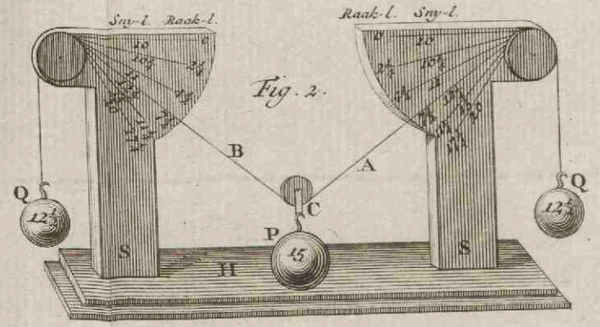


Fig. 4.

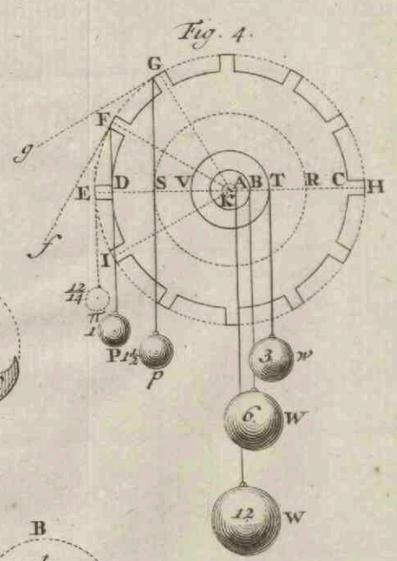


Fig. 6.

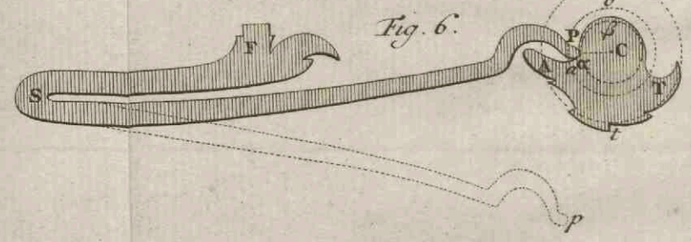


Fig. 7.

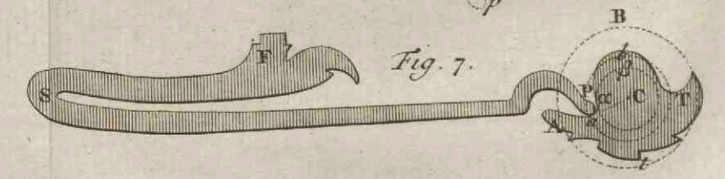


Fig. 8.

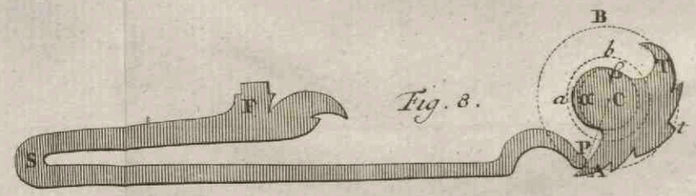
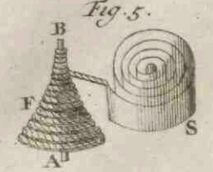
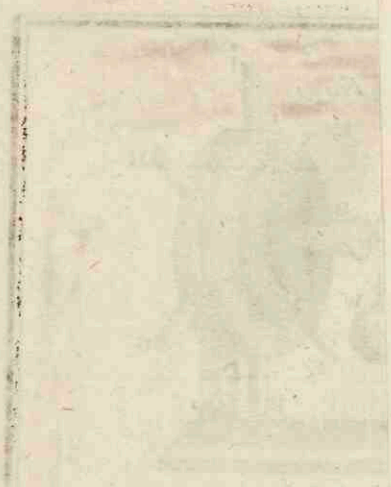


Fig. 5.





ken, indien twee lighamen van elkander geſcheiden moeten worden (gelyk de deelen van hout, dat men wil klooven) op elkander gelegd worden aan éénen kant, by voorbeeld in *d*, dat hare Snelheid alleenlyk zyn zouw *d*D: en dan zouden ze zoo gemakkelyk verplaatſt worden door ééne Wigge *b*CA van *d* tot D, als door de twee Wiggens in 't eerſte geval. *Want ſchoon in 't beſchouwen van de gantſe Kragt* [Momentum] *van lighamen, de ſom van de gantſe Kragten van alle de deelen genomen moet worden voor de gantſe Kragt van 't geheel; moet men egter de ſom van de Snelheid van alle de deelen niet nemen voor de Snelheid van 't geheel, maar alleen de Snelheid van het* Zwaarte-punt van 't lighaam, *wanneer men overweegt*, hoever het uit zyne plaats verſchoven zy. *Indien men een Hefboom of Balans maakt gelyk een Vork* (PL. XIX. Fig. 8.) *en het gedeelte* CA *net tweemaal zoo lang is als één van de andere deelen* CB *of* CD, *en 't Beweeg-punt geſteld wordt in* C; *is het duidelyk, dat één pond in* A *in Evenwigt zal houden twee ponden aan 't gevorkte end, ſchoon die ponden elk op zigzelven hangen, dewyl een twee pond gewigt altyd zooveel doet als twee enkele ponden. Integendeel indien men de ſom van de Snelheden van* B *en* D *moeſt nemen, zouw 'er twee pond in* A *moeten zyn, om de Gewigten in* B *en* D *op te houden, dewyl de Straal* CA *geen meêr Snelheid zouw geven aan 't Gewigt in* A, *dan de Straal* CB *of* CD, *die maar half zoolang is, geeft aan de Gewigten, die aan haar enden zyn, 't welk ongerymd is* enz. III. Les. Pl. XIX. Fig. 8.

57. In beide de gevallen van de Wigge is 't niet alleen noodig een kragt te gebruiken, die wat meêr is, dan in Evenredigheid of van de halve of de geheele dikte van de Wigge tot hare lengte, om 't Vermogen het Gewigt te doen overwinnen; maar omdat de Oppervlaktens zelf van de allergepolyſtſte Wigge nog vry oneffen zyn (in vergelyking van die Wiskunſtenaars gladheid, die we onderſteld hebben) en de lighamen, die men ſcheiden moet ook ver af zyn van hare Oppervlaktens waarlyk vlak te hebben, moet men zig van nog meêr bygevoegde kragt bedienen, om de Kleving te boven te komen, die uit die oneffenheid ontſtaat.

Deze Vryving of Kleving, die in andere Werktuigen niet groot is, is zeer aanmerkelyk in de Wigge, gelyk de ondervinding leert, dat een Wigge, met een zeer zwaar Gewigt geladen, naauwelyks eenige uitwerking heeft, inzonderheid in 't hout klooven, omdat

III. Les. niet alleen de Oppervlaktens van de Wigge, gelyk we zeiden, maar ook de deelen van het hout, dat gekloofd moet worden, overal oneffen zyn, en zoo ſluiten, dat hare Vryving de Beweging veel belet; welken hinderpaal men uit den weg tragt te ruimen door Aanbotzing [*Percuſſion*], die hier van een wonderlyk gebruik is: want de ondervinding leert, dat een ſlag op den Kop van een Wigge haar gemakkelyk doet ſchieten in een hard lighaam. De reden hiervan ſchynt te wezen, dat een ſlag, door alle de deelen van het hout in beweging te brengen, dezelven doet ſchudden, en van één wyken, en dus de Kleving verminderen, en de beweging van de Wigge ligter maken. De uitwerking van Aanbotzing zal grooter zyn, naar mate dat het aanbotzende lighaam zwaarder is, en ſneller beweegt.

58. Om 't geen van de Wigge gezegd is door de Proef te bewyPl. XX. Fig. 1. zen dient het Werktuig, dat Pl. XX. Fig. 1. wordt afgebeeld. A B C D is een koperen Stelling, beſtaande uit twee leggende ſtukken A B en C D en twee ſtaande A D en B C, die op de eerſte op haar kant ſtaan, en vaſtgemaakt zyn. Elk van deze laatſte ſtukken heeft aan den binnen kant ontrent het midden twee Katrolletjes N O, P Q, niet volkomen in dezelfde Vlakte, opdat de draad, die over 't ééne gaat, den draad, die over het andere gaat, niet ſchaven zouw. E F en G H zyn twee Rollen met ſtalen Aſſen, welke Rollen (terwyl hare Aſſen op de ſtaande ſtukken rollen) tot elkander gebragt worden door het dalen van de Gewigten R, S, yder van welke verdeeld wordt in twee deelen door zyne Katrol T of V, zoodat ze de Rollen gelykelyk naar elkander trekken met de draden en koperen litzen T N H en *t Y y*, en twee andere zulke litzen aan 't andere end van den As van de Rollen. Opdat de Rollen digt tegen elkander aan konnen komen, zonder de Katrollen N, O, P, Q te raken, zyn de Platen aan hare Voetſteunen (die heel wat grooter zyn dan de Rollen) rondagtig of ból-rond gemaakt naar de enden van den As. De twee Platen Z M, Z M, net breed genoeg om de Rollen te beſlaan, zonder te vryven tegen de Platen, die aan hare enden zyn, zyn in M op de wys van een Hange, zoo gevoegd, dat ze een Wigge maken, en zig openen konnen met allerlei Hoek, dien men meten kan door den Boog I K L, die in Graden verdeeld is, en die, door de Platen gaande, dezelven vaſthoudt door middel van de Schroefjes Z, Z. X is één van de twee gebogen draden [*of Krammetjes*],

PL. XIX.

Fig. 1.

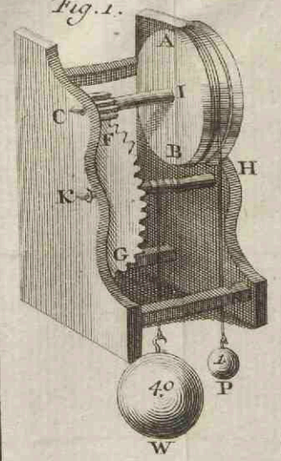


Fig. 4.

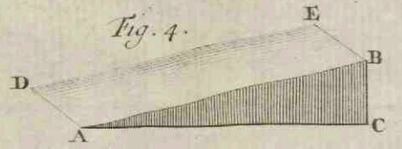


Fig. 5.

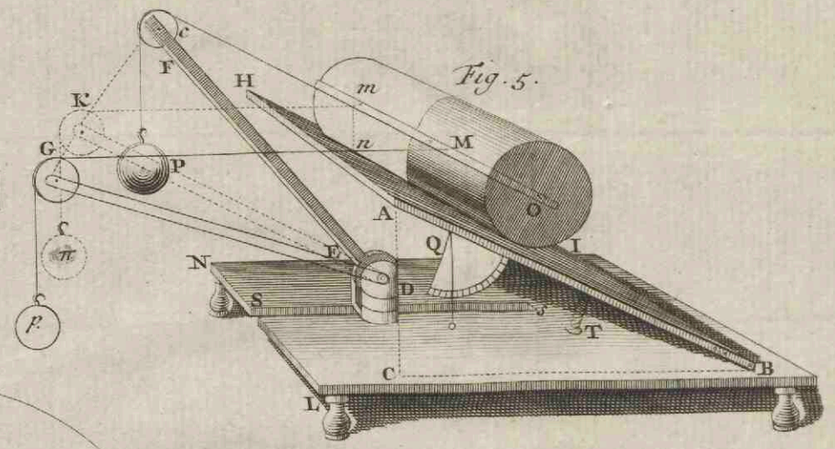


Fig. 2.

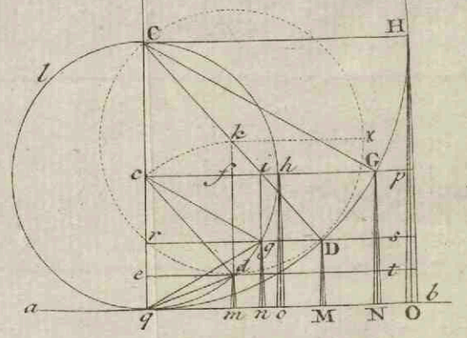


Fig. 6.

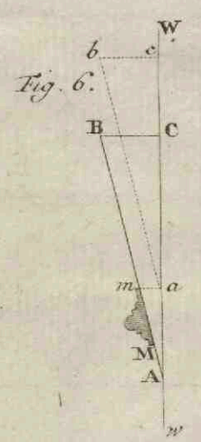


Fig. 7.

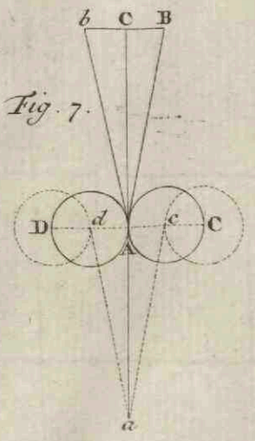


Fig. 3.

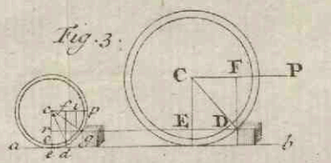
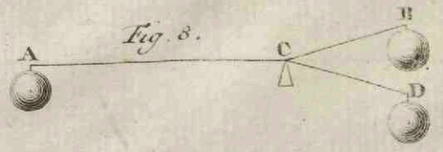
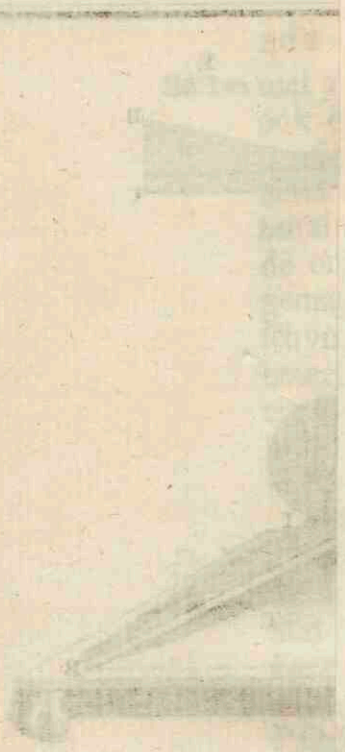
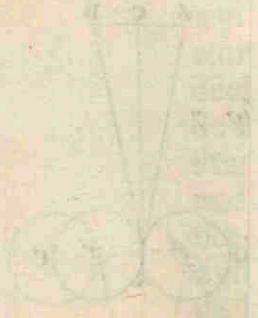


Fig. 8.









metjes], welker enden, in twee holletjes geſtoken, de Rol E F be- III. Les.
letten uit hare plaats te gaan, en haar alleenlyk toe laten op haren As te draaijen, wanneer de lits F (en hare tegenovergeſtelde onder E) gebragt wordt over de Katrol Y (en den anderen weg heen) aan den As van de andere Rol in *f*, wanneer deze laatſte Rol H G maar alleen weggeſtooten moet worden door het dalen van de Wigge, die door haar eigen gewigt, of 't byvoegen van het gewigt W, de ééne Rol ſcheidt van de andere, die vaſtgehouden wordt (wanneer de geſtipte Lyn den draad verbeeldt) of dezelven beide van elkander doet wyken (wanneer Y*y* éénen draad verbeeldt en H N den anderen).

XVII. ONDERVINDING.

59. Alles in dien Stand zynde, die in de Figuur wordt afgebeeld, open de Wigge, op een Hoek, dien ge wilt, by voorbeeld van 20. Graden, en hang aan de Wigge een gewigt W, dat te ſamen met het gewigt van de Wigge zelve, de Wigge kan neêrtrekken, en door het ſcheiden van de Rollen de Gewigten R en S kan opligten. Open de Wigge op een Hoek van 40 Graden, en daar zal tweemaal zooveel gewigt van nooden zyn, om de Wigge neêr te brengen; maar indien gy met de Krammetjes, gelyk X, de Rol E F vaſt zet, en de vier litzen en draden brengt aan de Rol H G, zal de Wigge, die dan maar met hare ééne Oppervlakte werkt, om de Rol H G weg te ſchuiven, tweemaal zooveel gewigt van doen hebben, om neêr te komen, als ze noodig zouw hebben, indien ze met beide hare Oppervlaktens werkte; dat is, indien ze geopend is op een Hoek van 20 Graden, zal 'er zooveel kragt vannooden zyn, om ze neêr te brengen, wanneer 'er maar ééne Rol beweeglyk is (ſchoon de andere vryelyk op haren As kan draaijen) als dat ze geopend was op een Hoek van 40 Graden, en dat beide de Rollen beweeglyk waren.

VAN DE SCHROEF.

60. Een Schroef is een Rol geſneden met verſcheiden holle Oppervlaktens, of liever een Goot of Voor, die in een Rol gemaakt wordt door twee ſlangwyze Vlaktens de geheele lengte van de Schroef om te voeren op zoodanige wys, dat ze altyd evengelykelyk hellen op

III. Les. den As van de Rol gedurende haren geheelen voortgang, en ook altyd op den Voetſteun van de Rol hellen met denzelfden Hoek.

61. De Schroef kan men ook aanmerken als een Wigge, gevoerd om een Rol, die in dat geval genoemd wordt de Spil [*Arbor*] van de Schroef, terwyl de Wigge, dus omgevoerd, dat gene maakt, 't welk men den Draad van de Schroef noemt, gelyk men zien kan Pl. XX. Fig. 2, 3, 4 en 6. De Spil van de Schroef is in de 2de Fig. AB, en *acbd* in de 3de, als of de Rol ACBD binnen in de Schroef was ingeſchreven.

Pl. XX. Fig. 3. 62. In de 3de Figuur kan men zien, hoe een Schroef gemaakt worde, indien ze geſneden wordt uit de Rol PHIQ. HKLMNOP is dan een Slang-lyn, die om de Rol gaat, aanwyzende het uitſtekende deel, dat van de Rol overgelaten moet worden, en *hklmno* de Lyn, die de diepte aanwyſt, tot welke de Schroef uitgeſneden moet worden (onderſteld zynde, dat dezelfde Lyn gaat om de binnen Rol of Spil ABCD, ſchoon hier niet uitgedrukt, om geene verwarring te maken) en dan zal *h*L*l*, *l*N*n* *enz.* het uitſtekende deel verbeelden of den Draad van de Schroef. En indien 'er inplaats van 't uitſnyden van de holligheden H*h*L, L*l*N, N*n*P *enz.* in de Rol

(13) De vierkante Draad wordt zelden of nooit gebruikt in hout; omdat dan de uitſtekende deelen van de Schroef, gelyk Pl. XI. Fig. 15. P, N, L, H, Q, O, M, K, I, (Pl. XI. Fig. 15.) geen meêr ſterkte zouden hebben, dan de zy'lingſe ſamenhang van de houtdraden overal een lengte, weinig grooter dan de dikte van den Draad; zoodat in zware omdraaijingen de Spil *abcd* zynen Draad de geheele lengte van de Schroef verliezen kan, en dus laten ſlippen, 't geen men beoogde te houden. Maar om dit ongemak voor te komen; laat men het uitgeholde gedeelte van de Schroef ſcherp toe of te niet loopen tegen de ingebeelde Spil, of de ingeſloten Rol, 't welk den Draad verdikt digt aan de Spil, maar dan moet hy bygevolg uitloopen op een ſcherpe Meſſing aan den buiten kant. Dit kan men zien Pl. XI. Fig. 16. alwaar men inplaats van de holte BACD heeft *bad*.

Schoon de ſcherpdrade Schroef om deze reden ſterkſt zy in hout, is ze zwakſt in Metalen, waarin de Draad gemeenelyk fyn is, want indien de Vaar- en Moer-Schroef niet net ſluiten, maar een weinig te veel ſpelens hebben, zal de ſcherpe Draad van de ééne den ſcherpen Draad van de andere kaauwen, dat is, ſnyden en wegſlyten: daar 'er in een vierkanten Draad, ſchoon hy al wat ſpelens hebbe, geen ongemeene ſlyting zy, omdat dan plat op plat draagt. Daarenboven tragt een Gewigt op den ſcherpen Draad te dalen (en weêrſtaat om die reden) met meêr kragt dan op den vierkanten Draad; omdat het Gewigt, behalven zyne neiging om te rug te ſlippen op die hellende Vlakte, die door de ryzing van de Schroef gemaakt wordt ('t geen we reets verklaard hebben in de beſchryving van de hellende Vlakte en de Wigge) nog een neiging heeft om te dalen langs een andere Vlakte (gelyk

Rol PHIQ, een gedurige [*continued*] Wigge gehegt wordt aan een kleiner Rol ACBD of liever *acbd*, zal het zelfde ſlag van Schroef gemaakt worden, en *abcd* zal de Spil van die Schroef wezen. Somtyds is het meeſt uitſtekende deel van den Draad, gelyk L, N, *enz.* niet ſcherp maar plat, en dan wordt de Draad een vierkante Draad genoemd, gelyk PL. XI. Fig. 15. die een Snê van zulk een Schroef verbeeldt. Dit ſlag van Draad wordt niet gebruikt in hout, maar in yzer en andere metalen is het van goed gebruik, omdat het gemeenelyk duurzamer is, en 't Gewigt gemakkelyker opligt dan de ſcherpe Draad (13). III. Les. PL. XI. Fig. 15.

Van de kragt van de SCHROEF.

Om de kragt op te maken van de Schroef (die vergeleken kan worden of by een hellende Vlakte (gelyk we haar beſchouwd hebben onder de Vermogens van de Werktuigen) of by een Wigge, naardat hare Spil vordert of niet in een voortgaande [*progreſſive*] beweging, terwyl ze draait om haren As, om een Gewigt op te ligten of te ſtutten, of om lighamen te perſſen, 't welk de verſcheiden

(gelyk *ad* PL. XI. Fig. 16.) die gemaakt wordt door de ſcherpte van den Draad, en bygevolg moet uit dien hoofde het Vermogen vergroot worden.

Om de kragt uit te rekenen, die de ſcherpe Draad heeft, om het Gewigt te dragen uit hoofde van zyne afloopende ſcheuinte, zullen we de Schroef CDFEM (PL. XX. Fig. 7.) eens onderzoeken, onderſtellende, dat een Moer-Schroef opgeligt moet worden met al het Gewigt, 't welk gevolgelyk moet drukken op den Draad van de Vaar-Schroef, hier verbeeld in CIKPGH, *enz.* 't geen we alleen zullen brengen tot de Drukking op het punt P, onderſtellende dat WABP het drukkende Gewigt en WP deszelfs Streek-lyn is. Indien we nu de kragt WP, verbeeldende de Drukking van 't Gewigt naar beneden, ſcheiden [*reſolvê*] in de twee kragten WA en WB, waarvan de eerſte de kragt verbeeldt, die geoeffend wordt tegen de ſcheuinte AD, en de laatſte die kragt, waarmeê 't Gewigt tragt af te ſchieten langs AD zonder daar tegen te drukken; zal het blyken, (omdat Werking en Tegen-werking evengelyk zyn) dat de hellende ſcherpe Draad het Gewigt opligt alleen met de kragt, die verbeeld wordt door AW, terwyl de kragt, die overſchiet, *nam.* WB, het Gewigt neêrvoert volgens den Streek AD, waardoor het de tegenovergeſtelde zyde van den Draad van de Moer-Schroef trekkende te ſterker drukt tegen den Draad van de Vaar-Schroef in C, M en E *enz.* Zoodat, indien 't Gewigt niet in 't Lood ryſt (gelyk het in vele gevallen niet doet) de Vryving op den boven-kant van de Schroef zeer veel vermeerderd zal worden. PL. XX. Fig. 7.

Dewyl de Vryving van de Schroef op vele gevallen toepaſſelyk is, zullen we ze op een andere plaats in overweging nemen.

III. Les. den gebruiken van een Schroef zyn) zoo laat ons een buigzame Wigge nemen, by voorbeeld een papieren, en dezelve winden om een Rol (PL. XX. Fig. 2.) alwaar A B de Spil is, C I D één Draad of Slag [*Helix*], D H E een andere, en E F G een gedeelte van de Wigge, dat overgelaten is, om de Evenredigheid te toonen tuſſen 't Vermogen, dat de Schroef draait, en 't Gewigt W.

PL. XX. Fig. 2.

63. Indien het Gewigt geſtooten wordt op de Wigge (of, 't geen het zelfde is, in 't Lood opgeligt wordt door de Wigge, die 'er onder ſchiet) van F tot H volgens den Streek W *W*, zal H G de Snelheid van 't Gewigt zyn, en G F de Snelheid van 't Vermogen, 't welk het geval is van de hellende Vlakte, wanneer ze een Wigge wordt, en deze zal de Evenredigheids Rekening zyn voor de Schroef, op deze wys werkende (N. 52).

Gelyk een Cirkel, welkes Middellyn is H h, *is:*
Tot H I, *den afſtand van twee Draden:: (of gelyk de Voetſteun* F G: *tot de Lood-lyn* H G::)
Zoo is het Gewigt:
Tot het Vermogen aangevoegd aan de Spil in A, *om een Gewigt op te ligten den Draad* H D I C.

NB. *We onderſtellen, dat de Middellyn van de Spil in* A, *en van de Schroef in* H *ten naaſten by evengelyk zyn.*

PL. XX. Fig. 6. Dit is het geval van PL. XX. Fig. 6. alwaar de beweeglyke plank D K neêrwaarts gebragt wordt door 't omdraaijen van de Koppen G, G van de Schroeven A B en C D, om de lighamen, die tuſſen de planken D K en M L leggen, ſtyf te perſſen, terwyl het ſtuk H I, dat op de boven-plank gehegt is, of geleid wordt door een gat, of alleen voor een Wyzer ſtrekt, om op 't oog te wyzen, of de plank K D waterpas neêrga, wanneer de Schroeven gedraaid worden. Indien men lange Handboomen ſteekt in de gaten van de Koppen der Schroeven, wordt de kragt van de Schroef veel vergroot, en dan zal het Gewigt: tot het Vermogen zyn:: gelyk de Omtrek van den Cirkel, die beſchreven wordt door dat gedeelte van den Handboom, waaraan de hand gevoegd is: tot den afſtand tuſſen twee Draden. Dus in PL. XI. Fig. 17. gelyk de Omtrek van den Cirkel, welkes Straal is A H, is: tot C *c*, den afſtand van twee Draden van de Schroef zonder end C D:: zoo is de Weêrſtand van de Tanden van het Rad I: tot het Vermogen aangevoegd in H.

PL. XI. Fig. 17.

64. Maar

64. Maar indien 't Gewigt W (Pl. XX. Fig. 2.) voortgedreven wordt op de Wigge HFG volgens den Streek W *W*, evenwydig met de Oppervlakte van de Wigge, zal dit geval het zelfde zyn met dat van de hellende Vlakte (N. 49) en derhalven zal de Evenredigheids Rekening voor de Schroef in haren voortgang wezen, III. Les. Pl. XX. Fig. 2.

Gelyk de Slang-lyn HDI *is*:
Tot HI, *den afstand van twee Draden*: : (*of gelyk de Span-zy*' [Hypothenuse] FH: *tot de regtstandige* HG::)
Zoo is 't Gewigt:
Tot het Vermogen, aangevoegd aan de Spil in A *in een Slangsgewyzen Streek, evenwydig met* HDIC.

Pl. XX. Fig. 4. verbeeldt de Praktyk hiervan, 't zy de Moer-Schroef DE om de Vaar-Schroef naar de plank B, 't zy de plank B met hare Schroef opwaarts gebragt worde naar DE door hare Schroef hooger op te schroeven in de Moer DE. Wanneer men zig dan van Handboomen of Sleutels, gelyk D en E bedient, om de kragt te vergrooten, zal het Gewigt: tot het Vermogen zyn:: gelyk de slangsgewyze Omtrek, die in ééne omdraaijing beschreven wordt door hare enden, waaraan 't Vermogen gevoegd is: tot den afstand van de twee Draden van de Schroef. De Draad van de Moer-schroef, die in de Moer of stuk hout met Handvatten is, wordt afgebeeld door de gestipte Lynen in Fig. 5. vergeleken met Fig. 3. Pl. XX. Fig. 4. Pl. XX. Fig. 5.

Dit geval is in de Praktyk toepasselyk op de Schroef aan 't end van Fret-boren, om het boren in 't hout gemakkelyker te maken; op het neêrbrengen van de Moeren in groote koude Persſen, en op 't gemeene gebruik van Schroef-nagels, om de deelen van Werktuigen byeen te houden.

De meeste Schryvers van de Beweegkunde hebben maar alleen agt gegeven op deze laatste Evenredigheid van de kragt van de Schroef.

65. Schoon in de Beschouwing gesteld worde, dat het Vermogen het Gewigt moet opligten, indien de Uitkomst van de Kragtigheid van het Vermogen, vermeenigvuldigd door deszelfs Snelheid, den Uitkomst van 't Gewigt, vermeenigvuldigd door deszelfs Snelheid, maar een weinig overtreft; moet egter het Vermogen of deszelfs Snelheid hier merkelyk vergroot worden, om deze uitwerking in de Praktyk te weeg te brengen uit hoofde van de groote Vryving in de Schroef, die dezelfde is, die we in de Wigge beschouwd hebben.

Alleen-

III. Les. Alleenlyk moet men in agt nemen, dat 'er meêr Vryving is in den ſcherpen dan in den vierkanten Draad, 't welk men begrypen kan uit
Pl. XI. Fig. 16. het beſchouwen van Pl. XI. Fig. 16. alwaar B A C D de Snê verbeeldt van een vierkanten Draad, en *b a d* de Snê van een ſcherpen Draad. Dewyl het deel A C de Moer-ſchroef niet raakt, die met hare kragt en Gewigt alleen draagt op het plat A B, toont de Lyn A B in den vierkanten Draad, vergeleken met *a b* in den ſcherpen Draad (op welk gedeelte de Moer-ſchroef draagt) dat de Vryving op den vierkanten Draad minder is in Evenredigheid van deze Lynen, zonder nog te ſpreken van de ſcheuinte, die we in de 13de Aanteekening overwogen hebben.

66. Het nadeel, dat de groote Vryving in de Schroef aan de kragt van het Vermogen toebrengt, wordt weêr ten vollen vergoed in het gebruik' van dit Werktuig; omdat de Schroef daardoor het Gewigt ophoudt, zelf nadat het Vermogen weggenomen is, of ophoudt te werken, of te drukken op die lighamen, tegen welke het Vermogen haar gedreven had; daar in de Balans en Hefboom, en andere Vermogens van de Werktuigen, [*dat is, eenvoudige Werktuigen*] (uitgezonderd de Wigge, waaruit de Schroef beſtaat) het Gewigt niet meêr opgehouden wordt, en te rug ſchiet, wanneer 't Vermogen uitſcheidt met werken. De reden hiervan is, dat Gewigten, die door Schroeven opgeligt zyn, tragten te dalen in 't Lood, daar de Schroef zeer ſcheuin tegen dezelven geſtooten was, zoodat ze niet weêr te rug geſtooten kan worden dan alleen in dien ſcheuinen Streek, die haar niet gegeven kan worden door de Zwaarte-kragt van 't Gewigt, zig neêrwaarts ſtrekkende, indien 'er maar eenige de minſte Vryving is tegen den Draad van de Schroef. Wanneer ook een lighaam geperſt wordt door een Schroef, tegen-werkt deszelfs Oppervlakte op gelyke wys volgens Lood-lynen, dat is, in den Streek van de Spil van de Schroef, daar de Schroef nogtans niet te rug gedreven kan worden, tenzy ze bewogen worde volgens den Streek van haren Draad, die een grooten Hoek maakt met den As van de
Pl. XX. Fig. 6. Spil. Dus kan de plank K *k* (Pl. XX. Fig. 6.) niet neêrvallen volgens den Streek van hare Zwaarte-kragt naar M L, tenzy ze de Schroef kon doen bewegen volgens den Streek B *b* of D *d*. Ook kon-
Pl. XI. Fig. 17. nen de Tanden van het Rad I (Pl. XI. Fig. 17.) tegen de Schroef C *c* D drukkende volgens den Streek C B, de Schroef niet bewegen,

of

of de Krik H doen bewegen volgens den Streek van den Cirkel, welkes Straal is AH, ſchoon 't Vermogen, dat in dien Cirkel rondgaat, weggenomen zy, en 't groote Gewigt W aan den As EF zeer ſterk werke, om 't Rad I te doen draaijen. III. Les.

Hieruit blykt het groote gebruik van 't Werktuig (Pl. XX. Fig. 6.) dat door middel van het ſterke Stuk I de muur van een huis kan ophouden; en eenige van die Werktuigen, op verſcheiden plaatzen geſteld, konnen een geheel gebouw ondersteunen, terwyl het fondament verholpen, of vernieuwd wordt. Pl. XX. Fig. 6.

67. Hetzy de Schroef aangemerkt worde als een Wigge, 't zy als een hellende Vlakte, uit het gezegde volgt, dat, hoe digter de Draad van de Schroef geſloten zy, hoe hare kragt grooter zy, en de Vryving voordeeliger; dewyl 't Vermogen de Schroef met meêr gemak voortzet, en de moeijelykheid om de Schroef te rug te zetten grooter wordt.

68. Gelyk Aanbotzing gebruikelyk is in de Wigge, om de Vryving te verminderen; zoo gebruikt men in ſommige gevallen ook een ſoort van Aanbotzing, om een Schroef aan te zetten, gelyk in *Druk-*, *Munt-* en *Zegel*-tuigen voor groote Zegels, daar een ſterke perſing toe vereiſt wordt. En dit geſchiedt met een Slinger boom [*a Fly*], die een Balans is, gaande door de Spil van de Schroef, en belaſt met gewigten aan hare enden, of ſomtyds aan éénen Arm daarvan, gelyk in de Druk-pers, [*te weten in Engeland*].

Inplaats van den Hamer of de Slegge, die op den Kop van de Wigge komt met een verſnelde beweging volgens een Cirkel Streek, om ze in 't hout te dryven, komt het Gewigt van den Slingerboom ook neêr met een verſnelde beweging, maar volgens een hellende ſlangsgewyſe Vlakte, en daardoor de Vryving van de Draden van de Schroef, terwyl ze neêrgaat, te boven gekomen zynde, ſtoot hy het end van de Schroef met geweld tegen de lighamen, die geperſt moeten worden. *Maar dit zullen we omſtandiger in een andere Les verklaren.*

69. Van de Vryving van een Schroef, door een Slingerboom aangezet, bedient men zig dikwyls om de Beweging te matigen, door een Gewigt, dat te ſnel zouw dalen, te vertragen, de verſnelde Beweging van een zwaar lighaam in zyn dalen tot een gelykvormige Beweging brengende, door net zooveel kragt te vernietigen,

III. Les. gen, als de Zwaarte-kragt aan een bewogen dalend lighaam by zouw zetten. Maar dit zullen we nader verklaren, wanneer we van 't vallen van lighamen ſpreken.

Schoon men Balanſen, Hefboomen, Katrollen, Wind-aſſen, en zelf Wiggen op elkander kan doen werken, om de kragt van 't Vermogen te vergrooten (gelyk in het beſchouwen van den Hefboom, de Katrol en 't Wind-as getoond is) konnen Schroeven egter niet onmiddelyk op elkander gevoegd worden zonder het tuſſenkomen van eenig ander eenvoudig Werktuig; maar in ſamenſtelling met andere eenvoudige Werktuigen kan de Schroef dienen, om een Werktuig van zeer groote kragt te maken, 't welk my leidt tot het beſchouwen van

SAMENGESTELDE WERKTUIGEN.

70. De ſamenvoeging van twee of meêr eenvoudige Werktuigen tot

(14) Wyle de Heer *John Rowley*, Wiskunſtenaars Gereedſchap-maker, ſprak in de jaren 1720 en 1721. zooveel van 't Rad, dat hy te *Heſſen-Kaſſel* gezien had (en geloofde een eeuwigdurende Beweging te zyn, gelyk ook vele anderen daar om ſtreeks van gedagten waren) dat buiten dien troep van *eeuwigdurende Bewegingsluiden*, die elke eeuw voortbrengt, eenige mannen van verſtand daar aan wilden, en aangezet werden door eenige voorname Wiskunſtenaars, die, wanneer ze 't ontwerp zagen, betuigden geene reden te konnen vinden, waarom 't niet gaan zouw. Maar dewyl ik my altyd verklaarde tegen ontwerpen, die daar heen wilden, werd ik toen ter tyd verzogt myne redenen, waarom ik oordeelde, dat het onmogelyk was, of niet werkſtellig gemaakt kon worden, het Gemeen mede te deelen, 't geen ik deed in *de Philoſophical Transactions* N. 369 op een wys, die bekwaam was, om 't volk zulke pogingen terſtond af te raden, waardoor zooveel tyd en geld verſpild was. Ik heb hier het gantſe berigt weêr ter neêr geſteld, maar verzoek mynen Lezer vooraf na te zien 't geen ik in de 5. *Aanteekening* op deze Les gezegd heb.

Van het Rad te Heſſen-Kaſſel, *door den Heer* Orfireus *gemaakt, en van hem een* eeuwigdurende Beweging *genoemd, is onlangs zooveel geſproken om deszelfs wonderlyke Verſchynzelen, dat vele luiden geloofd hebben, dat het waarlyk een* zigzelf bewegend Werktuig *was, en uit dien hoofde getragt hebben het als zoodanig na te maken. En dewyl 'er veel tyd en geld door zulke ondernemingen verſpild wordt, heb ik (ten gevalle van hen, die met dat oogmerk zig ophouden met het nemen van proeven) wel eens willen toonen, dat de grond, waarop vele van hen voortgaan, vals is, en in geenerlei manieren een eeuwigdurende Beweging voort kan brengen.*

Ze ſtellen vaſt, dat, indien een gewigt, dat in een Rad daalt op zekeren afſtand uit het Middelpunt, in zyn ryzen nader naar dat Middelpunt toe komt, dat zulk een gewigt in zyn dalen altyd zal overwegen, en een evenzwaar gewigt doen ryzen, mits dat gewigt in zyn ryzen nader aan het Middelpunt kome; en gevolgelyk, wanneer het zelf ryſt, overgehaald zal worden door een ander gewigt dat evenzwaar is; en op dien grond tragten ze

tot dienſt van 't mensdom ('t zy ze van dezelfde of verſchillende ſoorten zyn) door middel van een ſtelzel van hout of eenig Metaal maakt dat gene uit, dat men een *ſamengeſteld Werktuig* noemt. Dewyl 'er geen end zouw zyn aan 't beſchryven van alle verſcheiden ſoorten, waarvan men zig wel dient, zullen we alleen verſlag doen van eenige weinigen, waaruit men zal konnen opmaken, wat 'er verrigt kan worden door eenig Werktuig, dat reets gemaakt is, of nog ter uitvoering gebragt mag worden, op het zien van een naaukeurige ſchets van 't ſamengeſtelde Werktuig, dat men beoogt: om net te leeren oordeelen, wat dienſtig zal zyn of niet, en om niet bedrogen te worden door Voorwenders van eeuwigdurende Bewegingen, en zulken, die door behulp van Werktuigen grooter uitwerking beloven, dan beſtaan kan met de overhandſe Evenredigheid tuſſen de Kragtigheden van de Vermogens en Gewigten en hare Snelheden (14). III. Les.

71. De

ze door verſcheiden vindingen die uitwerking voort te brengen, als of het gevolg daarvan een eeuwigdurende Beweging zouw zyn.

Maar ik zal bewyzen, dat ze mistaſten in één byzonder geval van een algemeene Beſchouwing [*Theorem*] of liever een gevolg daarvan voor de Beſchouwing zelf te nemen. De Beſchouwing is de volgende:

Indien één gewigt in zyn dalen (door behulp van de één of de andere Toeſtelling) een ander gewigt doet ryzen met minder gantſe Kragt [Momentum] *of Hoeveelheid van Beweging, dan het zelf heeft, zal het overwegen, en 't andere gewigt opligten.*

I. GEVOLG.

Derhalven, indien de gewigten evengelyk zyn, moet het dalende gewigt meêr Snelheid hebben, dan het ryzende gewigt, omdat de *gantſe Kragt* opgemaakt wordt uit de Snelheid vermeenigvuldigd door de Hoeveelheid van Stof.

II. GEVOLG.

Derhalven, indien een Hefboom of een Balans evengelyke gewigten heeft hangen aan hare enden, en de Armen maar nog zoo weinig ongelyk zyn, zal dat gewigt overwegen, 't welk verſt uit het Middelpunt is.

LEERING.

Dit tweede Gevolg is oorzaak van den Misſlag; omdat zy, die van gedagten zyn, dat de Snelheid van een gewigt die Lyn is, die het beſchryft, verwagten, dat dat gewigt overgehaald zal worden, 't welk de kortſte Lyn beſchryft, en daarom Werktuigen toeſtellen, die het ryzende gewigt een korter Lyn doen beſchryven dan het dalende gewigt. By voorbeeld in den Cirkel A D B α (Pl. XX. Fig. 8.) onderſteld zynde, dat de gewigten A en B evengelyk zyn, verbeelden ze zig, dat, indien het gewigt B, terwyl 't gewigt A den Boog A α beſchryft, gevoerd wordt in een Boog B *b*, zoodanig dat het nader aan 't Middelpunt komt, in zyn ryzen, dan dat het den Boog B D opging, dat zulk een gewigt overgehaald zal worden, en gevolgelyk dat een getal van zulke gewigten Pl. XX. Fig. 8.

III. Les. 71. De twee Werktuigen (Pl. IV. Fig. 4. en Pl. V. Fig. 1.) afgebeeld, verbeelden twee Schorpioenen, die de Alouden in den Oorlog gebruikten, om ſteenen te werpen, gelyk ik ze in de 7. Aanteekening op de II. Les Bladz. 57. reets beſchreven heb. Ik zal hier alleen melden, dat ze beſtaan uit éénen gevorkten Hefboom, twee Wind-aſſen, en twee Katrollen, welke laatſte Pl. IV. Fig. 4. niets anders doen dan het touw beſtieren, dewyl ze niet meêr dan Rollen zyn, maar Pl. V. Fig. 1. de kragt van het Vermogen verdubbelen.

Pl. IV. Fig. 4. Pl. V. Fig. 1.

Pl. VI. Fig 9 en 10. 72. Het Water-tuig (Pl. VI. Fig. 9 en 10.) beſtaat uit twee Hefboomen

ten een eeuwigdurende Beweging voort zal brengen.

Dit heeft men gezogt te weeg te brengen door velerlei toeſtellingen, die alle van dit valſe beginzel afhangen; maar ik zal 'er alleen van ééne gewagen, die Pl. XX. Fig. 9. wordt afgebeeld, alwaar in een Rad met twee evenwydige Omtrekken de tuſſenwydte verdeeld is in kamertjes, die bogtig zynde de gewigten, die 'er los in leggen (wanneer het Rad rondgaat) zullen doen dalen aan de zyde A A A naar den buitenſten Omtrek van het Rad, en aan de zyde D doen ryzen, in de Lyn B *bbb*, die nader aan het Middelpunt komt, en den binnenſten Omtrek van het Rad raakt. In zulk een Werktuig zullen de gewigten waarlyk op die wys bewegen, indien het Rad rondgedraaid wordt, maar nooit de oorzaak zyn van 't rondgaan van het Rad. Van zulk een Werktuig gewaagt de Markgraaf van *Worceſter*, in zyn *Honderd-tal van Uitvindingen* met de volgende woorden N. 56:

Pl. XX. Fig. 9.

„ Te weeg te brengen, en te maken,
„ dat alle de gewigten van de dalende
„ zyde van een Rad gedurig verder zyn
„ van het Middelpunt dan die van de ry-
„ zende zyde, en egter evengelyk in ge-
„ tal, en wigt [*Heft*] aan de ééne gelyk
„ aan de andere zyde. Dit 's een zeer
„ ongeloofelyk ding, indien men 't niet
„ ziet; maar de proef is 'er van genomen
„ in den *Tour* onder myne beſtiering in
„ tegenwoordigheid van wylen den Ko-
„ ning (zaliger gedagtenis) verzeld van
„ twee buitengewone Gezanten, en den
„ Hertog van *Richmond* en den Hertog
„ van *Hamelton*, en vele Hovelingen, die
„ zyne Majeſteit opwagtten. Het Rad
„ was over de veertien voet, en had veer-
„ tig gewigten elk van vyftig pond. De
„ Heer *William Balfore*, toen ter tyd Slot-
„ voogd van den *Tour*, kan 'er met vele
„ anderen getuigenis van dragen. Alle
„ die Heeren zagen, dat deze groote ge-
„ wigten de Middellyn van de laagſte
„ zyde zoo haaſt niet gepaſſeerd waren,
„ of ze hingen een voet nader aan het
„ Middelpunt, en dat ze de Middellyn
„ van de bovenſte zyde zoohaaſt niet pas-
„ ſeerden, of ze hingen 'er een voet ver-
„ der van af. Oordeel, indien 't u be-
„ lieft, van 't gevolg.

Nu het gevolg van dit en andere dergelyke Werktuigen is niets, dat naar een eeuwigdurende Beweging gelykt, en 't bedrog beſtaat hier in. De Snelheid van eenig gewigt is niet de Lyn, die het in 't algemeen beſchryft, maar de hoogte, die het opryſt, of waarvan het valt, met betrekking op zynen afſtand uit het Middelpunt van de aarde. Wanneer dan 't gewigt (Pl. XX. Fig. 8.) den Boog A *a* beſchryft, is zyne Snelheid de Lyn A C, die de daling in 't Lood aanwyſt (of afmeet, hoeveel nader het aan 't Middelpunt van de aarde gekomen zy) en op gelyke wys verbeeldt de Lyn B C de Snelheid van 't gewigt B, of de hoogte, waartoe het ryſt, wanneer 't op-

boomen E D en I K, en deszelfs gebruik is beschreven, op het end van de 9. *Aanteek. op de II. Les, Bladz.* 65. III. Les.

73. De 9de Fig. van de XVde Plaat verbeeldt een Werktuig van groote kragt, bestaande uit drie Hefboomen die op elkander werken, gelyk hier voor N. 32. Bladz. 129. beschreven is. Pl. XV. Fig. 9.

74. Schoon de Werktuigen, Pl. XVII. Fig. 4, 5, 6, 7 en 8. afgebeeld, uit verscheiden enkele Katrollen bestaan of Schyven (Raderen, die op een Pen of Nagel bewegen) gelyk die Pl. XVI. Fig. 7, moeten ze egter, dewyl hetzelfde touw over en onder haar alle heen gaat, maar als één Werktuig worden aangemerkt: want de Werkluiden noe- Pl. XVII. Fig. 4, 5, 6, 7 en 8.

't opklimt in éénen van de Bogen B *b*, in plaats van den Boog B D; zoodat in dit geval 't gewigt, 't zy het in zyn klimmen nader aan het Middelpunt gebragt worde of niet, geene Snelheid verlieze, 't geen het doen moet, indien het door 't gewigt A opgeligt zouw worden. Ja zelf, kan het gewigt door nader naar het Middelpunt te ryzen niet alleen van zyne Snelheid niet verliezen, maar moet Snelheid winnen in Evenredigheid van zyn tegenwigt, 't welk daalt in den Omtrek van de tegenovergestelde zyde van het Rad: want indien we stellen, dat van twee Stralen van het Rad de één waterpas is, en de ander (die aan den eersten vast is, en 'er tegelyk meê beweegt) onder het Waterpas helt met een Hoek van 60 Graden (Pl. XX. Fig. 10.) en dat door het dalen van het end B van den Straal B C, de Straal C D door zyne Beweging het gewigt in D doet ryzen langs de Lyn *p* P, die in een Vlakte [*a Plane*] is, welke het gemelde gewigt belet te ryzen in de kromme Lyn D A, zal dat gewigt Snelheid winnen, en zal in 't begin van zyn ryzen tweemaal de Snelheid van 't gewigt in B hebben; en gevolgelyk zal het inplaats van opgeligt te worden, overwegen, indien het evengelyk is aan 't laatstgemelde gewigt. En deze Snelheid zal grooter zyn, naar mate dat de Hoek A C D grooter is, of dat de Vlakte P *p* (langs welke het gewigt D moet ryzen) nader aan het Middelpunt is.

Indien het gewigt in B (Pl. XX. Fig. 8.) door 't ééne of 't andere middel kon geligt worden tot β, en bewegen in den Boog β *b*, zouw men zekerlyk het oogmerk bereiken, omdat de Snelheid dan zouw verminderen, en β C worden. Pl. XX. Fig. 8.

ONDERVINDING.

Neem den Hefboom B C D (Pl. XX. Fig. 10.) welkes Armen even lang zyn, en die gebogen is met een Hoek van 120° in C, en bewegelyk om dat punt, als om zyn Middelpunt. In dit geval zal een gewigt van twee pond, hangende aan het end B van 't waterpas deel van den Hefboom, in Evenwigt houden een gewigt van vier pond; hangende aan het end D. Maar indien 'er een gewigt van één pond gelegd wordt op het end D van den Hefboom, zoodat men door de beweging van D langs den Boog *p* A, het gewigt doet opryzen tegen de Vlakte P *p* (die de Lyn A C, evengelyk aan C B, midden door deelt,) zal het gemelde gewigt in Evenwigt houden twee pond in B, omdat het tweemaal zooveel Snelheid heeft, wanneer de Hefboom begint te bewegen. Dit zal duidelyk blyken, indien ge het gewigt 4 laat hangen in D, terwyl 'er het gewigt 1 boven legt: want indien ge dan den Hefboom beweegt, zal het gewigt 1 viermaal zoo snel ryzen als het gewigt 4. Pl. XX. Fig. 10. Pl. XX. Fig. 10.

III. Les noemen ze maar met den enkelen naam van Katrol, Takel, Blok of Jyn, en de Ouden merkten een enkele of vele Katrollen, ſamengevoegd op die wys, gelyk in deze Figuren wordt afgebeeld, niet anders aan dan als één Werktuig, dat ze met verſcheiden namen noemden naar het getal der Schyven; gelyk *Monoſpaſtum*, wanneer 't maar ééne, *Dispaſtum*, wanneer het twee, *Triſpaſtum*, wanneer het drie, *Tetraſpaſtum*, wanneer het vier, *Pentaſpaſtum*, wanneer het vyf, en gemeenelyk *Polyſpaſtum*, wanneer het vele Schyven had.

Pl. XVII. Fig. 9. 75. Maar het Werktuig Pl. XVII. Fig. 9. is een ſamengeſteld Werktuig, omdat daarin de Katrollen op elkander werken, en de kragt van het Vermogen vergrooten in een grooter Evenredigheid dan naar het getal der Schyven in de andere gemelde Werktuigen, gelyk N. 41. Bladz. 144. bewezen is.

Pl. XIX. Fig. 1. 76. Pl. XIX. Fig. 1. verbeeldt een Werktuig, dat uit twee Windaſſen beſtaat, welker werking N. 47. Blad. 152. beſchreven, en welker kragt daar uitgerekend is.

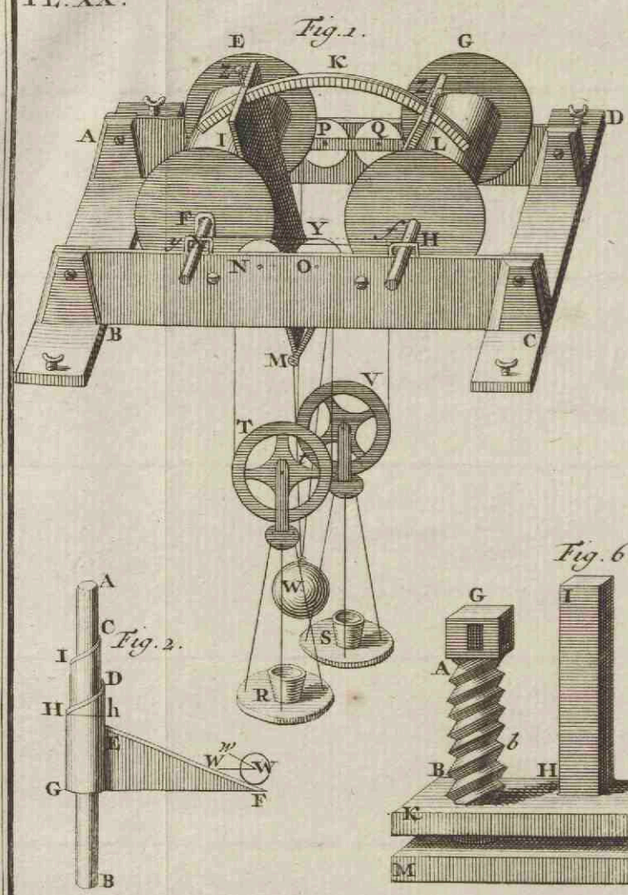
Pl. XX. Fig. 4 en 6. 77. Figuur 4 en 6 van Pl. XX. zyn ſamengeſtelde Werktuigen, omdat zulke groote Schroeven niet gedraaid konnen worden zonder Hefboomen, daar aan gevoegd. NB. *Men moet bedenken, dat een Hefboom of Hefboomen, wanneer ze een Spil omdraaijen (in welk geval ze* Hand-boomen *of* Spaken [of Sleutels] *genoemd worden) het werk doen van een Rad, dat een As omdraait, en dat ze om die reden tegelyk met de Spil, die ze draaijen, aangemerkt moeten worden als een* Wind-as.

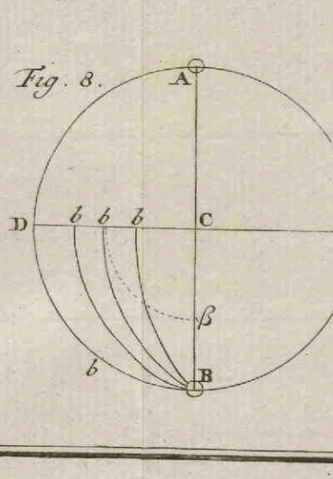
Dit blykt duidelyker, wanneer men zyne gedagten laat gaan over de beweging van de Krik (Pl. XI. Fig. 17).

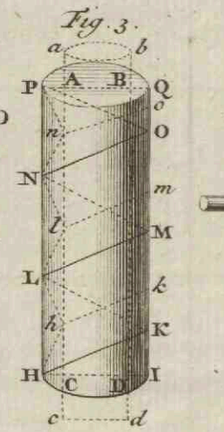
Pl. XI. Fig. 17. 78. Dewyl een Schroef, die zeerveel doet tot de kragt van een Vermogen, uit hoofde van hare kortheid het Gewigt maar tot een kleine hoogte opligt, en het Wind-as (om de redenen in deszelfs beſchryving N. 46. Bladz. 152. gegeven) ſchoon 't het Gewigt wel tot een groote hoogte of uit een groote diepte kan opligten, egter de kragt van het Vermogen niet veel vergroot; bewaart de ſamenvoeging van deze twee Werktuigen de voordeelen van elk van dezelven, en neemt hare gebreken weg. Dit geſchiedt door de Draden van de Schroef CD te doen vatten de ſcheuine of dwerſe Tanden van het Rad, gelyk *c*, en door het gedurig ronddraaijen van het Rad een groot Gewigt gelyk W op te ligten door middel van het touw, dat

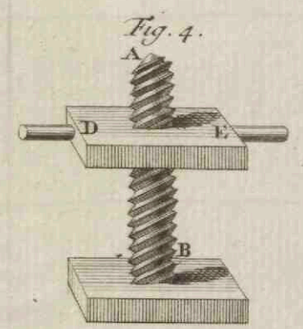
van

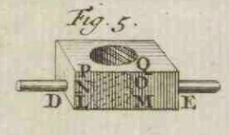
PL. XX.

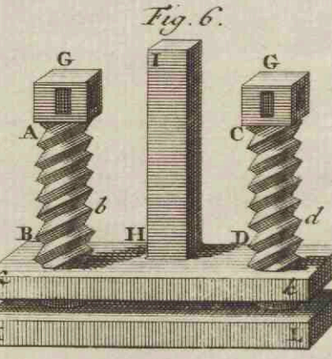

Fig. 1.
E
K
G
A
I
P
Q
L
D
F
Y
H
N
O
B
C
M
V
T
W
S
R


Fig. 2.
A
C
I
D
H
h
E
G
B
w
W
F


Fig. 3.
a
b
P
A
B
Q
o
O
n
N
m
l
M
L
k
h
K
H
C
D
I
c
d


Fig. 4.
A
D
E
B


Fig. 5.
D
E


Fig. 6.
G
I
G
A
C
b
B
H
D
d
K
M

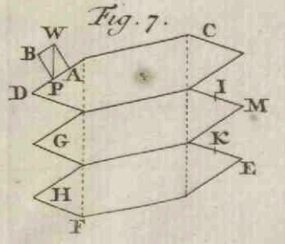
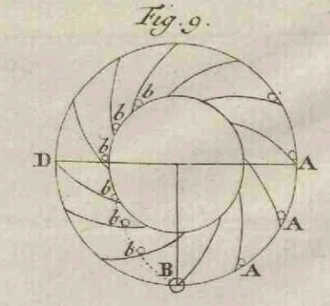
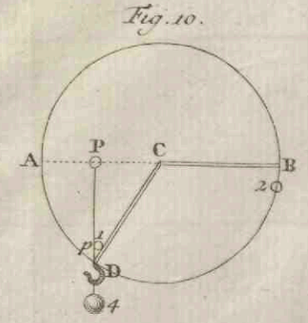

Fig. 7.
W
C
B
A
D
P
I
M
G
K
E
H
F

Fig. 8.
A
D
b
b
b
C
ꝏ
ß
b
B


Fig. 9.
b
D
A
B


Fig. 10.
A
P
C
B
2
p
D
4



van den As E F opgenomen wordt. Indien 'er aan den As E F een III. Les.
andere Schroef gevoegd wordt, gelyk in G H, om een tweede Rad L te draaijen, welkes As M, van genoegzame lengte zynde, inplaats van den As K O, het touw N opneemt, kan men een veel grooter Gewigt opligten. Op deze wys kan men ook een Werktuig van zeer groote kragt maken, om harde Metalen te boren door middel van Snytuigen, gevoegd aan 't end van den As M, of om andere Werkingen te doen, daar veel kragt toe vereiſt wordt.

79. Een Kraan is een Werktuig van zulk een algemeen gebruik, dat we niet konnen nalaten hare beſchryving hier te geven. Ze is van tweederlei ſoort. In de eerſte draait alleen de Wip op haren As, en in de tweede ſoort, een *Rotteſtaarts-Kraan* genoemd, draait de geheele Kraan met haren Laſt op een ſterken As.

80. De eerſte ſoort van Kraan wordt (Pl. XXI. Fig. 1.) afgebeeld, Pl. XXI. Fig. 1.
in Profiel te zien. L B E D is een Snê van dat gedeelte van een kaai, waarop ze gezet wordt, zynde L B de Waterpas-lyn. A C is een ſterke waterpas leggende balk, die het bovenſte deel van de Kraan uitmaakt, waarin gepend, of gevoegd zyn de drie ſtaande ſtukken X, Y, Z, waarvan het laatſte, het voornaamſte ſtuk [*the main Piece*] genoemd, ſterker is dan de anderen. Deszelfs Voeten I E, en deszelfs Zwiepingen H I, en *h* E zyn langer en ſterker dan de Zwiepingen en Voeten M N en D S van de twee andere ſtaande ſtukken, en genageld met yzer, daar de anderen alleen met hout gepend zyn. Wanneer de kaai, waarop de Kraan ſtaat, van geen ſteen-werk is, (gelyk hier wordt afgebeeld) moeten de drie Voeten al te ſamen in één ſtuk zyn, dat van D tot E reikt. Vier Karbelen, gelyk K, voegen de ſtaande ſtukken aan het waterpas ſtuk. Aan het gemelde waterpas ſtuk wordt met ſterke yzeren bouten vaſtgemaakt een kort ſtuk *p p*, dat een Bos [*Collar*] van Klok-ſpys heeft, om den yzeren As van den Standaard R F te houden, die een Wind-as is, welkes onderſte end van den As ook van yzer is, draaijende in een andere Klok-ſpyze Bos, die in het vaſte ſtuk hout F ingelaten is. Het Wind-as heeft inplaats van een Rad vier Spaken *e*, *f*, *d*, en een andere agter *d* die door deszelfs dikke gedeelte gaan, 't welk agtkant is, terwyl het boven-gedeelte rond is, om het touw op te nemen. Wanneer dit ſtuk met yzeren banden belegd is boven en beneden *d*, is 't beſt maar twee Spaken te gebruiken inplaats van vier, en dezelven

III. Les. zelven geheel door te ſteken, gelyk *e b*, en dat de Werkluiden aan elk van hare enden rond loopen volgens den Streek *b O e*, om het touw op te winden, en 't Gewigt, dat aan het end vaſt is, op te ligten. Deze ſtaande houten Spil met zyne Spaken, wordt de Kaapſtand van de Kraan genoemd, (dragende alle zulke Spillen den naam van Kaapſtanden, wanneer ze in een regtſtandigen Stand draaijen, gelyk die van Kaapſtanden op de ſchepen [NB. *De Kaapſtand t'ſcheep draagt by ons den naam van* Spil] en den naam van Windaſſen of Rollen, wanneer ze in een waterpas Stand draaijen, ſchoon ze beide tot hetzelfde oogmerk mogten dienen) en het touw R *r r*, dat eerſt over de Katrol of Rol T gaat, vervolgens tuſſen de Katrollen P en Q, en eindelyk over de Katrol r, heeft aan zyn end een dubbelen yzeren haak, een *Rams-kop* genoemd, waaraan de goederen, die opgekraand moeten worden, aangeſlagen worden. De Wip G V B is bewegelyk op haren As C B door middel van de yzeren Taatzen aan hare enden B en C; zoodat het Gewigt, wanneer 't hoog genoeg geligt is, met een touwtje, dat daaraan vaſt is, of aan het end van de Wip in *g*, van over het ſchip, of de ſloep, onderſteld zynde in 't water in W, gemakkelyk gebragt kan worden op een

Pl. XXI. Fig. 3. (15) In de 3de Figuur van de XXIſte Plaat verbeeldt C G *r g s* het bovenſte van de Wip met hare Katrol in *r* haar uiterſte end, en haar Middelpunt (of het bovenſte van haren As) in C. Men moet hier wel in opmerking nemen, dat het waterpas deel van het touw C *r* in dezelfde Vlakte is met de Middellyn van de Wip, of dat het touw C *r* evenwydig is met de Lyn C *r* (daar onder) in de Wip. Indien 't nu mogelyk was voor het touw evenwydig te blyven met de gemelde Lyn C *r*, in het midden van het bovenſte van de Wip, terwyl ze van tyd tot tyd naar de ſlinker zyde bewogen wordt in de Standen C 6, C 7, C 8, of naar de regter zyde in de Standen C 1, C 2, C 3, C 4, C 5, zouw de Leider of de man, die 't Lei-touw, dat aan het end digt by *g* vaſt is, trekt en ſtiert, het Gewigt overal heen op de kaai aan weerskanten van de Kraan brengen, zonder meêr arbeid dan die de Vryving van den As van de Wip overwinnen kan. Maar wanneer de Katrollen P en Q geplaatſt zyn in *p* en *q*, komt de middellyn van de Wip ſchielyker naar P en Q, dan het touw doet, 't welk om de Katrollen moetende buigen een Hoek maakt met de gemelde Lyn, by voorbeeld den Hoek *p 8 n* aan de ſlinker zyde, en *q 4 t* aan de regter zyde, welke Hoek grooter is naar mate dat de Wip meêr te rug getrokken wordt op de kaai naar de Kraan toe. 'T gevolg hiervan is, dat het Gewigt (in deze beweging van de Wip) geligt moet worden naar mate dat het touw verlengd wordt door 't buigen om de Katrol, of in de Evenredigheid van C *p 8* tot C 8 aan de ſlinker, en van C *q 4* tot C 4 aan de regter zyde. Indien dan de Overmaat [*Exceſſ*] van 't verlengde touw boven de lengte van de middellyn van 't bovenſte van de Wip, by voorbeeld een tiende van het geheel is, moet een man, die de Wip door

een kar of een ander rytuig op de kaai naar *w* aan de regter of ſlin- III. Les.
ker zyde van 't ſtuk Z. Daar is een ſoort van dak of houten loots A *a* Q over heen, om het touw voor den regen te behuizen, wanneer de Kraan niet gebruikt wordt, en waar onder men ook de Wip brengt naar Y.

De 2de Figuur vertoont de Afbeelding van het bovenſte gedeelte Pl. XXI. Fig. 2. van de Kraan, of gelyk men ze van boven zouw zien, alwaar men in aanmerking moet nemen den Stand der Katrollen P en Q, en van de plaats van 't Beweeg-punt van de Wip, die zyn moet in C, in een Lyn, die den Omtrek van beide de Katrollen raakt: want indien dat Beweeg-punt van de Wip in ééne Lyn was met het Middelpunt der Katrollen, zouw de Wip, wanneer ze geladen was, een groote kragt van doen hebben, om haar end *g* aan weerskanten over de kaai te brengen, en wanneer die kragt ophield te werken, zouw 't Gewigt met Wip met al te rug loopen, en ruſten over W. Zie dit met meer byzonderheden in de (15) *Aanteekening*, waarin de 3de Fig., die een gedeelte van de Kraan is, en verſcheiden Standen van de Wip en het touw, naar een grooter Schaal geteekend, beſchouwd worden.

Deze

door het Lei-touw uithoudt, in een Stand, die dat verſchil maakt, een tiende deel van het geheele Gewigt ophouden, *nam.* 224 ℔ in de *Ton*, altegroot een Gewigt voor een man, die de Wip dus bewegen moet. Dewyl nu deze kragt van het Gewigt van trap tot trap vergroot onder het omdraaijen van de Wip, bedriegt het den man, die het Lei-touw trekt, en dewyl hy 't Gewigt door een ſchielyken ruk aangehaald had, wordt hy dikwyls genoodzaakt het weêr te laten ſchieten, wanneer het boven zyne kragt komt, 't welk ſomtyds van gevaarlyk gevolg is zoo voor de laders of loſſers, als voor de goederen, die gekraand worden.

Om deze ongemakken voor te komen, hebben de Werkluiden de Katrollen in een verſchillenden Stand geplaatſt, *nam.*, in den Stand P, Q, zoodat in het draaijen van de Wip naar de regter zyde de Leider niets van 't Gewigt gevoelt; voordat de Wip voorby C 4 kome, en in 't bewegen naar de ſlinker zyde, voordat ze voorby C *c* kome. Maar dan komt 'er uit deze toeſtelling een ander ongemak, dat het omgekeerde is van 't eerſte; te weten dat het Gewigt zakt, en gevolgelyk de Wip overbrengt met een ſlag, die (indien onverwagt) ook kwaad kan doen. Omdat deze ongemakken in zware Gewigten de merkelykſte zyn, verzon Meeſter *Padmore* van *Briſtol*, die een Kraan maakte voor den Heer *Allen* (Poſtmeeſter van *Bath*) om ſteen uit een Steengroef te hyſſen, een aanvoeging van het Wind-as, dat dit gevaar en ongemak wegneemt. In Fig. 1. is *x* een Rad met Armen of Spa- Pl. XXI. ken, aan welkes As *x u* een Rondzel is in Fig. 1. *u*, 't welk de Tanden opneemt van een waterpas Kroon-rad [*contrate Whel*], gehegt aan den As van de Wip; waardoor één man, die uit de kinken ſtaat digt tegen het Rad, zulk een voordeel van Vermogen heeft door middel van de lange Spaken van het Rad, dat hy den As van

III. Les. Deze Kraan werkt zeer vaardig, wanneer 'er veel volk aan is, dewyl 'er altyd eenigen aan de Spaken moeten ſtaan, om te beletten, dat de Wip met veel gemak kan bewegen, niettegenſtaande de gemelde ongelykheden, en de Wip ook zonder moeite in allerlei ſtand houden.

Pl. XXI. Fig. 6. Dezelfde ſchrandere Kunſtenaar heeft een andere aanmerkelyke verbetering toegebragt aan een andere Kraan, die aan den waterkant ſtaat, waardoor de Heer *Allen* zyne ſteen neêrlaat in allerlei vaartuigen, die ze af komen halen.

De Kraan zelf is van geen ongemeene ſoort, maar een Rotteſtaarts-Kraan met een dubbeld Wind-as en twee Krikken, waardoor vier man zeergroote Gewigten konnen ligten, en de geheele Kraan dan ronddraaijende op haren Standerd, dezelve in allerlei Stand konnen vaſt zetten, en de Gewigten ſchielyk neêrlaten, in de boten of ſloepen, die digt aan de kaai komen, om ze in te nemen. Zie Pl. XXI. Fig. 4., alwaar ge zien kunt, dat ze verſchilt van die van Fig. 5., omdat de lange Hals van de Kraan hier van één ſtuk is, en 't Vermogen op een andere wys wordt aangevoegd. Maar deze Toeſtelling is niet nieuw. Ook is het geen nieuwe uitvinding de goederen met een Kraan neêr te laten, nadat ze 'er eerſt door opgeligt zyn, door het ſtyf drukken van een Cirkel-boog op een Rad, dat aan den voornaamſten As gehegt is, om het zakken te vertragen, en te beſtieren door een Vryving, die men naar welgevallen kan vergrooten of verminderen, gelyk in 't Vangen van de Windmolens geſchiedt. De Pal, die een Kraan of Kaapſtand belet weêr af te ſchieten, is ook van een gemeen gebruik; maar ik weet niet, dat ze iemand beide te gelyk aan ééne Kraan gevoegd heeft, op zulk een wys, dat de ééne van de andere af hangt, voordat Mr. *Padmore* het gedaan heeft, ſchoon velen het hebben nagedaan. Hierom zal ik een byzondere beſchryving van deze Praktyk geven, welker voorname oogmerk is de groote ongemakken voor te komen, die dikwyls geſchieden door de Onvoorzigtigheid van de Kraan-kinderen. De 6de Figuur van Pl. XXI. verbeeldt een ſtaande Snede van dat gedeelte van de Kraan, waaraan de gemelde Toeſtel gevoegd is.

A B is het groote Rad, welkes dikke As A, die op twee yzeren Halzen, gelyk *a*, beweegt, het touw opneemt, of weêr laat ſchieten, naardat het gedraaid wordt door de Krikken in C, vaſtgemaakt aan 't kleine Rad of Rondzel C, of toegelaten wordt andersom te draaijen door de zwaarte van het zakkende Gewigt, wanneer alle beletzelen weggenomen zyn. Aan den As van het Rondzel is het Palrad D *d*; welkes Tanden vervolgens aan opnemen de yzeren Pal *f* F (die bewegelyk is op een Bout in F aan den yzeren Standerd G, en wanneer het te pas komt, opgeligt kan worden door het ſtaande yzer H *b*) om het Gewigt het afſchieten te beletten, wanneer de Krikken losgelaten worden. Aan denzelfden As agter het Rad D *d* is een ander houten Rad E *p*, waarover de yzeren Vang O P *o* hangt met een Voor of Groef daarin, om op den Omtrek van 't gemelde Rad te ſluiten, om de beweging van het Rad te vertragen, te ſteuiten, of op eenige andere wys te beſtieren (en gevolgelyk ook de beweging van den As en 't Rondzel C, en van 't groote Rad en As A B, waarop het touw V A is) naardat ze meêr of min ſterk neêrgedrukt wordt, om een Vryving op het hout te maken, wanneer 't beweegt, nadat de Pal geligt is uit de Tanden van het Pal-rad. De Waterpas Hefboom K L beſtiert alle deze bewegingen op de volgende wys. Wanneer het touw Q *q* K, aan den gemelden Hefboom in K vaſtgemaakt, getrokken wordt, moet de Hefboom, om zyn Middelpunt M bewegende, door middel van een waterpas Pen, die in den Haak in zyne zyde in I geſlagen is, het ſtuk

dat het Gewigt niet weêr neêrſchiet, dat van een ſlegt gevolg kon zyn. Maar indien 'er inplaats van den Kaapſtand in O een yzeren Schroef III. Les.

ſtuk H*b* opligten, en gevolgelyk het Pal-rad loslaten door de Pal in *f* uit de Tanden te ligten. Dan zakt het Gewigt ſchielyk neêr, het Rad en 't Rondzel door zyne kragt omdraaijende; maar om het al te ſchielyk zakken voor te komen, wordt de Hefboom wat ſterker opgetrokken door den Leider, die het touw Q*q*K in de hand heeft, 't geen het andere end van den Hefboom L neêrbrengt, en gevolgelyk ook het yzer N, zoolaag, dat het den halfronden Ring [*of de Vang*] O P *o* ſterk doet drukken op het Rad E*p*, 't welk het niet deed, toen de Pal maar even uit het Pal-rad geligt was. NB. *Een ſterke Ruk ſteuit de geheele beweging, maar een zagter trekken beſtiert de zakking.* En indien de Leider zoo ſlof mogt zyn, dat hy het touw liet ſlippen, zal de Veer S *s*, welkes end *s* neêrgedrukt was door het end L van den Hefboom, hetzelve terſtond weêr opligten (door zyne Zy'-pen X) en den Hefboom weêr herſtellende in zynen vorigen waterpas Stand, zal de andere Zy'-pen I in den langen Arm M K van den Hefboom, door de ſleuf H, drukken op I, het onderſte end van het ſtaande ſtuk H*b*, en dus de Pal F*f* neêrbrengen in 't Pal-rad in *f*, terwyl het kromme ſtuk C P *o* met één opvliegt, en op 't houten Rad E*p* niet langer drukt.

Dus zal 'er uit hoofde van de Pal geen ongeluk uit de ſlofheid komen, en 't Gewigt zal met geene horten neêrſchieten, 't welk het gevolg geweeſt zouw zyn van de Pal, gebruikt zonder de Vang, omdat de Pal geheel uit den weg geruimd wordt, wanneer de Vang wordt neêrgebragt en aangevoegd, door het trekken aan het touw in Q. NB. T, *t* 1, *t* 2 *is een gedeelte van de ſtaande Snede van 't houtwerk van de Stelling.*

Om dit te verſtaanbaarder te maken, zullen we de 7de Figuur eens beſchouwen, alwaar we een waterpas Snede van de gemelde deelen hebben. T *t* T is een gedeelte van 't houtwerk van de Stelling. BB is het groote Rad, welkes As, die het touw opneemt, gemerkt is A A A, en welkes yzeren As door klok-ſpyzen Boſſen gaat in *a a*. C C is het kleine Rad of het Rondzel, welkes As is *c c*. D*d* is de Snede van het Pal-rad, dat van yzer gemaakt is. Tuſſen de geſtipte Lynen A*p* en E*i* wordt onderſteld het houten Rad aan den As van 't Rondzel (hier niet geteekend, om verwarring voor te komen, gelyk om dezelfde reden agtergelaten is de Vang, in de voorgaande Figuur geteekend O P *o*) de Voetſteun van welkes ſtaanden Stut verbeeld wordt door R, en 't end van 't ſtuk, dat ze, wanneer het te pas komt, neêrbrengt, wordt vertoond in N. K L is de waterpas Hefboom, welkes Middelpunt is in M, regtop bewegende, door het trekken aan het touw, dat 'er in K aan vaſtgemaakt is. I*i* is de eerſte Zy'-pen van den Hefboom, die in I gaat door het onderſte gedeelte van het ſtuk H, den Ligter van de Pal F*f*, reets beſchreven met zynen Stut G, aan welkes boven-end de Pal op een Bout beweegt. A*p* A is de tweede Zy'-pen van den Hefboom, welkes werk is te drukken op het end *s* van de gebogen Veêr S *s*, vaſtgemaakt aan 't onderſte van de Stelling aan 't verſte end S. Zoodat, wanneer het end K van den Hefboom opgetrokken wordt, het end L, 't welk neêrgedrukt wordt, weêr in zyne plaats geligt moet worden door de kragt van de Veêr, wanneer ze zigzelve herſtelt.

NB. *De gebogen gedaante van de Veêr, en de manier, waarop ze de Pen ligt, wordt beſt gezien in de voorgaande Figuur.*

Daar is een aardige toeſtelling by van een hellende Wagen-weg, van houtwerk, om de Steen van den Heer *Allen's* Steengroef af te brengen naar den Water-kant, byna een [*engelſe*] Myl ver, op wagens, die door hare eigen zwaarte de ſcheuinte Pl. XXI. Fig. 7.

III. Les. Schroef zonder end was, en een waterpas Rad en As (gemeenelyk een Schroef zonder end met een Rad [*Worm and Wheel*] genoemd) vaſtgemaakt aan het ſtuk X, dat ten dien einde zeêr ſterk gemaakt
Pl. XI. Fig. 17. was, of een Werktuig op de wys van Pl. XI. Fig. 17. alleen met een Rondzel inplaats van de Schroef in GH, terwyl de As EF kort is en de As M lang, om het touw op te nemen; zouw twee, en zelf ſomtyds één man op een gemakkelyke wys goederen uit een ſchip konnen loſſen; omdat het Werktuig door den Weêrſtand van de Schroef op de Tanden van het Rad het Gewigt op allerlei hoogte zouw ophouden, terwyl de Man de Krik los laat, om 't Gewigt
Pl. XXI. Fig. 1. door middel van 't Lei touw, vaſtgemaakt in *g*, (Pl. XXI. Fig. 1.) op de kaai over de Kar te brengen. En egter zouw het Gewigt zagtjes van zelf zakken, indien een man de Krik met een ſchielyken zet andersom draaide, dan hy doet in 't ligten, 't welk zeêr dienſtig is, in 't laden van de Kar. NB. *Dees ſchielyke zet aan de Krik doet op de Schroef, 't geen een Slag doet op de Wigge, om ze gang te geven* (N. 57). Dewyl deze laatſte ſoort van Kraan met een Schroef zonder end met een Rad de kragt van 't Vermogen zeerveel vergroot, behoef ik den Lezer niet in gedagten te brengen, dat 'er meêr tyd verdaan wordt in het ligten van 't Gewigt; omdat de Snelheid van 't Gewigt, vergeleken met die van de hand van den man, die de Krik draait, verminderen moet in een overhandſe Evenredigheid van de Kragtigheid [*Intenſity*] van het Gewigt tot de Kragtigheid van de Man zyn kragt (Les II. N. 9, 12 en 17), dewyl dit altyd plaats heeft zoowel in ſamengeſtelde als eenvoudige Werktuigen.

Pl. XXI. Fig. 5. 81. Plaat XXI. Fig. 5. verbeeldt de Rotteſtaarts-kraan, niet alleen gebruikelyk op een kaai, om zware goederen op te kranen, maar ook dienſtig in 't bouwen, om groote ſteenen te ligten, en ze in 't ronde te brengen op een plaats, die men begeert. Ze beſtaat uit de volgende deelen. Op den Kruis-voet LLLLLLLLL wordt onderſteund en vaſtgemaakt door middel van de Zwiepingen het ſterke ſtaande ſtuk K, de Hals [*Gudgeon*] [*of Standerd*] van de Kraan genoemd, om welker bovenſte deel of Spil S, met yzer belegd (en ſom-

van den door Kunſt gemaakten weg afgaan, gelyk de Kool-wagens by *Newkaſtel* doen. Maar dees Wagen-weg is geheel anders dan die van 't Noorden, dewyl elk deel tot verbetering veranderd is, en de wagens zelf zoo gemaakt zyn, dat ze veel

somtyds gants en al van yzer) het geheele Werktuig draait, en ge- III. Les.
makkelyk van C naar G bewogen wordt, wanneer het met zynen last H geladen is. CA is het Tegen-Rad of Tre-Rad, [*Counter-whel*] met zynen As DB, dat alleen draagt op de yzeren enden van dien As in twee regt op en neêr hangende stukken in B en *b*. *f* F is het Karbeel en de Ladder, welkes boven-end F de Katrol draagt, die boven het Gewigt is, terwyl de andere Katrollen zyn in de enden van de stukken M, N, E. De overige deelen zyn te duidelyk in de Teekening, dan dat ze verder verklaring noodig hebben. Het Vermogen wordt somtyds aangevoegd door middel van een touw om den buitensten Omtrek van het Rad A, maar meestal wordt het Rad gedraaid door mensen, een paard of een Ezel, die 'er in loopen. Somtyds wint men ook sterkte door het Tre-Rad met Tanden te maken, en aan deszelfs omtrek beweging te geven door middel van een Rondzel.

82. De 1ste Fig. van Pl. XXII. verbeeldt een Wind of Domme- Pl. XXII. Fig. 1.
kragt, dat een gemeen Werktuig is, om zware blokken of andere groote Gewigten te ligten; maar dewyl het Raderwerk is opgesloten in het sterke stuk hout CB, heb ik het niet ondienstig geoordeeld deszelfs binnen-kant in de 2de Fig. af te beelden, alwaar ge onder- Pl. XXII. Fig. 2.
stellen moet, dat 'er ontrent drie Tanden in een duim zyn. Indien de Krik dan zeven duim lang is, zullen vyf omdraaijingen daar van, dat is, vyfmaal 22 duim, of 110 duim, [*de lengte van de Krik, dat is, 7 duim, genomen voor een Middellyn van een Cirkel, en drie Middellynen tegen éénen Omtrek gerekend*] de Snelheid van 't Vermogen zyn, terwyl 't Gewigt, geligt door den Klaauw A, of neêrgedrukt door den Klaauw B éénen duim beweegt: want dewyl het Rondzel maar vier Bladen heeft, en het Rad Q twintig Tanden, zyn 'er vyf omdraaijingen van de Krik, die 'er aan gehegt is, noodig om het gemelde Rad eens rond te draaijen, welkes drie-bladig Rondzel R in die omdraaijing den Heugel net drie tanden of éénen duim bewegen zal. Dit zouw men ook konnen weten, buiten het gezigt, indien men maar wist het getal van de Tanden van 't Rad en de Rondzels, en dan afmat ééne omdraaijing van de Krik in

Fig.

veel meêr Gewigt konnen dragen zonder gevaar. *De beschryving van deze Toestelling, waarin de Heer* Allen *en zyne Werkluiden veel verstand en Edelmoedigheid getoond hebben, moet ik hier voorbygaan, en in een ander gedeelte van myn boek geven.*

III. Les. Fig. 1., en de ſpaatzie, die hy doorloopt, vergeleek by den weg, afgelegd door de enden A of B. Dus kan men in alle andere ſamengeſtelde Werktuigen hare kragt opmaken uit de vergelyking van de Snelheid van dat deel, waaraan 't Vermogen gevoegd is, met de Snelheid, die 't Gewigt beweegt, gelyk hier voor N. 32 en 47 aangetoond is. Somtyds is dit Werktuig van agteren open van onderen af tot byna aan het Rad Q, om de onderſte Klaauw (die in dat geval opwaarts ſtaat, gelyk in B) een Gewigt te doen optrekken. Wanneer het Gewigt hoog genoeg getrokken of geſtooten is, wordt het weêrhouden van neêr te ſchieten, door het end van den Haak S, die aan een Kram ſtaat, te hangen over den Bogt van de Krik in *b*. Alles moet aan dit Werktuig zeer ſterk zyn, en inzonderheid die deelen, die het Gewigt onmiddelyk houden; 't welk men ook in alle andere ſamengeſtelde Werktuigen wel in agt moet nemen.

83. Alle de eenvoudige Werktuigen worden te ſamen vereenigd in het Werktuig, Pl. XXII. Fig. 3. afgebeeld, 't welk gelykt naar onze gemeene hangende Spit-werken om vlees te braden. In een Stelling A B C D, vaſtgemaakt met een Moer *o* op den Standerd *o* O, en byééngehouden door de Stylen V W en B *q*, wordt voor eerſt gevoegd het ſtuk E F, welkes Vleugels [*Fans or Flies*] in beweging gebragt worden door den wind, of door het trekken aan een haair, dat in F vaſtgemaakt is, welk ſtuk E F den Hefboom en de Balans verbeeldt. Aan dit ſtuk wordt in den Winkelhaak gevoegd de regtſtandige Spil G H, die aan zig heeft de Schroef zonder end H, die men ook (volgens N. 63) als een Wigge kan aanmerken. Deze Schroef zonder end vat de ſcheuine Tanden van het Rad K, dat het Wind-as is, en, in 't omdraaijen, op zynen As opneemt het touw L M, dat om de Katrollen in M en N gaande, (of trekkende met een *Blok van vyven*) het Gewigt P ophaalt. Maar dewyl de Schroef geene voortgaande beweging op haren As heeft, kan ze hier niet gezegd worden een hellende Vlakte in zig te bevatten. Om dan dit Kunſt-tuig alle eenvoudige Werktuigen, tevoren gemeld, in zig te doen bevatten, kan men daar byvoegen de hellende Vlakte *r q* Q R, dezelve doende ruſten op den grond in Q R, en op den ſtyl *q* B in *q r*, en hierdoor zal de kragt van het Vermogen, trekkende in F, verder vergroot worden in de Reden van Q T tot T S (N. 49). De geheele kragt, die door dit Werktuig gewonnen wordt, kan men

Pl. XXII. Fig. 3.

PL. XXI.

Fig. 1.

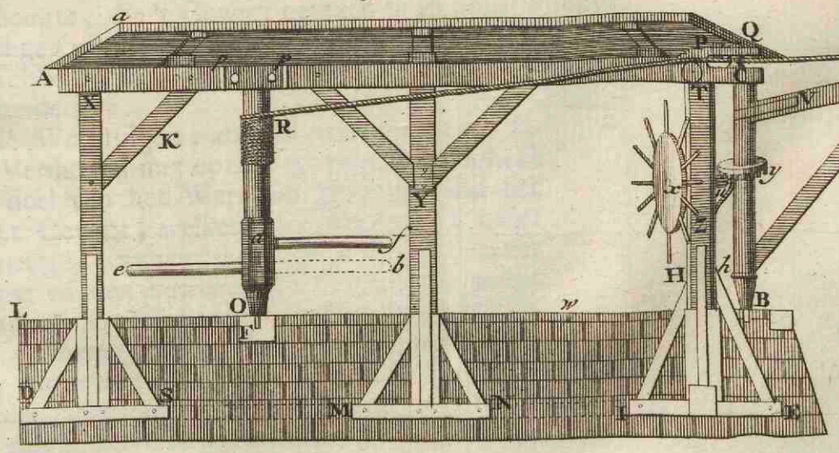


Fig. 2.

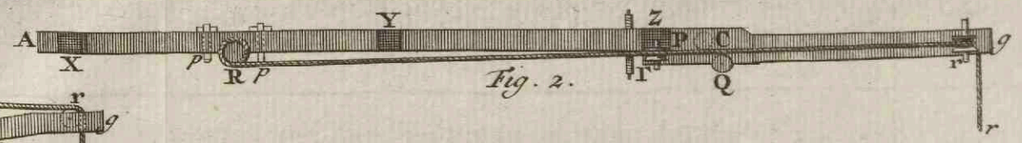


Fig. 3.

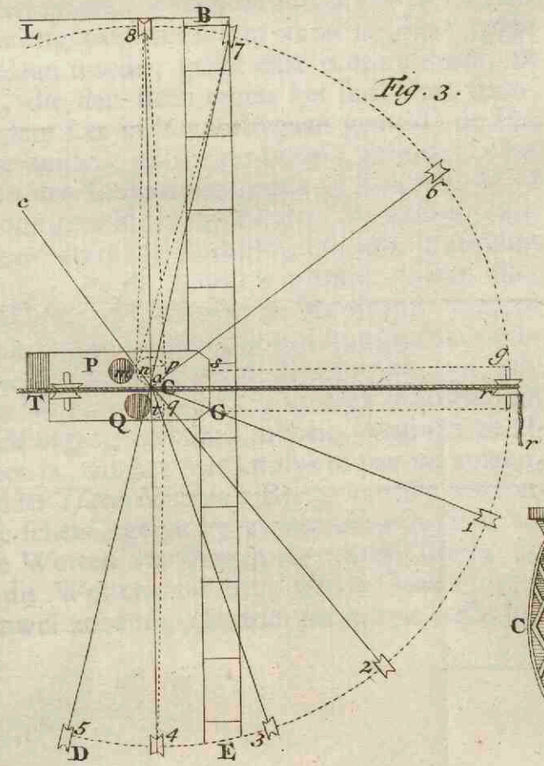


Fig. 4.

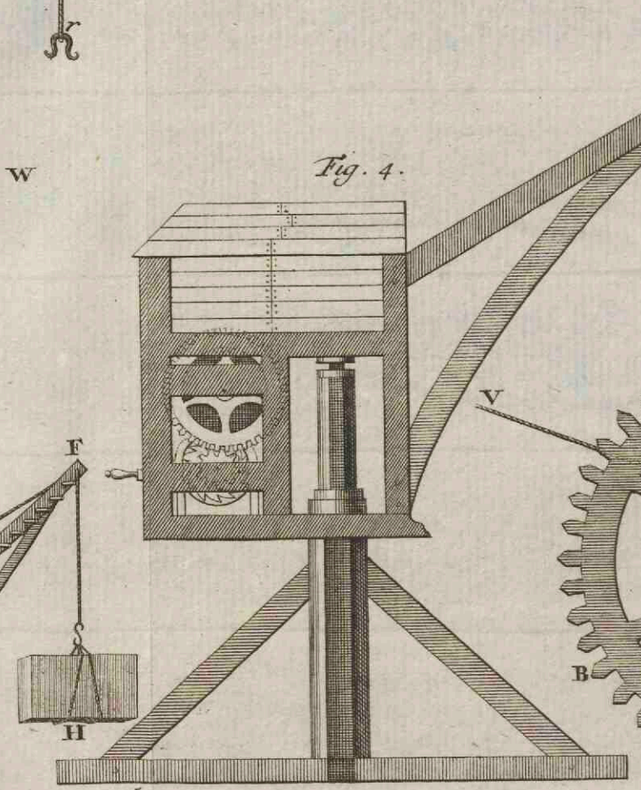


Fig. 5.

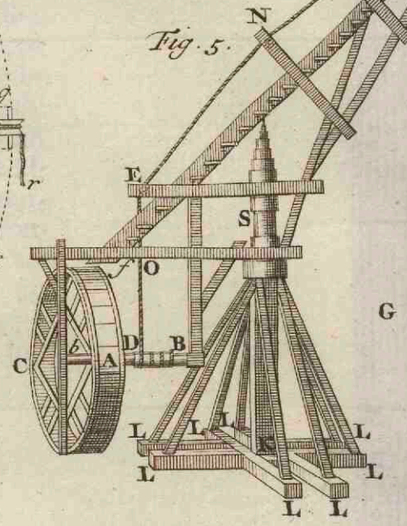


Fig. 6.

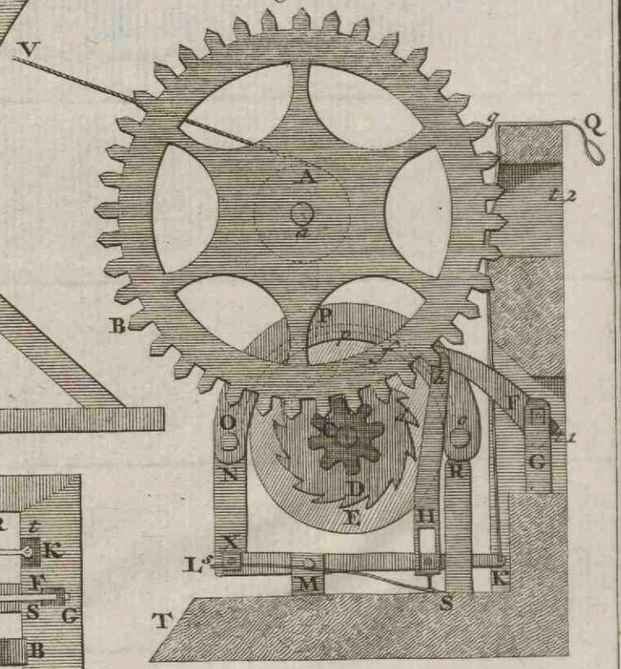
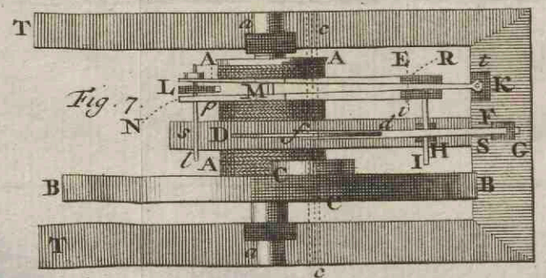
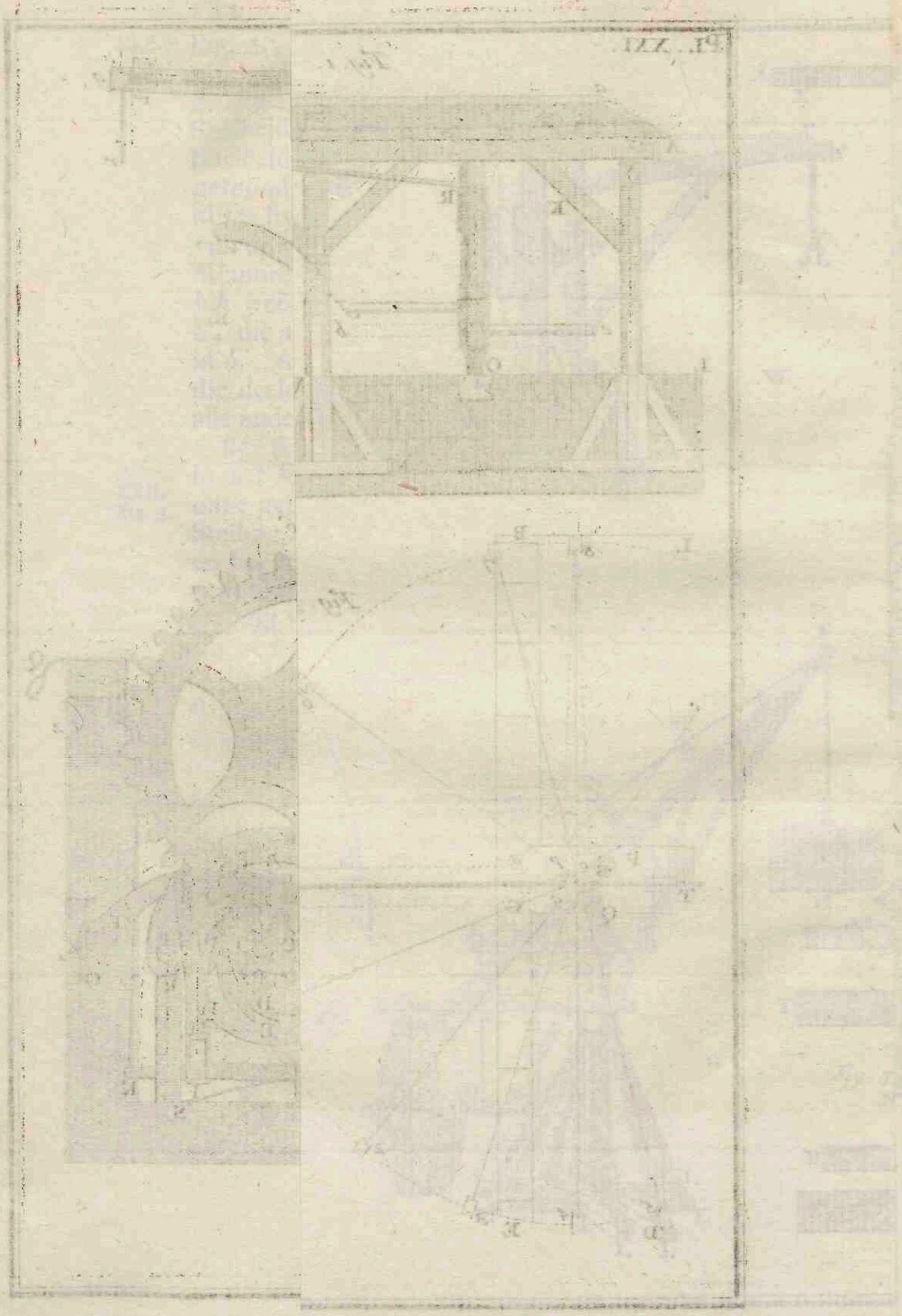


Fig. 7.





men vinden, wanneer men de ſpaatzie, die het punt F doorgeloopen III. Les.
heeft, vergelykt by de hoogte, die 't Gewigt gerezen is in een bepaald getal van omdraaijingen van F (N. 32, 47, 82). Honderd pond Gewigt in P kan gemakkelyk opgeligt worden door een haair van een menſen hoofd, trekkende in F.

84. In de voorgemelde Werktuigen, zoowel eenvoudige als ſamengeſtelde, wordt het Vermogen met opzigt op zyne Kragtigheid [*Intenſity*] zoo aan één deel van het Werktuig gevoegd, dat het onmiddelyk werkt op het Gewigt, welkes Weêrſtand al de kragt van het Vermogen vernietigt, wanneer men een Evenwigt maakt door het bewogen lighaam en den beweger een Snelheid te geven overhands evenredig aan hare Kragtigheden. En wanneer de Uitkomſt van 't Vermogen, vermeenigvuldigd door zyne Snelheid, den Uitkomſt van 't Gewigt, vermeenigvuldigd door zyne Snelheid, te boven gaat, wordt 'er niet meêr gantſe Kragt [*Momentum*] voor 't Vermogen overgelaten, dan hetzelve boven het Gewigt had (N. 14). Maar daar zyn andere Werktuigen, waarin de Kragt van 't Vermogen opgehoopt, en als ſamengepakt wordt, eer 'er in 't geheel eenige werking op 't Gewigt gedaan worde, gelyk daar is een Hamer, de Haan van een Snaphaan, die den ſteen tegen het ſtaal doet ſlaan, de Storm-ram (in een andere Les in 't voorbygaan gemeld) de Hei om palen in den grond te heijen, de Slinger-boom, gebruikt in het drukken, in het ſtempelen van Gedenkpenningen of gangbare Munt (in deze Les N. 68 ter loops gemeld) en de Slinger [*Pendulum*]; met één woord, alles, waarvan men zig bedient, om een ſchielyken Slag, of ſterken Aandrang te geven in één oogenblik; welke alle, ſchoon men ze tot een Uitrekening volgens de Meetkunſt brengen kan, waardoor men zig van hare uitwerkingen kan verzekeren, evenwel niet verklaard konnen worden volgens de Beginzelen, tot dusver voorgeſteld, waarom we hare overweging moeten uitſtellen, tot dat we die Wetten van Beweging verklaard hebben, waarvan ze afhangen. Ondertuſſen meen ik, dat het niet kwalyk te pas zal komen, hier op te geven den Ridder *Iſaac Newton's* Berigt van alle eenvoudige Werktuigen in éene ſchets, gelyk hy ze verklaard heeft in het tweede Gevolg op zyne Wetten van Beweging: want ſchoon die Verklaring afhange van die Wetten, die hier agter eerſt overwogen zullen worden, kan evenwel zooveel, als daarvan in zyn eerſte Gevolg

III. Les. volg begrepen is, voor bewezen gehouden zynde tot ons tegenwoordige oogmerk dienen.

Pl. XXII. Fig. 4. 85. *Indien 'er op een lighaam in* A (Pl. XXII. Fig. 4.) *twee kragten te gelyk werken, welker Kragtigheden* [Intenſities] *zyn gelyk de Lynen* A B *en* A C, *en welker Streken in deze Lynen zyn, zal het lighaam, waarop dus gewerkt wordt, beſchryven de Lyn* A D, *de Hoek-lyn* [Diagonal] *van den Raam, die voltooid* [*of tot een vollen Raam gemaakt wordt*] *door het trekken van de twee Lynen* C D *en* D B, *evengelyk en evenwydig met de twee eerſten, elk met de hare, en die Hoek-lyn zal door de vereenigde kragten beſchreven worden in den zelfden tyd, dat één van beide die kragten elk op zigzelve het lighaam zouw hebben doen bewegen door de Lyn* A B *of* A C. *En gelyk door ſamenvoeging* [Compoſition] *van kragten een lighaam bewegen zal in de Lyn* A D; *zoo kan op gelyke wys een lighaam, bewegende in de Lyn* A D, *ſchoon door de werking van één enkele kragt, aangemerkt worden, als of 'er op gewerkt werd door twee kragten, namenlyk, door de enkele kragt te ſcheiden* [reſolving] *in twee, gelyk* A C *en* A B.

Pl. XXII. Fig. 5. 86. Indien twee ongelyke Stralen O M en O N (Pl. XXII. Fig. 5.) getrokken uit het Middelpunt van eenig Rad, ophouden de Gewigten A en P aan de ſnoeren M A en N P; en men begerig is de kragten te weten van deze Gewigten, om het Rad te bewegen; moet men uit het Middelpunt O trekken de regte Lyn K O L, ontmoetende de Snoeren in den Winkelhaak in K en L, en uit het Middelpunt O met O L, den grootſten van de Afſtanden O K en O L, een Cirkel beſchryven, die het Snoer M A ontmoet in D; en, O D getrokken hebbende, A C evenwydig en D C in den Winkelhaak maken met gemelde O D. En dewyl het onverſchillig is, of de punten K, L, D van de Snoeren gehegt worden aan de Vlakte van het Rad of niet, zullen de Gewigten dezelfde uitwerking hebben, 't zy ze aan de punten K en L, of aan D en L worden opgehangen. Laat de geheele kragt van 't Gewigt A verbeeld worden door de Lyn AD, en laat ze geſcheiden worden in de Kragten A C en C D; van welke de kragt A C, omdat ze den Straal O D regtſtreeks van 't Middelpunt af trekt, geene uitwerking zal hebben, om het Rad te bewegen; maar de andere kragt D C, die den Straal D O in den Winkelhaak trekt, zal dezelfde uitwerking hebben, als of ze in den Winkelhaak trok den Straal O L, evengelyk aan O D; dat is, ze zal dezelfde

dezelfde uitwerking hebben als 't Gewigt P, indien dat Gewigt is tot het Gewigt A, gelyk de kragt DC is tot de kragt DA; dat is (omdat de Driehoeken ADC en DOK gelykvormig zyn) gelyk OK tot OD of OL. Daarom zullen de Gewigten A en P, die overhands zyn gelyk de Stralen OK en OL, die in dezelfde regte Lyn leggen, van evengroote kragt [*equivalent*] zyn, en dus in Evenwigt blyven, 't welk de welbekende eigenſchap is van de Balans, den Hefboom en het Rad. Indien één van beide de Gewigten grooter is dan in deze Reden, zal deszelfs kragt om het Rad te bewegen zooveel grooter zyn. Indien 't Gewigt *p*, evengelyk aan 't Gewigt P; ten deele opgehangen wordt aan het Snoer N*p*, ten deele opgehouden wordt door de ſcheuine Vlakte *p*G; trek dan *p*H, NH, de eerſte in 't Lood op 't Waterpas, de laatſte in 't Lood op de Vlakte *p*G; en, indien de kragt van 't Gewigt *p*, neêrwaarts ſtrekkende, verbeeld wordt door de Lyn *p*H, kan ze geſcheiden worden in de kragten *p*N, HN. Indien 'er eenige Vlakte was in den Haak op het ſnoer *p*N, die de andere Vlakte *p*G ſneed in een Lyn, evenwydig met het Waterpas, en het Gewigt *p* onderſteund werd alleen door deze twee Vlaktens *p*Q, *p*G; zouw het deze Vlaktens drukken in den Haak met de kragten *p*N, HN; namenlyk de Vlakte *p*Q met de kragt *p*N, en de Vlakte *p*G met de kragt HN. En daarom, indien de Vlakte *p*Q weggenomen was, zoodat het Gewigt het ſnoer ſtrek kon halen, omdat het ſnoer, dat nu het Gewigt ophoudt, de plaats vervult van de Vlakte, die weggenomen is, zal men de kragt van dat Gewigt hebben, wanneer men het aanmerkt als dezelfde kragt *p*N, die te voren op de Vlakte drukte. Derhalven zal de ſpanning van dit ſcheuine ſnoer *p*N tot die van het andere in 't Lood hangende ſnoer *p*H wezen gelyk *p*N tot *p*H. En derhalven, indien 't Gewigt *p* is tot het Gewigt A in een Reden, die ſamengeſteld wordt uit de overhandſe Reden van de kleinſte Afſtanden der ſnoeren *p*N, AM uit het Middelpunt van 't Rad, en uit de regte [*direct*] Reden van *p*H tot *p*N, zullen de gewigten dezelfde uitwerking hebben, om het Rad te bewegen, en zullen daarom elkander ophouden, gelyk een ygelyk, die 'er de proef van neemt, bevinden zal. III. Les.

Maar het gewigt *p*, drukkende op deze twee ſcheuine Vlaktens, kan men aanmerken als een Wigge tuſſen de twee binnenſte Opper-

III. Les. vlaktens van een lighaam, dat 'er door geſpleten wordt; en hieruit kan men de kragt van de Wigge en den Hamer bepalen: omdat de kragt, waarmê de Wigge de Vlakte *p*Q drukt, tot de kragt is, waarmê dezelve, 't zy door hare eigen zwaarte, 't zy door den ſlag van den Hamer gedreven wordt volgens den Streek van de Lyn *p*H tegen beide de Vlaktens, is gelyk *p*N tot *p*H; en tot de kragt, waarmê ze de andere Vlakte *p*G drukt, gelyk *p*N tot NH. En dus kan men ook de kragt van de Schroef afleiden uit gelyke ſcheiding van kragten, dewyl ze niets anders is dan een Wigge, aangezet door de kragt van een Hefboom. Derhalven ſtrekt het gebruik van dit Gevolg zig wyd en zyd uit, en door die wyduitgeſtrektheid wordt de Waarheid te meêr beveſtigd: want van het gezegde hangt de geheele Wetenſchap van de Tuig-kunde af, die van de Schryvers verſcheidenlyk bewezen is. Want hieruit kan men gemakkelyk afleiden de kragten van Werktuigen, die ſamengeſteld zyn uit Raderen, Katrollen, Hefboomen, ſnoeren of touwen en Gewigten, regtſtreeks of ſcheuinelyk ryzende, en andere eenvoudige Werktuigen, gelyk ook de kragt van de Pezen of Trekkers, om de beenen van dieren te bewegen.

IV. LES.

PL. XXII.

Fig. 1.

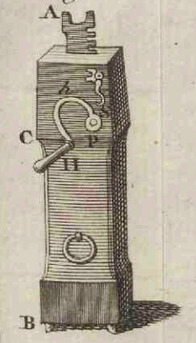


Fig. 2.

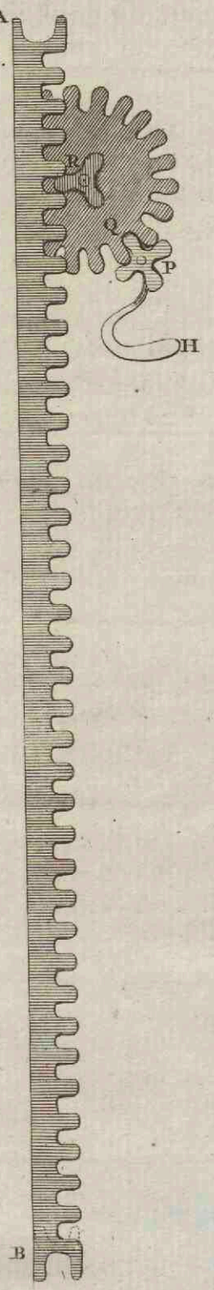


Fig. 3.

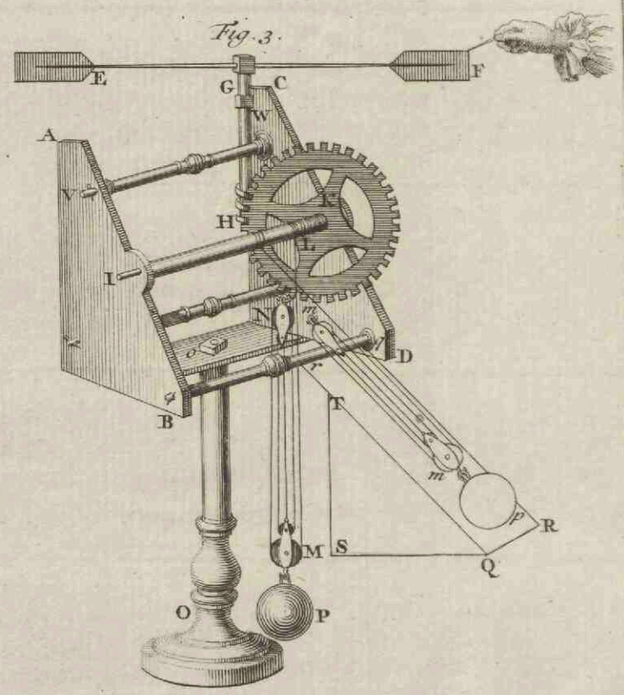


Fig. 4.

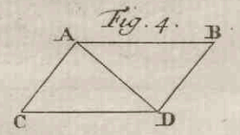
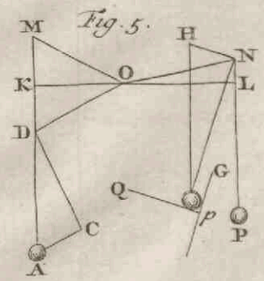
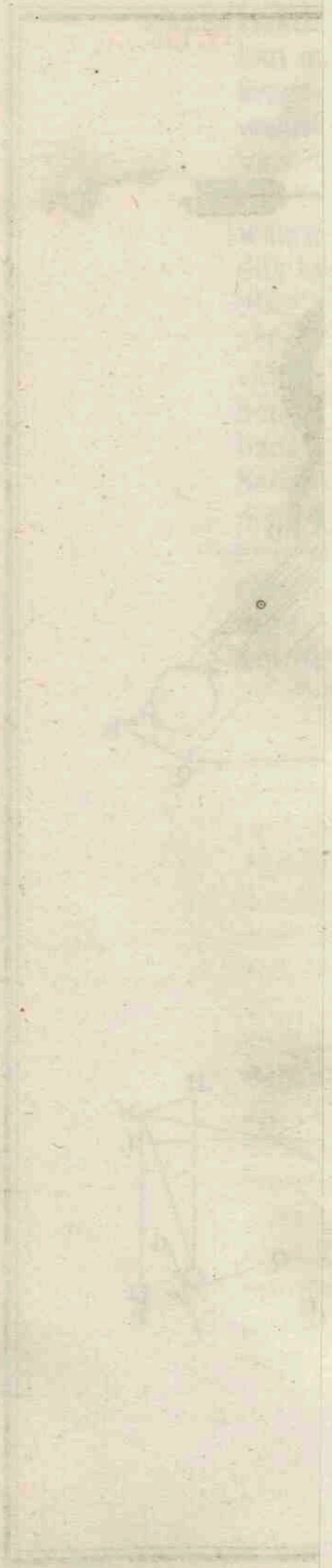


Fig. 5.





IV. LES.

OVER DE VRYVING IN WERKTUIGEN.

'T geen ik tot dusver in de drie eerſte Leſſen en in de Aanteekeningen op dezelven gezegd heb kan tot genoegzame verklaring ſtrekken van de Gronden van de kennis van de Werktuigen, en is genoeg, om volk aan 't werk te helpen, dat geeſt heeft, om Kunſten te oeffenen; maar dewyl ze groote Misſlagen begaan konnen, indien ze geene goede aftrekking maken voor de Vryving, en niet weten te vinden, wat dezelve ten naaſten by zy in Werktuigen, die reets gemaakt zyn, of die zy voorhebben te maken, heb ik het dienſtig geoordeeld hier een Les te geven over 't geen ik heb konnen ontdekken wegens de natuur van de Vryving, door 't lezen van alle berigten, die ik daar ontrent heb konnen vinden, door het herhalen van vele Proeven, die te voren al genomen waren, om hare omſtandigheden te beter te overwegen, en te weten, of de berigten waaragtig waren, als mede door zelf vele nieuwe Proeven te nemen.

Schoon 'er zoovele omſtandigheden zyn in de Vryving van lighamen, dat dezelfde Proef niet altyd eveneens gelukt met dezelfde lighamen, en men om die reden daar niet gemakkelyk een wiskunſtige Stelling of Beſchouwing [Theory] *van maken kan, kan men evenwel een Beſchouwing, die genoegzaam is, om 'er ons in de Praktyk naar te rigten, afleiden uit een groot getal Ondervindingen, wanneer men tuſſen de uiterſtens altyd den middelweg houdt.*

Vooreerſt dan heeft men waargenomen, dat hout, yzer, geel en rood koper en lood, wanneer ze met vet of oly geſmeerd zyn (gelyk men in Werktuigen doet) ten naaſten by dezelfde Vryving hebben, waarom dezelfde Regel voor alle deze Zelfſtandigheden kan dienen. Want, ſchoon iemand zig in den eerſten opſlag zouw verbeelden, dat Metalen gemakkelyker over elkander zouden glyen, omdat men ze gladder kan maken, en beter polyſten, heeft men evenwel door de Ondervinding geleerd, dat de platte Oppervlaktens van Metalen, of andere lighamen, zoover gepolyſt konnen wor-

V. Les. worden, dat ze de Vryving vergrooten, 't welk een Wonderſpreuk in de Beweegkunde is; maar men zal de reden wel haaſt begrypen, wanneer men bedenkt, dat de Aantrekking van ſamenhang merkelyk wordt, wanneer men de Oppervlaktens van lighamen nader en nader tot het aanraken brengt. Dit ziet men zeer duidelyk, wanneer men glazen Platen over elkander ſchuift of trekt, daar meêr kragt toe vereiſt wordt, dan dat ze van hout waren, en dit heeft ook plaats in Metalen: want ſchoon de perſing van de lugt ſomtyds onder deze Verſchynzelen ſpele, overtreft de Aantrekking van Samenhang dezelve zoover, dat we geen agt behoeven te geven op die drukking in de werking van de deelen van Werktuigen op elkander. Het is wel waar, dat twee marmeren Platen aan elkander kleven door de perſing van de buiten-lugt, wanneer ze vers geolyd zynde, om de lugt van tuſſen beide uit te ſluiten, op elkander gevreven zyn, en dat ze, in 't Onvangglas van de Lugt-pomp opgehangen, van één vallen, zoohaaſt de lugt uit het glas gepompt is; maar, wanneer ze zeer glad gemaakt zyn, zullen ze nog ſterk ſamenhangen, zelf nadat de perſing van de lugt door de Pomp geheel weggenomen is. Ik heb de platte Oppervlaktens van twee kriſtallyne Knoopjes op elkander gevoegd, zonder ze nat te maken of te olyen, en ze hingen zoo ſterk aan één, dat ze 19 Oncen *Trois* hielden, eer ze los gingen, en hare Aanraking was niet grooter dan een Cirkel van een 12de duim over 't Kruis, in welk geval de perſing van de lugt niet grooter zyn kon dan 't gewigt van één Once; omdat een Lugt-kolom, welker cirkelſe Voetſteun een 12de van een duim over 't Kruis is, niet meêr weegt. In Metalen is hetzelfde klaarblykelyk, maar wel voornamenlyk in lood: want twee looden ballen elk van ontrent één of twee pond, met een mes glad geſneden, en digt op elkander gevoegd, dat ze elkander raken in een Oppervlakte van ontrent $\frac{1}{10}$ duim over 't Kruis, zullen zoo aan één kleven, dat ze niet geſcheiden worden dan door een gewigt van 40 of 50 pond, ſchoon de perſing van de lugt in dat geval geen vierde

(1) Daar zyn gevallen, waarin de Vryving geen derde deel kan halen van 't gewigt van 't lighaam, dat vryft; maar dewyl ze het in de meeſte gevallen doet, heb ik deze Evenredigheid verkozen als een Grondſlag voor de uitrekening van de Vryving van een Werktuig, dat uit vele deelen beſtaat, eer we het gereed maken, inzonderheid met opzigt op de Handwerken, omdat de ſlyting van de deelen

vierde van een pond kan halen. Zie de Philoſ. Transact. N. 389. IV. Les.
Maar om weêr te keeren tot onze Ondervindingen wegens de Vryving.

I. ONDERVINDING.

C*b* (Pl. XXIII. Fig. 1.) is een ſtuk hout, éénen duim dik, vier duim breed, en zes duim lang, met een haakje van voren, en wegende 6 oncen. Indien het voortgetrokken wordt op een waterpas Vlakte, verbeeld door de Lyn AB, over de Katrol P, door middel van den Draad HW, zal het gewigt W, evengelyk aan twee Oncen en zooveel meêr als noodig is, om de Vryving van de Katrol te overwinnen, hetzelve voorttrekken, 't zy het glye op zyn grootſte Oppervlakte of op zyn plat, gelyk in *c*, 't zy op zyn kant, gelyk in K, ſchoon 'er in 't laatſte geval maar een vierde deel van de Oppervlakte van 't eerſte geval rakende zy. Hieruit blykt, dat *de Vryving evengelyk is aan ontrent een derde van 't gewigt* (1), *en dat ze ontſtaat uit het gewigt, dat de deelen ſamendrukt, en niet uit het getal van deelen die raken:* want hetzy men de deelen van de Oppervlakte aanmerke als Veren, die gebogen moeten worden, 't zy als heuveltjes, waarover het getrokken lighaam geligt moet worden, blykt duidelyk, dat de moeijelykheid dezelfde zal zyn, of de Oppervlakte grooter of kleiner is, mits zy gedrukt worde in een overhandſe Evenredigheid van hare grootte: want ſchoon de Voetſteun van *c* viermaal breeder zy dan de Voetſteun van K, wordt evenwel elke duim daarvan in de breette maar gedrukt door éénen duim hout in de dikte; daar de Oppervlakte, waarop het ruſt in den ſtand K, die viermaal ſmaller is, gedrukt worde door de dikte van vier duim hout. De Vryving, of verhindering, om het lighaam langs de Lyn AB te trekken, ontſtaat derhalven niet uit het getal der deelen, die raken, maar uit de drukking van de rakende Oppervlakte, gelyk nog duidelyker blykt uit de volgende Pl. XXIII. Fig. 1.

II. ONDERVINDING.

Laat de Katrol π (over welke het gewigt *w* (= W) het ſtuk K voort- Pl. XXIII. Fig. 1.

deelen van Werktuigen met 'er tyd hare gedaante veranderen, en de Vryving vergrooten. En 't is beter in de Praktyk de Vryving minder te vinden dan in de Beſchouwing, ſchoon dat nog zelden gebeure, wanneer men ze op een derde van 't gewigt gerekend heeft.

IV. Les. voorttrok, toen ze opgeligt was tot het Waterpas van *m*, den haak van K, boven A B) neêrgebragt worden tot het zelfde Waterpas met P, dan zal $W = W$ het ſtuk K niet voorttrekken zonder behulp van 't bygevoegde gewigtje *q*; omdat de trekking, die volgens den ſcheuinen Streek *mp* geſchiedt, K ſterker doet drukken tegen de waterpas Vlakte, dan wanneer de trekking geſchiedt volgens den Streek $m\pi$; maar indien de haak vaſtgemaakt wordt in *n*, waardoor de Streek-lyn evenwydig wordt met de Vlakte A B, zal het gewigt *W*, zonder behulp van *q*, K voorttrekken, gelyk W het ſtuk *c* deed.

III. ONDERVINDING.

Pl. XXIII. Fig. 2. Laat op de tafel of waterpas Vlakte T M N O (Pl. XXIII. Fig. 2.) een cirkelſe Vlakte of Plaat van ontrent twee voet over 't Kruis bewegen, zoo op een Pen dragende om het Middelpunt C, dat ze de eerſte Vlakte niet raakt. Laat dan een koperen of looden Plaat, gelyk A, B of D, zoo gelegd worden tuſſen de cirkelſe Vlakte en de tafel, dat ze op de tafel drukt met al haar gewigt, en ter zelfder tyd (door middel van een Pen, die uit haar midden komt) rond gevoerd worden met de cirkelſe Plaat onder het punt A, B of D. Indien dan het gewigt van de Plaat A evengelyk is aan 30 ℔, zal een kragt evengelyk aan 10 ℔ de Plaat rond trekken, te weten indien ze trekt volgens den Streek A T, wanneer de gemelde Plaat legt in A of D; maar indien 't Vermogen trekt volgens de Lyn B *t* of E τ, Raaklyn van den kleinen Cirkel B E, zal 'er 20 ℔ vereiſt worden, om A rond te trekken. Eindelyk indien 't Vermogen trekt van A naar T volgens de Raak-lyn van den grooten Cirkel A *t* τ D, terwyl de Plaat legt in B, zal een kragt, die maar evengelyk is aan 5 ℔, de Plaat rond bewegen.

Dit toont, dat de Vryving vergroot, wanneer de vryvende deelen ſchielyker bewegen, en vermindert, wanneer ze langzamer bewegen, dan 't Vermogen. Derhalven mag men zeggen, dat de *Weêrſtanden, die uit de Vryving ontſtaan, tot elkander zyn in een Reden, die ſamengeſteld wordt uit de drukkingen van de vryvende deelen, en de tyden of Snelheden van hare bewegingen.*

Wanneer een glad lighaam gelegd wordt op een hellende Vlakte, moeſt het volgens de Wetten van de Beweegkunde daar niet op ruſten,

ruſten, maar neêrglyen. Maar dewyl de Vryving evengelyk is aan een derde van 't Gewigt, gelyk we reets bewezen hebben, zal het lighaam K (PL. XXIII. Fig. 3.) gelegd op de hellende Vlakte AB niet neêrglyen, voordat de Lood-lyn AC een derde deel zy van de lengte van de Vlakte AB; omdat de Neiging van het lighaam neêrwaarts in een Lyn, evenwydig met AB, dan evengelyk is aan $\frac{1}{3}$ van 't Gewigt van 't lighaam. IV. Les. PL. XXIII. Fig. 3.

Hieruit blykt, hoe noodzakelyk het zy, dat men in 't maken en gebruiken van Werktuigen agtgeeft op de Vryving. By voorbeeld men moet een balk AB (PL. XXIII. Fig. 4.) leggende op den ryzenden grond D*c* door een Vermogen in P trekken volgens den Streek AP, evenwydig met D*c*. Wanneer A*a*, de hoogte van de Vlakte boven de Waterpas-lyn H*b* een dertigſte is van A*c*, zouw een Vermogen evengelyk aan iets meêr dan $\frac{1}{30}$ van 't Gewigt in ſtaat zyn, om hetzelve voort te trekken volgens de Wetten van de Beweegkunde, de Vryving buiten geſteld; en derhalven zouw iets meêr dan 100 ℔ een balk van 3000 ℔ voorttrekken langs de Vlakte A*c*; maar dewyl de Vryving evengelyk is aan $\frac{1}{3}$ van 't Gewigt, moet men een Vermogen hebben evengelyk aan 100 ℔ + 1000 ℔, eer men den balk voort kan trekken, indien de Vlakte zoo glad is als een marmeren vloer. Maar langs den grond, alwaar de gladſte aarde nog oneffen is, is 'er nog veel kragt vannooden. De Heer *Amontons*, Lid van de Koninklyke Akademie te *Parys*, heeft gevonden, dat niet minder dan een Vermogen van 2250 ℔ genoegzaam was, om zulk een balk op een heuvel te trekken, die op de bovengemelde wys rees. PL. XXIII. Fig. 4.

IV. ONDERVINDING.

Laat AB (PL. XXIII. Fig. 5.) een houten Rol van een duim over 't Kruis, glad en wel gepolyſt, vryelyk draaijen op twee Ruſten S, s, ook glad, wel gepolyſt en geſmeerd. Hang dan aan elk end van een zyden draad of ſnoer, gehaald over de gemelde Rol, of 'er twee of driemalen omgewonden (want dat maakt geene verandering, indien de draden van het ſnoer elkander niet raken) een gewigt van 9 ℔, welke gewigten elkander in Evenwigt zullen houden. Voeg dan by het 9 ℔ gewigt P, dat we hier voor een Vermogen zullen nemen, verſcheiden gewigten, om net te vinden, hoeveel byvoeging het moet hebPL. XXIII. Fig. 5.

IV. Les. hebben, om 't Gewigt W op te ligten, 't welk ook maar een 9 ℔ gewigt is, en dat Gewigt zal niet opgeligt worden door het draaijen van de Rol, voordat P met alle de gewigten, die 'er bygevoegd worden, te ſamen 18 ℔ uitmaken Dit komt overéén met het geen bewezen is door de eerſte Ondervinding van deze Les. Want dewyl het geheele gewigt, dat de Rol drukt op hare Ruſten is W + P of 18 ℔, moet 'er 6 ℔ by P gedaan worden, om die Vryving te overwinnen; maar dat bygevoegde gewigt voegt 'er ook een Vryving by van 2 ℔ het derde deel van deszelfs drukking, om welke Vryving te overwinnen 'er 2 ℔ bygedaan moet worden, welkes Vryving ook $\frac{2}{3}$ ℔ vereiſt, en zoovoort in een Schakel [*Series*] van Gebrokens, gelyk $\frac{2}{9} + \frac{2}{27} + \frac{2}{81}$ *enz.* Dewyl nu de Vryving van de Rol zelf niet in agt genomen is, is het beſte middel, om voor hare Vryving te rekenen, indien ze niet zeer zwaar is, het Vermogen in eens weg te verdubbelen, gelyk Fig. 7. te zien is, alwaar A de Snede van gemelde Rol verbeeldt.

Pl. XXIII. Fig. 6. Indien de Rol Halzen had of een kleinen As, gelyk die in de 6de Fig. wordt afgebeeld, zal ze zooveel gemakkelyker op hare Ruſten bewegen, als de Middellyn van den As in G en *g* kleiner is dan de Middellyn van de Rol *ab*; gelyk hier 't gewigt, by *p* te voegen, maar $1\frac{1}{2}$ ℔ behoeft te wezen, wanneer de Middellyn van den As maar $\frac{1}{6}$ duim is; omdat de vryvende deelen dan in die Evenredigheid langzamer bewegen dan 't Vermogen, overeenkomſtig met het geen

Pl. XXIII. Fig. 7. bewezen is door de derde Ondervinding van deze Les. De 7de Fig. verbeeldt de Snede van de Rol in A en van haren As in *g*.

Hieruit kan men leeren, het onderſcheid in 't gebruiken van Sleen en Karren, om zware goederen te trekken. Indien de grond volmaakt effen was, gelyk een marmeren vloer, zouw 'er een derde van 't gewigt van de Slê en van hare vragt noodig zyn, om ze voort te trekken (2) maar dewyl zulk een Vlakte in de Praktyk niet gebruikelyk is (en indien men ze kon hebben geen paard op zulk een plaveizel wel zouw konnen trekken) moet men zig altyd bedienen van

(2) In de Tafel van de Vryvingen van Sleên, (die een weinig verder volgt) opgemaakt uit de Proeven van den Heer *Camus*, met kleine Modéllen genomen, zyn 'er meêr gevallen, waarin de Vryving minder, dan waarin ze meêr is dan een derde van 't Gewigt; maar men moet bedenken, dat in alle zyne Proeven de Slê in

van een Vermogen, grooter dan $\frac{1}{3}$ van 't Gewigt. Maar wat de Kar belangt, indien het Rad zes voet hoog, en 't gat in de Naaf voor het end van den As vier duim is, zal de Vryving 18 maal minder zyn. Derhalven zal een Vermogen, evengelyk aan $\frac{1}{54}$ deel van 't Gewigt, in ſtaat zyn, om ze op een waterpas Vlakte voort te trekken, omdat $\frac{1}{18}$ deel van $\frac{1}{3}$ is $= \frac{1}{54}$. Van Sleên behoort men zig dan maar te bedienen, daar de ſtraten te naauw zyn voor Karren, en wanneer de goederen in kleine perceelen dikwyls op en af genomen moeten worden; 't welk wel tot gemak van de menſen ſtrekt, maar de paarden moeten te harder werken. Dit toont ook, dat hooge Wielen aan wagens beter zyn dan lage, omdat ze minder Vryving hebben, behalven 't voordeel in 't bewegen, dat we op een andere plaats overwogen hebben; ſchoon het niet altyd dienſtig zy zig daarvan te bedienen. By voorbeeld aan Bier-karren zouden hooge Wielen hinderlyk zyn, om de noodzakelykheid van het dikwyls laden en loſſen. IV. Les.

Om dit alles tot de Praktyk over te brengen, zoo neem de volgende Regels, om de geheele Vryving van Werktuigen uit te rekenen.

I. REGEL.

Begin in 't onderzoeken van alle de Vryvingen met die, die 't naaſt aan het bewegende Vermogen is.

II. REGEL.

Om de eerſte Vryving te vinden zoo beſchouw de ſpaatziën in den zelfden tyd doorgeloopen door 't Vermogen en door de vryvende deelen, en neem dan vervolgens een evenredig gedeelte van $\frac{2}{3}$ van 't Vermogen. By voorbeeld in evengelyke Snelheden van 't Vermogen en de vryvende deelen, is de Vryving $\frac{1}{3}$ van de drukking, die gemaakt wordt niet alleen door 't Vermogen, maar ook door den Weêrſtand,

in beweging is; maar, gelyk ik ook in myne voorgaande Aanteekening zei, ik heb liever willen blyven by de Evenredigheid van één derde, om de toevallen, als het beginnen te trekken, wanneer ze ruſt, het ontmoeten van heuvels en oneffenheden op de ſtraten *enz.*

V. Les. ſtand, die daar evengelyk aan is, en gevolgelyk moet het derde gedeelte van de geheele drukking evengelyk zyn aan twee derde van 't Vermogen.

III. REGEL.

'T Vermogen, onbekend zynde, moet eerſt gevonden worden door het kennen van de Snelheid van 't Gewigt, en daaruit die van 't Vermogen af te leiden door Regels van de Beweeg-kunde. De Vryving dan door 't geen hier aangewezen is, gevonden hebbende, moet 'er zooveel by 't Vermogen gevoegd worden, om 't Werktuig aan 't gaan te maken; altyd bedenkende, dat het geen 'er bygevoegd wordt voor de eerſt gevonden Vryving de Vryving weêr op nieuw vergroot, en derhalven moet 'er nog wat geſchikt worden voor de vergrooting van de Vryving, veroorzaakt door elke nieuwe byvoeging by 't Vermogen.

NB. *Men moet zig erinneren, gelyk te voren gezegd is, dat, indien 't Vermogen een zwaar lighaam is, deszelfs Snelheid de ryzing of daling daarvan is in 't Lood; maar indien 't van een andere ſoort is, is de Snelheid de ſpaatzie die het doorgeloopen heeft.*

IV. REGEL.

De Vryving van de verſcheiden deelen van een Werktuig, hoe ver ze ook mogen zyn van dat gedeelte, waaraan 't Vermogen gevoegd wordt, kan men vinden door 't vergelyken van hare Snelheden met die van het Vermogen, en de Vryving daarvan af te leiden, gelyk getoond is. En wanneer alle de byzondere Vryvingen gevonden, en byéén gevoegd zyn, zal hare Waarde, gevoegd by de bewegende kragt, dezelve niet meêr in een ſamengeſteld dan in een eenvoudig Werktuig in ſtaat ſtellen, om den Weêrſtand te overwinnen: want die byvoeging geeft weêr Vryving aan elk vryvende deel, waarom we 't Vermogen nog meêr moeten vergrooten, gelyk in den laatſten Regel getoond is. Een voorbeeld zal beide de gevallen ophelderen.

Pl. XXIII. Fig. 8. De Middellyn A B (Pl. XXIII. Fig. 8.) van een Wind-as is van 3 voet, en die van deszelfs As *a b* maar van 6 duim. Derhalven, indien 't Vermogen P is = 108 ℔, zal het Gewigt of de Weêrſtand zyn

zyn = 648 ℔. Hier zal de Vryving zyn 12 ℔ of $\frac{1}{6}$ van 72 ℔, indien IV. Les.
de As ondersteund wordt op zyne Oppervlakte, gelyk in de 5de Fig. Dewyl nu 12 is $\frac{1}{9}$ van 't Vermogen 108, moet 'er bygevoegd worden $\frac{1}{9}$ van 12, om de vermeerdering van Vryving te overwinnen, die door de 12 ℔ veroorzaakt was, *nam.* $1\frac{1}{3}$ ℔, en dan nog $\frac{1}{9}$ van dit laatste, en zoo voort; zoodat, om den Weêrstand = 648 ℔ te overwinnen, het Vermogen zyn moet = 108 + 12 + $1\frac{1}{3}$ + $\frac{4}{27}$ *enz* ℔ of $121\frac{1}{2}$ ℔. Maar indien 'er aan den As yzeren Halzen C, C waren van maar éénen duim over 't Kruis, zouw de Vryving op dezelven zesmaal minder zyn, dewyl de Snelheid van hare Oppervlakte in die Evenredigheid verminderd wordt. Nu, indien 'er aan den As *a b*, of (Pl. XXIII. Fig. 9.) A*b* gevoegd wordt een ander Rad D E, Pl. XXIII. Fig. 9.
ook van drie voet over 't Kruis met een As van zes duim F G, die
inplaats van A*b* het touw of de ketting opneemt, die het Gewigt draagt, zal volgens de Regels van de Beweegkunde het Gewigt X = 3888 ℔ opgehouden worden door 't Vermogen P van 108 ℔.

NB. *We onderstellen hier, dat de laatste As ook yzeren Halzen heeft gelyk* c *van een duim over 't Kruis, en dat (door middel van een lêren Riem, of een touw of ketting, die om den As* A b *en 't Rad* D E *gaat) het tweede Wind-as* D F c G E *rondraait volgens den Streek* A D, *zoodat het het Gewigt* X *optrekt, zesmaal langzamer dan het ryzen zouw, indien 't in* W *was. Dog de beste wys is zig te bedienen van een Rondzel met Bladen (dat is, een klein Rad met Tanden) om het grote Rad met zyne Tanden rond te draaijen, gelyk hier het Rondzel met* 12 *Bladen aan den As* A b *rond zal draaijen het Rad* D E, *'t welk* 72 *Tanden heeft (zynde deszelfs Middellyn zesmaal grooter dan die van* A b) *dit zeg ik, is beter, omdat een touw, riem of ketting haar werk niet konnen doen, of ze moeten zoo styf gespannen zyn, dat ze niet slipzen konnen, in welk geval de drukking veroorzaakt door de Veerkragt* [Elasticity], *gelegenheid zouw geven tot een bygevoegde Vryving, behalven den bygevoegden Weêrstand, die gemaakt wordt door de moeijelykheid van 't buigen van het touw* enz.

Om de Vryving te vinden van dit samengestelde Werktuig, moeten we agt geven op alle de deelen die vryven, *nam.* vooreerst C den Hals met $\frac{1}{36}$ van de Snelheid van 't Vermogen; vervolgens de Tanden of den Riem in A*b* met $\frac{1}{6}$ van de Snelheid van 't Vermogen; en ten laatsten den Hals *c* van 't Rad D E met $\frac{1}{216}$ van de Snelheid van 't Vermogen; 't welk voor de verscheiden Vryvingen geeft $\frac{72}{36}$ = 2 ℔, $\frac{72}{6}$ = 12 ℔ en $\frac{72}{216}$ = 0,333 *enz.* ℔. De som van alle de Vryvingen is derhalven 14, 333 *enz.* ℔. Zoo gy door dit getal verdeelt

IV. Les. de Kragtigheid [*Intenſity*] van het Vermogen of 108, zult ge voor uwen Uitkomſt hebben 7, 5 *enz.* 't geen u een Verdeeler [*Diviſor*] zal geven voor elk gewigt, dat by 't Vermogen gevoegd moet worden uit hoofde van de Vryving. Wanneer ge 'er derhalven bygedaan hebt 14, 333 *enz.* voor de ſom der Vryvingen, moet ge 'er nog daarenboven bydoen $\frac{14,333}{7,5} = 1, 91$ voor de Vryving van het eerſte bygevoegde gewigt, en $\frac{1,91}{7,5} = 0, 25$ voor de Vryving van het bygevoegde gewigt *enz.* Om derhalven X of 3888 ℔ op te ligten door middel van het ſamengeſtelde Werktuig, hier gemeld, moet het Vermogen niet zyn 108 ℔ + maar 124, 61 ℔ +.

NB. *Alle andere gevallen konnen uit dit geval worden afgeleid.*

Schoon dit wel dienen kan, om de ſom der Vryvingen te vinden, voor zooveel noodig is, om 'er ons in de Praktyk naar te rigten, zal ik egter, dewyl ik in de Uitrekening verſcheiden Tiendens [*Decimals*] heb overgeſlagen, waardoor de Oploſſingen [*Solutions*] nader aan de Waarheid gekomen zouden zyn, ten gevalle van de Liefhebbers, die een Oploſſing verwagten, die in alle deelen juiſt is, hier een manier opgeven, om ze te vinden.

Dewyl de gewigten, die by 't Vermogen gevoegd moeten worden, om de Vryving te overwinnen, gedurig afnemen, en wel altyd in dezelfde Reden, konnen ze aangemerkt worden als de Leden [Terms] *van een Meetkunſtenaars Trein* [Geometrical Progreſſion], *welkes laatſte Lid is o.*

Om de ſom van de Leden [*Terms*] van zulk een Trein te vinden, moeten de twee volgende Voorbewyzen [*lemmatory Propoſitions*] vooraf gaan.

I.

In een Meetkunſtenaars Evenredigheid of Trein is de ſom van de Voorgangers [Antecedents]: *tot de ſom van de Volgers* [Conſequents] :: *gelyk elk van de Voorgangers: is tot zynen Volger* (zie *Euklid.*) [*Te weten de* 12de Stel. *van 't* Vde Boek].

II.

II.

In een Meetkunſtenaars Trein is het tweede Lid min *het eerſte: tot het eerſte* : : *gelyk het laatſte* min *het eerſte: is tot de ſom van alle de Leden, die voor het laatſte gaan.*

Laat de Trein zyn ÷ *a. b. c. d. f. g.* We moeten bewyzen, dat $b-a:a::g-a:a+b+c+d+f$.

De Trein [*Progreſſion*] kan altyd dus worden uitgedrukt, $a:b::b:c::c:d::d:f::f:g$; maar door de voorgaande hebben we $a:b::a+b+c+d+f:b+c+d+f+g$.

En door Omkeering, [*Inverſion*]

$b:a::b+c+d+f+g:a+b+c+d+f$.

Door Verdeeling, [*Diviſion*]

$b-a:a::b+c+d+f+g-a-b-c-d-f:a+b+c+d+f$.

En de Uitdrukkingen [*Expreſſions*] met tegenſtrydige Merkteekenen [*Signs*] wegnemende, zal men hebben
$b-a:a::g-a:a+b+c+d+f$. W. T. B. S.

I. GEVOLG.

Wanneer we dan den Uitwyzer [*Exponent*] van den Trein in 't algemeen noemen n, het eerſte Lid a, het laatſte z, en S de ſom van alle de Leden, uitgezonderd z, hebben we door het tweede Voorbewys [*Lemma*] $na-a:a::z-a:S$, 't welk geeft $\frac{za-aa}{na-a}=S$, 't welk verſchikt [*reduced*] zynde geeft $\frac{z-a}{n-1}=S$, dat is, met wat meêr woorden,

Het laatſte Lid min *het eerſte, verdeeld door den Uitwyzer* [Exponent] *van den Trein, verminderd door het getal* 1, *is evengelyk aan de ſom van alle de Leden, op het laatſte na.*

II. GEVOLG.

En in Treinen, welker Leden gedurig afnemen (gelyk die van de gewig-

IV. Les. gewigten, om de Vryvingen te overwinnen, doen) wanneer het laatſte Lid evengelyk is aan o, zullen we, inplaats van $\frac{z-a}{n-1} = S$, onderſteld zynde dat z evengelyk is aan het eerſte Lid, hebben, $\frac{z-o}{n-1} = S = \frac{z}{n-1} = S$. Zoodat, wanneer men het eerſte Lid verdeelt door de Hoeveelheid, die evengelyk is aan de Vryving, men den Uitwyzer van den Trein zal hebben, en wanneer men het eerſte Lid verdeelt door dien Uitwyzer *min* 1, 't Hoeveelſte [*Quotient*] geven zal de geheele ſom van alle de byvoegzels, te maken uit hoofde van de Vryvingen.

Om hier eenige voorbeelden van te geven.

In de IV. Ondervinding van deze Les is het eerſte Lid van den Trein 18, het tweede 6, waarom de Uitwyzer is 3, welke Uitwyzer, verminderd door 1 is 2, door welk getal het eerſte Lid 18 verdeelende, 't Hoeveelſte 9 de ſom is van alle de Leden behalven het eerſte, dat het Vermogen is.

Dus is in het voorbeeld van den IV. Regel het eerſte Lid 108, het tweede 12, waarom de Uitwyzer is 9, en $\frac{108}{9-1} = \frac{108}{8} = 13, 5$, 't welk evengelyk is aan alle de byvoegzels.

Dus is in het andere voorbeeld van dien Regel het eerſte Lid 108, het tweede 14, 333 *enz.* waarom de Uitwyzer is 7, 535 *enz.* $\frac{108}{6,535} = 15, 526$ *enz.* 't welk net de ſom is van alle de boven-byvoegzels.

Ik had in 't aangehaalde voorbeeld maar 7, 5 genomen voor den Uitwyzer, overſlaande de twee laatſte Tiendens, 't welk geeft $\frac{108}{6,5} = 16, 61 +$ gelyk ik daar ter neêr geſteld had.

Schoon ik voor een middelmaat de Vryving geſteld hebbe evengelyk te zyn aan een derde van 't Gewigt; heb ik egter door 't nemen van vele Proeven gevonden, dat ze veel verſchilt, dewyl ze nu grooter dan minder is. Evenwel is 't voor de Praktyk, gelyk ik reets gezegd heb, dienſtig, dat men weet, wat Proeven 'er genomen zyn met eenig byzonder oogmerk om 'er ons in dergelyke gevallen naar te ſchikken, door 't nemen van de middelmaat tuſſen de verſchillende uitwerkzels, die we vinden. Dewyl Rytuigen Werktuigen zyn van veel belang voor

voor 't mensdom, heb ik geoordeeld, dat het niet onaangenaam zouw IV. Les.
zyn, dat ik my hier wat meêr uitbreide over de Vryving van zulke Werktuigen, door verslag te doen van verscheiden Proeven, genomen met Sleên en Rytuigen met wielen door den Heer Camus, *een Lotharings Heer, die ik sedert herhaald en bevonden heb op de zelfde wys te gelukken, byna in elke byzondere Proef. De kleine verschillen, die ik waarnam, zyn onvermydelyk in zaken van die natuur, al worden de Proeven door dezelfde persoon genomen. Hierom heb ik verkozen verslag van dezelven te doen met des Schryvers eigen woorden, vertaald uit het Frans, in welke taal hy zyn boek heeft uitgegeven, onder dit Opschrift,* Traité des Forces mouventes, pour la Pratique des Ars & Métiers *&c.* par M. de *Camus.*

Dewyl 'er verschil is in de Vryving van het zelfde lighaam, naardat het over verschillende lighamen getrokken worde, is het noodig, dat men, zooveel mogelyk is, kennis heeft van dat verschil, om te weten, hoe men de kragten moet bestieren, of aanvoegen. Om deze reden zyn de volgende Proeven genomen, om ten naasten by te vinden, wat kragten of Vermogens 'er vereist worden, om Gewigten te trekken, of wat kragt 'er door Vryving verloren worde, en wat Metalen, of andere stoffen dienstigst zyn om te gebruiken, opdat we zoo weinig doenlyk is van 't Vermogen verliezen mogen, en wat uitwerking water, vet of oly hebbe op verscheiden zelfstandigheden.

Ten dien einde moet men drie Sleên nemen, elk anderhalven duim breed en drie duim lang, en elke zyde of dragende gedeelte twee Lyn breed. Op elke slê moet men verscheiden Gewigten leggen, en de Sleên trekken over platte lighamen van verscheiden zelfstandigheden of Metalen; en men zal de volgende uitwerkingen hebben.

Neem drie Platen 2 duim breed en 4 of 5 duim lang, éene van yzer, éene van geel en éene van rood koper. Trek-vyl dezelven, dat is, vyl ze over langs, zonder polysten, en vryf ze over straatsteen, opdat de sleên mogen glyen, gelyk de sleên, die over straten getrokken worden, en opdat hare Vleug gestrekt mag leggen op dezelfde wys, als in de hollen voor Tappen en Halzen in Werktuigen naar den Streek van de beweging. Maak deze Platen vast op een eiken plankje met een spyker zonder kop, om ze gemakkelyk

de

IV. Les. de ééne voor de andere na op en af te konnen nemen door middel van een gat in 't end van de Plaat. Hegt aan het end van de plank een katrolletje met zeer dunne Halsjes, en ſchuur de gele en roodkoperen Plaat glad aan de ééne kant met puin-ſteen.

Neem vervolgens een ligt zyden beursje met een ſterken zyden draad, om over de Katrol te loopen, en een once Gewigt te trekken (de ſlê daar onder begrepen). Maak dan gereed te hebben 20 looden balletjes met elkander een once wegende, om in 't beursje zulk een getal daar van te ſteken, als noodig is, om de ſlê met haren laſt te konnen trekken op de verſcheiden lighamen en Metalen. Maak ook gereed 20 ballen, die ſamen een pond wegen, om zulk een ſlê te trekken, die met haren laſt een pond zal wegen; als mede een derde, die drie pond weegt, met 20 ballen die in gewigt drie pond doen. Laat de ſleên zyn ééne van yzer of met yzer belegd, gelyk de meeſte ſleên zyn, die over een ſtraat van keiſteenen getrokken worden, ééne van hout, onbeſlagen, en de derde van lood, of met lood belegd, en een vierde, zoo je wilt, van geel of rood koper.

Steek de balletjes zagtjes in de zyden beurs (of de grooten in een linnen zak) dezelve zoo hangende, dat ze niet bewege, en ligt de plank dan aan 't Katrol-end zooveel op, dat ze op de lengte van twee voet éénen duim ryſt; opdat de ſlê eens aan 't bewegen zynde niet ſchielyk voortſchiete, maar in tegendeel in ruſt moge blyven, wanneer ze geſteuit is in haar zagtjes loopen in 't begin; maar ze moet niet lang op ééne plaats gehouden worden, omdat ze daar anders zouw blyven ſteken, of inzinken, en daardoor den éénen tyd meêr kragt vannooden zouw zyn dan den anderen, om ze aan de gang te helpen. Indien de plank waterpas geſteld werd, of hellende naar de Katrol, zouden de Proeven niet gelukken, omdat de ſlê eens aan 't gaan zynde eens klaks voort zouw ſchieten. Hierom vonden we den beſten ſtand van de plank te zyn, dat ze een weinig ryſt naar de Katrol, en dat men de ſlê aan de gang helpt. Het werk dus gereed gemaakt zynde, was de uitwerking van de Proeven, gelyk de volgende Tafels aanwyzen.

De eerſte Kolom wyſt het getal aan van de ballen, noodig om de ſlê droog te trekken op verſcheiden ſtoffen of Metalen, gelyk daar gemeld worden. Dus beteekent *Yzer op hout* de ſlê met yzer belegd, glydende op de houten plank: *Yzer op yzer* dezelfde ſlê, glydende op

op de yzeren Plaat, en zoovoort: *Op gepolyſt geel-koper* beteekent dezelfde ſlê, glydende op de geel-koperen Plaat, die met puim-ſteen geſchuurd is: en *op gepolyſt rood-koper*, de rood-koperen Plaat, met puim-ſteen geſchuurd. IV. Les.

De Kolommen, waar in de woorden *genat*, *geolyd*, *gevet*, gevonden worden, wyzen aan, dat, de Platen en ſleên *genat*, *geolyd* of *gevet* zynde, de ſleên voortgetrokken worden door het getal van ballen, die in die kolommen worden uitgedrukt. Dus wordt in de eerſte Kolom, alwaar ge deze woorden vindt, *Yzer op hout* 5, boven welk getal geſchreven ſtaat *Ballen*, te kennen gegeven, dat de ſlê, die drie pond weegt, op een eiken plank voortglydt met 5 van die Ballen, waarvan 'er 20 in de drie pond gaan; zoodat 'er maar een vierde van haar gewigt noodig is, om ze te doen glyen op een gevlakte eiken plank. Maar indien die plank genat wordt, zullen 'er 8 ballen toe van nooden zyn, welk aantoont, dat de Vryving de waarde van 3 ballen vergroot is. Indien het hout gevet, of met vet geſmeerd wordt, zullen 4 en een halve bal het doen, 't geen maar iets meêr dan de helft is van 't geen 'er noodig is, wanneer het hout genat is. Indien het hout geolyd, dat is, met oly geſtreken wordt, moeten 'er vyf ballen zyn; en zoovoort voor alle de Kolommen, naar de verſcheidenheid der Metalen.

We hebben hier niet ter neêr geſteld het getal der ballen, die vannoden zyn, om het één ponds gewigt te trekken, omdat de Evenredigheid bevonden is dezelfde te zyn als in de 3 ponds ſleên. Ten minſten het verſchil was naauwelyks merkelyk. Maar in opzigt van de ſleên, die één once wegen, geven we een verſlag van hare uitwerkingen, omdat men, dewyl ze verſchillen van die van 3 pond, uit hare vergelyking de oorzaken van Vryving en Weêrſtand te beter kan afleiden.

EEN VRYVINGS TAFEL.

Een laſt van drie pond wordt op een ſle, anderhalve Lyn breed op hare ſchenen en drie duim lang, voortgetrokken met*

	Ballen		*Ballen*		*Ballen*		*Ballen*
Yzer op hout	5	genat.	8	geolyd	5	gevet	4½
Yzer op yzer	3	——	3	——	3	——	3½
Yzer op geel-koper	3½	——	4	——	4	——	4½
op gepolyſt geel-koper	3	——	4	——	3½	——	4
op gepolyſt rood-koper	3½	——	4½	——	4½	——	4½
Hout op hout	7	——	14	——	3½	——	3½
Hout op yzer	5	——	11	——	4	——	4
op geel-koper	4	——	6	——	3	——	4½
op gepolyſt geel-koper	4½	——	7	——	3½	——	4
op gepolyſt rood-koper	5	——	8	——	4	——	4½
Lood op hout	5	——	11	——	5	——	4
Lood op yzer	7	——	6	——	6	——	5
Lood op geel-koper	5	——	7	——	5	——	5
op gepolyſt geel-koper	6	——	8	——	6	——	4½
op gepolyſt rood-koper	6½	——	9	——	7	——	5

Een ſlê, met hare vragt één once wegende, wordt voortgetrokken met

	Ballen		*Ballen*		*Ballen*		*Ballen*
Yzer op hout	6	genat	5	geolyd	8	gevet	10
Yzer op yzer	4	——	9	——	7	——	13
op geel-koper	5	——	6	——	7	——	13
op gepolyſt geel-koper	6½	——	7	——	8	——	13
op gepolyſt rood-koper	6	——	7½	——	9	——	13

NB. *Een Lyn is een* 12*de deel van een duim.*

Hout

	Ballen		Ballen		Ballen		Ballen
Hout op hout	7	genat	16	geolyd	6	gevet	12
Hout op yzer	6	——	15	——	8	——	11
op geel-koper	5½	——	11	——	8	——	12
op gepolyst geel-koper	6	——	12	——	8½	——	11
op gepolyst rood-koper	7	——	13	——	9	——	12
Lood op hout	7	——	10	——	9	——	11
Lood op yzer	7	——	8	——	9	——	11
op geel-koper	6	——	6	——	8	——	10
op gepolyst geel-koper	7	——	8	——	9	——	9
op gepolyst rood-koper	8	——	8	——	10	——	11

IV. Les.

Dezelfde groote steên met de drie pond gewigt werden op keien, gelyk de Straat-steenen, voortgetrokken met

	Ballen		Ballen
Hout op Kei of Straatsteen	8	genat	13
Yzer op kei	10	——	9
Lood op kei	16	——	15

De kleine steen van één once.

	Ballen		Ballen
Hout op kei	13	genat	18
Yzer op kei	9	——	12
Lood op kei	15	——	15

Een last van drie pond op een slé, welker zyden gemaakt waren tot een snydende Messing, op die plaats, daar ze dragen, inplaats van de gewone manier, werd voortgetrokken met

	Ballen		Ballen		Ballen		Ballen
Yzer op hout	4	genat	7	geolyd	4	gevet	3
op yzer	3½	——	3½	——	3	——	3
op geel-koper	3	——	3½	——	3½	——	3½
op gepolyst geel-koper	3	——	3½	——	3½	——	3½
op gepolyst rood-koper	3½	——	3½	——	3½	——	3½

	Ballen		Ballen		Ballen		Ballen
Hout op hout	10	genat	16	geolyd	5	gevet	3
op yzer	3	——	7	——	3	——	3
op geel-koper	3	——	6	——	3	——	3
op gepolyſt geel-koper	4	——	5	——	3½	——	3
op gepolyſt rood koper	5	——	5	——	4½	——	3½

Een once laſt op een ſlê, ook tot een Meſſing gebragt, werd voortgetrokken met

	Ballen		Ballen		Ballen		Ballen
Yzer op hout	5	genat	8	geolyd	6	gevet	7
op yzer	4	——	4½	——	5	——	7
op geel-koper	4	——	7	——	6	——	8
op gepolyſt geel-koper	5	——	7	——	6	——	8
op gepolyſt rood-koper	6	——	8	——	6	——	8
Hout op hout	9	——	16	——	5	——	9
op yzer	4	——	10	——	5	——	9
op geel-koper	5	——	8	——	6	——	9
op gepolyſt geel-koper	6	——	8	——	7	——	9
op gepolyſt rood-koper	7	——	9	——	8	——	9

Met dezelfde ſnydende ſleên, geladen met drie pond.

Hout op kei	11	genat	16
Yzer op kei	14	——	12
Lood op kei	15	——	18

Het kleine gewigt.

Hout op kei	9	genat	8
Yzer op kei	14	——	13
Lood op kei	16	——	8

Op

Op klei.

Voor een pond gewigt met de houten ſnydende ſlê, 8 Ballen.
Voor de breede houten ſlê, maar 6 ballen.
Voor de breede yzeren ſlê, 4 ballen.
Voor de ſnydende yzeren ſlê, $5\frac{1}{2}$ bal.
Voor een once gewigt met de breede ſlê, 13 ballen.
Voor het zelfde gewigt met de ſnydende ſlê, 18 ballen.

I. GEVOLG.

De verſchillende uitwerkingen dezer Proeven laten ook een verſchillende manier toe, van ze te verklaren. By voorbeeld, daar is naar Evenredigheid meêr kragt vannooden, om de kleine dan de groote ſlê voort te trekken; en dat waarſchynelyk omdat ze zigzelve kleeft of zet aan de deelen, daar ze over moet, en dus wordt ook de oly of 't vet, daaraan klevende, een hinderpaal inplaats van ze te helpen, gelyk ze het groote gewigt doen, door 't vullen van de holligheden in 't hout, of de Metalen, dewyl hare deelen mogelyk als ból-rond zynde, haar helpen, gelyk zoovele rollen. Dewyl oly zoo hard niet is als vet, hindert hy het kleine gewigt zooveel niet, dat minder kragt vannooden heeft, om deszelfs Weêrſtand te overwinnen, dan dien van 't vet.

II. GEVOLG.

Om deze reden loopt het groote gewigt gemakkelyker over 't gevette dan 't geolyde hout; omdat het vet ſtyver zynde de Gaatjes van 't hout beter vult, en teſamen houdt de deeltjes, die uitſteken, wanneer het niet gevet is, en die gebroken, of neêrgedrukt moeten worden, wanneer het nog gevet nog geolyd is. Dit verpligt ons meêr kragt te gebruiken, en nog veel meêr, wanneer het genat is, omdat het water, in 't hout indringende, de oneffen deelen doet opryzen, die als Paddeſtoeltjes of korenaartjes zyn, die men of over moet loopen, of plat drukken.

III. GEVOLG.

En daarom moet 'er, wanneer hout genat is, gelyk in de houten ſlê, tweemaal zooveel kragt aangevoegd worden, als wanneer het hout droog is; en daar zouw meêr dan een dubbele kragt vannooden zyn, indien het hout lang in 't water gelegen had, en van zulk een ſoort was, dat het veel water inzoog, en daardoor opzwol; en ſchoon het water niet ſchyne van Metalen te worden ingetrokken, heeft men egter reden om uit deze Ondervindingen te denken, dat het dezelve in zekere maat voegt en ſamen kleeft; 't welk miſſchien niet zouw geſchieden, wanneer zware laſten door paarden getrokken werden, alwaar deze aanhanging maar weinig zouw hinderen naar Evenredigheid van 't groote gewigt *.

IV. GEVOLG.

Dewyl yzer ſomtyds gemakkelyker ſchynt te loopen op yzer dan op geel-koper, en op geel-koper gemakkelyker dan op rood-koper, ſchynt de reden hiervan te zyn, dat yzer, harder zynde dan geel-koper, minder onderhevig is aan 't meêgeven en inzinken; en dewyl rood-koper zagter is dan geel-koper, zinkt het meêr dan geel-koper, en heeft bygevolg meêr Weêrſtand en Vryving dan geel-koper; gelyk dit blykt in verſcheiden gevallen en verſcheiden ſleên, en mogelyk het zelfde zouw doen in de groote, waarvan de onze maar Modellen zyn.

V. GEVOLG.

Men moet hieruit niet beſluiten, dat men zig in Werktuigen van geen vet of oly moet bedienen, omdat ze van weinig gebruik hebben geſchenen, en ſomtyds nadeelig waren, gelyk in de kleine ſlê; want men weet, dat ze van gebruik zyn in groote Werktuigen, om twee

* *Dit is een duidelyk gevolg van de Aantrekking van Samenhang; want dewyl de Aantrekking van Samenhang evenredig is aan de Oppervlakte of 't getal der rakende deelen, en de Vryving evenredig aan 't gewigt, zal de verbindering of 't verlies van kragt uit hoofde van de gemelde Aantrekking altyd minder zyn naar Evenredigheid met de geheele Vryving, wanneer 't gewigt vergroot.*

twee redenen; omdat ze de holletjes vullen, gelyk we zien, of anders onder het Gewigt rollende deszelfs beweging gemakkelyker maken, en ze maken, dat de deelen niet ſlyten, of afſplyten, en daarenboven maken ze, dat de deelen, die afbreken, zig niet aan het werk zetten: want indien men groote Werktuigen, gelyk zware Perſen en Schroeven om geld te munten, zonder vet gebruikt, zouden ze zwaarder bewegen om de deeltjes, die 'er af zouden ſlyten, en zig op andere plaatſen zetten, en dus meêr afbrokkelen, 't geen het Werktuig niet alleen zwaarder zouw doen bewegen, maar ook ſchielyker verſlyten. IV. Les.

VI. GEVOLG.

Maar ſchoon vet en oly nadeelig ſchynen aan kleine Werktuigen, wordt 'er hare beweging evenwel gelykmatiger door gemaakt; en ſchoon iemand zig verbeelden mag, dat de beweging moeijelyker is, gelyk in Zak-orlozies, wanneer ze met oly geſmeerd zyn, omdat ze dan in 't algemeen langzamer gaan, gaan ze dan evenwel gelykmatiger. En 't is altyd voordeeliger, dat ze ſchoon en geſmeerd zyn, omdat ze dan beter gaan, en de holletjes zoo ſchielyk niet wyder ſlyten. De Onruſt gaat vryer, en is zoo veel verandering niet onderhevig. Men kan den oly wel ſparen in eenige kleine Werktuigen, die gemakkelyk gaan, en niet dikwyls bewogen worden.

VII. GEVOLG.

De dienſt van vet is merkelyk, inzonderheid wanneer hout op hout werkt; want dan maakt vet de beweging de helft gemakkelyker, en zelf twee derde gemakkelyker, indien de deelen ſcherp en ſnydende zyn, gelyk bleek uit de proeven, genomen met de platte en ſcherpe houten ſlê, getrokken over hout, dat niet met vet geſmeerd was.

VIII. GEVOLG.

Hieruit b'ykt ook, hoe dienſtig het vet zy voor koetzen- en wagenwielen, inzonderheid in regenagtig weêr: want indien de Naven nat zyn, of indien 'er geen vet is, om het water het indringen in het hout te beletten, wordt 'er viermaal zooveel kragt vereiſt, om een

IV. Les. een vragt te trekken, dan wanneer ze in nat weêr, met vet in de Naven, getrokken wordt, gelyk men in de ſlê kan zien, alleen in opzigt van de Vryving, die op den As geſchiedt, die maar gering is in opzigt van den Weêrſtand, op den grond of de ſtraat gemaakt; maar behalven die verhindering zouw het gat van de Naaf merkelyk grooter worden: want door hare zwelling zouw de As niet langer vry blyven, en de deelen, die haar in den weg waren, moeten afbreken. Wanneer dan de Naaf droog wordt, zal de As het gat niet langer vullen, het wiel zal verſchrikken, en gevaar loopen van te breken in de ſchókken, die 't krygt, wanneer 't ſchielyk over een heuvel gaat, of in een ſlenk valt. Om deze redenen is het ook altyd goed, dat men Werktuigen ſmeert.

IX. GEVOLG.

Schoon deze Proeven en Ondervindingen niet volkomen bepalen alles, wat betrekking heeft tot groote Gewigten, die men over keiſteenen moet trekken, en tot de bewegingen van groote Werktuigen, leeren ze ons evenwel wat Metalen gemakkelykſt op elkander bewegen, als ook dat 'er deelen zyn, die overwonnen, of afgebroken moeten worden in Vryvingen; dat het alleen 't Gewigt en de beweging is, die den Weêrſtand en de Vryving veroorzaken, en dat de hoeveelheid van Oppervlakte dezelve niet vergroot, wanneer de deelen, die ſchuren en dragen, niet ſneller bewegen: want ſchoon de ſcherpe ſlê in vele gevallen ligter ga, moet men dat egter zoo niet aanmerken, als of de manier van ze zoo te maken diende, om de Vryving te myden, of te verligten; want ze werkt als een Meſſing of Zaag, die indringt in het lighaam van de Metalen of de lighaamen, die geſneden moeten worden, en indien ze gemakkelyker over hout ſchynt te glyden, geſchiedt dat uit hoofde van den draad van 't hout, en wannneer de weg eens geteekend is, volgt ze den Draad als in een ſpoor, en heeft dan minder deelen neêr te drukken, of over te gaan; maar op klei, die geenen Draad heeft, of op keiſteenen gaat ze veel bezwaarder, omdat de hinderpalen, die in den weg zyn, grooter zyn, dewyl ze meêr zinkt, wanneer ze ſcherp dan wanneer ze plat is.

X. GE-

X. GEVOLG.

Hieruit kan men zien, dat men de Vryving kan vermeerderen door de bewegelyke deelen zooklein te maken, dat ze inſchieten, en deelen afſchuren van datgene, waarop ze dragen, gelyk gebeuren kan aan de Tappen in Zak-orlozies, indien ze te klein zyn: want dan zouden ze de holletjes in korten tyd te groot maken; gelyk ook in ſleên, indien men 'er een altekleine yzeren Staaf onderlegt, met gedagten, dat men de Vryving op de ſtraat daardoor zal verminderen; en dus ook in andere gevallen.

XI. GEVOLG.

Hieruit kan men ligtelyk begrypen, dat de bodem van ſleên breed moet zyn, en dat het beter is dezelven te beleggen met twee breede yzeren Platen onder elk ſtuk, dan met ééne ſmalle. En wanneer de ſtraten droog zyn, zouw 't voordeeliger wezen in 't geheel geen yzer te hebben, (dewyl de Proef toont, dat het hout beter glydt) 't geen nog te waarſchynelyker voorkomt, omdat de kleine ſlê van één once (met haren laſt) ligter glydt op de ſtraatſteenen dan de groote; daar ze nogtans in andere gelegenheden zwaarder ga, omdat ze in zekere maat kleeft door haren digter ſamenhang.

XII. GEVOLG.

Zelf buiten opzigt op deze Proef, mag men wel beſluiten, dat het trekken met de houten ſlê in droog weêr gemakkelyker moet zyn; omdat het trekken, wanneer men ſteen-gruis ſtrooit voor de ſleên, een vierde ligter is, 't zy op hout, op yzer of geel-koper: en dewyl 'er altyd kleine deeltjes afgehaald worden van de ſteenen van de ſtraat door de nagels van de wielen, en de ſchoenen van de paarden, behalven het ſtof, dat 'er met één op zulk een tyd is, zal dit alles de beweging verligten, gelyk men bevinden kan uit vergelyking met de Proef, waarin nog ſteen-gruis, nog ander ſtof gebruikt wordt.

XIII. GEVOLG.

Wat de yzeren ſlê [*dat is met yzer belegd*] belangt, het is klaarblykelyk, dat ze in regenagtig weêr gemakkelykſt zal ſlepen; maar indien het droog weêr en de ſtraat niet genat was, zouw het de moeite wel waardig zyn, de proef te nemen met de ſlê zelf (niet in Modél) of het dan niet alzoo goed zouw zyn, de ſtraat niet te natten, gelyk men gemeenelyk doet met een tonnetje met water voor op de ſlê met twee gaatjes, om het water te ſtorten, en de ſtraat en ſlê te natten. Want ſchoon het zeker zy, dat, wanneer de ſlê en ſtraat nat genoeg zyn, alles ligter gaat, is 't egter zeer waarſchynelyk, dat het beter is dezelven in 't geheel niet te natten, dan ze zoo onvolmaakt te natten, dat men maar ſlyk en vuiligheid maakt, dat maar tot verhindering ſtrekt. Het yzer van de ſlê zouw zooveele deelen niet behoeven uit den weg te ruimen, terwyl ze hare eigen lengte voortgaat, gelyk men zag met de proef van de kleine, die tweemaal in het zelfde ſpoor loopende, de tweede maal veel gemakkelyker gaat dan de eerſte. Dit kan men ook ondervinden in 't wetten van een mes, dat gemakkelyk over den Wetſteen glydt, nadat het een reis of twee daarover geſtreken is, wanneer de ſteen droog is, en dus maar weinig afneemt, daar het bezwaarlyk glydt, en veel afneemt, wanneer de ſteen nat is.

XIV. GEVOLG.

We ſpreken hier niet van de looden ſlê, die we alleen gebruikt hebben uit liefhebbery, en om te toonen, dat 'er deelen afgebroken worden door Vryving, en dat lood zeerveel Weêrſtand veroorzaakt in vele gevallen, waarin men Halzen of Aſſen doet draaijen op lood of tin.

Alle de voorgaande proeven konnen van dienſt zyn, om 'er ons naar te ſchikken in 't verkiezen van ſtoffen, daar men zig van bedienen

(3) Indien de Aſſen, in ſommige rytuigen van yzer gemaakt, in andere alleen beſlagen, (dat is, belegd) met yzer, in koperen Boſſen liepen, die in de Naven van de wielen gehegt waren, zouden ze zooveel gemakkelyker gaan, en zooveel langzamer ſlyten zonder gevaar van vlam te vatten, dat ze de buitengewone onkoſten rykelyk zouden vergoeden. Voor menſen, die net zyn, en op geene koſten zien,

nen moet, en in 't uitrekenen van de kragt naar het Gewigt en de beweging, die de vryvende deelen hebben. Die deze proeven uit liefhebbery willen nadoen, moeten zorg dragen, dat ze ze in dezelfde order doen; eerſt, alle, die droog, dan die met water, vervolgens die met oly, en laatſt die met vet genomen moeten worden; omdat, indien de Werktuigen met vet geſmeerd werden, eer 'er de oly aan geweeſt was, dewyl het vet de Gaatjes opvult, de uitwerkingen met den oly maar gelyk zouden zyn aan die van 't vet, inzonderheid wanneer men 't hout gebruikt, 't welk, nadat het met water nat gemaakt is, eerſt wel gedroogd, en op nieuw gevlakt moet werden, eer men 't met oly of vet ſmeert. IV. Les.

Schoon ik in de 11. Aanteekening op de voorgaande Les de uitwerkingen van hooge en lage wielen volgens de Wiskunſt overwogen, en dezelven tegen elkander vergeleken hebbe; dewyl egter, koetzen, wagens en karren, en andere rytuigen met wielen zoo noodzakelyk zyn voor 't menſelyke leven, dat het miſſen van dezelven, al was 't maar voor ééne maand, in ſtaat zouw zyn, om een geheele natie in verlegenheid te brengen, zal ik hier nog een verhaal doen van eenige andere Proeven van den Heer *Camus*, en zyne redeneringen over dezelven, wel verzekerd zynde van de waarheid van 't geen hy beweert, door myne eige Ondervindingen, en bevonden hebbende, dat zyne Proeven zoo na overeenkomen, als men verwagten kan in Werktuigen, die zooveel Vryving hebben, als Modéllen van karren of wagens. Ik heb wel een Werktuig met koperen wielen, welker ſtalen Aſſen zeer kleine Halzen hebben, zoo naaukeurig gemaakt, dat de wielen, eens aan 't bewegen geholpen, meêr dan een half uur op hare Aſſen zullen draaijen, doende verſcheiden honderden omwentelingen, eer ze ophouden; maar dewyl 't gebruik van myn Werktuig voornamenlyk dient, om te toonen, hoe na men zulk ſoort van Proeven kan doen overeenkomen met een wiskundige Beſchouwing, kan men niet verwagten, dat eenig rytuig, dat vragt moet dragen, zoo weinig Vryving zouw hebben (3): waarom

(3) zien, zouw in Sjeezen en ſommige wagens een yzeren As, die dunner was, minder Vryving hebben, naarmate dat hy dunner was, en zeer lang duren, indien hy draaide in Boſſen van gegoten geelkoper; maar de Hals in de Bos moeſt lang genoeg wezen, gelyk ze zyn kan zonder de Vryving te vermeerderen, gelyk reets bewezen is, maar nog duidelyker zal blyken uit de Proeven, genomen met een Werk-

IV. Les. waarom ik liever de Proeven zal beſchryven, die de Heer *Camus* genomen heeft met Modéllen van rytuigen van een voet op een duim, in alles karren en wagens verbeeldende, en onderhevig aan alzoo veel Vryving naar mate van die grootte: omdat dezelven ons zonder omwegen leeren, wat de wezentlyke Vryving zy in rytuigen, die tegenwoordig in gebruik zyn. In de manier van de Vryving te verhelpen zal ik eenige van myne eigen Aanmerkingen en Waarnemingen by de zyne voegen.

Ik zal beginnen met zyne 24ſte Stelling, 5. Afdeeling van zyn gemelde Boek.

XXIV. STELLING.

De wielen van Rytuigen moeten net rond zyn, en de Vellingen in den Haak met de Naven naar de Helling der Spaken.

Het is een algemeene Regel voor alle gevallen, dat de Wielen net rond moeten zyn: want indien ze zoo niet waren, maar gelyk EFGH

Werktuig, 't welk ik in deze Aanteekening zal beſchryven. Indien de Halzen maar twee of drie duim lang zyn, gelyk ſommigen haar gemaakt hebben, meenende daardoor de Vryving te verminderen, zullen ze twee of driemaal ſchielyker ſlyten, dan dat ze vier of zes duim lang waren geweeſt.

In een Rad van een Werktuig, welkes As vaſt is aan, en tegelyk omdraait met het Rad, kan de Vryving van deszelfs Halzen verminderd worden in zulk een Evenredigheid als men wil.

By voorbeeld, laat 'er onder den yzeren Hals G*g* (Pl. XXIII. Fig. 10.) dien we hier zullen onderſtellen een duim over 't Kruis te zyn, twee koperen platte Rollen wezen A en B, elk agt duim over 't Kruis, welker Aſſen C, D waterpas en evenwydig zyn met den As van 't Rad. De Rollen, die gevolgelyk regtſtandig [*vertical*] zyn, (gelyk men in de 11de Fig. zien kan) zyn ontrent een duim dik (of meêr zoo men wil) en niet in dezelfde Vlakte, maar de ééne een weinig voor de andere en 'er evenwydig meê. Op deze Rollen draagt en draait de Hals G*g* van 't groote Rad. *In dit geval wordt de Vryving van den Hals agtmaal minder, dan dat hy bewoog in de gemeene Boſſen:* want indien we onderſtellen, dat de Hals beweegt in den Streek *g*G, zal hy het deel *g* van 't Rad A, waarop hy draagt, niet verlaten, om op een andere plaats te gaan dragen met zyn rakende deel, (gelyk geſchiedt, wanneer hy draait en vryft op de gewone manier) maar voert met zig om den Omtrek van het Rad of de Rol A, draaijende dezelve rond in den Streek A*g*, terwyl zyn andere rakende deel G in zyn omdraaijen ook omvoert de Rol B in den Streek GB, en deze Rollen zouden die beweging volgen zonder eenige Vryving, was het niet om het dragen van hare eigen yzeren Aſſen C, D in hare Boſſen. Zoodat de Vryving overgebragt wordt van den Hals G*g* tot de Aſſen C, D, alwaar de Snelheid der vryvende deelen agtmaal minder zynde, dan ze geweeſt zouw zyn in G*g*, de Vryving ook agtmaal

Pl. XXIII. Fig. 10.

Pl. XXIII. Fig. 11.

EFGH (Pl. XXIII. Fig. 12.) en de Naaf buiten 't Middelpunt, is IV. Les. het zeker, dat zulk een Wiel in 't omdraaijen dezelfde uitwerking Pl. XXIII. zouw hebben op een vlakken en effen Grond, als andere Wielen, Fig. 12. wanneer ze over Heuvels gaan, of in flenken vallen, en dat het niet in Evenwigt zouw zyn. Het Wiel draaijende naar H, zouw met zooveel moeite bewegen, als of het over een heuvel moeſt gaan, en, die hoogte gepaſſeerd zynde, zouw 't ſchielyk vallen, als of 'er een vierkante ſteen voortgerold werd, en de horten van het Wiel zouden de paarden met één voortſtuwen, en onmiddelyk de moeite om het volgende oogenblik te trekken weêr vergrooten; en dat naar mate dat het Wiel minder rond was. Onderſtel, dat de Wielen zonder hoeken, en zelf waarlyk rond zyn, egter zouw, indien de Naaf niet in 't midden was, wanneer 't kortſte deel, gelyk F, op den grond was, en zulk een Wiel begon te draaijen, het Gewigt geligt moeten worden op dezelfde wys, als wanneer een ander ry-tuig tegen een heuvel op moet, en van F tot D of geheel tot G zouw

maal minder moet zyn, gelyk we reets bewezen hebben Bladz. 190 en 191. Nu, ſchoon deze Rollen vier draagpunten hebben, en de andere twee, waarop de andere Hals van den As van 't groote Rad ruſt, ook vier draagpunten hebben, is de Vryving egter niet grooter dan of 'er maar ééne draging was, omdat elk van deze punten maar een agtſte deel van 't Gewigt draagt. *Derhalven wordt de Vryving agtmaal minder gemaakt door middel van deze Rollen.* W. T. B. S.

LEERING.

Indien de Aſſen van de Rollen maar half zoo dik over 't Kruis gemaakt worden als de Hals, gelyk in E en F, zal de Vryving zeſtienmaal minder zyn; en egter zullen ze ſterk genoeg wezen: want dewyl een Rol [*Cylinder*] van een halven duim over 't Kruis in ſterkte evengelyk is aan het vierde deel van ééne van een duim, zullen de vier enden van de Aſſen van twee Rollen aan één end evengelyk zyn in ſterkte aan den Hals, en dus op dezelfde wys aan 't andere end.

GEVOLG.

Hieruit volgt, dat, indien de enden van de Aſſen der Rollen elk weêr op twee andere zulke Schyven droegen, de Vryving nog 16 maal meêr verminderd zouw worden. Laten we, by voorbeeld, onderſtellen, dat een Rad zes voet over 't Kruis is, en 648 ℔ weegt, dan is het derde deel van dat Gewigt voor de Vryving 216 ℔, 't welk verdeeld moet worden door 72, omdat de Middellyn van den Hals zoo meenigmaal bevat wordt in de Middellyn van 't Rad, en we zullen 3 ℔ hebben voor de Vryving van het Rad in gemeene Boſſen; maar dit getal moet verdeeld worden door 16 maal 16, dat is, door 256, omdat de Rollen op Rollen dragen, 't welk dus de Vryving zal brengen tot $\frac{3}{256}$ ℔, of iets meêr dan een 85ſte deel van een pond, of 3 vierendeel Loods.

IV. Les. zouw het Wiel werken, gelyk een Wigge, en in D of G zouw het vallen, en de paarden voortzetten, gelyk op een ſteilen afhol: zoodat paarden en oſſen met zulke Wielen alzoo moê zouden worden op een effen grond, als dat ze haar beſt moeſten trekken om tegen een heuvel op te komen, of dat ze den ſchok moeſten uitſtaan van een ſteilen afhol: en dit zouw meeſt aankomen op het paard in den Bóóm [*Tiller*] of 't paard, dat digtſt aan de Wielen is. Derhalven moeten de Wielen net rond zyn, en de Naven en gaten van de Naven net in 't Middelpunt van 't Wiel.

Ten anderen, De Vellingen moeten niet ſlingeren, maar in den Haak zyn met de Naven volgens de Helling van de Spaken, dat is, de Vlakte van den Cirkel van het Wiel, die door de Vellingen gaat, moet de Naaf in den Winkelhaak ſnyden, ſchoon ze niet behoeve te gaan door de plaats, alwaar de Spaken in de Naaf ingelaten zyn: want anders zouw het Wiel in 't draaijen oneffenheden vinden, gelyk geſchiedt, wanneer het gat van de Naaf te groot is, en 't Wiel heen en weêr ſlingert, 't welk op één uitkomt, als dat het Wiel niet rond was; en dan zouw de ongelykheid van de Spaken, die te veel zouden leunen, of te geſpannen ſtaan op de Naaf, wanneer 't Wiel in een ſlenk viel, of over een heuvel moeſt, die niet overeenkwam met hare Helling, haar of de Vellingen doen breken. Hierom moeten de Wielen van rytuigen net rond wezen, en de Krommen van de Wielen, of de Vellingen in den Haak met de Naven.

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat men, wanneer de Wielen met geen yzer belegd zyn, wel zorg moet dragen, dat men hout aan de Vellingen hegt, om ze rond te houden, en dat men niets uithaalt, met geen yzer te gebruiken: want indien op zulke plaatzen [*alwaar men geen yzer gebruikt*] de Wielen maar weinig ſlyten, omdat ze maar op aarde loopen, behoefde men de yzeren Banden ook maar dun te nemen, 't geen dan niet veel zouw koſten; en die koſten eens gemaakt zynde, zouw men de Wielen langer behouden, en 'er meêr werk meê doen, zoodat de winſt de koſten ver zouw overhalen. Integendeel in landſtreken, daar men de Wielen niet met yzer belegt, of met hout bezorgt, ſlyten de Wielen zooveel, dat ze ten laatſten

beter

beter vierkant dan rond gelyken, waardoor de paarden of oſſen zoo IV. Les.
vermoeid worden, dat ze naauwelyks de helft van 't werk doen, 't geen ze doen zouden, indien de Wielen rond gehouden werden.

XXV. STELLING.

De Spaken moeten hellen of ſcheuin ſtaan op de Naven, opdat de Wielen ſchotelsgewys of hol zyn.

Indien de Wielen altyd draaiden op een gladden en effen grond, is het zeker, dat de Spaken regt moeſten ſtaan op de Naven, dat is in den Haak met hare Aſſen; omdat ze dan in 't Lood zouden dragen, gelyk de Spaak B (PL. XXIII. Fig. 13.) van de Naaf AC, 't welk de ſterkſte manier is voor hout; maar dewyl de grond ongelyk is, en, wanneer de Wielen in 't Spoor vallen, dat Wiel, 't welk in 't Spoor [*of ook in een Slenk is*] een grooter gedeelte van 't Gewigt draagt dan het andere, omdat het in zulk een geval (gelyk we bewezen hebben) lager is, worden de Spaken van een ſchotelsgewys Wiel regtſtandig in het Spoor, en hebben daarom de grootſte ſterkte; terwyl het tegenovergeſtelde Wiel op een hooger grond zynde, een minder gedeelte van 't Gewigt draagt, en bygevolg de Spaken niet in hare volle ſterkte behoeven te zyn, en dus een genoegzame kragt zullen hebben, ſchoon die kragt minder zy dan op een effen grond. Hierom moeten de Spaken hellende zyn, om 't Wiel ſchotelsgewys te maken, gelyk het gemeene gebruik is. PL. XXIII. Fig. 13.

XXVI. STELLING.

De Aſſen moeten in alle opzigten regt zyn, en in den Haak met het Lemoen of den Diſſelboom.

In de beweging van alle lighamen is 'er ééne manier van beweging, die de gemakkelykſte is van alle de anderen, en die heeft men hier, wanneer de As overal regt is. Want indien zyne enden agterwaarts gebogen waren, dat ze de Wielen van agteren nader by elkander bragten, gelyk AE (PL. XXIV. Fig. 1.) en vanvoren meêr affpanden gelyk DC, is het zeker, dat ze niet in 't Spoor zouden konnen gaan, nog omdraaijen, wanneer ze voortgaan, of ten minſten niet dan zeer bezwarelyk, ſlepende inplaats van rollende. PL. XXIV. Fig. 1.

Dezelfde

IV. Les. Dezelfde ongemakken zouw men hebben, indien de As naar voren was omgebogen, zoodat de wielen digter waren aan den Diſſelboom gelyk in I F (Pl. XXIV. Fig. 2.) en van agteren meêr afſpanden, gelyk in B D. Hoe minder de As gebogen is, hoe minder ongemak; maar altyd zal 't verhinderen, indien de Wielen niet evenwydig zyn, waarom de As in 't geheel niet gebogen moet wezen.

Pl. XXIV. Fig. 2.

Indien de Wielen naar buiten ſtaan gelyk D C Fig. 1. of naar binnen gelyk I F Fig. 2. zal men nog drie andere ongemakken hebben. Indien de As naar buiten gebogen is, zoodat D C (Fig. 1.) op den grond draagt, zal de Gang te wyd zyn, 't zal moeijelyk zyn te keeren, en 't Gewigt, voorwaarts getrokken wordende, zal het Wiel drukken, de lengte van de Spaak C H, die in dat geval werkt als de Arm van een Hefboom, om den As of de Spaken te breken, terwyl C de lange Arm is, het Beweeg-punt aan 't ééne end van de Naaf en de korte Arm aan 't andere end. Indien de As zoo gebogen was, dat hy de Wielen inwaarts bragt, gelyk in I en F (Fig. 2.) zouw men dezelfde drie ongemakken hebben. De Gang zouw te eng zyn, 't Gewigt zouw genegen wezen de Wielen te kneuzen, en men zouw bezwaarlyk konnen keeren. Daarenboven zouden ze maar op den kant van 't yzer dragen, en dus ſnydende worden door hare kleine draging. Dewyl zulke ongemakken dan meêr of minder zyn naar mate van de bogt van den As, behoorde hy in 't geheel niet gebogen te zyn. Maar men zal geen ongemak altoos hebben, indien de As regt is, en de Wielen in den Stand zyn van C P en A D (Pl. XXIV. Fig. 3). Op deze wys zullen de Wielen vry zyn, wanneer ze voortgaan; maar anders zal een Wiel, ſchoon het van den grond zynde op zynen As kan draaijen, wanneer 't op den grond is, en getrokken wordt in H (Fig. 1.) niet meêr doen dan ſlepen.

Pl. XXIV. Fig. 3.

De As moet ook in den Haak zyn met den Diſſelboom of 't Lemoen: want indien de Diſſelboom of 't Lemoen aan éénen kant was gelyk in B Fig. 1. zouw de Koets of Wagen aan eenen kant getrokken worden, en byna al 't Gewigt zouw op één paard dragen; maar ze moet in den Haak wezen, gelyk de Diſſelboom G (Fig. 3.) gelyk reets gezegd is. Derhalven moeten de Aſſen van alle rytuigen regt zyn, en in den Haak met den Diſſelboom of het Lemoen.

I. GE-

PL. XXIII.

Fig. 1.

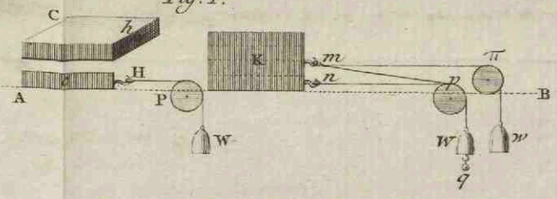


Fig. 2.

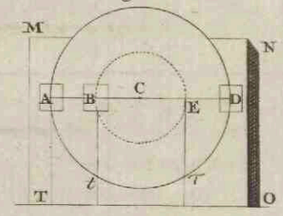


Fig. 3.



Fig. 4.

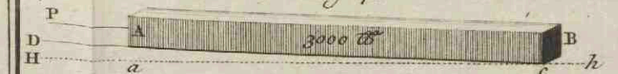


Fig. 5.

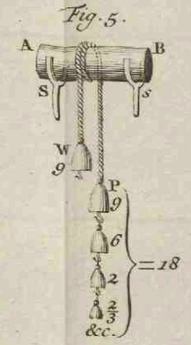


Fig. 6.

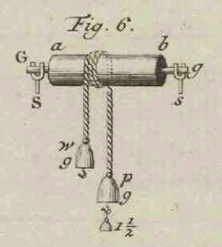


Fig. 7.

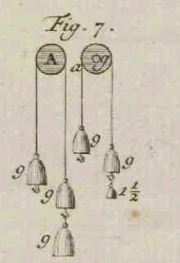


Fig. 9.

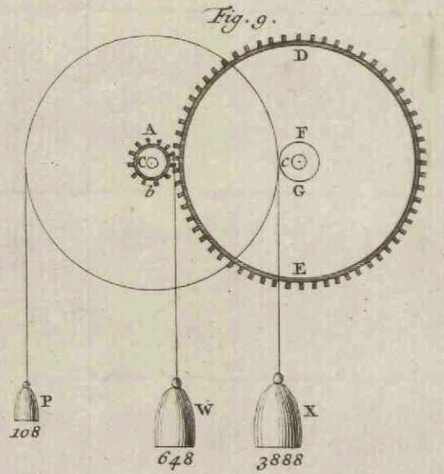


Fig. 10.

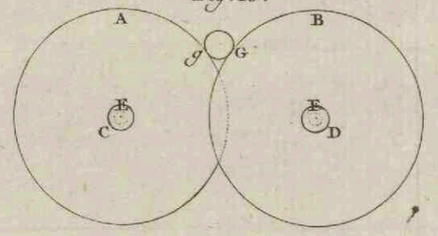


Fig. 11.

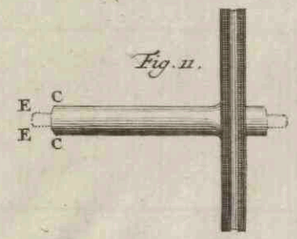


Fig. 8.

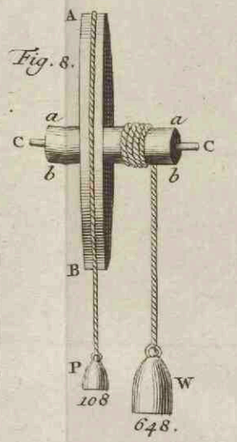


Fig. 12.

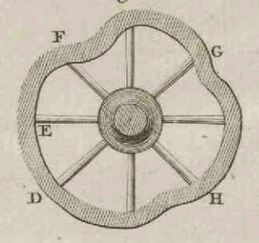
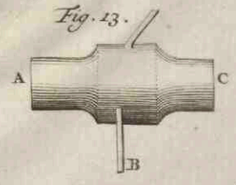


Fig. 13.





I. GEVOLG.

Hieruit ziet men het ongemak van die koetzen en wagens, welker Aſſen zoo gebogen zyn, dat ze de Wielen van boven afſpannen, om de Riemen niet te raken: want dit brengt alle de gemelde ongemakken voort, en de koetzen loopen meêr gevaar van te kenteren, omdat de Gang vernaauwd wordt, en ze gaan met meêr moeite in de koetshuizen, indien ze in den top afſpannen, dewyl de toppen van de Wielen wyder van één zyn, dan dat de As regt is, en wanneer ze met den top ergens tegens ſtooten, loopen ze meêr gevaar van te breken; en 't rollen van de Wielen wordt belet; waarom het beter zouw zyn, de Riemen naauwer of de regt opſtaande Wielen wyder van één te maken.

II. GEVOLG.

Deze manier van den As te buigen maakt ook onnut het voordeel, dat men heeft van de Wielen ſchotelsgewys te maken, gelyk tevoren verklaard is; want in dit geval dragen de Spaken van beide de Wielen tegelyk regt op en neêr, als of ze niet hellende waren op de Naaf; en wanneer een Wiel in een gat of diep ſpoor komt, loopt het meêr gevaar van te verbryzelen, omdat de Spaken niet langer regtſtandig zyn. Dit doet de Wielen en Aſſen te ligter breken, en de Spaken los worden, of breken. Op een vlakken grond zelf ſnyden ze meêr, en dragen op den ſcherpen kant van den yzeren Band, gelyk men in zulke Wielen zien kan, dat het beſlag meêr aan den buiten dan aan den binnen-kant geſleten is; en dit geeft gelegenheid om op ſtraatwegen des te meêr te ſlippen.

XXVII. STELLING.

De agterſte Wielen ſtuwen de voorſte Wielen niet voort, hoe hoog de agterſte en hoe laag de voorſte ook zyn mogen.

In ſommige oude Schilderyen ziet men Wagens afgebeeld met vier Wielen, alteſamen hoog en evengelyk. In ſommige landen, alwaar de Modens niet veel veranderen, blyven ze die ſoort van Wielen nog houden. Waarſchynelyk heeft men de voorſte Wielen

IV. Les. verlaagd, om te gemakkelyker te draaijen, omdat de Boomen [*Shafts*, dat is, *de Boomen, die inplaats van de* Lange-wagen *gebruikt worden*] in den weg waren. De voorſte Wielen heeft men aan Koetzen nog al meêr verlaagd, om de Riemen, die het kort draaijen eenigſints belemmeren, en gevaar loopen, om van de Wielen geſchaafd te worden. Naderhand heeft men Kraan-halzen [*Koetzen met yzeren Bogen*] bedagt, om nog korter te draaijen, en van langzamer hand de Wielen laag genoeg gemaakt, om geheel onder den bogt van den Kraan-hals [*of Boog*] te gaan. Daarenboven geven vele Koetziers voor, dat hunne paarden moê worden, omdat de voorſte Wielen te hoog zyn, en daarom van de agterſte Wielen niet genoeg voortgeſtuwd worden. Dezen valſen grondregel heeft men zelf gevolgd in kinder-wagentjes en poppegoed, waaraan men de voorſte Wielen ook al laag gemaakt heeft. Het is te denken, dat men ze nog al lager zouw maken, indien 't niet klaarblykelyk was, dat ze, nog een weinig lager gemaakt, in 't geheel over geen heuveltje zouden gaan, nog uit een diepe Slenk komen. Koetziers raden het verlagen van de Wielen in 't algemeen aan, niet alleen om 't gemakkelyk zwaaijen, en om hunne verbeelding, dat de agterſte Wielen de voorſte voortſtuwen, indien deze veel kleiner zyn, maar wel voornamenlyk, om gemakkelyk op hunne bank te komen. Nu, indien de vier Wielen op een gladden en vlakken grond zyn, zal men bevinden, dat de voorſte Wielen niet zullen bewegen, hoe laag ze ook zyn mogen, dewyl het Zwaarte-punt van elk paar Wielen zo geplaatſt is, dat de Streek-lyn valt tuſſen de Wielen zoowel in de agterſte als voorſte Wielen. Derhalven kan het Rytuig in dien ſtand niet uit zigzelven bewegen: alleenlyk zyn de voorſte Wielen meêr belaſt, omdat ze lager zyn dan de agterſte; maar hier uit volgt geenſints, dat ze om die reden te ligter rollen: want indien dat waar was, zouden Rytuigen beſt rollen, wanneer ze zwaarſt geladen zyn, 't welk met de ondervinding ſtrydt. 'T zouw ook een gevolg van dezen grondregel *van 't voortſtuwen van de Wielen* zyn, dat een Rytuig met zeerhooge Agterwielen en lage Voorwielen op een vlakken grond van zelf zouw loopen; 't geen nooit geſchiedt. Hierom is dees grondregel vals.

LEERING.

Indien de agterſte Wielen door hare grooter hoogte de voorſten konden voortſtuwen, zouw daaruit volgen, dat een Koets of Wagen allermoeijelykſt zouw loopen, wanneer de hooge Wielen vooruitgaan, en de paarden agter aan trekken. Maar maak een modél van een Wagen met Agterwielen van vyf duim, en Voorwielen van twee duim en drie Lynen, dat de gemeene maat is, indien men een duim voor een voet neemt, (ſchoon ſommige Agter- zoowel als Voor-wielen kleiner in Evenredigheid zyn) en zet dezen Wagen op een gladde plank, en laad hem in 't midden met een vragt van vyf pond lood: hegt een Katrolletje aan 't end van de plank, waarover een zyden draad loopt, die met zyn ééne end aan den Wagen vaſt is, en met het andere end aan een ſchaaltje of linnen zak, om looden ballen te ontvangen, die de geladen Wagen door haar gewigt konnen trekken. Hetzelfde gewigt, dat den Wagen trekt met de kleine Wielen voor, zal hem ook trekken met de groote Wielen voor, mits de Streek-lyn van de trekking in denzelfden ſtand zy in beide de gevallen. Dit toont, dat 'er geene Voortſtuwing is, hoeveel de Wielen ook in hoogte verſchillen, zelf op een vlakken, waterpas en gladden grond.

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat dit denkbeeld van *Voortſtuwen* zynen oorſprong moet hebben van eenige Werkluî, die gedagt hebben, dat 'er gelykheid was tuſſen een Wagen op een hellende Vlakte en een Wagen met hooge Agter- en lage Voor-wielen, ſchoon op een waterpas Vlakte; maar daar is een groot onderſcheid in: want op een hellende Vlakte valt de Streek-lyn buiten den Voetſteun, en 't Evenwigt wordt verloren. Hierom zal de Wagen rollen, totdat hy het Evenwigt vinde, of een hinderpaal ontmoete, die hem in een Evenwigt brengt. Dit zelfde zouw geſchieden in één of twee Wielen, zoowel als in vier, indien één Wiel breed genoeg was, om zigzelven op te houden. Indien men dit *voortſtuwen* noemt, zal een Kar, ſchoon ze maar twee Wielen hebbe, het zoowel hebben als een Koets of Wagen.

II. GEVOLG.

Het gaat niet door hier tegen in te brengen, dat het groote Wiel, eens aan 't bewegen zynde, langer beweegt dan het kleine Wiel, en 't zelve dus voortdryft: want op den grond is de Weêrſtand veel grooter dan zulk een Voortſtooting. Want indien men door kragt eenige graden van Snelheid geeft aan een Wagen op een vlakken grond, maar zoodanig een, die hem maar een weinig laat inſnyden, gelyk in nat weêr of op een zagten grond, die zoo hard niet is als een ſtraatweg, zal de Wagen, zoohaaſt de kragt ophoudt te werken, geheel ſtil ſtaan, welk aantoont dat de agterſte Wielen, zelf in dat geval, niet voortſtuwen.

III. GEVOLG.

Indien op een ſtraatweg, 't zy effen of oneffen, of op een ongelyken grond met heuvels en dalen, de Wagen dan zoo geplaatſt is, dat hy de hooge Wielen op den hoogſten grond heeft, zal hy wel naar beneden loopen, en de hooge Wielen zullen de lage ſchynen voort te ſtuwen; maar wanneer hy weêr ryſt, zullen de voorſte Wielen de agterſte voortſtuwen, en de Wagen zal te rug ſchieten. Te zeggen, dat de groote Wielen, omdat ze ligter draaijen, te beter zullen voortſtuwen, toont maar alleen, dat de Wagen beter zal gaan, indien alle de Wielen groot zyn, en dat ze alteſamen beter zullen rollen, dan dat 'er twee kleine by zyn. Zoodat kleine Wielen vooraan (op wat wys men ze ook beſchouwen mag) de gemakkelyke beweging van een Wagen niet bevorderen.

XXVIII. STELLING.

Groote Wielen zyn altyd voordeeliger om te rollen, in allerlei gevallen en op allerlei grond.

Het geen ontrent de Wielen van Wagens in aanmerking komt is de Snelheid en Vryving, die ze hebben op den As, en haar Weêrſtand of inzinking in den grond. Indien men ze beſchouwt in opzigt van de Vryving, is het zeker, dat een Wiel, 't welk over 't Kruis het dubbeld is van een ander, eens zal draaijen, terwyl het kleine

kleine tweemaal draait op dezelfde lengte van weg, dewyl de Om- IV. Les.
trek (die evenredig is met de Middellyn) tweemaal zoogroot is. Derhalven zal, in opzigt van de Vryving, een Wiel, dat tweemaal zoogroot over 't Kruis is, een dubbeld voordeel hebben, dewyl 't maar eens inplaats van tweemaal draait, 't welk in 't kleine Wiel de Vryving verdubbelt. Het Wiel A B C (PL. XXIV. Fig. 4 en 5.) dat tweemaal zoogroot is als 't Wiel D E F, zal in opzigt van de Vryving tweemaal zooveel voordeel hebben, gesteld zynde, dat de gaten van de Naven en de Assen evengelyk zyn. PL. XXIV. Fig. 4 en 5.

Indien men de Wielen beschouwt in opzigt van haar zinken in de aarde of haar vallen in gaten, zal men het zelfde voordeel voor 't ééne en 't zelfde ongemak voor 't andere bevinden. Indien men de Draging beschouwt, dezelve is dubbeld in 't groote Wiel, waarom het maar half zoo diep zal zinken; en indien men agtgeeft op de gaten, zal 't het zelfde voordeel geven in sommige gevallen; maar daarenboven in andere gevallen (by voorbeeld wanneer de gaten diep zyn) zal het kleine Wiel veel meêr nadeel geven (L. III. Aant. 11. Bladz. 155.): want indien het viel in een gat gelyk D E Fig. 5. welkes Middellyn zoogroot was als die van 't Wiel, zouw 't 'er geheel inzinken, terwyl het groote Wiel daar maar in zouw vallen de diepte van zyn Cirkel-deel A B Fig. 4. die de helft van 't Wiel niet zyn zouw, gelyk men ligtelyk zien kan uit de twee evenwydige Lynen A D en B E Fig. 4 en 5. Men mag wel onderstellen, dat het zelfde zouw gebeuren in moeraſſige gronden, waarin het kleine Wiel geheel zouw zinken in het zelfde gat, waarin het groote maar ten deele zouw inschieten.

Indien men stelt, dat 'er over een hoogte gereden moet worden op een effen grond, gelyk een straat, en dat ze dezelfde is in B als in E Fig. 4 en 5. zal het Cirkel-deel of de Pees van het kleine Wiel een derde nader zyn aan de kruin, dan het Cirkel-deel of de Pees van 't groote, en dan moet 'er een derde meêr kragt zyn, om over den heuvel te komen. Indien de heuvel iets is, dat gebroken of verbryzeld moet worden, geheel of ten deele, zal 'er dezelfde Evenredigheid plaats hebben, en dewyl de Omtrek van het Wiel een soort van Wigge of hellende Vlakte maakt, zal dezelve korter of minder scherp zyn in het kleine dan in het groote Wiel, zoodat de poging om 'er in eens over te komen grooter moet zyn. En indien de heuvels maar ryzingen en dalingen van den grond zyn, zal 'er,

IV. Les. om dezelfde reden, meêr moeite voor het *kleine* dan voor het *groote* Wiel zyn. Bygevolg zyn groote Wielen beter om te rollen dan kleine in allerlei gelegenheid en op allerlei grond.

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat een Wiel, indien 't maar éénen duim over 't Kruis grooter of hooger is dan een ander, meêr voordeel zal hebben, en dat, hoe de Wielen hooger zyn, hoe ze naar Evenredigheid voordeeliger zyn, mits dat ze niet al te hoog zyn, dat is, niet boven de vyf of zes voet hoog: want indien ze die maat te boven gingen, zouden ze zelf een groot Gewigt worden, of, indien ze ligt gemaakt werden, zouden ze te zwak zyn, en gevaar loopen van te breken om de groote lengte der Spaken. Daarenboven zouden de paarden met zulke Wielen hare uiterſte ſterkte niet konnen in 't werkſtellen, omdat ze den As hooger zouden hebben dan hare borſt is, zoodat ze neêrwaarts zouden trekken, inzonderheid indien de paarden niet zeer hoog waren; gelyk in kleine Wielen het trekken moeijelyker gemaakt wordt, omdat de paarden dan opwaarts moeten trekken: want het afwyken van een waterpas Streek-lyn, door of opwaarts of nederwaarts te trekken, is ongemakkelyk voor de paarden, gelyk duidelyker zal blyken door de volgende Ondervindingen.

XXIX. STELLING.

Rytuigen met vier Wielen, gelyk Wagens of Koetzen, zyn veel voordeeliger dan Rytuigen met twee Wielen, gelyk Karren en Sjeezen.

Daar men in Rytuigen agt op moet geven is 't voordeel, dat het ééne meêr heeft dan het andere in 't rollen, en de manier van paarden of oſſen zoo aan te voegen, dat ze 't minſt vermoeijen, en met het grootſte voordeel konnen trekken. Maar in 't aanvoegen van paarden aan een Kar met twee Wielen, is 't klaarblykelyk, dat het paard in den Bóóm een gedeelte van 't Gewigt draagt, hoe zeer het ook op den As in Evenwigt mag zyn: want in 't afgaan van een heuvel draagt het Gewigt op 't paard, en in 't opgaan valt het Gewigt naar den anderen kant, en ligt het paard (dat is, ſtoot het opwaarts) 't welk een groot gedeelte van deszelfs kragt wegneemt: en indien,

om

om dit laatſte ongemak, dat het ergſte van de twee is, weg te ne- IV. Les.
men, het Gewigt voorwaarts gelegd wordt, zal 't paard te eer moê worden, omdat het dan zoowel draagt als trekt. Daarenboven, dewyl in de Slenken, die in 't Spoor zyn, dan eens 't ééne dan eens 't andere Wiel inzinkt, ſchaven de Boomen tegen de zyden van 't paard in den Bóóm, dat vele paarden bederft.

Nog meêr, dewyl op een Kar het gantſe Gewigt geheel en al draagt op twee Wielen, wanneer één van beide in een gat of Slenk zinkt, valt de helft van 't Gewigt naar dien kant, en om het Wiel uit het gat te trekken, moet 'er de helft van 't Gewigt ook uitgetrokken worden. Indien 't op een zagten grond is, en beide de Wielen inzinken, en uitgetrokken moeten worden, heeft men meêr arbeid noodig, dan dat vier Wielen van een Wagen op den zelfden grond inzinken, omdat het Gewigt, op vier Wielen verdeeld zynde, dezelven minder doet inzinken, dan dat het maar door twee ondersteund werd: en in gaten, waarin maar één Wiel tegelyk inzinkt, moet 'er maar een vierde van 't Gewigt uitgetrokken worden, maar integendeel de helft wanneer men een Kar gebruikt, waarom 'er in dat geval tweemaal zooveel kragt gebruikt moet worden, om de helft van 't Gewigt uit te trekken. Indien twee Wielen van een Wagen tegelyk in een gat vallen, moet 'er maar de helft van 't Gewigt uitgetrokken worden, integendeel het geheele Gewigt, wanneer men een Kar gebruikt. En in 't ryzen en vallen op een ſtraat, by voorbeeld in 't overryden van een goot, wordt in een Wagen dikwyls een Evenwigt gemaakt tuſſen de agterſte en voorſte Wielen, dewyl de laatſte, wanneer ze neêrkomen, de eerſte helpen ryzen, zoohaaſt ze over de goot zyn; en, indien dit maar aan éénen kant geſchiedt, heeft men dezelfde hulp; maar met een Kar zouw 't anders wezen, want één van de Boomen zouw 't paard in den Bóóm tegen de zy' ſlaan. Wat de tegenwerping belangt, dat 'er minder Vryving is op twee dan op vier Wielen (welke gedagten waarſchynelyk de reden geweeſt is, dat men Karren boven Wagens den voorrang gegeven heeft) dezelve is geheel vals: want we hebben bewezen, dat 'er op twee Wielen zooveel Vryving is als op vier, indien het gat in de Naaf van dezelfde gedaante, en 't Gewigt hetzelfde is. Ja in tegendeel zal men in een Kar eer meêrder Vryving hebben; omdat de kleine deelen, dewyl al 't Gewigt op twee punten draagt,

het

IV. Les. het afſchuren meêr onderhevig zullen zyn, dewyl de Vryving dubbeld is: en indien de vragt op den Wagen niet grooter is dan op de Kar, zal hy, door de Aſſen en gaten in de Naven kleiner te maken, nog minder Vryving hebben; maar dewyl de Vryving (of ten minſten dat verſchil van dezelve) zeerweinig is, indien Wielen wel geſmeerd zyn, is ze niet waardig gemeld te worden. Behalven het voordeel, dat we van 't gebruik van vier Wielen bewezen hebben, moet men daar ook agt op geven, dat de paarden in den Bóóm aan de Kar zoowel dragen als trekken, maar aan den Wagen meêr kragt beſteden, om te trekken, en ook langer in ſtaat blyven, omdat ze aan de zyden niet geprangd worden. Derhalven zyn vierwielde Rytuigen, gelyk Koetzen en Wagens, voordeeliger dan Karren en Sjeezen.

XXX. STELLING.

Het zouw voordeeliger zyn de vier Wielen van een Koets of Wagen groot en ten naaſten by van ééne hoogte te maken, dan de voorſte Wielen maar half zoogroot over 't Kruis te maken als de agterſte, gelyk op vele plaatzen gebruikelyk is.

Schoon het eenig gemak geve in het draaijen, dat men de voorſte Wielen van Koetzen of Wagens de helft kleiner maakt dan de agterſte Wielen, is 'er ook weêr een groot nadeel, omdat de helft van de kragt verloren wordt, die van gebruik zouw konnen zyn, indien ze groot waren, volgens de 26ſte Stelling. Ook zyn de Schokken grooter, wanneer we kleine Wielen gebruiken, omdat ze tweemaal dieper inzinken in de gaten en hollen van de ſtraat, en daarom weêr te hooger moeten opſpringen, en dit 's buiten twyfel de oorzaak geweeſt, dat men Veren gemaakt heeft, om de ſchokking te verminderen, maar dit heeft ook met één de Koetzen het omvallen meêr onderhevig gemaakt, door het ligbaam van de Koets te hooger te ligten, om 'er de Veren onder te plaatzen.

Behalven deze nadeelen worden de paarden, die opwaarts trekken, eer moê, en ſtyver in de Knien; en dit 's de reden, waarom paarden, die voor de Koets gebruikt zyn, niet meêr in ſtaat zyn, om bereden te worden, dewyl ze hare beryders zeer afmatten; 't welk niet geſchieden zouw, indien de voorſte Wielen hoog waren, en de punten, daar de Strengen vaſtgemaakt worden, zoo hoog waren

ren als hare borſt, dat ze trokken in Lynen, evenwydig met den grond, gelyk Karre-paarden gemeenelyk doen, die daar zooveel door winnen, dat het de nadeelen, die Karren anderſints hebben, weêr vergoedt. IV. Les.

Dit voordeel van Karren zouw geene plaats meêr hebben, indien de vier Wielen van een Wagen evengroot waren, en dan zouw men ook de gemelde voordeelen van vier boven twee Wielen hebben. Daar zyn 'er, die hier tegen inbrengen, dat de paarden, opwaarts trekkende, de Koetzen uit het vuil ligten, en de vragt verligten; maar indien ze dat doen, dragen ze een gedeelte van 't Gewigt; en indien de paarden door elkander gerekend maar 200 ℔ konnen dragen, dog op een Wagen ontrent 1000 ℔ konnen trekken, moet deze manier haar meêr vermoejen, dan het regtuit trekken, wanneer de Strengen evenwydig zyn met den grond. Derhalven is het beſt, dat de Wielen van een Koets hoog en evengroot zyn *enz.*

LEERING.

De volgende Ondervindingen zullen beveſtigen 't geen ik verklaard heb. Laten we een Wagentje of Módel nemen van de voet op een duim, gelyk PL. XXIV. Fig. 6. wordt afgebeeld, met de vier Wielen van vyf duim en negen Lynen, en zoo gemaakt, dat men 'er Wielen van verſchillende grootte kan aanzetten, by voorbeeld vier van 5 duim, twee van 2 duim en 3 Lynen, twee andere van 3 Lynen, en laat ze Naven, Spaken en Vellingen hebben naar Evenredigheid, om de Wielen van een Koets of Wagen te verbeelden. Verander ze de ééne na de andere, terwyl de Wagen DB gedurig geladen is met hetzelfde Gewigt C van 5 ℔, en getrokken wordt door middel van een zyden draad, die over een Katrol loopt, met een zakje of ſchaal van een Balans, om 'er balletjes in te leggen voor de verſcheiden Wielen, naardat ze op een effen grond, op aarde, zand of ſtraat loopen. De plank AF moet van eiken hout zyn, gevlakt aan den éénen kant, en gekurven aan den anderen, om ſtraatſteenen en goten van ſtraten na te bootzen. De ſtraatſteenen moeten van 7 of 8 Lynen wezen inplaats van 7 of 8 duim, makende dezelven van duimen tot Lynen, gelyk de Wielen van voeten op duimen gebragt zyn. De Katrol moet 'er zoo aan gemaakt worden, PL. XXIV. Fig. 6.

IV. Les. dat ze naar beide de kanten van de plank gedraaid kan worden. Het geheele werk dus toegeſteld zynde, zullen de Ondervindingen met de volgende Tafel overeenkomen.

Om de Kar te verbeelden hangt men in Evenwigt onder een As het zelfde Gewigt C van 5 ℔; en men hegt maar een Diſſelboom aan den As, om 'er den draad aan te ſpannen, 't welk de Kar driemaal ligter maakt dan den Wagen in 't nemen van de Proeven: want de Wagen heeft éénen As en twee Wielen en Boomen [*of de Lange-wagen*] meêr dan de Kar, en de volle Wielen van 5 duim en 9 Lynen wegen tweemaal zooveel als de vyfduims Wielen met Spaken.

Om de vragt van 5 ℔ te trekken op den gladden kant van de plank, die waterpas legt, met de vier groote Wielen, elk van 5 duim en 9 Lynen over 't Kruis, is 'er maar drie vierde van een bal van nooden.

Voor 't Gewigt van 5 ℔ op den Wagen.

	Ballen.
Met de vier Wielen van vyf duim - - -	1
Met de twee kleine Wielen voor - - -	2
Met de Wielen van drie duim voor - - -	1½

Voor de Kar en 't zelfde Gewigt.

Met de twee Wielen van vyf duim - - -	2
Met de twee kleine Wielen - - - -	3½
Met de twee Wielen van drie duim - - -	3

Met den Wagen op heel vogtige aarde.

Met de vier grootſte Wielen, 2 Lynen breed of dik - -	12
Met dezelfde ſmaller en byna ſnydende - - -	16
Met de vier van vyf duim, drie Lynen breed - -	6
Met de twee kleinſte voor - - - -	12
Met de twee van drie duim voor - - -	8

Voor de Kar op dezelfde aarde.

Met de twee groote Wielen - - - -	9½
Met de twee kleine - - - - -	18
Met de twee van drie duim - - - -	13

Voor

Voor den Wagen op droog zand.

	Ballen.
Met de vier Wielen van vyf duim - - -	28
Met de kleinſte Wielen voor - - -	46
Met de Wielen van drie duim voor - - -	35

Voor de Kar op droog zand.

Met de Wielen van vyf duim - - - -	40

Wanneer ze ſtak met 39 Ballen, moeſt ik 'er nog tien bydoen, om ze weêr aan 't bewegen te helpen.

Voor den Wagen op nat zand.

Met de vier Wielen van vyf duim - - -	14
Met de twee kleinſte Wielen voor - - -	28
Met de Wielen van drie duim voor - - -	17

Voor de Kar op nat zand.

Met de twee Wielen van vyf duim - - -	17
Met de twee Wielen van drie duim - - -	24

Om over een hoogte of heuvel van twee Lynen te komen, voor den Wagen.

Met de vier Wielen van vyf duim - - -	20
Met de twee kleinſte Wielen voor - - -	30
Met de Wielen van drie duim voor - - -	25

Half zooveel ballen zyn genoeg, wanneer het ééne Wiel maar over den heuvel gaat.

Voor de Kar, om over denzelfden heuvel te gaan.

Met de twee Wielen van vyf duim - - -	35
Met de twee kleinſte Wielen - - - -	60
Met de twee Wielen van drie duim - - -	48

IV. Les.

Voor den Wagen, om over een hoogte van éene Lyn te gaan.

	Ballen.
Met de vier Wielen van vyf duim - - -	15
Met de twee kleinſte Wielen voor - - -	21
Met de twee Wielen van drie duim voor - - -	17

Voor de Kar, om over denzelfden heuvel te gaan.

Met de twee Wielen van vyf duim - - -	27
Met de twee kleinſte Wielen - - - -	38
Met de twee Wielen van drie duim - - -	31

Voor den Wagen om uit een gat te komen, als of 'er onder elk Wiel een ſtraat-ſteen ontbrak.

Met de vier Wielen van vyf duim - - -	9
Met de twee kleinſte Wielen voor - - -	18
Met de twee Wielen van drie duim - - -	14
Indien het Gewigt gelegd wordt op de kleine voorſte Wielen, moet men, om uit hetzelfde gat te komen, gebruiken -	34
Maar indien 't gelegd wordt op de agterſte Wielen, en de grond effen is, niet meêr dan - - -	3

Voor de Kar, om uit het zelfde gat getrokken te worden.

Met de twee Wielen van vyf duim - - -	18
Met de twee kleinſte Wielen - - - -	34
Met de twee Wielen van drie duim - - -	25

Voor den Wagen, om uit een gat getrokken te worden, als uit een groef of goot van de ſtraat.

Met de vier Wielen van vyf duim - - -	4½
Met de twee kleinſte Wielen voor - - -	8
Met die van drie duim - - - -	6½

Om

Om de Kar uit het zelfde gat te trekken.

	Ballen.
Met de twee Wielen van vyf duim - - -	10
Met de twee kleinſte Wielen - - - -	15
Met de twee van drie duim - - - -	11

Voor den Wagen op de ſtraat.

Met de vier Wielen van vyf duim - - -	2 ½
Met de twee kleinſte Wielen voor - - -	4 ½
Met de Wielen van drie duim - - - -	3 ½
Wanneer de Wielen van drie duim agter, en die van twee voor zyn - - - - - -	4 ½

Voor de Kar op de ſtraat.

Met de twee Wielen van vyf duim - - -	4 ½
Met de twee kleinſte Wielen - - - -	8
Met de twee Wielen van drie duim - - -	6 ½

Indien de plank een duim geligt wordt aan het end daar de Katrol is.

Voor den Wagen.

Met de vier Wielen van vyf duim - - -	4 ½
Met de twee kleinſte Wielen voor - - -	6 ½
Met de twee Wielen van drie duim voor - - -	5 ½

Voor de Kar op dezelfde wys.

Met de twee Wielen van vyf duim - - -	6
Met de twee kleinſte Wielen - - - -	11
Met de twee van drie duim - - - -	8

Indien men de vier groote Wielen gebruikt van vyf duim en negen Lynen, is 'er ontrent een vierde meêr kragts vannooden, dan voor de Wielen van vyf duim, die drie Lynen breed zyn, en dat zoowel voor den Wagen als voor de Kar; omdat die groote, de-

IV. Les. wyl ze zeer ſmal en byna ſnydende zyn, in de voren van de ſtraat loopen, en dan tuſſen twee ſteenen inſchietende, meêr kragt vannooden is, om weêr op te ſchieten. Ook gaan ze zoo ſnel niet als de breede Wielen, zelf nadat 'er dat vierde deel kragt nog bygevoegd is, en niettegenſtaande ze zooveel grooter zyn; maar op een vlakken en gladden grond, daar ze niet inzinken, gaan ze veel ligter, en hebben meêr voordeel dan de anderen.

I. GEVOLG.

Hieruit kan men ligtelyk oordeelen, hoe zeer die Karreluî zig bedriegen, die de yzers of 't Beſlag van de Wielen zeer ſmal willen hebben, om te beter uit de ſporen te komen, en den grond te ligter te ſnyden: want indien de Wielen geene Vryving hebben aan de zyden van de Vellingen, zinken ze te dieper, wanneer ze ſmal zyn, en bederven de Sporen te meêr; en indien ze loopen, daar geene Sporen zyn, gelyk op de aarde, zullen de paarden nog meêr vermoeijen, dewyl 'er een vierde meêr kragts vannooden is. Zulk ſoort van Wielen zyn elk één nadeelig, omdat de Sporen te dieper inſnyden.

II. GE-

(4) Dewyl de Vryving, gelyk we gezegd, en reets in deze Les Bladz. 189. bewezen hebben, ontſtaat uit het Gewigt, dat de deelen teſamen drukt, en niet uit het getal van deelen, die raken, is 'er geene kans, om door 't verkorten van de Aſſen van de Wielen, 't zy in Rytuigen, 't zy in eenig ander ſoort van Raderen, de Vryving te verminderen: want dit zouw het beoogde doelwit niet alleen doen miſſen, maar den ſchurenden As veel eer verſlyten; en in Uurwerken is het van kwaad gevolg, omdat de gaten, indien ze uitgeſchrooid worden, om de Draging te verkorten, ſchielyk te groot worden, daar integendeel, indien ze maar rolrond gemaakt waren de dikte van de Stelling-plaat, de Vryving niet grooter zouw wezen, en de Tappen veel langzamer zouden ſlyten: en dit wordt ook nu van alle goede Uurwerk-makers in 't werk geſteld: want indien ze uitſchroojen is 't maar een kleine diepte, om oly te houden. Proeven met het volgende Werktuig zullen dit klaarder opheldéren.

Pl. XXIV. Fig. 7.

Pl. XXIV. Fig. 7.

Op de platte geel-koperen Plaat A B C (die hier byna zoogroot als het Werktuig verbeeld wordt) zyn gehegt twee ſtaande Platen D en E, met een ſleuf in éêne van dezelven in D, en een gat in de andere tuſſen de letters K en L, om de Halsjes van de enden van den As D K van 't Rad Z F L G te ontvangen. Maar deze Halsjes, die maar ontrent een dertigſte deel van een duim over 't Kruis zyn, dragen niet in 't gat in K en op den grond van de ſleuf in D: want ze worden onderſtut op twee ronde Platen of Rollen aan elk end van den As, namenlyk de regtſtandige Platen M 1, M 2, M 3, M 4, op zulk een wys, als in de voorgaande Aanteekening

II. GEVOLG.

Het zelfde ongemak heeft men op een ſtraat, en de yzers van de Wielen ſlyten te ſchielyker, indien ze ſmal zyn, dewyl ze eenigermate maar op één punt dragen: en wanneer de yzeren Banden ſlyten, worden ze rond, en glyen te ſtyver tuſſen de ſtraat, het welk ze ook eêr breekt, dan die, die breeder zyn.

III. GEVOLG.

Uit de Proeven op de gladde plank blykt het, dat de Vryving op de Aſſen van geen belang is: want met den Wagen, die de vier Wielen van vyf duim en negen Lynen heeft, trekt een bal van twintig in een pond een Gewigt van zes pond, of een Gewigt van vyf pond met de Wielen van vyf duim, dewyl de Wagen met de Wielen teſamen ontrent vyf vierendeel ponds weegt, dat het geheele Gewigt by één genomen evengelyk maakt aan 130 ballen. Dus zal in dit geval één pond 130 pond trekken; of, 't geen op één uitkomt, de Vryving op den As zal evengelyk zyn aan niet meêr dan $\frac{1}{130}$ gedeelte van de kragt met Wielen van deze Evenredigheid (4).

Want

ning beſchreven is, en in G *g* Fig. 8. hier nog eens wordt afgebeeld, en de Snê van éene dezer Rollen wordt in de 9de Figuur vertoond. Derhalven, wanneer het Rad den éénen weg omdraait, draaijen alle de rollende Platen den anderen weg heen, zoo vryelyk als of de Hals een Rondzel was, en de Raderen of Platen gerand waren, omdat de Aſſen van de Platen zeer kleine Halzen hebben, die in zeer gladde gaten draaijen, die gemaakt en gepolyſt zyn in de vier ſtaande vaſte Platen of Kokken N 1, N 2, O en P, van welke laatſte Kok niet meêr dan de Hoek van deszelfs Voetſteun in de Figuur zigtbaar is, dewyl het Rad M 2 hem in dezen Stand van 't Werktuig bedekt. De kleine Kokken, gelyk D, *d*, *d* dienen voor de enden van de Halzen, om 'er tegen te dragen (beide voor het groote Rad en de vier kleine Raderen, zynde 'er zulke tien, waarvan 'er hier maar drie zigtbaar zyn) en door dien Weêrſtand tegen de enden, zullen de Borſten, gelyk C C Fig. 9 in 't geheel niet ſchuren. Pl. XXIV. Fig 8 en 9.

Door dit behulp heeft het groote Rad zoo weinig Vryving, dat elk punt van deszelfs omtrek, nadat het, door den vinger aan dien Omtrek te voegen, braaf in beweging gebragt is, meêr dan een weg van een [*engelſe*] Myl zal doorloopen, eer het Rad ſtil ſtaat: want ſchoon men het getal van omdraaijingen van 't groote Rad niet kan tellen, wanneer men 'er op ziet, kan men haar getal evenwel weten, wanneer men kykt op de gaten, die in de kleine Raderen (één in elk) tot dat einde gelaten zyn: want dewyl zy twee duim over 't Kruis zyn, draaijen ze maar eens om, terwyl het groote Rad (welkes Halzen haar doen bewegen) ſeſtigmaal omdraait.

De

IV. Les. Want wanneer de grond volmaakt effen is, ontſtaat al de Weêrſtand uit de Vryving, die maar weinig is in vergelyking van het inzinken van de Wielen in aarde en gaten, waaruit ze geligt moeten worden.

IV. GEVOLG.

Uit de Proef met de Kar, welker gewigt maar op twee Wielen draagt, blykt het dat de Vryving dubbeld is, wanneer ze vergeleken wordt met die van den Wagen met vier Wielen: want daar is tweemaal zooveel gewigt voor de Kar vannooden, en dan gaat ze nog niet voort, voordat ze in beweging gebragt is, daar de Wagen van zelf ga; en tweemaal zooveel of daar ontrent is 'er vannooden voor Wielen, die half zoogroot zyn. Dit 's waarſchynelyk niet geheel en al aan de Vryving toe te ſchryven: want ze behoort dubbeld te zyn in de kleine Wielen, met de groote vergeleken, dewyl ze tweemaal rondgaan, terwyl de groote niet meêr dan eens rondgaan;

Pl. XXIV. Fig. 10.

De Vryving van het groote Rad, dus zoo gering wordende, dat ze byna niet te merken is, is bekwaam tot het bedoelde oogmerk. Behalven den gemelden toeſtel is 'er aan den top van den Kok of 't ſtaande ſtuk QR (beneden met zynen Voetſteun of Voet Q vaſtgeſchroefd) met een Schroef in R vaſtgemaakt één end van den Slang-veêr S1, S2, S3, S4, welkes andere end vaſtgemaakt is aan den As van 't groote Rad by S4. Wanneer men dan het Rad doet draaijen op zyne Halzen, door het punt Z van deszelfs Omtrek te brengen naar den Wyzer Y, die de Graden aanwyſt op den rug van 't Rad (die hier niet afgebeeld zyn dan alleen door de ſtippen, geteikend van Z naar Y) zal het, zoohaaſt men het loslaat, te rug keeren naar Z, en verſcheiden heen en weêr-keeringen doen agteruit en vooruit, gelyk de Onruſt van een zak-orlozie, een geruimen tyd agtereen. Maar indien 'er iets draagt op den As HID, die net rolrond en een kwartier duim over 't Kruis is, zal het minder heen en weêr-keeringen doen naar Evenredigheid van die Vryving. Om nu te toonen, dat de Vryving evenredig is aan 't Gewigt, dat op den As drukt, en niet aan de Oppervlakte zyn de volgende Proeven genomen.

I. PROEF.

Neem het ſtuk van Fig. 10. dat een half once weegt, en gemaakt is in de gedaante van een plat Kruis, en nadat het gevyld is, glad geſlepen op een Oly-ſteel aan den platten onderkant van V; met een holletje aan het end T, en een klein rond ſtuk, neêrwaarts hangende aan het andere end X, en leg het zoo over den As van het Rad tuſſen I en D, dat het Gewigt van het hangende end X, den platten kant V op den gemelden As neêrtrekkende, het end T doet ryzen met zyn holletje tegen het punt of onder-end van de Schroef T (Fig. 7.) van den Kok *t* T, dat het in zyne plaats houd., wanneer de As onder hetzelve ronddraait. Wanneer ge dan Z tot Y gebragt, of dat punt agteruit tegen de ſpanning van de Veêr getrokken hebt ontrent 90 Graden, let dan op het getal

gaan; en ſchoon de kleine Wielen aan de Kar aan 't gaan geholpen IV. Les.
moeten worden, zoowel als de groote, gaan ze egter een weinig ſchielyker dan de groote, en de twee groote aan de kar ſchielyker dan aan den Wagen, ſchoon ze ziegezage gaan. Dit kan ook daarvan daan komen, dat ze niet volmaakt rond zyn, nog in Evenwigt aan den As, dat in den Wagen niet gemerkt kan worden. En dit toont, dat het een groot nadeel is, zig van Karren te bedienen, zelf in opzigt van de Vryving.

V. GEVOLG.

Uit de Proeven op harde klei en zand genomen, is ligtelyk te begrypen, dat in 't algemeen de helft van de kragt verloren wordt in een Wagen, wanneer 'er vooraan kleine inplaats van groote Wielen zyn: want ſchoon 't niet blyke, dat de helft verloren wordt op den grond, wanneer de aarde vaſt is, zouw 'er veel meêr dan de helft

getal van heen en weêr-keeringen, die het Rad doet, eer het ſtil ſtaat, door de Vryving van het Kruis, 't welk die ſtand is, die hier door de flaauwe ſchrapjes wordt afgebeeld. Onderſtel, dat het getal der heen- en weer-keeringen 50 is. Leg dan het kruis van Fig. 11. op den As op dezelfde wys en tegelyk met en naaſt het andere, dat het in zyne plaats gehouden worde door het onder-end van de andere Schroef *t*. Dewyl het net van dezelfde gedaante en 't zelfde Gewigt is, als het eerſte, zal het de Vryving van den As verdubbelen; dewyl het Gewigt, dat drukt, zoowel als de Oppervlakte, die ſchuurt, tweemaal zoogroot is. Dit zal blyken, wanneer men het Rad beweegt, gelyk te voren: omdat het getal van heen en weêr-keeringen dan maar 25 zal zyn.

II. PROEF.

Leg op den As, inplaats van de twee gemelde kruiſſen, het kruis van Fig. 12. dat één once weegt (dat is, zooveel als de twee andere) en waarvan de Oppervlakte onder V volkomen glad en gepolyſt is, gelyk die van de andere. Breng dan het Rad in beweging gelyk tevoren, en de heen- en weêr-keeringen zullen 25 in getal zyn gelyk te voren; ſchoon de vryvende Oppervlakte maar half zoogroot zy, omdat het Gewigt hetzelfde is. En dit wordt verder bewezen door de volgende

III. PROEF,

Waarin het ſtuk X van zyne plaats losgeſchroefd, en weêr in hetzelfde gat aan den anderen kant van 't Kruis geſchroefd moet worden, om de kleine vlakte van het Prisma [*driekante Balkje*] in V te doen dragen op den As van 't groote Rad, inplaats van het breede gedeelte van het kruis. Dan zal het Rad ook zyne beweging verliezen na 25 heen- en weêrkeeringen, ſchoon de dragende Oppervlakte meêr dan twintig maal kleiner zy, dan toen de twee eerſte kruiſſen 'er op waren; omdat het Gewigt hetzelfde is.

IV. Les. helft verloren worden, indien de aarde zagt was, gelyk we zien, dat 'er meêr verloren wordt op droog zand. Daarenboven zouw men met kleine Wielen ligtelyk in de modder zinken op plaatzen, daar men met groote over zouw gaan.

VI. GEVOLG.

En ſchoon de helft van de kragt niet verloren worde op een ſtraat, inzonderheid wanneer een Wagen of Koets van de paarden op een draf getrokken wordt, omdat, indien het Wiel naar beneden van de afhelling van den éénen ſtraat-ſteen gaat, een kragt krygt, om tegen den naaſtvolgenden op te ryzen; zal men egter, indien men agtgeeft op het trekken van de paarden, zien dat ze ſtyf worden in de knien, wanneer ze opwaarts trekken, en uit dien hoofde mag men in die omſtandigheden wel de helft van de kragt rekenen op een ſtraat; maar op vaſte klei en zand zal men meêr verliezen.

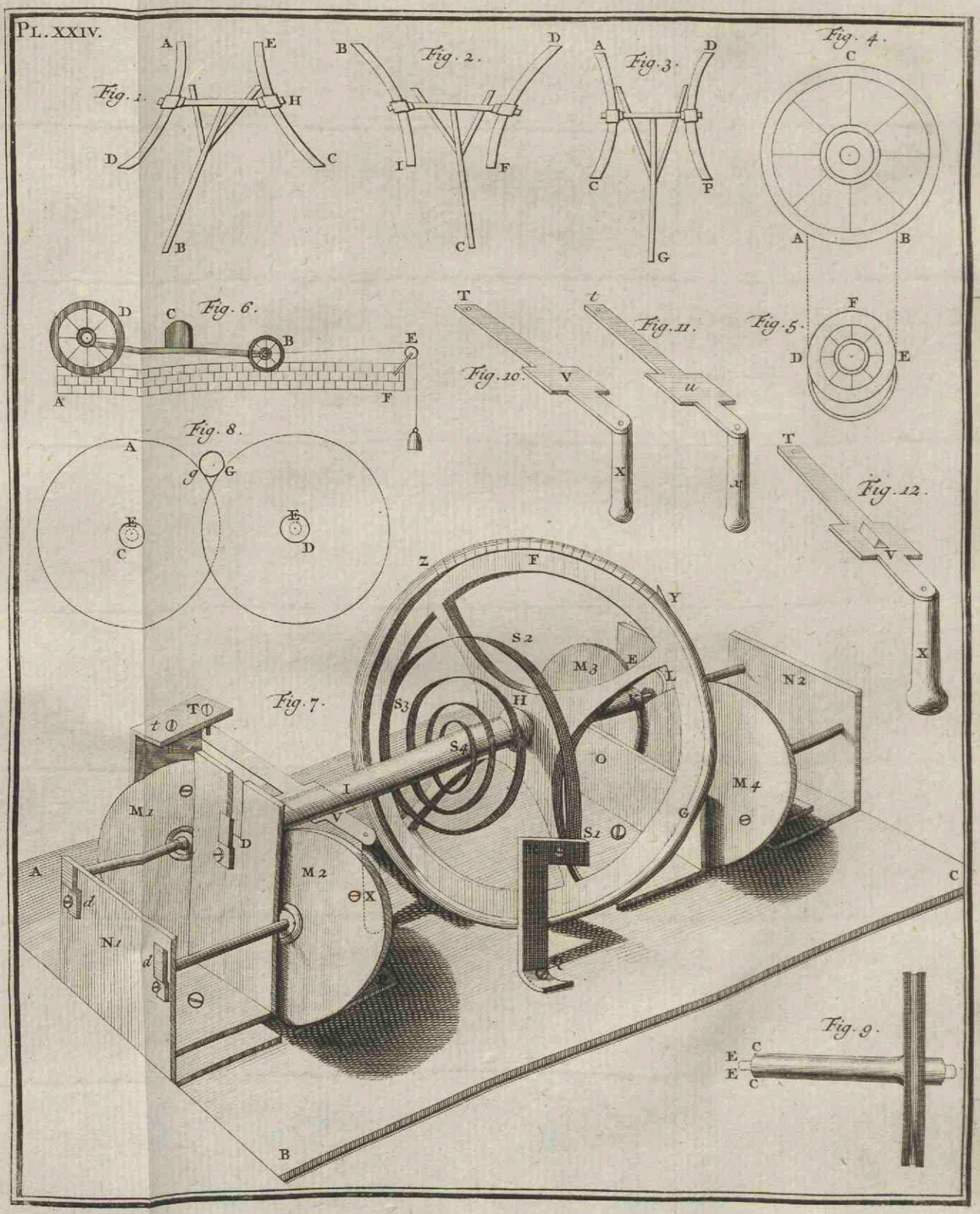
VII. GEVOLG.

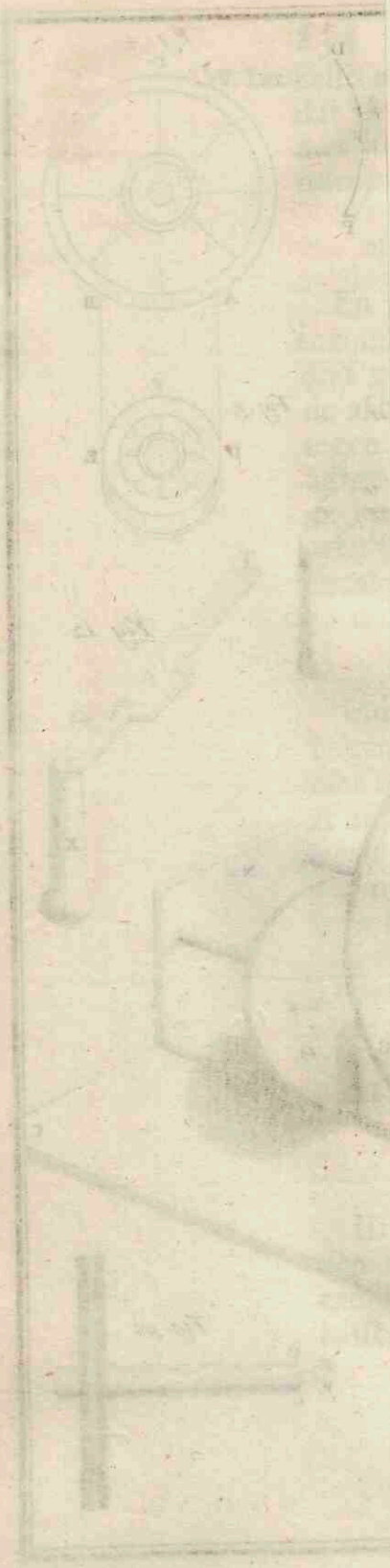
Indien men hier by bedenkt, dat de agterſte As in een Koets gebogen is, dat de Wielen minder vry doet zyn, behoeft men zig niet te verwonderen, dat ſterke koetspaarden, die wel in 't vleis zyn, af zullen wezen, wanneer ze twee of drie uren voor de Koets geweeſt zyn, en vier of vyf mylen op een ſtraat hebben afgelegd: en dat men, om buiten te ryden, vier of zes paarden moet hebben. En men bevindt, dat de paarden, indien ze agteruit gezet worden, in een ſtap of drie 't ende adem zyn, omdat het end van den Diſſelboom laag, en genegen is te breken in zulk een lage Strekking: daar integendeel de kragt en Streek geheel gebruikt kon worden, in 't voor- en agter-uit gaan, indien de Diſſelboom zoohoog was als de borſt van de paarden, door 't gebruiken van hooge Wielen.

VIII. GEVOLG.

Hieruit kan men zien, dat het gemak van 't kort keeren de paarden dier komt te ſtaan, en dat zy 't beter zouden hebben, dat ze een ſtraat ten ende moeſten loopen, om te keeren: want dewyl de helft van de ſtraten niet bekwaam zyn om kort te keeren, zouw 'er weinig

PL. XXIV.


Fig. 1.
A
E
H
D
C
B
Fig. 2.
B
D
I
F
C
Fig. 3.
A
D
C
P
G
Fig. 4.
C
A
B
Fig. 5.
F
D
E
Fig. 6.
D
C
B
E
A
F
Fig. 8.
A
g
G
E
C
E
D
Fig. 10.
T
V
X
Fig. 11.
t
u
x
Fig. 12.
T
V
X
Fig. 7.
z
F
Y
S2
M3
E
L
N2
H
S3
S4
T
t
M1
D
M2
X
O
M4
G
S1
A
C
B
N1
d
Fig. 9.
C
E
E
C



weinig kwaad in ſteken, indien de Wielen hoog waren, en de Dis- IV. Les.
ſelboom geen Kraan-hals of boog van agteren had, dat men wat verder of eenige ſtraten meêr door reed. Het zouw beter voor de paarden en zelf voor de Koetziers wezen, die door de ſchokken minder vermoeid zouden worden, en hierdoor zouw rykelyk vergoed worden die weinig meêr moeite om op hunne banken te komen, dat ze maar eens moeten doen, daar ze nu duizend ſchokken ondergaan. Hunne Meeſters zouden geenen tyd verliezen, omdat zy hunne bezigheden konnen verrigten, terwyl de Koets keert, en de Koets zelf zouw zooveel gevaar niet loopen van om te vallen.

IX. GEVOLG.

Hierom brengt het maken van een Cirkel-ſtuk of Kraan hals, waarvoor men kleine Wielen moet hebben, meêr nadeel dan dienſt aan, zoo aan de paarden als Koetziers, behalven nog de grooter koſten van de Kraan-halzen en de Veren, die dikwyls oorzaak zyn van omvallen door de Koets te hoog te ligten, gelyk reets gezegd is.

X. GEVOLG.

Uit overweging van deze Proeven met groote en kleine Wielen, kan men ligtelyk begrypen, dat de Berlynen moeijelyker voor de paarden zyn dan Koetzen. Behalven de laagte van de Voor-wielen, geven Boomen op zy' niet mê, en de Diſſelboom, die buigt, zet het Wiel wat agteruit, wanneer het over een heuvel moet, en trekt het dan weêr ſchielyker voort. Dit doet het Wiel agteruit werken gelyk een Wigge. Indien Berlynen minder gevaar loopen van omvallen, is haar val, indien 't 'er toe komt, te grooter. Koſten ze minder, de Wielen moeten weêr meêr verſteld worden, omdat de Wielen van Berlynen geene lange Naven konnen hebben, en de Boomen op zy' breken nog ligter dan de Diſſelboomen.

XI. GEVOLG.

Schoon in 't op- en neêr-ryden de groote Wielen zooveel voordeel niet ſchynen te hebben als de kleine, omdat ze, ligt rollende, de paarden hinderlyk zyn in 't neêrgaan, en dat de kleine Wielen,

IV. Les. zoo ligt niet rollende, ligter te ſteuiten zyn, en daarenboven, dat in 't opryden de Voor-wielen zooveel niet belaſt zyn, en daarom minder kragt vannooden hebben naar Evenredigheid van de groote, dan op een vlakken grond: blykt het evenwel, dat 'er in 't opgaan altyd meêr kragt vannooden is voor kleine dan voor groote Wielen, en dat de moeite altyd naar dezelfde Evenredigheid is: want dewyl de Streek altyd lager is, worden de paarden daar meêr door vermoeid, en ſchoon de groote Wielen ligter rollen, hebben de paarden dan ook het gantſe voordeel van hare ſterkte, om ze te ſteuiten, dewyl de Diſſelboom dan Borſts hoogte is, daar hy met kleine Wielen zeerlaag zy, en geneigd om te breken, gelyk in 't afryden dikwyls geſchiedt: zoodat alles wel overwogen, de groote Wielen ten minſten meêr voordeel hebben naar Evenredigheid dan de kleine in 't op- en neêrryden. En in 't reizen doet men wel honderd ſtappen op een vlakken grond tegen éénen op of neêr.

XII. GEVOLG.

De kleine Wielen hebben nog een ander nadeel, te weten dat ze de ſtraat meêr breken, en de wegen meêr rooven dan groote. Ook dragen ze meêr Gewigt, en dewyl ze minder Draging hebben, zinken ze dieper, en ſpringen hooger op; dat de huizen, daar ze voorby komen, doet dreunen. Ze maken meêr geraas, en maken de voorbygangers vuilder.

XIII. GEVOLG.

Uit het verſchil van zware klei, zand en ſtraat kan men ligtelyk afnemen, dat het altyd voordeeligſt is op ſtraat te ryden, en dat de paarden in 't zand zeêr vermoeid moeten worden: maar dat in nat weêr het zand dikwyls veel beter is dan gemeene aarde, wanneer 't een taaije klei is. Maar in droog weêr is aarde beter dan zand, terwyl het zand gemakkelykſt trekt, wanneer de aarde het moeijelykſt is.

XIV. GEVOLG.

Volgens de Proef van 't Gewigt voorwaarts te brengen op de kleine Wielen, waarin vierentwintig Ballen noodig zyn, om den laſt

laſt uit een gat te trekken, inplaats van drie, wanneer 't Gewigt agter en niet in 't gat is, en dat men naar Evenredigheid dezelfde kragt of daarontrent op een ſtraat of aarde noodig zouw hebben, blykt het, dat men op reis beter doet, dat men koffers, valiezen en lakeien agter dan voor zet, 't geen het tegendeel is van 't geen vele Koetziers doen, die zig volgens hun begrip *van 't voortſtuwen van groote Wielen* inbeelden, dat de Koets, hoe ze van voren meêr belaſt zy, hoe ze beter zal rollen. Ook blykt hier uit, dat de pazies, die voor op zyn, de paarden tweemaal zooveel vermoeijen a's de lakeien, die agterop ſtaan. IV. Les.

XV. GEVOLG.

Wanneer men bedenkt, dat, indien een Wagen of Kar in 't zand blyft ſteken, dat 'er een vierde van de kragt voor elk bygevoegd moet worden, wanneer ze tyd hebben, om in te zinken, kan men ligtelyk begrypen, dat, indien een Rytuig in de ſlyk zakt, en de paarden ſteken, men niet moet talmen, maar de paarden van agteren ſpannen, om 't 'er uit te trekken, en dan een ander ſpoor ryden, indien het doenlyk is; indien dit niet geſchieden kan, moet men de paarden op eenigen afſtand ſchielyk aanzetten, opdat de Wielen geenen tyd hebben, om te zinken, en de paarden wat op den draf zyn, gelyk men een loop neemt, om over een ſloot te ſpringen. In 't nemen van de Proeven moet men de Wielen geenen tyd geven, om te zinken in 't zand of in de aarde, maar ze telkens opligten, wanneer men ballen in de zak ſteekt, indien 'er niet genoeg in zyn. Men kan ook wel begrypen, dat men zelf op een ſtraat meêr kragt gebruiken moet, indien de laſt eenigen tyd geſtaan heeft, dewyl de Aanhanging van deelen (of liever *Vatting*, gelyk de Tanden van Raderen) grooter wordt beide op den As en op de ſtraat, gelyk in de beſchouwing van de Vryving is waargenomen.

XVI. GEVOLG.

Wanneer men op een zand-weg reiſt, is het zoowel met droog als nat weêr beſt, in 't ſpoor te ryden, waardoor men de Vryving aan de zyden van de Vellingen of Krommens van de Wielen ontgaat, en geene aarde behoeft op te nemen, en om dat de grond

IV. Les. daar ook vaſter is. Het bleek uit de Proef, dat de Wagen en de Kar, nadat ze tweemaal door hetzelfde Spoor geloopen had, de derde reis in dat zelfde Spoor loopende, naauwelyks half zooveel kragt vannooden hadden, zoowel op 't zand als op de klei, omdat de Wielen toen niet boven een halve Lyn inzonken. Hierom hebben we in 't nemen van Proeven, die met elkander vergeleken moeſten worden, de Sporen van het zand en de klei gedurig aangevuld, opdat de moeijelykheden in de vergeleken gevallen dezelfde zouden wezen. Want zonder dat had de Kar, wanneer ze agter den Wagen ging, altyd voordeel in de Proeven op zand: en de Wagen zouw nog meêr verloren hebben, indien hy op de klei voor de Kar gegaan had.

XVII. GEVOLG.

Vele andere dingen zyn nog aan te merken ontrent kleine Wielen, met opzigt op gaten, op heuvels, daar men over moet, en andere gevallen, waarin men altyd een groot nadeel zal vinden. Indien 't zoogroot niet is in 't overryden van heuvels, dewyl 'er dan maar een derde ſchynt verloren te worden, omdat de kleine Wielen dan niet dieper zinken dan de groote; wordt 'er evenwel in andere gevallen meêr dan de helft verloren: zoodat 'er, hoe men het ſtuk ook beſchouwen mag, altyd meêr nadeel dan gemak in is.

XVIII. GEVOLG.

Wat de Karren met twee Wielen belangt, we zien duidelyk genoeg, wat nadeel ze hebben, vergeleken met Wagens met vier evengroote Wielen; en hebben ze eenige ſchynbare gemakken, gelyk dat van gemakkelyker laden en loſſen, daar wordt weêr meêr verloren dan men wint met dien arbeid uit te halen, die niet eens in aanmerking moeſt komen, alzoo min als 't klimmen op een Sjees met lage Wielen: want aan den anderen kant lydt men weêr door de harde Schokken, en den zwaarder arbeid voor de paarden in het trekken.

XIX. GEVOLG.

Deze reden van 't gemakkelyker laden en loſſen behoort vooral geene plaats te hebben dan in ſteden, alwaar men kleine Rytuigen gebruikt,

gebruikt, en dikwyls laadt en loſt; maar in opzigt van Rytuigen, IV. Les.
die hare vragt een veertien dagen ophouden zonder te loſſen, behoort het grooter gemak van laden niet in overweging te komen. Op dien voet zouw men wel konnen zeggen, dat men maar ſleên moeſt gebruiken, omdat men ze gemakkelyker dan Wagens met vier Wielen kan laden: maar men zouw 'er zeker weinig meê uithalen.

XX. GEVOLG.

Die Karrelui, die, om wyn te ryden, Karren met zeerlage Wielen gebruiken, om te gemakkelyker te laden, en dan op het paard gaan zitten, verdienen die niet, dat men ze zelf voor de Kar zet, inplaats van de paarden den hals te breken door onnutten arbeid, daar men voor 't gemeen veel dienſt van hebben kon, indien ze wel gebruikt werden? Die leuiheid is te meêr te veragten, omdat een draai of twee meêr van de Krik van den Dommekragt of van de Spil een wyn-vat op een hoog Rytuig zouw brengen, zonder veel tyd meêr te ſpillen, en naauwelyks eenige moeite meêr te doen.

XXI. GEVOLG.

Indien de Kar eenige voordeelen heeft uit hoofde van den Streek [*direction*] van de voorſte paarden, en de hoogte van de Wielen, ze heeft weêr een groot nadeel voor 't paard in den Bóóm, inzonderheid op een ſtraat. Wanneer het ééne Wiel van een hoogen ſteen neêrkomt, ſlaat het den éénen Bóóm tegen de zyde van 't paard, en wanneer het andere Wiel valt, ſlaat het den anderen Bóóm tegen de andere zyde van het paard, zoodat het arme beeſt, van alle kanten geperſt, inzonderheid in groote ſchokken, in korten tyd uitgediend heeft, of 'er den bek by inſchiet: zoodat 'er om die reden een groote kragt vannooden is, om een Kar te trekken op een ſtraat; en zelf, wanneer ze aan een touw over een Katrol getrokken wordt, maar ziegezage gaat.

XXII. GEVOLG.

Behalven dit nadeel draagt het paard in den Bóóm een gedeelte van 't Gewigt. Wanneer 't opgaat, valt het Gewigt agterover en ligt

IV. Les. ligt hem, en in 't neêrgaan komt het op zyne ſchoften. Daarenboven moet hy alleen een zeer groot Gewigt, dat op de Kar legt, tegenhouden; zoodat men zig verwonderen moet, dat 'er van de paarden in den Bóóm niet meêr bezwyken, al neemt men gemeenelyk tot zulke paarden de ſterkſte, die men krygen kan. Een paard, dus van alle kanten benaauwd, kan zooveel kragt niet oeffenen, om te trekken, als dat het vooraan was, of aan den Bóóm van een Wagen, daar het in de zyden niet geprangd wordt, en niets te dragen heeft.

XXIII. GEVOLG.

Wanneer men bedenkt, hoeveel kragt van 't paard in den Bóóm men verlieze, hoeveel dieper de Wielen inzinken dan van een Wagen, hoeveel meêr kragt 'er vannooden zy op zand, klei, en ſtraat, kan men wel begrypen, dat het een dubbeld voordeel is, of daarontrent, dat men een Wagen gebruikt, met vier evengroote Wielen en zoohoog als die van Karren: want dan zouw de Streek voor de paarden dezelfde zyn: en de Proef toont ons, hoeveel meêr kragt 'er noodig zy voor een Kar op zand en klei, daar ze regtuitgaat gelyk een Wagen.

XXIV. GEVOLG.

Het is zonder reden, dat Karreluî, die nieuwe Wielen aan hunne Karren hebben, aan de Vryving der Naven toeſchryven het moê worden hunner paarden, die tweemaal zoo moê worden, zonder dat men zien kan, dat ze eenig meêr werk doen: want wanneer de Wielen eenige reizen gedraaid hebben, loopen ze vryelyk op de Aſſen, en indien ze wel geſmeerd zyn, loopen ze den tweeden dag zoo gemakkelyk als eenigen tyd daarna, behalven dat we getoond hebben, dat de Vryving op den As zeer gering is. De ware oorzaak van dezen arbeid voor de paarden is de meenigte van Nagels in de yzeren Banden om de Wielen, en de hoogte van hare Koppen, die ontrent een duim is. Deze moeijelykheid in 't voortrollen, indien 'er eenige plaats is tuſſen de Nagels, wordt in de Proef verbeeld door een hoogte van ééne Lyn, die overgereden moet worden, de voeten van de Wielen op duimen gebragt enz. En dewyl het bleek, dat 'er twintig maal meêr kragt vannooden was, of daar ontrent,

om

om die hoogte van ééne Lyn over te ryden; kan men ligtelyk gis- IV. Les.
ſen, ſchoon de Nagels maar een halven duim hoog waren, hoeveel meêr arbeid 'er moet wezen, om de Wielen dus op te ligten voor elken Nagel, wanneer de Band van 't Wiel op de ſtraat draagt, en 't Wiel dan opgeligt moet worden op den Kop van een Nagel, terwyl het rondgaat, en inzonderheid wanneer 'er naauwe groeven zyn, en dat dit de ware oorzaak is van den ongemeenen arbeid voor de paarden.

XXV. GEVOLG.

Hieruit blykt, hoe noodzakelyk het zy, dat de Wielen rond zyn, en dat de Karreluî, die zig inbeelden, dat ze veel uithalen met vele groote Nagels te gebruiken (omdat de yzeren Banden zoo ſchielyk niet ſlyten, wanneer 'er zulke Nagels in zyn) het kwalyk hebben, en dubbeld verliezen met minder uit te regten, en hunne paarden af te matten.

XXVI. GEVOLG.

Deze Nagels hebben ook dezelfde uitwerking als ſmalle Banden. Ze ſlippen tuſſen de ſteenen, en moeten dan te hooger ryzen, om 't Gewigt op te ligten, wanneer ze wel weêr op nieuw eens afſchieten, dat de Banden rond ſlyt, waardoor ze te meêr tuſſen de ſteenen ſlippen en in de Sporen, die de goten in 't midden der ſtraten maken; en op dezen grond is 't ook, dat ſmalle Banden ſchielyk rond worden, en, wanneer ze rond zyn, de paarden alzoo veel afmatten, als dat 'er Nagels in waren.

XXVII. GEVOLG.

Dit leert duidelyk genoeg, dat het voordeelig is, dat men breede Banden aan de Vellingen heeft, zoowel op een ſtraat als op een aarden grond, gelyk bleek uit de Proef met de groote ſmalle Wielen op de ſtraat, en uit de kragt, die de paarden moeten oeffenen, om de Wielen uit de goten te trekken, uit de ſchade, die men aan de ſtraat doet, en 't ſchielyk ſlyten van ſmalle Banden, die ook ſchielyk rond en ongemakkelyk worden. Het was beſt, dat de goten gemaakt werden gelyk Bakken, breed en ondiep, gelyk I E (PL. XXV. Fig. 1.) PL. XXV. Fig. 1 en 2.

IV. Les. en niet gelyk L M Fig. 2. dat het gemeene maakzel is van de goten in de ſtraten.

XXVIII. GEVOLG.

Door de goten op deze wys te maken zouw men verſcheiden voordeelen hebben. De Banden van de Wielen zouden zoo ſchielyk niet rond worden, nog de ſtraat zoo ligtelyk breken, de goot zelve zouw langer duren, omdat ze zoo zware ſchokken niet zouw krygen, dewyl elk deel gelykelyker zouw dragen, daar nu het laagſte veel grooter gedeelte van 't Gewigt drage, waardoor het meêr zinkt, en eer breekt. Dit inzinken maakt die plaatzen lager, wanneer de goten gerepareerd worden, en 't regenwater blyft 'er op ſtaan, zoodat de Wielen of de voeten van de paarden, daarin komende, de menſen, die 'er langs gaan, beſpatten, daar het water in tegendeel altyd af zouw loopen in 't midden van de goot, indien ze die ongemakken niet had. Ook zouw de ſtroom van 't gootwater zoo breed niet worden, gelyk ze doet in ſtortregens, omdat de goot, van zulk een gedaante zynde, als we voorſtellen, van onderen wyd genoeg zouw zyn, om 't water af te leiden, en men zouw 'er gemakkelyker overheen konnen ſtappen.

XXIX. GEVOLG.

Dus zouw men ook de gootjes, die 't water van de huizen naar 't midden van de ſtraat brengen, kleiner konnen maken: ook zouw men het zonder dezelven wel konnen ſtellen, indien men de ſtraten van de huizen af naar 't midden toe wat afdragende lei. Deze kruisgootjes zyn zeer ongemakkelyk voor de voetgangers, voor de paarden, en voor de genen, die in een koets ryden. Men bedenkt niet, dat men wat ſteuit in zynen gang by elk van deze gootjes, en dat men ongeregeld gaat, dat men eerſt een kleine en dan weêr een groote ſtap moet doen, om 'er over te ſtappen. En een kleine ſteuiting van het Zwaarte-punt, of van een lighaam dat in beweging is, vermoeit zeerveel. Dit is de reden, waarom men meêr vermoeid is van één uur in *Parys* te wandelen, dan van twee of drie op 't land, al is 't zelf op een ſtraat, omdat het lighaam daar gedurig in beweging blyft zonder tuſſenpozing. Dit zelfde zouw men ook in

Parys

Parys konnen hebben, indien 'er maar ééne goot was wat wyd en ondiep in 't midden van de ſtraten. Die in de Koets ryden zouden ook minder ſchokken. IV. Les.

XXX. GEVOLG.

Het gebruik van Wagens zouw in opzigt van de ſtraten en gemeene wegen voordeeliger zyn voor 't Gemeen, dan dat van Karren, die zeer zwaar zyn naar hare grootte, en die men gemeenelyk zoo zwaar laadt, dat al het tuig gevaar loopt van te breken. Het groote Gewigt, dat ze ophebben, alleenlyk op twee punten dragende, dewyl ze maar twee Wielen hebben, zinkt diep, en maakt diepe Sporen in den grond. En wanneer het Wiel op een ſtraat op een Kop van een Nagel opgeligt wordt, en weêr neêrkomt, drukt het de ſtraat in, of breekt ze veel erger dan dat 'er tien of twintig wagens met evenveel vragt over die plaats reden. Want een Wagenwiel, dat op dezelfde plaats en van dezelfde hoogte valt, komt maar met de helft van 't Gewigt neêr van 't Karre-wiel, en bygevolg ſtoot het maar met half zooveel kragt. En dewyl de ſtraatſteenen iets van de natuur van 't glas hebben, breken ze niet of ze moeten een genoegzamen bons krygen, en honderd bonſen, indien elk minder is, dan die genoegzame bons, zullen ze niet breken. De bons van de Kar is dikwyls op die plaatzen genoegzaam, om de ſtraat te breken, daar honderd bonſen van een Wagen-wiel, dewyl ze maar met half zooveel kragt ſtooten, niet in ſtaat zyn, om ze te verbreken. Zoo zal een Wagen, zoo dikwyls als men wil, over een plaats gaan, daar een Kar zal inzinken. Derhalven moet men kleine Wielen, ſmalle Banden om de Vellingen en groote Nagels zooveel ontgaan, als men kan.

XXXI. GEVOLG.

Uit de Proef, genomen op klei en op zand, kan men zien, hoe dienſtig het zy harde en vaſte Sporen te hebben, dewyl 't verſchil tuſſen de ééne en de andere zoo groot is. En waarlyk het vervoeren van goederen zoo te land als te water brengt zeer veel toe tot den rykdom van een Koninkryk of Staat, en, wanneer men alles wel overweegt, zal men bevinden, dat de tyd en koſten, die tot het ver-

IV. Les. beteren van de wegen besteed worden, meest strekt tot voordeel van 't Gemeen.

XXXII. GEVOLG.

In dit en de drie volgende Gevolgen klaagt de Heer *Camus* dat de Wetten en Ordonnantien op 't herstellen van de wegen, en dingen, die tot het ryden behooren, niet beter worden uitgevoerd, en rekent uit, dat één landman, die vele paarden gebruikt, om een zwaar geladen Kar te trekken, de wegen eenige mylen ver meêr verslegt, dan honderd anderen met de gewone Rytuigen, en stelt daarom in het

XXXVI. GEVOLG

Voor, Dat 'er voor het gemeene welwezen order gesteld moest worden, dat 'er niet meêr dan twee paarden voor een Kar en vier voor een Wagen mogten gaan, welke vier meêr werk zouden doen dan zes voor een Kar.

XXXVII. GEVOLG.

Dat Wielen van Rytuigen nooit kleiner dan vier en een half of vyf voet over 't Kruis gemaakt mogten worden, dat de Banden nooit smaller mogten zyn dan drie duim, de Vellingen drie duim en een kwartier hoog, ten minsten voor Koetzen, en vier duim voor Wagens of Karren, die daar door sterker zouden zyn, omdat ze breeder waren.

XXXVIII. GEVOLG.

Dat de Nagels voor de Banden zonder Koppen gemaakt moesten worden, en dat 'er een goede meenigte zoo lang gemaakt moesten worden, dat ze doorstaken, om omgeklonken te worden, 't geen de Banden het afspringen beletten zouw. Want twee Nagels, van agteren aangeschroefd, of met een omgeklonken plaatje, zouden de yzers vaster houden dan zes met Koppen. Men kan de Banden zoowel drie als twee duim breed maken, en dewyl ze aan de buitenkanten meest afflyten, mag men ze in 't midden digtst aan de Vellingen wel dunner maken, van zulk een gedaante als een Snede

wordt

wordt afgebeeld in DC (Pl. XXV. Fig. 3.) 't geen men in 't ſmeden gemakkelyk kan doen door middel van een Tas van die gedaante. Deze Banden, heet om 't Wiel gelegd, bewaren de Vellingen meêr voor berſten, duren zoolang als anderen, en zyn niet zwaarder of koſtbaarder. Op deze wys zouden de wegen zoo ſchielyk niet aan ſtukken raken, en een ygelyk, die Rytuigen gebruikt, zouw 'er zyn voordeel by vinden. IV. Les. Pl. XXV. Fig. 3.

XXXIX. GEVOLG.

De Naven van Koetswielen moeſten in 't midden wat dikker gemaakt worden, en de gaten voor de Spaken moeſten niet doorgaan: want dan zouden hare enden geen vet opnemen, en dus zoo ligt niet los gaan. De Naven mogten ook wel vyftien of zeſtien duim lang wezen, met het groote end wat kleiner, omdat de grooter lengte van de Naaf de Vryving niet vergroot, en 't Wiel ſtyver houdt. De Spaken moeſten van onderen ook langwerpig vierkant zyn, om een Borſt te hebben, die ze vaſter zouw houden, dan dat ze rond zyn, gelyk men ze gemeenelyk maakt. De Spaken, dus vaſtgezet, zouden zoo ligt niet uitſchieten, nog dat geraas maken, dat ze doen, inzonderheid in den zomer. De Werklui konnen deze Borſten uitwerken met een Zwaai, met denzelfden Hoek, waar meê de Spaken ingelaten worden, om de Wielen ſchotelsgewys uit te zetten, gelyk de Schrynwerkers hunne Zwaluwſtaarten maken, en met hetzelfde Inſtrument konnen ze het Gat maken *enz.*

De Heer Camus *eindigt zyne bedenkingen over dit onderwerp met aan te merken, dat een Poſtsjees met twee Wielen alle de ongemakken heeft, die in de Kar zyn aangemerkt, en daarenboven het ongemak heeft van het paard, dat op zy' trekt. Derhalven wilde hy voor 't gemak van de paarden zoowel als de reizigers, dat alle die Sjeezen vier Wielen hadden, dat de Menner niet op het paard maar op een bank zat, gelyk de Koetziers, en dat de voorſte Wielen zoo hoog waren als de agterſte.*

Behalven de Vryving, die we reets verklaard hebben, is 'er nog een ander beletzel van Beweging in verſcheiden Werktuigen, te weten de moeijelykheid in 't buigen der touwen, die vermeerdert naar de dikte en ſtyfte der touwen, het Gewigt, dat ze dragen, en de kleinheid van Middellyn van de lighamen, die haar opnemen, dat

IV. Les. is, waarop ze gewonden worden. Dit beletzel zullen we ook Vryving noemen, omdat men 'er ook voor af moet trekken, zoowel als voor de ſchuring van de deelen van het Werktuig. Anderſints vindt men de uitwerking der Vermogens altyd minder dan men verwagt.

De Heer *Perault* beſchryft in zyne Verklaring over *Vitruvius* een Werktuig van zyne vinding, waarmede hy alle Vryving meent te ontgaan. Dit Werktuig is een Wind-as op een nieuwe wys aangevoegd. Maar dewyl hy de Vryving of de verhindering, die uit de moeijelykheid van 't buigen der touwen ontſtaat, niet gewaar is geworden, kan de uitwerking zyn oogmerk geenſints beantwoorden: want op de Proef blykt, dat zyn Werktuig meêr dan tweemaal (ſomtyds drie of viermaal) meêr Vryving heeft dan hetzelfde Werktuig op de gewone manier gebruikt, wanneer de Hals of yzeren As over 't Kruis een twaalfde deel is van de Rol of den houten As. 'T is waar, hy zegt, dat men de Proef van dit Werktuig genomen heeft, en dat ze wel uitviel; maar hetzelve naaukeurig onderzogt hebbende, vond ik, dat het onmogelyk de beſchryving kon beantwoorden, en opdat niemand t'eeniger tyd de vergeeffe onkoſten zouw doen, om 't Werktuig in 't groot te laten maken, vertoonde ik deszelfs nadeel voor de *Koninklyke Sociëteit*, en bewees, dat 'er behalven de Vryving (door den Uitvinder over 't hoofd gezien) een groot ongemak was in de Aanvoeging: en dit beveſtigde ik met Proeven, met een Modél van de Voet op een duim, onderſtellende de groote Katrol of 't Rad vyf voet.

De Heer *Perault* geeft de volgende beſchryving van zyn Kunſttuig: „ In navolging van de (hedendaagſe) Kraan, heb ik twee „ Kunſt-tuigen uitgevonden, om Gewigt op te ligten. Het eerſte „ beſtaat uit dat eenvoudige Werktuig, dat het voordeeligſte van „ allen is in de Beweegkunde, om de beweging te verligten: omdat „ het vry is van dat ongemak, dat we in alle anderen ontmoeten; „ namenlyk de Vryving van de deelen van het Werktuig, die hare „ beweging moeijelyker maakt. Dit eenvoudige Werktuig is de Rol, „ die *Ariſtoteles* boven alle andere eenvoudige Werktuigen verheft, „ omdat alle anderen, gelyk Raderen, Kaapſtanden en Katrollen, „ noodzakelyk in eenige harer deelen moeten ſchuren. Maar de „ moeijelykheid beſtond in 't aanvoegen van de Rol aan een Kunſt-

„ tuig,

» tuig, dat Gewigten moet ligten, dewyl haar gebruik tot nogtoe IV. Les.
» maar beſtaan heeft in ze te doen rollen op een waterpas Vlakte.
» Het Kunſt-tuig, dat ik op 't oog heb, heeft een Voetſtuk A A B
» (Pl. XXV. Fig. 4.) wat gelykende naar de Kraan. Dit Voetſtuk Pl.
» heeft in zyn bovenſte gedeelte het waterpas ſtuk B, dat in zig XXV.
» beſluit een Standaard C O, ruſtende op zyne Pen O, waarop het Fig. 4.
» geheele Kunſt-tuig beweegt, op dezelfde wys als de Kraan, wan-
» neer men het Gewigt moet laten zakken. Dees Standaard draagt
» op zynen Top een dwers-ſtuk D D, waaraan gehegt zyn de tou-
» wen E, E, die gewonden worden op de Ton, As of Rol F, die
» een ander touw G heeft, dat ook op zyn end wordt opgewon-
» den. 'T is dit laatſte touw, dat het Gewigt opligt. Aan het andere
» end van den As is een groot houten Rad gelyk een Katrol of
» Schyf H H, waarop een lang touw N gewonden wordt. Om dit
» Kunſt-tuig te doen werken, moet 'er iemand trekken aan het
» lange touw N, dat, het groote Rad doende draaijen, ook met
» éénen omvoert den As of Ton, die daaraan vaſt is. Dees As,
» ronddraaijende doet de touwen E, E om zig winden, en daarom
» ryſt de As en het Rad, terwyl het touw G, waaraan het Gewigt
» vaſt is, zigzelven ook windt om den As den anderen weg heen;
» en deze dubbele opwinding van de touwen, doet den laſt, den
» As en 't Rad alle tegelyk ryzen. En 't is klaarblykelyk, dat al
» dit ligten volbragt wordt zonder Vryving van eenig gedeelte, en
» gevolgelyk wordt het geheele Vermogen, dat het touw N trekt,
» beſteed zonder eenig beletzel of Weêrſtand, 't geen in andere
» Kunſt-tuigen geene plaats kan hebben.

» Men zouw hier tegen konnen inbrengen. dat het Vermogen,
» 't welk in N werkt, behalven het Gewigt ook den As en 't groote
» Rad moet opligten, en dat haar Gewigt één van die hinderpalen
» is, die *Ariſtoteles* zegt dat alle Werktuigen onderhevig zyn; en
» dat die hinderpaal van dezelfde kragt is als de Vryving, die in
» andere eenvoudige Werktuigen plaats heeft. Maar men kan daar-
» op antwoorden, dat de Vryving een hinderpaal is, geheel en al
» onvermydelyk in andere eenvoudige Werktuigen; maar dat men
» de hinderpalen van dit gemakkelyk weg kan nemen, 't welk ge-
» ſchiedt door middel van het zware lighaam M, dat men van een
» evengelyk gewigt neemt met het groote Rad en den As, welke

» het

IV. Les. „ het ophoudt door middel van het touw H, dat, over de Katrollen
„ L, L loopende, gehegt is aan den Ring of Bos K, die om den
„ As F gaat. Want dewyl de As en 't Rad door dit gewigt geëve-
„ naard wordt, werkt het Vermogen, dat door het trekken aan 't
„ lange touw N zyne werking doet, maar alleenlyk om 't Gewigt te
„ ligten. De Proef, met dit Kunſt-tuig genomen, heeft de waar-
„ heid van dit Voorſtel beveſtigd, door 't vergelyken van deszelfs
„ uitwerkingen met die van een Kraan, waarin de Evenredigheid
„ van de dikte van den As tot den Omtrek van het Rad dezelfde
„ was als in myn Werktuig. Want een gewigt van *één*, dat aan een
„ touw hing, 't welk over het Rad ging, trok met de Kraan een
„ Gewigt van *zeven* op, toen 'er een half was bygevoegd, om het
„ te doen overwegen, of beweging aan 't Vermogen te geven En
„ toen 't Gewigt, dat geligt moeſt worden, en 't gewigt, dat voor
„ een Vermogen diende, naar Evenredigheid vergroot waren, moeſt
„ het byvoegzel van gewigt ook nog vergroot worden, 't geen 't
„ Vermogen deed overwegen in dezelfde Evenredigheid: zoodat,
„ gelyk 'er by 't Vermogen een half gevoegd moeſt worden, toen
„ 't Gewigt *zeven* was, de byvoeging by 't Vermogen *één* werd
„ voor een veertien pond Gewigt, *twee* voor een agtentwintig pond,
„ *vier* voor een zesenvyftig pond, en zoovoort; omdat de Weêr-
„ ſtand van Vryving ten naaſten by vergroot in dezelfde Evenre-
„ digheid, waarin de Gewigten vergrooten. Maar dit geſchiede
„ niet in myn Werktuig, waarin *een vierde* altyd genoeg was om
„ te trekken (of 't Vermogen te doen overwegen) niet alleen, toen 't
„ Gewigt zeven was, maar ook toen 't veertien, agtentwintig, zes-
„ envyftig pond was *enz.*, welk duidelyk toont, dat dit Kunſt-tuig
„ werkt zonder Vryving.

Dus ver de Heer *Perault*. Maar hoe aannemelyk deze beſchryving voor mag komen, zal een weinig oplettendheid doen zien, dat dit nieuwe Werktuig, ſchoon het al geene Vryving had, egter ongemakke-

(5) Daar zyn 'er geweeſt, die dit Werktuig van meêr gebruik hebben zoeken te maken, door het te doen rollen op een hellende Vlakte, inplaats van het regtſtreek te doen ryzen op de manier, in myn Berigt beſchreven en afgekeurd. Ik heb het niet ondienſtig geagt hier eens te toonen, wat het verlies van 't Vermogen zyn moet naar Evenredigheid van de Helling van de Vlakte.

Ik zeg dan, *Dat in alle Helling van de Vlakte, indien de Hoekmaat van den Hoek van*

makkelyker is dan een Wind-as, met dezelfde Evenredigheden; en dat het ook meêr Vryving heeft dan hetzelfde Werktuig, gelyk men 't gemeenelyk gebruikt. A C E (Pl. XXV. Fig. 5.) is een gemeen Wind-as, welkes Rad A E vyfmaal grooter over 't Kruis is dan de As; zoodat A C, de Straal van 't Rad (die de Afſtand van 't Vermogen is) tot C B den Straal van den As (den Afſtand van 't Gewigt) is, gelyk 5 tot 1. Gevolgelyk zal *één* (by voorb. één once, gelyk in onze Proef) *vyf* in Evenwigt houden. En, ſchoon de Vryving van den Hals in C onvermydelyk zy, kan ze egter verminderd worden door 't verminderen van de Middellyn van den Hals, dat is, hem kleiner over 't Kruis te maken, (gelyk uit de voorgaande 4. *Aanteek.* blykt) mits hy ſterk genoeg blyve, om 't Werktuig en deszelfs laſt te houden. Hier doet een *Penny* gewigt, of een twintigſte van 't Vermogen daar by gevoegd, het zelve overwegen, en geeft het Werktuig beweging met een vereiſte Snelheid. IV. Les. Pl. XXV. Fig. 5.

Nu dit zelfde Werktuig, op de manier van den Heer *Perault* gebruikt, verandert de Afſtanden van 't Gewigt en 't Vermogen zoodanig, dat we inplaats van *één* voor ons Vermogen, *twee en een half* moeten hebben, om hetzelfde Gewigt *vyf* in Evenwigt te houden, gelyk blyken kan uit het zien van Fig. 6. waarin blykt, dat, dewyl men in de Werking van dat Werktuig, aan het touw P A trekkende, den As D B zigzelven doet opwinden op het touw H D, dat, zeg ik, D nu wordt het Beweeg-punt, D B (de geheele dikte van den As) de Afſtand van 't Gewigt = 2; en de Afſtand van 't Vermogen wordt nu gebragt tot A D = 4. Indien derhalven, wanneer twee man gebruikt was, om op de gewone wys Gewigten op te ligten, die evengelyk waren aan de ſterkte van tien man, een Kunſtenaar de manier van werking wilde veranderen, en 't Wind-as maken gelyk dat van den Heer *Perault*, hy inplaats van te winnen, nog drie man meêr te hulp zouw moeten roepen, om dit werk te verrigten (5). Indien men Pl. XXV. Fig. 6.

(5) *van Helling genomen wordt in gedeeltens van den Straal van den As of Rol, Het Vermogen: tot het Gewigt zal zyn: : gelyk de Straal van de Rol + de Hoekmaot van Helling : tot den Straal van het Rad — de gemelde Hoekmaat van Helling*; dat is, Pl. XXV. Fig. 7. P (= 1) : W (= 3) : : *dk* : *ak*.

In de tegenwoordige Proef is B E een hellende Vlakte, waarop de Rol C moet oprollen, rakende de gemelde Vlakte in het punt *c*; A M is het Rad agter die Vlakte, terwyl 'er nog zulk een Vlakte, en op dezelfde wys hellende, onderſteld wordt agter het Rad te zyn, om het andere Pl. XXV. Fig. 7.

IV. Les. men hier op antwoordt, dat het geen men in ſterkte verlieſt in tyd weêr gewonnen wordt, kan men daar weêr tegen zeggen niet alleen, dat men altyd op een ſtel en ſprong geen volk tot hulp kan krygen, maar ook dat 'er zelf dan nog, al noemde men dit al geen ongemak, meêr Vryving in deze dan in de gemeene manier is: want de Rol of As zal moeijelykheid vinden in 't opwinden van de touwen, omdat ze niet volmaakt buigzaam zyn, en hoe ze dat minder zyn, hoe 't Gewigt, dat ze regt uit ſtrekt, grooter is. Dit, te ſamen met de Vryving van de Bos van het touw van 't tegenwigt van 't Werktuig, maakt de verhindering grooter dan in de gewone manier: want het blykt uit myne Ondervindingen, dat, wanneer 't Vermogen geworden is evengelyk aan $2\frac{1}{2}$, om 't Gewigt 5 in Evenwigt te houden, dat 'er nog $\frac{1}{7}$ (hier vier *Penny*) bygevoegd moet worden, om 't Vermogen aan 't bewegen te helpen.

Pl. XXV. Fig. 6. En, om te toonen, dat deze Vryving van de touwen niet altyd dezelfde is gelyk de Heer *Perault* onderſtelt: toen in de 6de Figuur P (of 't Vermogen) tot maar één once gemaakt was, en W (of 't Gewigt) tot 2 oncen, was, om 't Vermogen te doen overwegen 2 penny-wigt en 18 Grein genoeg. Maar toen P was $= 2\frac{1}{2}$ en $W = 5$, was het bygevoegde gewigt (het welk $\frac{1}{7}$ was) 4 *Penny* en 2 *Grein*.

Hieruit blykt duidelyk, dat de Proeven van den Heer *Perault* gants niet naaukeurig genomen zyn, en dat men 'er daarom geenen ſtaat op kan maken. *Ik*

dere end van de Rol op te houden.

Geſteld zynde, dat de Streek-lynen van 't Vermogen en 't Gewigt zyn *a*P en *d*W; trek door het Raak-punt of Beweeg-punt *c* de Lyn AD, evenwydig met het Waterpas, en in den Haak met *a*P en *d*W; trek door het Middelpunt van het Werktuig C de Lyn *ad*, evenwydig met AD. Onderſtel, dat de Hoek B*c*A van de Helling van de Vlakte is 30°, dan zal de regte Hoekmaat evengelyk zyn aan den halven Straal. Indien gy derhalven, C2 (den Straal van de Rol) in twee evengelyke deelen in *k* verdeelende, *kc* en C*c* trekt, zal de Hoek *kc*C evengelyk zyn aan B*c*A, en zyne Hoekmaat zal wezen C*k*. En dewyl het duidelyk hetzelfde is, dat men *ad* gebruikt voor een Hefboom, welkes Beweeg-punt is in *k*, of dat men neemt AD, die 'er evengelyk en evenwydig meê is, welkes Beweegpunt is in *c*; volgt het, dat in deze Helling van de Vlakte de Afſtand van 't Gewigt *dk* grooter is dan *d*C (den Afſtand van 't Gewigt in het gemeene gebruik van dit Werktuig) de geheele lengte van de bygevoegde Grootheid C*k*, dat is de Hoekmaat van den Hoek van Helling; en dat *ka*, de Afſtand van 't Vermogen kleiner is dan C*a* (den Afſtand van 't Vermogen op de gewone manier) de geheele lengte van de gemelde Grootheid of Hoekmaat C*k*, die 'er afgetrokken wordt, gevolgelyk, dat op een hellende Vlakte het Vermogen: tot het Gewigt is : : D*c* : tot *c*A. W. T. B. S.

I. GE-

Ik ben hier wat omſtandiger geweeſt; omdat men ligtelyk in doling gebragt kan worden door de Onoplettendheid van een man van grooten naam, dien men niet ligt van Misſlag verdagt houdt. IV. Les.

Schoon het ten minſten zoo moeijelyk zy een zekere uitrekening te geven van de kragten, die vannooden zyn tot het buigen van touwen van verſcheiden Middellyn (uitgerekt door verſcheiden Gewigten, in ze rond te doen gaan om lighamen van verſcheiden dikte) als een nette Beſchouwing van de Vryving te maken; zouw egter geen verlies van Beweging daar voor te ſtellen alzoo nadeelig zyn aan de Praktyk van de Beweegkunde, als 't over 't hoofd zien van de Vryving van de deelen in Werktuigen. Schoon dan de verſcheiden ſtoffen, waarvan de touwen gemaakt worden, hare verſcheiden ſtyfheid, naardat ze vaſter of loſſer gedraaid zyn, en ſomtyds de geſteldheid van het weêr (vogt of droogte) op dien tyd, dat ze gebruikt worden, oorzaak zyn, dat men bezwaarlyk een goed beſluit kan maken; oordeelen we 't egter dienſtig te zyn de beſte Beſchouwing daarvan te geven, die we konnen, en eenige Proeven te melden, die, tuſſenbeiden door gerekend, of met een middelweg in te ſlaan in de rekening, genomen zyn met vry goede touwen in hare ſoort en matig gedraaid, want, indien een gedeelte van een touw van zekere lengte, dat overal even dik en gelykmatig van 't ééne

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat de Straal van het Rad, en de Straal van de Rol gegeven of bekend zynde, het verlies van 't Vermogen gevonden kan worden in allerlei Helling van de Vlakte. Dus moet het Vermogen, dat in de gewone manier maar $\frac{1}{2}$ van 't Gewigt is, hier $\frac{3}{4}$ daarvan wezen. Zoo zouw ook, indien de Hoek van Helling van de Vlakte maar 11° 32′ was, $\frac{1}{4}$ van 't Gewigt moeten zyn *enz.*

II. GEVOLG.

Hieruit volgt ook, dat, indien de Vlakte BE waterpas was, dat 'er geene kragt van 't Vermogen verloren zouw worden, omdat *cg* : *cf* :: CG : CF.

LEERING.

Gelykerwys de Vryving van 't winden van de touwen, gelyk Bc in de nieuwe manier, grooter is dan de Vryving van den Hals in de oude manier (behalven de Vryving van de Bos van het tegenwigt van 't Werktuig) zoo vermindert die Vryving ook, wanneer de touwen minder Gewigt dragen, naar mate van de vermindering van den Hoek van de Vlakte. En wanneer de Vlakte waterpas is, en zonder tegenwigt, is egter het opwinden van de touwen, en de drukking van de Rol tegen de Vlakte nog evengelyk aan de Vryving in de gewone manier.

NB. *Ik heb de Proef genomen met Halzen, twaalf maal dunder over 't Kruis dan de Rol, en fyne buigzame zyde inplaats van touwen.*

IV. Les. ééne end tot het andere gedraaid, uitgeſtrekt wordt door een bekend gewigt om een Rol, hetzy Cylinder of ſchyfsgewyze Rol, of om een Schyf, en waargenomen wordt, wat kragt noodig zy, om het om een Rol van een gegeven Middellyn te buigen, kan men weten wat voor een andere kragt vannooden zy, om het te buigen om een ander lighaam, en wanneer 't uitgeſtrekt wordt door een verſchillend gewigt: en in nieuwe welgemaakte touwen is de moeijelykheid in 't buigen, al 't overige eveneens zynde, ten naaſtenby gelyk de Middellynen (niet de *lighamen* [*ſolidities*]) van de touwen.

ONDERVINDINGEN.

Pl. XXVI. Fig. 1. Aan de twee onbewegelyke Haken R, R (Pl. XXVI. Fig. 1.) hegte ik de twee touwen R*r*, R*r*, ontrent 8 duim van elkander af, en aan het onderſte end van het touw hing ik de ſchaal SS, waarin ik de gewigten W plaatſte, om de touwen uit te rekken. Toen nam ik vervolgens na elkander drie Rollen, gelyk CC, elk éénen voet lang (de ééne van een halven duim, de andere van een duim, en de derde van anderhalven duim over 't Kruis) en nadat ik de twee touwen om ééne van de Rollen geſlagen had, gelyk in de Figuur te zien is, bragt ik door het zetten van gewigten in 't ſchaaltje *s* door middel van het lint *m* de Rol naar W, wel zorgdragende, dat de deelen van de touwen niet tegen elkander ſchuurden, en de Rol een reis twee of drie op en neêr rollende, eer ik het gewigt ſtelde, dat ik waar zouw nemen noodig te zyn, om ze neêr te brengen.

NB. *Het gewigt ſluit het gewigt van de Rol en de Schaal in.*

Pl. XXVI. Fig. 2. In de 2de Fig. verbeeldt C de Snê van de Rol, waarom het touw R*r* gewonden is, en KL hare Middellyn, en *ms* het ſchaaltje en het lint, gelyk te voren.

Het gewigt W mag men overal houden voor 't gewigt, dat het touw ſtrek houdt; omdat (ſchoon het de twee touwen ſtrek houdt, en gevolgelyk elk touw ſtrek gehouden wordt door niet meêr dan de helft daarvan) de Rol CC (Fig. 1.) neêrgebragt door het gewigt *s*, de twee touwen in C en C buigt, of 'er een bogt in maakt, 't welk dezelfde moeijelykheid in 't dalen geeft, als of 'er maar één touw, dat het geheele gewigt droeg, omgebogen was.

EEN

PL. XXV.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

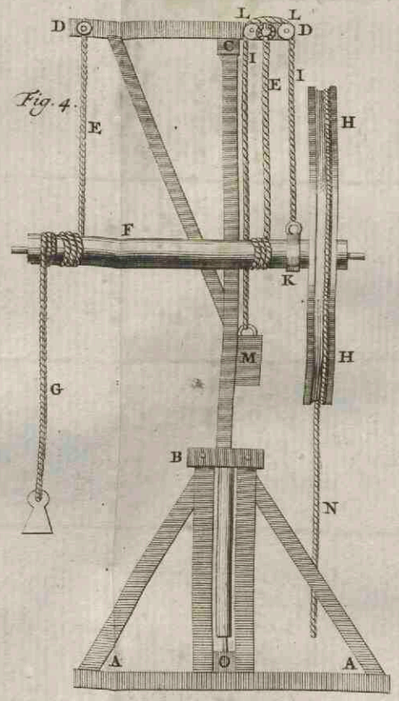


Fig. 6.

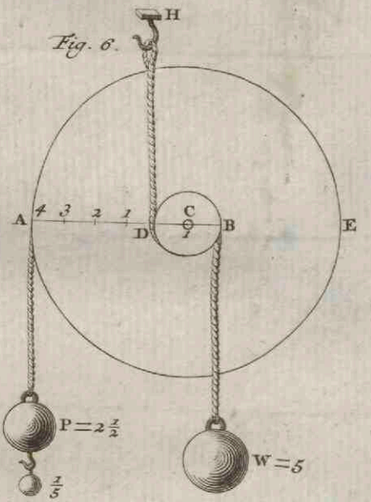


Fig. 5.

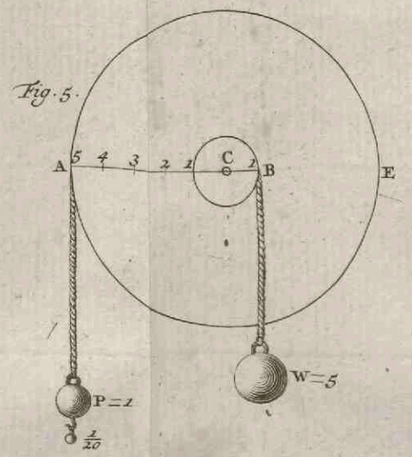
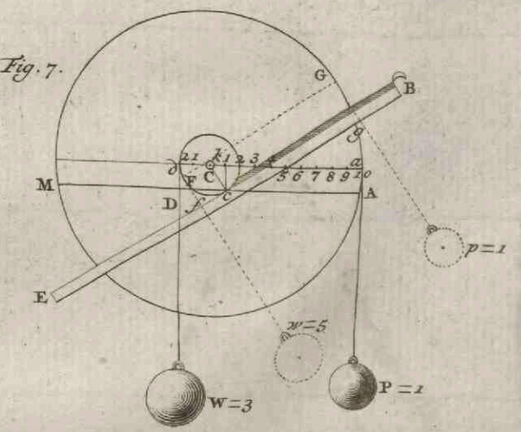
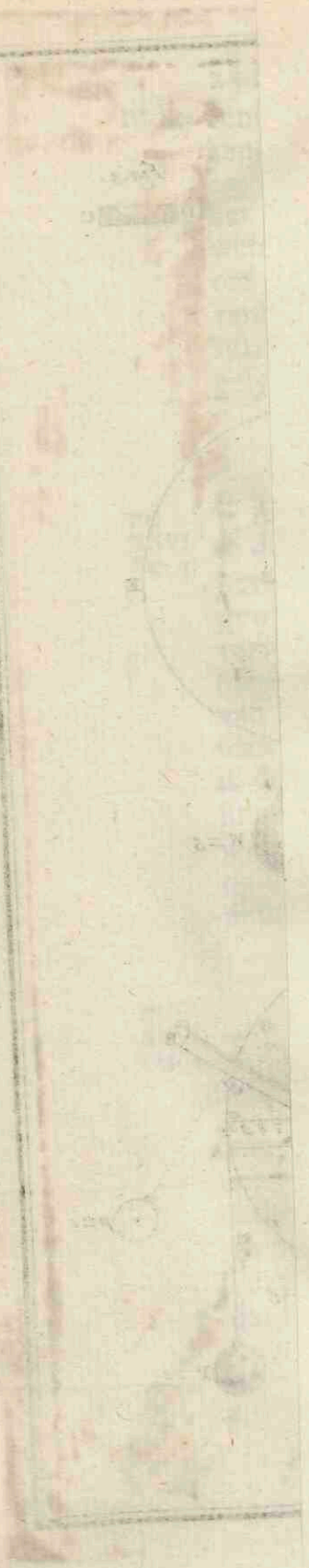
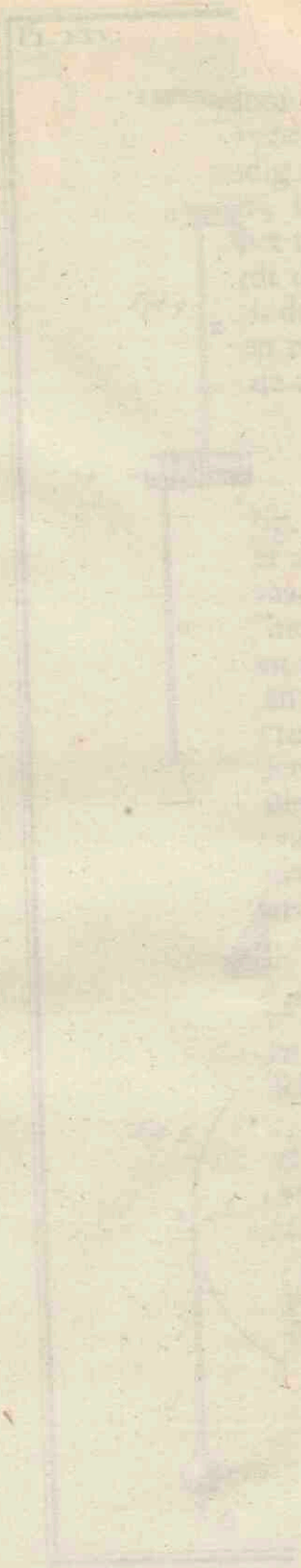


Fig. 7.







EEN TAFEL VAN ONDERVINDINGEN,

toonende, wat kragten 'er noodig zyn, om touwen van verſcheiden Middellynen, ſtrek gehouden door verſcheiden gewigten, te buigen om Rollen van verſcheiden dikte.

De Hoeveelheid van 't gewigt W, waar door het touw ſtrek gehouden wordt, uitgedrukt in ℔ Averdupois.	*De Weêrſtand van het touw om een Rol van een halven duim Middellyn, uitgedrukt in* ℥ Averdupois.	*De Weêrſtand van het touw om een Rol van éénen duim Middellyn, in* ℥ Averdupois.	*De Weêrſtand om een Rol van anderhalven duim in* ℥ Averdupois.	*Middellynen van de touwen van 3 Strengen, uitgedrukt in tiende deelen van een duim.*
60 ℔ —	225 ℥	112½ ℥	75 ℥	— 0, 5
	90 —	45 —	30 —	— 0, 2
	45 —	22½ —	15 —	— 0, 1
40 ℔ —	150 —	75 —	50 —	— 0, 5
	60 —	30 —	20 —	— 0, 2
	30 —	15 —	10 —	— 0, 1
20 ℔ —	75 —	37½ —	25 —	— 0, 5
	30 —	15 —	10 —	— 0, 2
	15 —	7½ —	*	— 0, 1

AANMERKINGEN op de voorgaande Tafel.

De Ondervindingen, hier gemeld, zyn midden door genomen uit een groot getal Proeven, dewyl de moeijelykheid van 't buigen der touwen ſomtyds wat minder, ſomtyds wat grooter was.

Men kan uit deze Tafel een veel uitgeſtrekter opmaken, door 't invoegen van getalen volgens Evenredigheids Rekening voor verſcheiden andere diktens van touwen, en grooter Middellynen van Rollen [*Cylinders or Rollers*]; maar in touwen van een Middellyn grooter dan een halven duim, is een Rol van een halven duim te klein, en wordt naauwelyks ooit in de Praktyk gebruikt; en in zulke gevallen is het buigen van de touwen moeijelyker dan naar Evenredigheid van de andere Ondervindingen; en in myne Proeven had het touw van 0, 5 duims Middellyn in 't algemeen meêr vannooden, dan hier terneêr geſteld is.

Ik

* *Hier kon men de Proef niet nemen, omdat de Rol van* 1½ *duim, die hier gebruikt moeſt worden, over de* 8 *oncen woeg; en 't gewigt, noodig om het touw te buigen, volgens Evenredigheids Rekening bleek maar* 5 *oncen te zyn.*

IV. Les. Ik heb gevonden, dat 'er om een geweven Orlozie-touw van 0, 1 duim Middellyn te buigen meêr kragt vannooden was, dan voor een gedraaid touw van dezelfde dikte, dat veel ſtyver ſcheen; maar wanneer men bedenkt, dat het geweven koord plat wordt, wanneer het om een Rol windt, kan men wel begrypen, dat dit dezelfde uitwerking heeft, als of de Rol kleiner geworden was, dewyl ééne bogt van zulk een koord door zyne middelpunts deelen een kleiner Cirkel maakt, dan een gedraaid touw, dat niet plat wordt.

De Heer *Amontons* heeft vele Proeven hierontrent genomen, die in de *Memorien van de Koninklyke Akademie van Wetenſchappen te Parys* voor 't jaar 1699 gemeld worden, en een Tafel opgemaakt van de Kragt, die 'er noodig is, om touwen te buigen, welke Tafel ik niet aan kan pryzen, omdat ze ruſt op een Misſlag: want hy zegt, dat de moeijelykheid van 't buigen van een touw van dezelfde dikte en belaſt met hetzelfde gewigt, vermindert, wanneer de Middellyn van de Rol grooter wordt, maar zooveel niet, als die Middellyn grooter wordt; maar ik heb door vele herhaalde Proeven gevonden, dat de moeijelykheid net vermindert naar mate, dat de Middellyn van de Rol grooter wordt, dat is, *De moeijelykheid van 't buigen van een touw om een Rol is*, al 't overige evengelyk zynde, *andersom* [inverſly] *als de Middellyn van de Rol.* NB. Ik geloof, dat de Misſlag van den Heer *Amontons* ontſtaan is uit het vryven van de deelen van de touwen tegen elkander, daar ik altyd zorg voor heb gedragen dat niet geſchied is.

Wanneer een touw onder of over een Rad of Schyf van een Katrol getrokken wordt, is de moeijelykheid van 't buigen zoogroot als of 't geheel rondom een Rol ging, 't welk men begrypen zal uit het zien van de tweede Figuur: want terwyl het touw gewonden wordt om de Rol C volgens den Streek *r* K L, ontwint het onderſte gedeelte L *o* K zigzelven zonder eenige moeite.

Pl. XXVI. Fig. 2.

Ik heb in deze Les (Bladz. 193, 194 en 195.) Regels gegeven voor de Vryving in een ſamengeſteld Werktuig, en 't gebruik van deze Regels door een voorbeeld aangewezen; maar toen niet gerekend de moeijelykheid van 't buigen van de touwen. Maar nu zal ik een ander voorbeeld geven, waarin ze ook in aanmerking genomen wordt, en toonen, hoe na de Beſchouwing overeenkome met de Proef, genomen met een Werktuig, zoo naaukeurig gemaakt, als

als mogelyk is, om de vergelyking te netter te maken. IV. Les.

Het Werktuig beſtaat uit drie Katrollen (twee *boven-* en één *onder-*katrol, of een *Takel van drien*) welker Middellynen net zyn, als volgt, *nam.* twee duim, één duim en een kwartier, anderhalven duim; en alle de Nagels net van een kwartier duim over 't Kruis, en het touw van een tiende duim over 't Kruis. Het Gewigt is 18 pond *Averdupois*, en gevolgelyk moet het Vermogen, om 't in Evenwigt te houden, 6 pond wezen, en een weinigje meêr moeſt het Vermogen het Gewigt doen opligten, indien 'er geene Vryving was; maar men kan 't hier niet minder dan met 20 oncen doen, ſchoon het Werktuig zeer naaukeurig zy.

Ik heb (in den 2 Regel Bladz. 193.) bewezen, dat twee derde van 't Vermogen evengelyk zyn aan de Vryving van een Rol, welker Oppervlakte zoo ſnel beweegt als 't Vermogen, en welker Halzen over 't Kruis evengelyk zyn aan de Rol. En dewyl de Middellyn van de eerſte Katrol 1, (Pl. XXVI. Fig. 3.) agtmaal grooter is dan haar Nagel, moet hare Vryving zyn 4 pond verdeeld door 8, of 8 oncen, omdat, dewyl de Oppervlakte van haren Omtrek met dezelfde Snelheid beweegt als het Vermogen, hare vryvende Oppervlakte op den Nagel agtmaal langzamer moet bewegen. Pl. XXVI. Fig. 3.

De tweede Katrol 2, welker Oppervlakte de helft langzamer beweegt dan 't Vermogen, en welker Nagel zesmaal dunner is dan zy zelf, moet bygevolg hare Vryving maar $5\frac{1}{3}$ oncen hebben; omdat twee derde van 't Vermogen, of 64 oncen, eerſt verdeeld moet worden door 2, uit hoofde dat de Snelheid van de Oppervlakte van de Katrol maar de helft is van die van 't Vermogen, en dan nog door 6, omdat de Nagel zesmaal dunner zynde de vryvende deelen op den Nagel nog zesmaal langzamer moeten bewegen. Zoodat $\frac{64}{2} = 32$ en $\frac{32}{6} = 5\frac{1}{3}$ oncen.

De derde Katrol 3, bewegende met een derde van de Snelheid van 't Vermogen, 64 oncen, moet verdeeld worden door 3, en dat Hoeveelſte weêr door 5, omdat de Nagel hier een $\frac{1}{5}$ is van de Middellyn van de Katrol; zoodat de Snelheid van de vryvende deelen van deze Katrol maar $\frac{1}{5}$ van $\frac{1}{3}$ is, of $\frac{1}{15}$ van de Snelheid van 't Vermogen; en derhalven zal $\frac{64}{15}$ geven 4, 26 *enz.* oncen. Nu, de ſom van alle deze Vryvingen (*nam.* 8 oncen + 5, 3333 *enz.* oncen + 4, 26 *enz.* oncen) maakt 17, 6 oncen, 't welk het 5de en $\frac{4}{15}$ deel van 't Ver-

IV. Les. Vermogen is. Deze byvoeging by 't Vermogen zal de Vryving zoo vergrooten, dat 'er nog een boven-byvoeging van het 5de en $\frac{4}{10}$ deel van die eerſte byvoeging noodig is, en zoo vervolgens in deze Reeks [*Series*] 17, 62 Oncen + 3, 2 Oncen $\left(\text{welk is } \frac{17.62}{5.4}\right)$ + 0, 59 Oncen $\left(\text{welk is } \frac{3.2}{5.4}\right)$ *enz.* in alles 21, 55 Oncen.

Hier moet nog bygedaan worden de Vryving of Weêrſtand uit hoofde van de moeijelykheid van 't buigen van de touwen, die door de voorgaande Tafel op de volgende wys gevonden kan worden.

Onderſtel, dat het gedeelte van het touw, 't welk is in 1 de zyde van de eerſte of boven-katrol, vaſt is, dan zullen de drie touwen DE, 3 B en 2 A met elkander het Gewigt W ophouden, * het welk (te ſamen met het Blok) 18 pond weegt, zoodat men elk touw mag aanmerken als ſtrek gehouden door zes pond, en gewonden om verſcheiden Rollen van de verſcheiden Middellynen van elke dezer Katrollen.

Wat de eerſte Katrol belangt, men zoekt in de Tafel naar een touw van een tiende van een duim, en men vindt, dat het, ſtrek gehouden met een gewigt van 20 pond, vannooden heeft 7, 5 oncen, om het om een Rol van een duim te buigen, waarom men zig van deze Evenredigheids Rekening moet bedienen.

Gelyk 20 ℔ *een touw van een tiende van een duim over 't Kruis ſtrek houdende:*
Is tot $7\frac{1}{2}$ *Oncen, de Kragt, die 'er vannooden is om het te buigen om een Rol van éénen duim over 't Kruis: :*
Zoo is 6 *pond, wanneer 't het touw even ſtrek houdt:*
Tot 2, 25 *Oncen (dat is, twee Oncen en een vierde) de Kragt, die bekwaam is, om hetzelfde touw te buigen, alleenlyk door* 6 ℔ *ſtrek gehouden, om een Rol van éénen duim over 't Kruis.*

Maar dewyl de eerſte Katrol niet van éénen, maar van twee duimen Middellyn is, moet men de Kragt verminderen, die 'er vannooden is om het touw te buigen, in een overhandſe Evenredigheid tot deze Middellynen, door de volgende Evenredigheids Rekening, die ook dient voor de twee andere Katrollen.

Gelyk

* *'T is waar, dat in 't bewegen het ééne touw meêr en 't ander minder van het Gewigt draagt; maar, over het geheel te rekenen, komen de verſcheiden moeijelykheden van 't buigen van de touwen op één uit: zoodat dit de beſte, omdat het de gemakkelykſte wys is om dit ſtuk te beſchouwen.*

Gelyk de Middellyn van de Katrol, waarvan de buigende Kragt onbekend is: IV. Les.
Is tot de Middellyn van de Katrol, waarvan de Kragt bekend is: :
Zoo is de buigende Kragt, te voren gevonden:
Tot de gezogte buigende Kragt.

Dat is, gelyk 2 : 1 : : 2,25 : 1,125 Oncen, voor de 1ſte Katrol;
En, gelyk 1,5 : 1 : : 2,25 : 1,5 Oncen voor de 2de Katrol;
En eindelyk gelyk 1,25 : 1 : : 2,25 : 1,8 Oncen voor de 3de Katrol.

Door zulke Evenredigheids Rekeningen kan men het vorige Tafeltje vergrooten tot allerlei Evenredigheden, zoodat het met een opſlag zouw aantoonen de Kragt, die 'er in de meeſte gevallen vannooden is, om touwen te buigen, maar men kan de meeſte gevallen uit deze Tafel zelf wel afleiden.

Maar om voort te gaan met de Beſchouwing [*Theory*] van de Vryving van ons Werktuig: deze drie laatſte Vryvingen of Weêrſtanden van touwen, teſamen gevoegd, maken 4, 425 Oncen, welke gevoegd by 21, 41 Oncen, de bovengevonde Vryving, in 't geheel geven 25, 835 Oncen, een Vryving byna zesmaal grooter dan de Proef gaf. Maar ik heb in de 8. Aanteekening op myne derde Les (Bladz. 137.) bewezen, dat, *Wanneer een draad of touw loopt over eenenkele Katrol of Rol door het dalen van't overwegende gewigt (terwyl het andere gewigt terzelfder tyd ryſt) de drukking op den As van de Katrol altyd evengelyk is aan 't vierdubbele van den Uitkomſt van de gewigten, door elkander vermeenigvuldigd, en verdeeld door de ſom van dezelfde gewigten.* En dewyl die Drukking altyd minder is dan de ſom van de twee gewigten, wanneer ze ongelyk zyn, moet 'er zooveel als ze minder is van de rekening der Vryvingen afgetrokken worden, en dan zal de Proef zeer na met de Beſchouwing overeenkomen. Maar om in onze Uitrekening niets over te ſlaan, zullen we ook onderzoeken, welke deze vermindering van Drukking zy.

Het Vermogen (6 pond) teſamen met het geen we gevonden hebben noodzakelyk daarby gevoegd te moeten worden, uit hoofde van alle de Vryvingen en Weêrſtanden van de touwen, moet men aanmerken als het overwegende gewigt in 't geval van de gemelde Stelling, dat is, 6 pond en ontrent 26 Oncen, of 122 Oncen: en 6 pond zonder eenige byvoeging, moet men aanmerken als 't overgehaald wordende gewigt aan de andere zyde van de Katrol 1, die een

IV. Les. boven-katrol is. Vermeenigvuldig de twee gewigten door elkander, dat is, 6 pond of 96 Oncen × 122 Oncen, waarvan de Uitkomst is 11712 Oncen; die weêr vermeenigvuldigd door 4, of 11712 × 4 geven den Uitkomst 46848; den laatsten Uitkomst dan verdeelende door 218 (de som van de Oncen in beide de gewigten) of $\frac{46848}{218}$, zal het Hoeveelste zyn 214, 9, 't welk, afgetrokken van 218, de som van de gewigten, geven zal 3, 1 Oncen, de verminderde Drukking, of dat gedeelte van de Drukking, waarvan de Nagel van de Katrol bevryd wordt, wanneer 't Vermogen overwegende naar beneden loopt.

En dewyl 'er nog een andere boven-katrol is, waarover het touw ook loopt, moet 'er ook op gelyke wys uit dien hoofde afgetrokken worden 3, 1 Once; zoodat 'er, indien deze twee laatste sommen, of 6, 2 Oncen, afgetrokken worden van 25, 835 Oncen, door de Beschouwing [*Theory*] gevonden evengelyk te zyn aan alle de Vryvingen, over zal schieten 19, 635 Oncen, de byvoeging, die noodzakelyk is, om het Vermogen met de minste vermeerdering, die mogelyk is, het gewigt te doen overhalen; en de byvoeging in de Proef is 0, 365, of iets meêr dan een derde van een Once: want 20, gevoegd by 't Vermogen 6 pond, doet het neêrloopen.

NB. *Daar was hier niets gerekend voor een vermeerdering van Vryving uit hoofde van 't gewigt, dat bygevoegd was om de touwen te buigen, 't welk de Proef nog nader aan de Beschouwing zouw brengen.*

In de Praktyk behoeft men deze laatste Aftrekking niet te doen, of de vermindering van Drukking in overweging te nemen, inzonderheid in Takels van vele Schyven, omdat 'er gemeenelyk eenige verhinderingen meêr zyn dan de gewone Vryving, by voorbeeld wanneer de Schyven vryven tegen de zyden of Wangen van de Blokken, of hare gaten uitslyten, 't welk de Vryving zooveel vergroot, als of de Nagel zooveel dikker geworden was.

Willende beproeven, hoever de Beschouwing van de Vryving, en 't buigen van touwen overeen zouw komen met zulke Jynen of Takels, als men gemeenelyk in 't bouwen gebruikt, en 't geen gevolgelyk in de Praktyk dienst kon doen, nam ik de volgende Proeven.

I. PROEF

I. PROEF.

Ik nam een Takel van vyf koperen Schyven in yzeren Blokken; dat is, drie Schyven in het bovenſte en twee in het onderſte Blok. Nadat ik een Evenwigt gemaakt had door 't hangen van 140 pond [*one Hundred and a Quarter*] aan 't onderſte Blok, en 28 aan den Looper, voegde ik 'er 17½ pond by, eer 't Vermogen neêr kon gaan, en 't Gewigt opligten.

II. PROEF.

Derdalfhonderd of 280 ℔ door 56 geëvenaard zynde, deed de byvoeging van 28 pond het Vermogen het Gewigt opligten.

NB. *De Schyven waren 5 duim over 't Krnis, de Nagels een halven duim, en het touw drie kwartier duims.*

In de eerſte Proef was 17½ ℔ 4½ ℔ meêr dan de ſom der Vryvingen, uit de Beſchouwing afgeleid. Maar in de tweede Proef ging 28 ℔ de ſom der Vryvingen *enz.* nog geen 2 ℔ te boven. De reden hiervan ſcheen te wezen, dat het touw in de eerſte Proef te dik was voor de Wangen der Schyven; maar in de tweede Proef, waarin het touw meêr gerekt was, werd deszelfs Middellyn wat verkleind, en bevryde dus het touw van zoo ſterk te ſchuren tegen de Wangen.

Uit de kennis van de Hoeveelheid van Vryving in zulke groote Takels, kan men weten, wat men in de Praktyk te wagten hebbe. Want indien een man, die voor een korten tyd een Kragt van 100 ℔ kan oeffenen, zig inbeeldt, dat hy een ſteen of een Rol lood of iets anders van dat Gewigt boven op een huis kan trekken met een *Takel van vyven* (omdat dit doenlyk ſchynt volgens de Beginzels van de Beweeg-kunde) zal hy zig bedrogen vinden uit hoofde van de Vryving, die hy niet te boven kan komen zonder een bygevoegde Kragt van 50 ℔.

Ik hoop, dat die Rekening, die ik van de Vryving en verhinderingen van Beweging in Werktuigen gegeven heb (hoe onvolmaakt ze ook wezen mag) van veel dienſt zal zyn voor menſen, die belang hebben in Werktuigen en Handwerken. En om hen zooveel hulp, als in myn vermogen

IV. Les. *is, ontrent dit ſtuk toe te brengen, zal ik hen eenige aanmerkingen voorſtellen ontrent de ſterkte van menſen en paarden, en de vergelyking van dezelven, ook de beſte manier om hare Kragten aan te voegen, die een gevolg zyn van myne eigen Waarnemingen van vele jaren, als mede van 't geen ik gevonden heb in Schryvers, die over dit onderwerp geſchreven hebben.*

Een paard trekt met het meeſte voordeel, gelyk we reets uit den Heer *Camus* bewezen hebben, wanneer de Streek-lyn (evenwydig zynde met de Vlakte, waarop het Gewigt beweegt) waterpas is met de borſt van 't paard, en 't is in ſtaat om in zulken ſtand 200 ℔ te trekken 8 uren op een dag, en ontrent derdalve [*engelſe*] Myl in een uur voortgaande, 't welk ontrent vierdalve voet is in een ſekonde. En wanneer men hetzelfde paard 240 ℔ doet trekken, kan 't maar zes uren op een dag werken, en nog zoo ſchielyk niet voortgaan; en in beide de gevallen zal 't beter trekken, wanneer 't eenig gewigt draagt, dan wanneer het niets te dragen heeft. Ik meen hier niet meê 't geen een paard op een Rytuig kan trekken (omdat in dat geval de Vryving maar alleen overwonnen moet worden, zoodat een middelmatig paard, wel gevoegd aan een Kar, dikwyls over de 1000 ℔ zal trekken) maar zooveel als een paard op kan trekken uit een diepte over een enkele Katrol of Rol (die men zoo weinig Vryving doet hebben als mogelyk is) is eigenlyk 't geen een paard trekken kan; en paarden trekken door elkander gerekend ontrent 200 ℔ in zulk een geval, als we zoo even ſtelden. Hiertoe kan men brengen het werken van paarden in allerlei ſoorten van Molens en Waterwerken, waar in men, zoo na men kan, behoort te weten, hoeveel men elk paard doe trekken, opdat men kan oordeelen, wat de uitwerking zyn zal, wanneer men de regte Aftrekking gemaakt heeft voor alle de Vryvingen en verhinderingen, eer men een Werktuig of Molen opregt.

Wanneer een paard trekt in een Molen, Water-werk of eenig ſoort van Werktuig, (waarin men het een Kaapſtand of Wind-as doet rondtrekken) moet men wel zorgdragen, dat het Paarden-pad groot

(6) De *Engelſe* Schryvers, die de ſterkte van menſen en paarden aan een Kaapſtand by elkander vergeleken hebben, hebben hunne kragten in gemelde Evenredigheid gevonden, gelyk de Heer *Jones*, *Moore* en anderen; maar de *Franſe* Schryvers ſtellen een paard tegen zeven man; 't geen ik ook geloof met hunne waarnemingen

groot genoeg over 't Kruis is. Anderſints kan het paard alle zyne kragt niet te werk ſtellen, wanneer het omloopt: want in een kleinen Cirkel of klein Paarden-pad wykt de Raak-lyn (volgens welke het paard moet trekken) meêr af van den Cirkel, waarin het paard moet gaan, dan ze in een grooten Cirkel doet. Het Paarden-pad behoort niet minder dan 40 voet over 't Kruis te zyn, indien men plaats genoeg heeft; en een paard verlieſt zeerveel van zyne kragt in een klein Pad, omdat het trekt in of volgens een Pees van den Cirkel, trekkende den waterpas Bóóm agter hem met ſcherpe Hoeken, tot zoover, dat ik weet, dat een paard in een Pad van 19 voet over 't Kruis twee vyfde verloor van de kragt, die het oeffende in een Pad van 40 voet over 't Kruis. De meeſte Molenmakers te *Londen* (en ook, geloof ik, in de meeſte groote ſteden) houden niet veel van groote Paarden-paden, al hebben ze zelf plaats; omdat zy, dewyl 'er gemeenelyk plaats ontbreekt, daar ze hunne werken hebben moeten opregten, gewend zyn hun Tuig voor kleine Paden te maken, en zig daarom vergenoegen met dezelfde evenredige Snelheid te geven aan 't Vermogen en 't Gewigt, als in grooter Paarden-paden (omdat indien 't Kam-rad zooveel minder over 't Kruis is, de moeijelykheid in 't trekken, dewyl het paard zooveel digter aan 't Middelpunt trekt, altyd dezelfde zouw zyn, indien het paard geen bogt kreeg) niet denkende om de pyniging, die men het paard aandoet; of wanneer ze door de ondervinding geleerd hebben, hoeveel een paard gemakkelyk trekken kan met alle de nadeelen, die 'er het ſchielyk draaijen aan toebrengt, willen ze zig niet bedienen van 't voordeel, dat een ruimer plaats kan geven door 't wegnemen van die moeijelykheid, omdat ze van hunne gewoonte niet willen afgaan. Maar die Molenmakers, die aan Kool-putten en Mynen gewerkt hebben, weten 'er beter af, dewyl ze zig geoeffend hebben in 't maken van groote Paarden-paden, *enz.* IV. Les.

Ik heb dikwyls bevonden, dat vyf man in ſterkte aan één paard gelyk zyn (6), en met het zelfde gemak den waterpas Bóóm rond ſtooten

mingen over een te komen. Ook heb ik zelf waargenomen, dat de arbeiders in *Holland* (den éénen door den anderen gerekend) werken met een kragt, die ten naaſten by in die Evenredigheid is. Derhalven mag men zeggen, Dat vyf *engelſe* Arbeiders tegen een paard aan konnen, en *franſe* of *hollandſe* arbeiders met hun zeve-

IV. Les. ſtooten in een Pad van 40 voet; maar drie van dezelfde mannen zullen een Bóóm rond ſtooten in een Pad van 19 voet, dien een paard (anderſints gelyk aan vyf man) maar even rond zal konnen trekken.

De ergſte manier van de kragt van een paard aan te voegen is hetzelve ſcheuin op te doen trekken; want indien de hoogte ſteil is, kan drie man meêr doen dan een paard, dewyl elk man ſchielyker klimmen zal, indien hy 100 ℔ gewigt draagt, dan een paaad, dat met 300 ℔ geladen is. Dit moet men toeſchryven aan de geſteltenis van de deelen van 't lighaam van een mens, die beter geſchikt zyn, om te klimmen, dan die van een paard.

Uit deze Waarneming volgt, dat zy, die gemeend hebben veel te zullen uithalen met het gewigt van een paard, door het zelve te voegen aan een Werktuig, om de Zuigers van Pompen te bewerken, niet gevonden hebben 't geen ze verwagt hadden uit een uitrekening van 't gewigt van dat dier, omdat het paard elke ſtap waarlyk ſcheuin op klimt, wanneer men zig van deszelfs gewigt bedient, en daarom langzamer gaat.

Gelyk een paard om de geſteltenis van zyn lighaam de meeſte kragt kan oeffenen, wanneer het waterpas trekt in een regte Lyn, kan een

zevenen. Dog hier ſluiten we verſtand en behendigheid buiten, die een man van dezelfde ſterkte meêr doen uitregten dan een anderen. Maar in *Turkyen* kan een Drager of Kruier tweemaal zooveel dragen, dan de ſterkſte engelſe Drager, 't geen we in de volgende Aanteekening omſtandiger overwegen zullen.

(7) De Memorie van den Heer *de la Hire* heeft tot Opſchrift, *Een onderzoek van de kragt van menſen, om Gewigten te bewegen, hetzy door opligten, hetzy door dragen, of trekken, zoowel op zigzelven beſchouwd, als vergeleken met die van andere dieren, die dragen en trekken, gelyk paarden* enz.

„ Ik onderſtel voor eerſt, dat een man
„ van een middelmatige geſtalte, die re-
„ delyk ſterk is, 140 ℔ van ons gewigt
„ * weegt. Ik reken voor eerſt, dat een
„ man, gelyk ik onderſteld heb, op beide
„ zyne knien op den grond leggende,
„ zig op kan regten, alleenlyk op zyne
„ teenen dragende, zyne knien ſteets by
„ elkander houdende; en dewyl deze
„ werking verrigt wordt door middel van
„ de Spieren van de beenen en dyen,
„ blykt uit de onderſtelling, die ik van
„ zyn gewigt gemaakt heb, dat de Spie-
„ ren van de beenen en dyen een genoeg-
„ zame

* *Het franſe* ℔ *is tuſſen* $\frac{1}{11}$ *en* $\frac{1}{12}$ *deel zwaarder dan ons* [het engelſe] *pond* Avers dupois. [*Het franſe, ten minſten het paryſe komt overeen met het hollandſe.*]

een man op die wys de minſte kragt oeffenen. By voorbeeld indien een man, die 140 ℔ weegt, langs den oever van een rivier, of den kant van een ſloot een ſchuit voorttrekt door middel van een touw, dat over zyne ſchouders komt, of op eenige andere wys aan zyn lighaam vaſt is, kan hy niet boven de 27 ℔ trekken, of maar ontrent een zevende gedeelte van 't geen een paard in zulk een geval kan trekken: want de geheele kragt, die een man in die werking oeffent, komt gantſelyk op zyn gewigt aan, en nog zyn geheele gewigt niet, dewyl maar ontrent $\frac{5}{14}$ gedeeltens van zyn gewigt, en dat nog ſcheuin werkende, hem voorover ſtootende, wanneer hy bukt, de geheele kragt voort brengen, waarmêe de man de ſchuit voorttrekt, gelyk de Heer *de la Hire* bewezen heeft in een Memorie, die hy aan de *koninklyke Akademie van Wetenſchappen te Parys* in 't jaar 1699 heeft voorgedragen, waarvan ik hier onder de Vertaling geef. IV. Les.

Zyne andere redenering over de Aanvoeging van de kragt van een man is goed; maar dewyl zyne Onderſtellingen [*Data*] niet waar zyn, zyn eenige van zyne beſluiten, ſchoon ze regtmatig uit zyne Onderſtellingen getrokken zyn, niet met 'er daad waaragtig; waarom ik 'er eenige aanmerkingen op zal maken in de onderſtaande (7) Aanteekening.

In

„ zame kragt hebben, om 140 ℔ op te „ ligten (*a*).

„ Maar een man, die de knien wat ge„ bogen heeft, kan zig opregten, ſchoon „ belaſt met een gewigt van 150 ℔, teſa„ men met het gewigt van zyn lighaam, „ dat hy tegelyk opligt (*b*); zoodat de „ kragt van de Spieren van de beenen en „ dyen een gewigt van 290 ℔ kan oplig„ ten, dat is, 150 ℔ voor den laſt, dien „ hy draagt, en 140 ℔ voor 't gewigt van „ 't lighaam, wanneer de ligting maar 2 „ of 3 duim is.

„ Een man, gelyk we onderſteld heb„ ben, en gedurig onderſtellen zullen, „ kan ook van den grond ligten een ge„ wigt van 100 ℔, dat tuſſen zyne bee„ nen geplaatſt is, hetzelve aanvattende „ met

(*a*) *De Spieren van de beenen en dyen zyn veel ſterker, dan de Heer* de la Hire *onderſtelt, gelyk blykt uit het geen in 't vervolg van deze Les wegens de daden van ſterkte gezegd zal worden; en de werking van zig agterwaarts op te ligten van de knien ſchiet veel te kort by 't uiterſte, dat een man in die lighaams geſtalte doen kan; want een man kan een aanmerkelyk gewigt dragen, en zig van zyne knien opregten, ſchoon de Boog, beſchreven door het Zwaarte-punt, dan een goed getal van Graden hebbe.*

(*b*) *Het is in* Londen *zeer gemeen, dat een man zig opregt met, en draagt 250 ℔, het welk tennaaſten by tweemaal meêr is, dan de Heer* de la Hire *onderſtelt; waarom alle de gevolgen, die uit deze Onderſtelling getrokken worden, te kort ſchieten.*

IV. Les. In het trekken van een ſchuit op de bovengemelde wys kan een zwaar karel (mits hy niet overtollig zwaar zy) meêr doen dan een ander,

„ met zyne handen als met twee haken, „ en zigzelven opregtende (*c*). Hieruit „ volgt, dat de Spieren van de Lenden „ alleen kragts genoeg hebben, om 170 „ ℔ te ligten, te weten de 100 ℔ van het „ gewigt, en 70 ℔, de helft van 't ge„ wigt van den man; omdat hy niet al„ leen de 100 ℔ gewigt moet opligten, „ maar ook het geheele boven-lyf boven „ den Middel, omdat we onderſteld heb„ ben, dat hy bukt, om het gewigt op „ te ligten.

„ Wat de ſterkte van de armen belangt, „ om een gewigt te trekken of te ligten, „ dit mag men onderſtellen 160 ℔ te zyn, „ 't welk afhangt van de Spieren van de „ Schouders en Armen. Want indien een „ man met beide zyne handen een vaſt „ lighaam, dat boven zyn hoofd is, vaſt„ houdt, kan hy gemakkelyk genoeg door „ de ſterkte van zyne armen alleen zyn „ lighaam optrekken, en nog 20 ℔ daar„ enboven, als of hy belaſt was met een „ gewigt van 20 ℔. Men kan de proef „ hier ligtelyk van nemen: want indien „ een Gewigt van 160 ℔ aan een touw „ vaſtgemaakt, en over een Katrol ge„ trokken wordt, en een man, die maar „ 140 ℔ weegt, aan het andere end van „ het touw trekt, is het klaar en duide„ lyk, dat hy nooit in ſtaat zal zyn om „ de 160 ℔ Gewigt op te ligten, dewyl „ het uiterſte, dat hy doen kan, is met „ het gantſe gewigt van zyn lighaam aan „ het touw te hangen: want dewyl het „ gewigt aan 't andere end zwaarder is „ dan 't gewigt van den man, zal 't hem „ opgehangen houden; omdat de Katrol „ niets anders is dan een gedurige [*conti*„ *nued*] Balans met evenlange Armen. „ Maar indien de man een gewigt van 20 „ ℔ aan zig vaſtgemaakt heeft, zal hy „ met het gewigt aan de andere zyde een „ Evenwigt maken; en indien 'er maar „ een weinig by de 20 ℔ gevoegd wordt, „ zal hy het tegengeſtelde Gewigt opli„ ten, dewyl de Spieren van zyne ſchou„ ders en armen van genoegzame kragt „ zyn, om het gantſe ſamengevoegde ge„ wigt op te houden.

„ Schoon de Spieren van elk deel van „ 't lighaam groote kragten konnen oeffe„ nen, om Gewigten op te ligten, moet „ men egter de kragt van een mens niet „ rekenen te zyn de ſom van de verſchei„ den kragten van alle zyne Spieren by „ elkander genomen, alwaar 't zelf, dat „ de Geeſten, die de Spieren doen zwel„ len, en, door ze te verkorten, de Pe„ zen aan hare enden trekken, zoo ge„ makkelyk aan alle de deelen als aan één „ byzonder deel omgedeeld konden wor„ den, omdat elk deel gemeenelyk dient, „ om dat, dat 'er onmiddelyk naaſt aan „ is, op te houden. By voorbeeld, de „ Spieren van de armen en ſchouders kon„ nen door hare Ineentrekking een Ge„ wigt van 160 ℔ ligten; maar indien het „ lighaam gebogen wordt, zyn de armen „ niet in ſtaat, om dat Gewigt te ligten, „ tenzy de Spieren van de Lenden ter „ zelfder tyd ſterk genoeg zyn, om het „ bovenlyf op te houden tegelyk met het „ gewigt, waarmeê het belaſt is; en in„ dien de knien ook gebogen zyn, moe„ ten de Spieren van de beenen en dyen „ nog grooter ſterkte oeffenen, omdat „ zy het gewigt van 160 ℔ moeten op„ houden, en met één het gantſe Gewigt „ van 't lighaam. Hierdoor gebeurt het, „ dat

(*c*) *Werkluiden ligten gemeenelyk met hunne handen* 150 *en ſommige* 200 ℔; *maar hier verſchilt de kragt van de Spieren van de Lenden zooveel niet van de Onderſtelling van den Heer* de la Hire, *als de kragt van de Spieren van de beenen.*

ander, tenzy hy gewigt drage naar Evenredigheid, en hoe hooger hy het gewigt drage, hoe beter. IV. Les.

Wan-

„ dat in dezen ſtand van het geheele ligh-
„ haam de kragt verdeeld wordt, door
„ de verdeeling van de Geeſten in alle de
„ deelen; om welke reden een man niet
„ in ſtaat kan zyn, om 160 ℔ van den
„ grond te ligten.

„ Evenwel zyn 'er menſen, wier Geeſ-
„ ten zoo overvloedig en zoo ſnel in
„ hunne Spieren vloeijen, dat ze drie of
„ viermaal zooveel kragt oeffenen dan
„ anderen doen, en dit ſchynt my de na-
„ tuurlyke reden te zyn van de verba-
„ zende ſterkte, die we in ſommige men-
„ ſen zien, die Gewigten dragen en lig-
„ ten, die twee of drie gemeen ſlag van
„ menſen naauwelyks konnen ophouden,
„ ſchoon die menſen ſomtyds maar van een
„ gemeene geſtalte zyn, en eer zwak dan
„ ſterk ſchynen. Daar was een poos gele-
„ den een man hier om ſtreeks, die een
„ zeergroot Aambeeld kon dragen, en van
„ wien men vele wonderlyke ſterke daden
„ verhaalde; maar ik heb een ander te
„ *Venetien* gezien, die maar een jonge-
„ ling was, en op 't oog niet boven de
„ 40 of 50 ℔ ſcheen te konnen dragen,
„ zelf met alle mogelyke voordeelen.
„ Evenwel ligte die jonge knaap, terwyl
„ hy op een tafel ſtond, van de aarde af,
„ en hield boven den grond een Ezel op
„ door middel van een breeden riem, die
„ onder het beeſt zyn buik gaande hing
„ aan twee haken, die vaſt gemaakt wa-
„ ren aan een Platting van dunne touwt-
„ jes, die neêrkwamen in tuiten uit het
„ haair aan weêrskanten van den knaap
„ zyn hoofd, en die niet veel in getal
„ waren; en al deze groote kragt kwam
„ alleen aan op de Spieren van de Schou-
„ ders en de Lenden (*d*): want hy bukte
„ eerſt,

(*d*) *'T geen de Heer* de la Hire *hier toeſchryft aan de Spieren van de Lenden, werd waarlyk gedaan door de Uitſtrekkers* [Extenſors] *van de beenen: want het bukken van den jongeling met zyne handen op zyne knien, is niet geweeſt met het ligbaam voor over, en zyne knien ſtyf, maar zyn ligbaam regt op, en zyne knien gebogen, zoodat de twee koorden, daar by meê ligte, in dezelfde Vlakte waren met zyne Enkelen en de Hoofden van zyne dy-beenen, waar door de Streek-lyn van den jongeling en het geheele Gewigt kwam tuſſen het ſterkſte deel van zyne twee voeten, die de Stutten waren, en, toen by zyne beenen uitſtrekte, ligte by zigzelven op, zonder de Streek-lyn te veranderen. Dat het op deze wys geſchied moet zyn, houd ik my vry wel verzekerd, niet alleen uit de waarnemingen ontrent volkje, dat zulke daden kan verrigten, maar omdat ik 'er zelf ook meenigmaal de proef van genomen heb. Wat de Lenden-Spieren belangt, die konnen die Rekking niet velen, omdat ze meêr dan zesmaal zwakker zyn dan de Uitſtrekkers van de beenen, ten minſten heb ik ze in myzelven zoo gevonden.*

Toen ik ontrent het jaar 1716 de eer had van vele Proeven te vertoonen voor wylen zyne Majeſteit Koning GEORGE I, *was zyne* Majeſteit *begerig, om te weten, of 'er eenig Bedrog ſtak in die ſterke daden, die een half jaar tevoren vertoond waren door een karel, die door zyn maakzel niet ſterker ſcheen dan andere menſen. Ten dien einde had ik een houten geſtel bezorgd, dat geſchikt was, om 'er in te ſtaan gelyk* (Pl. XXVIII. Fig. 8.) *afgebeeld wordt, en ligte met een Gordel en ketting een yzeren Rol op, daar de tuin meê gevlakt werd, die ik gemakkelyk kon houden, wanneer ze maar geligt was. Eenige Edellieden en Heeren, die 'er by waren, namen 'er ook de proef van, en ligtten de Rol, de één met meêr, de ander met minder moeite dan ik gedaan had. Deze Rol woeg 1900 ℔ volgens het zeggen van den Tuinder. Vervolgens bezogt ik 300 ℔ met myne handen te ligten, (nam. twee vaten, elk met 150 ℔ Kwikzil-* Pl. XXVIII. Fig. 8.

IV. Les. Wanneer een man een waterpas Rol, of Spil omdraait met een Krik of Handvat, zouw het Gewigt, dat tegen hem werkte niet boven

„ eerſt, terwyl de haken aan den riem
„ vaſtgemaakt werden, en toen regte hy
„ zigzelven op, en ligte den ezel van
„ den grond, dragende [*ruſtende*] met zyne
„ handen op zyne knien. Hy ligte ook
„ op dezelfde wys andere Gewigten op,
„ die zwaarder ſchenen, en zei gemeenelyk, dat hy 't met minder moeite
„ deed, omdat de ezel ſchopte en ſpartelde, wanneer hy eerſt van den grond
„ geligt werd (*e*).

„ Om nu te komen tot het onderzoek
„ van de kragt van een man, om een laſt
„ op zyne ſchouders te dragen: Ik zeg,
„ dat dat Gewigt zyn kan van 150 ℔, en
„ dat een man met dien laſt gemakkelyk
„ genoeg gaan kan op een waterpas Vlakte, mits hy geen groote ſtappen doe,
„ maar hy kan met dat zelfde Gewigt
„ niet tegen een heuvel of een trap opgaan. Want de werking van gaan, wanneer men een laſt draagt, moet men
„ aanmerken als de Cirkel-Beweging van
Pl. XXVI. Fig. 4. „ C (Pl. XXVI. Fig. 4.) het gemeene
„ Zwaarte-punt van 't lighaam en 't gewigt teſamen rondom den voet F, die
„ voortgaat als het Middelpunt van den
„ Boog van Beweging, terwyl de poging
„ van de Spieren van het andere been,
„ dat tegen het vaſte punt D werkt, alleenlyk dient, om het Zwaarte-punt
„ vooruit te brengen; en indien de Boog
„ CE, dien dat punt beſchryft, klein is,
„ behoeft de poging van het agterſte been
„ niet groot te zyn, om het punt den
„ Cirkel te doen beſchryven; omdat het
„ dan 't gewigt van 't lighaam en den laſt
„ niet meêr opſtoot dan de hoogte van
„ AB, de omgekeerde Hoekmaat van de
„ helft van den Boog, die van geen belang is in opzigt van den geheelen Boog,
„ die de lengte is, welke de laſt voortgaat.

„ Derhalven kan een man, die een laſt
„ draagt, zooveel te gemakkelyker gaan
„ als zyne ſtappen korter zyn, omdat de
„ omgekeerde Hoekmaat zooveel te kor-
„ ter is: want indien hy groote ſtappen
„ deed, zouw het agterſte been het lighaam en den laſt moeten opſtooten de
„ hoogte van de Hoekmaat van zooveel
„ grooter Boog, als de ſtappen grooter
„ waren, dat is, de Hoekmaat van den
„ Boog, die de maat is van de halve lengte, die de laſt voorwaarts voortgaat.

„ Het is ook duidelyk te begrypen, dat
„ een man dus beladen geenſints een trap
„ of een ſteile hoogte kan opgaan met
„ dien laſt; omdat hy volgens 't geen we
„ reets verklaard hebben, dewyl de werking van de Spieren van de beenen maar
„ in ſtaat is om een Gewigt van 150 ℔ te
„ ligten de hoogte van twee of drie duim,
„ hy niet in ſtaat zouw zyn hetzelve vyf
„ duim op te ligten, 't welk de hoogte
„ van gemeene trappen of ſporten is, (*f*)
„ nog tegen een heuvel opgaan, of hy
„ moeſt

ver) 't geen ik ook deed, maar verrekte myn Rugge zoo, dat ik het een dag of vier daarna nog voelde; 't geen aantoont, dat in denzelfden perſoon de Spieren van de lenden (die in deze laatſte proef hare kragt oeffenden) meêr dan zesmaal zwakker zyn dan de Uitſtrekkers van de beenen: want van het ligten van de yzeren Rol had ik geen ongemak.

(*e*) *De reden, waarom de ezel door zyn ſchoppen en ſpartelen zyn gewigt ongemakkelyker maakte dan een zwaarder laſt, was, dat de Streek-lyn door zulk een beweging waggelde, en dewyl ze voor- en agteruit ging, moeſten de Spieren van de Lenden werken, om ze op hare plaats te brengen.*

(*f*) *Dat de Heer* de la Hire *de ſterkte van de Spieren, die het been uitſtrekken, en den Voet ſtrek zetten, te min genomen heeft, blykt uit de Praktyk van allen, die koorn en meel in zakken dragen, en gemakkelyk met*

ven de 30 ℔ zyn, indien hy tien uren op een dag aan 't werk *is*, IV. Les.
en hy kan het Gewigt ontrent drie voet en een half in een ſekunde oplig-

„ moeſt zulke ſtappen konnen doen, dat
„ hy elke reis maar de hoogte van twee
„ of drie duim, in 't Lood gerekend, op-
„ rees.

„ Nu ſchiet 'er nog over het beſchou-
„ wen van de kragt van een man, om wa-
„ terpas te trekken of te ſtooten (*g*).
„ Maar om dit te klaarder en verſtaan-
„ baarder te maken, zal ik die kragt be-
„ ſchouwen als gevoegd aan de Krik van
„ een Rol of Spil, welker As waterpas
„ is, op welken As het touw, dat het
„ Gewigt ophoudt, wordt opgewonden,
„ onderſtellende den afſtand uit het Mid-
„ delpunt van de Rol tot de Bogt van de
„ Krik de halve Middellyn van de Rol,
„ opdat de aangevoegde kragt gerekend
„ kan worden zonder eenige vermeerde-
„ ring uit hoofde van het Werktuig. Ook
„ heb ik hier niet in aanmerking geno
„ men de Vryving van den As, nog de
„ moeijelykheid in 't buigen van het touw.

„ *Voor eerſt*, dan is het klaarblykelyk,
„ dat, indien de Bogt van de Krik in een
„ waterpas ſtand is, en ontrent de hoog-
„ te van een mans knien, dat een man,
„ die haar al trekkende opligt, een kragt
„ kan oeffenen, die bekwaam is, om 150
„ ℔ op te ligten, 't welk aan het end van
„ 't touw hangt, indien hy zig van alle
„ mogelyke voordeelen bedient, volgens
„ 't geen ik reets verklaard heb. Maar
„ indien hy de Krik neêr moet duwen,
„ kan zyne ſterkte tot dat oogmerk niet
„ meêr zyn dan evengelyk aan 140 ℔, 't
„ welk (gelyk onderſteld is) het gewigt
„ van zyn lighaam is: want hy kan 'er
„ geen meêr gewigt op leggen dan dat
„ van zyn lighaam, of hy moeſt met ee-
„ nig gewigt belaſt wezen, en dan kan
„ de uitwerking zooveel grooter zyn.

„ *Ten tweeden*, Indien de Bogt van de
„ Krik regt op en neêr geplaatſt, en op
„ de hoogte van een mans ſchouders is,
„ is het zeker, dat een man geene kragt
„ kan oeffenen, om ze om te draaijen
„ door ſtooten of trekken met zyne han-
„ den, indien beide de voeten tegen el-
„ kander ſtaande, het lighaam regt over
„ end ſtaat, gelyk (Pl. XXVI. Fig. 5.) Pl.
„ verbeeld wordt door de Lyn A P, ter- XXVI.
„ wyl A M de Lyn verbeeldt van de ar- Fig. 5.
„ men, die waterpas zyn, en een regten
„ Hoek maken met A P; omdat in dien
„ Stand nog de kragt van het geheele lig-
„ haam nog van eenig gedeelte daarvan,
„ nog deszelfs gewigt eenige kragt kan
„ oeffenen om te trekken of te ſtooten,
„ gelyk door de Beweegkunde bekend is:
„ want ik merk de breedte, die de voe-
„ ten beſlaan, niet anders aan dan als
„ een punt in P. Maar indien de Krik
„ hooger of lager is dan het waterpas van
„ de ſchouders, zal de Lyn A M, die van
„ de ſchouders tot de handen komt, met
„ de Lyn A P, die van de ſchouders tot
„ de voeten gaat, een plompen of een
„ ſcherpen Hoek maken, en dan kan een
„ man eenige kragt oeffenen, om de Krik
„ te trekken of te ſtooten; maar die kragt
„ hangt alleen van 't gewigt van 't lig-
„ haam af, gelyk ligtelyk begrepen en
„ bewezen kan worden; en dat gewigt
„ of die kragt moet men aanmerken als
„ ver-

200 *en dikwyls met meêr dan* 250 ℔ *gewigt een trap opgaan; en, die kolen van de kar in huis dragen, gaan met* 250 ℔ *gewigt de trap op. Dog het is waar, dat ze met zoogroot een gewigt de trap niet af konnen gaan, waarmeê ze dezelve konnen opgaan.*

(*g*) *Op al 't geen in deze redenvoering volgt wegens het ſtooten of trekken van een man, kan men ſtaat maken, omdat het wiskunſtig afgeleid wordt uit het onderſtelde gewigt, en niet anders dan waar kan zyn in een man, die* 140 ℔ *weegt.*

IV. Les. opligten, 't welk de gemeene Snelheid is, waarmeê een paard trekt. Ik zeg 30 ℔, onderſtelliende, dat de halve Middellyn van de Rol of Spil evengelyk is aan den afſtand uit het Middelpunt tot de Bogt van de Krik; want indien 'er een voordeel van 't Werktuig by is, gelyk 'er gemeenelyk is, te weten dat de Middellyn van den As, die het touw opneemt, vier of vyfmaal kleiner is, dan de Middellyn van den Cirkel, dien de hand beſchryft, kan het Gewigt (daar onder gerekend den Weêrſtand uit hoofde van de Vryving en ſtyfheid van het

„ vergaderd in één punt, 't welk het „ Zwaarte-punt van 't lighaam is, en ontrent de hoogte van den navel: Ik zeg, „ we moeten alleen agt geven op het gewigt van 't lighaam, om 't Evenwigt te „ bepalen: want de werking van de Spieren van de beenen en dyen dient maar, „ om dat Evenwigt te bewaren, wanneer „ we gaan.

Pl. XXVI. Fig. 6. „ Laat de Krik (Pl. XXVI. Fig. 6) „ geplaatſt zyn in D op dezelfde hoogte „ als de ſchouders A, en 't Zwaarte-punt „ van 't lighaam zyn in C, terwyl het „ lighaam zeerveel voorover helt naar de „ Krik; maar het end van den voet moet „ zyn in P. *Vooreerſt* moet men dat punt „ P aanmerken als de Schraag of het Beweeg-punt van een Hefboom of regte „ ſtok P C H, die door C, het Zwaarte-punt van het geheele lighaam, gaande „ de Lyn van de armen M A ontmoet in „ het punt H. *Ten tweeden* moet men het „ punt C van den Hefboom aanmerken „ als belaſt met het geheele gewigt van „ 't lighaam, evengelyk aan 140 ℔, welk „ gewigt tragt te dalen in het Lood vol „ gens zynen natuurlyken Streek, ter„ wyl het end H van den Hefboom opge „ houden wordt in den waterpas Streek „ M A H, waaruit het ligt valt door de „ beginzels van de Beweegkunde te be„ palen, wat uitwerking het gewigt van „ 't lighaam in C, in zynen natuurlyken „ Streek werkende, op de Krik kan heb„ ben volgens den waterpas Streek H D.

„ Want laat ons voor eerſt onderſtel„ len, dat P H verdeeld is in 240 deelen, „ waarvan 'er P C 80 beſlaat. Dewyl nu „ het gewigt van het geheele lighaam, „ werkende in C, niet meêr dan 140 ℔ „ is, zal het, aangevoegd in H, maar „ werken met de kragt van 80 ℔; even„ eens als of 'er een gewigt van 80 ℔ was „ opgehangen, en werkte in zynen na„ tuurlyken Streek, die, volgens 't geen „ we onderſteld hebben, in den Haak „ moet zyn met M A. Indien dan uit het „ Beweeg-punt P getrokken wordt de „ Hoekmaat P F in den Haak op M A F, „ zal het gewigt van 80 ℔ in H werken„ de in zynen natuurlyken Streek: zyn „ tot de werking van het zelfde gewigt „ op de Krik volgens den waterpas Streek „ M A H : : in de Reden van P F : tot „ H F. En dit vermindert de werking van „ de 80 ℔ zeerveel in een matige Helling „ van het lighaam A C B. En indien men „ onderſtelt by voorbeeld, dat de Lyn „ P C H een Hoek P H F van 70 Graden „ maakt met de Lyn M A F, zal de Lyn „ van 't lighaam A C B naar het Waterpas „ hellen met een Hoek van meêr dan 60 „ Graden, 't welk de grootſte Helling is „ van 't lighaam, waarmeê een man gaan „ kan; dan zal

„ *De Hoekmaat van* 70 *Graden, die* „ P F *is*:
„ *Zyn tot de Hoekmaat van haar Vol„ tooizel, die* H F *is* : :
„ *Gelyk* 3 :
„ *Tot* 1, *ten naaſtenby*;

„ En gevolgelyk zal de werking van de „ 80 ℔, onderſteld wordende te werken „ in

het touw) vier of vyfmaal grooter zyn dan 30 ℔, dat is, zooveel maal als het langzamer ryft, dan de hand zig beweegt. IV. Les

In deze werking verandert de uitwerking van de kragt van een man in elk gedeelte van den Cirkel, die door de Krik beſchreven wordt. De grootſte kragt is, wanneer een man de Krik opwaarts trekt van ontrent de hoogte van zyne knien, en de minſte kragt, wanneer hy de Krik, om hoog zynde, waterpas van zig afſtoot. Dan wordt de uitwerking weêr grooter, wanneer 'er de man zyn gewigt

» in H volgens den natuurlyken Streek,
» tot de werking, die in den waterpas
» Streek geſchiedt, niet meêr zyn dan
» 80 tot zyn derde deel, 't welk iets min
» der is dan 27 ℔.

» Die de proef niet genomen hebben
» van waterpas te ſtooten met de armen,
» of een waterpas touw te trekken, wan
» neer men met het lighaam voorover
» gaat, 't zy het touw vaſt gemaakt zy
» aan de ſchouders, 't zy om den middel
» (want de uitwerking komt op één uit,
» mits de Helling of bukking van het lig-
» haam dezelfde zy, omdat de Hoekmaat
» van Helling, en haar Voltooizel altyd
» in dezelfde Reden zyn) kan men be-
» zwaarlyk doen gelooven, dat de ge-
» heele kragt van een man zoo gering is
» in waterpas te trekken, dat ze geen 27
» ℔ te boven gaat.

» Niet dat een man niet zouw konnen
» voorover ſtaan of zyn lighaam buigen,
» dat hy een veel grooter gewigt dan 27
» ℔ zouw konnen ophouden: want indien
» de Lyn PH een Hoek van 45 Graden
» maakte met HF, is het zeker dat het
» gewigt van 't lighaam 70 ℔ zouw op-
» houden, maar dewyl zyn lighaam dan
» in den Stand van de Lyn AB zouw
» moeten wezen, veel meêr naar 't Wa-
» terpas hellende dan 45 Graden, zouw
» het 'er zoover af wezen, dat hy zouw
» konnen gaan, dat hy in die geſtalte zelf
» niet zouw konnen ſtaan.

» Het zelfde bewys kan ook dienen,
» om te toonen, dat een man veel meêr
» kragt heeft, om te trekken, indien hy
» agteruit gaat, dan in 't vooruit gaan.
» Want in zulken Stand van 't lighaam
» zal de Lyn PCH (Pl. XXVI. Fig. 7.) Pl. XXVI. Fig. 7.
» die van den voet in P gaat door het
» Zwaarte-punt C, en waarvan de ver-
» meerdering van de kragt afhangt, al-
» tyd meêr hellen naar het Waterpas dan
» de Lyn van 't lighaam ACB, net an-
» dersom dan in den voorgaanden Stand.
» Maar dan kan deze manier van trekken
» niet in 't werk geſteld worden, dan al-
» leen om aan een touw te trekken, wan-
» neer een man op dezelfde plaats blyft.
» Anderſints zouw men natuurlyk wel
» tot dien Stand komen: want de Natuur
» en Ondervinding hebben ons geleerd
» ons van alle bedenkelyke voordeelen
» te bedienen in dagelykſe werkingen.

» Om dezelfde reden halen de Schui-
» tevoerders en die op zee roeijen hun-
» ne Riemen agteruit: want op die wys
» konnen ze meêr kragt doen dan met
» vooruit te ſtooten, gelyk de Gondel-
» roeijers te *Venetien*, die op deze wys
» werken, om geene andere reden, dan
» om wel vooruit te zien, 't geen hen
» noodzakelyker is dan 't oeffenen van
» groote kragt, om de veelvuldige korte
» zwaaijen, die ze in de gragten moeten
» doen, en om elkander te myden.

'T geen 'er nog overſchiet is het vergelyken van de kragt van menſen met die van paarden, in het trekken enz.; maar dewyl ik dit in de Les zelf overweeg, is 't onnoodig het overige van de Memorie van den Heer *de la Hire* te vertalen.

IV. Les. wigt oplegt, om de Krik neêr te ſtooten; maar die werking kan van zooveel kragt niet zyn, als wanneer hy optrekt, omdat hy 'er niet meêr op kan leggen, dan het geheele gewigt van zyn lighaam, daar hy integendeel in het trekken zyne geheele ſterkte kan oeffenen: eindelyk heeft hy maar weinig kragt, om de Krik waterpas naar hem toe te trekken, wanneer ze op 't laagſte is. Laat ons met den Heer *de la Hire* onderſtellen, dat een man van middelmatige ſterkte 140 ℔ weegt. Zulk één kan in de vier hoofd-plaatzen van ſtooting en trekking in den geheelen Omtrek van beweging de volgende kragten doen, *nam.* in het ſterkſte punt een kragt van 160 ℔; in het zwakſte punt een kragt van 27 ℔; in het volgende ſterke punt een kragt van 130 ℔; en in het laatſte of tweede zwakke punt een kragt van 30 ℔. Laten we alle deze kragten by elkander voegen, 't welk 347 maakt, en dezelven verdeelen door 4, en we zullen 86 ℔ en ¾ hebben, en dit geeft ons het Gewigt, dat een man kan ligten met een Krik, indien hy zyne kragt gedurig kon oeffenen, zonder te ruſten, om adem te halen, maar dewyl dat niet geſchieden kan, moet het Gewigt te rug draaijen, en overmeeſteren in het eerſte zwakke punt, inzonderheid wanneer de Krik langzaam beweegt, gelyk ze doen moet, indien een man zyne geheele ſterkte oeffent de geheele rondte door. Daarenboven moet men, om zulk een Gewigt te ligten, onderſtellen, dat de man altyd werkt volgens de Raak-lyn van den Cirkel van de beweging, 't geen in de werking niet geſchiedt. Dan moet 'er nog een genoegzame Snelheid by gegeven worden (8); opdat de kragt, aan de ſterke punten aangevoegd, niet verſpild worde, eer de hand tot de zwakke kome, zoodat het een man zeer moeijelyk valle die ongeregelde beweging uit te houden; en daarom behoort de Weêrſtand, indien 'er geene andere voordeelen zyn, maar 30 ℔ te wezen,

(8) Indien 'er geen grooter Snelheid gegeven wordt aan de hand, die de Krik of 't Handvat draaijen moet, dan ik onderſteld heb, kan 'er geen beweging genoeg meêgedeeld worden van het voordeelige aan het nadeelige gedeelte van de Omwenteling, om een man 30 ℔ te doen opligten met dezelfde Snelheid, waarmêe de hand beweegt. Hierom moet men het zoo ſchikken, dat de Snelheid van de bewegende hand vergroot wordt, ten minſten één vaſt gedeelte; maar dan moet men maar 25 ℔ leggen op de hand, die dan zooveel ſneller beweegt, 't geen even zooveel werk zal doen op een dag, als op de andere manier werkſtellig gemaakt kon worden. Ja in zeervele gevallen zouw men de hand een derde meêr Snelheid konnen geven, en ze maar met 20 ℔ belaſten, inzonderheid indien men een Slinger-

PL. XXVI.

Fig. 1.

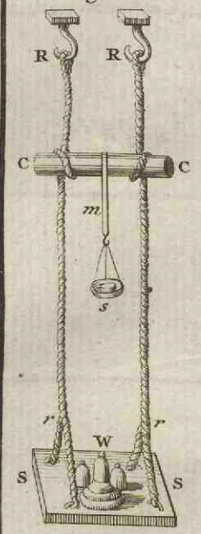


Fig. 2.

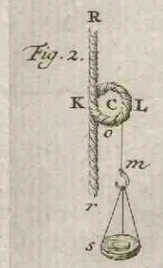


Fig. 3.

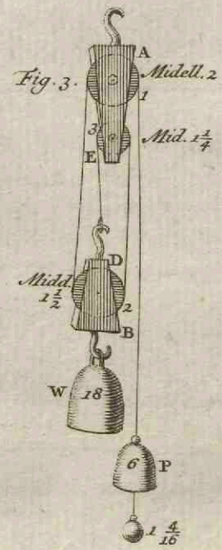


Fig. 4.

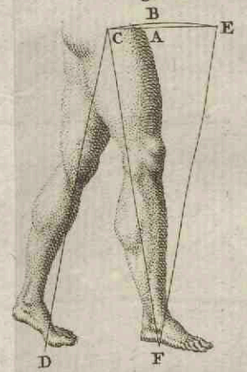


Fig. 5.

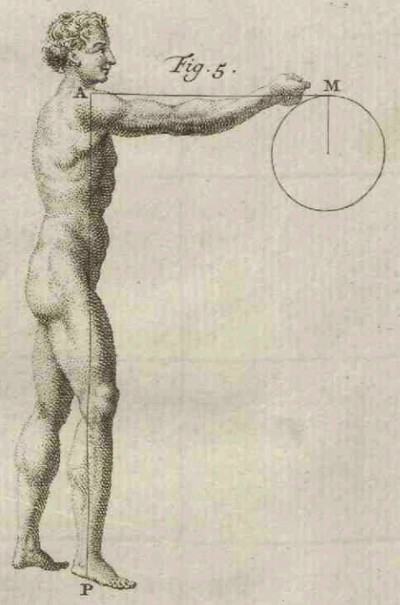


Fig. 6.

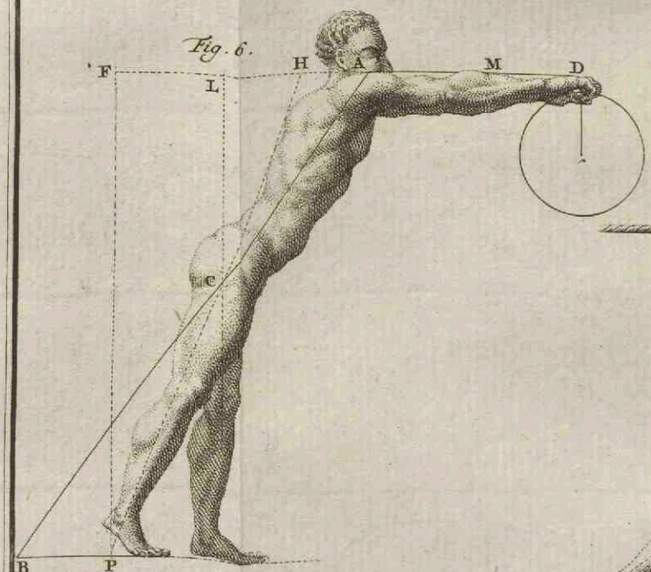
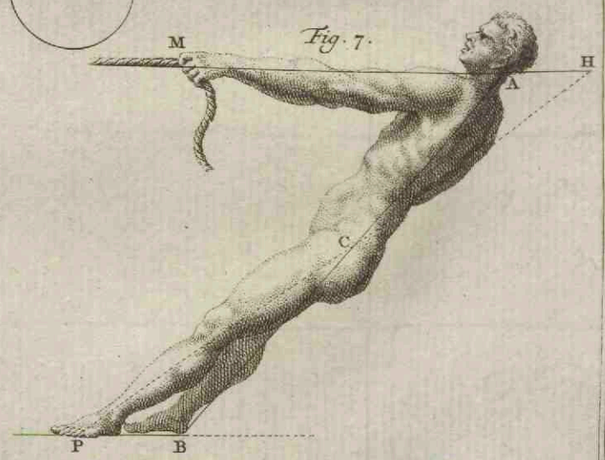
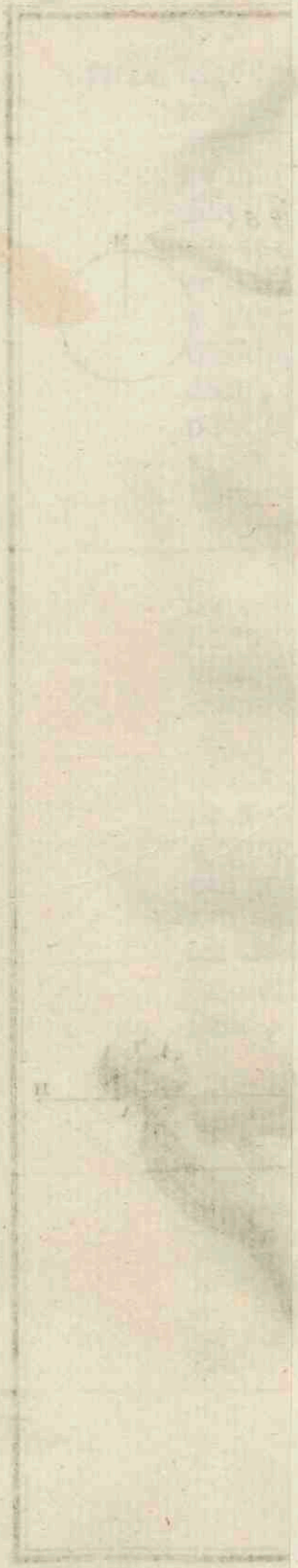
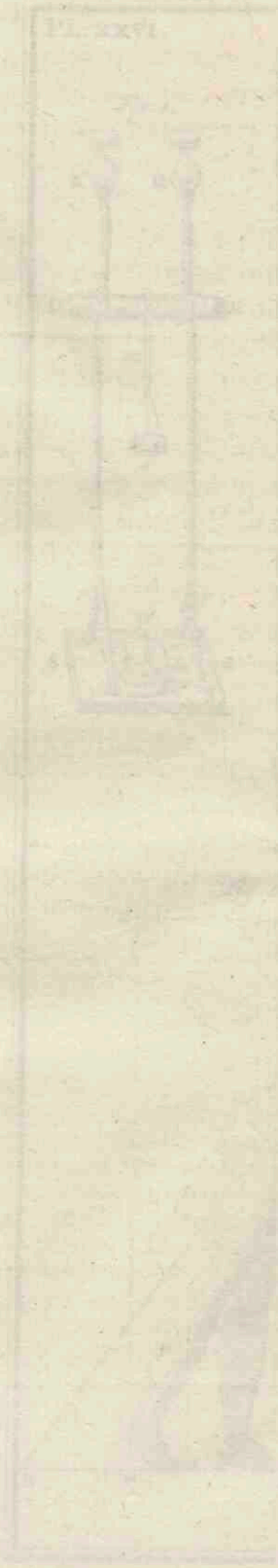


Fig. 7.







zen; en dat zouw hy nog niet konnen uitſtaan in het zwakſte punt, IV. Les.
indien 't niet was door de kragt, die 'er van het ſterke punt overſchiet.

Indien 'er twee man werkt aan de enden van een Rol of Spil, om kolen of Erts uit een Myn, of water uit een put te trekken, konnen ze gemakkelyker 70 ℔ ophalen (nog onderſtellende, dat het Gewigt en 't Vermogen evengelyke Snelheden hebben) dan één man 30 ℔, mits de Bogten van de Krikken met elkander een Winkelhaak maken: want dan werkt de één aan het ſterke punt, terwyl de ander aan het zwakke punt van zyne omwenteling werkt, waardoor de twee mannen de één voor de ander na elkander over en weêr helpen. De gewone manier is de Krikken regt tegen elkander over te zetten, 't welk het gemelde voordeel niet kan geven; ſchoon 'er ook in dien Stand wel wat kragt gewonnen worde, omdat de ééne man trekkende, terwyl de ander ſtoot, aan het ſterkſte van de twee zwakke punten werkt, terwyl de ander aan het zwakſte werkt, en hem dus een weinig te hulp komt.

Daar is zekerlyk een middel, om een man een derde meêr werk te doen verrigten met een Spil, wanneer de beweging wat ſchielyk is, by voorbeeld 4 of 5 voet in een ſekunde, (zie de voorgaande 8ſte *Aanteekening*) en dit geſchiedt door 't aanvoegen van een Slingerboom, die een kruis is met looden gewigten aan zyne enden, of liever ('t geen veel beter is) een zwaar Rad in den Winkelhaak met den As van de Spil of Rol. Door dit middel wordt de kragt van het Vermogen, die de man verliezen zouw, bewaard in den Slingerboom, en gelykmatig verdeeld in alle de deelen van de Omwenteling; zoodat een man voor een korte poos kan werken met de kragt van 80 ℔; en een gantſen dag door, wanneer de Weêrſtand maar 40 ℔ is *. Wan-

ger-boom, gebruikt, en hoe de Cirkel, dien de Slinger-boom beſchryft, grooter is, hoe de kragt beter omgedeeld zal worden. Dit werk, dus verrigt, kan tien uren op een dag uitgehouden worden, zonder den arbeider veel te vermoeijen.

* *Den Slinger-boom kan men aan velerlei ſoorten van Werktuigen voegen, 't zy ze bewogen worden door menſen, paarden, wind of water, of eenig ander levend of levenloos Vermogen; en hy doet veel dienſt in die deelen van een Werktuig, die een ſchielyke cirkelronde beweging hebben, en alwaar 't Vermogen of de Weêrſtand ongelykelyk werkt in de verſcheiden deelen van een Omwenteling. Dit heeft ſommige luiden doen denken, dat de Slinger-boom een nieuw Vermogen byzet; onderſtellende, dat een Slinger-boom, gevoegd aan een Werktuig, dat in 't ronde bewegen moet, helpt om het om te voeren. Maar ſchoon hy in zeker opzigt gezegd mag worden de beweging*

IV. Les. Wanneer een man een gewigt of vragt op zynen rug draagt, doet hy een groote kragt met zeerveel uitwerking, dewyl 'er in die werking een groot getal van Spieren tegelyk gebruikt worden. De Spieren van zynen hals, rug en zyne lenden houden zyn lighaam en hoofd in den juiſten ſtand, om het Gewigt op te houden; die van zyne ſchouders en armen helpen het op zyne plaats houden; en de Spieren van zyne beenen en dyen ligten de gewigten van zyn geheel lighaam en de vragt, terwyl de man voortgaat. In deze manier van werken doen drie man veel meêr dan een paard, en twee doen dikwyls wel zooveel, ja zelf meêr, gelyk men in de *londenſe* Dragers zien kan (9). Een Drager kan 200 ℔ dragen en drie [engelſe] mylen in een uur gaan. Een Kool-heffer, of Drager, die kolen draagt, kan 250

weging te verligten, omdat hy dezelve gelykvormiger maakt, is hy evenwel over 't geheel oorzaak van verlies van Vermogen en niet van winſt. Want voor eerſt is 'er een gedurige toevoer van Vermogen vannooden, om den Slinger-boom aan 't bewegen te helpen tot een zekere Graad van Snelheid, en hem in die Snelheid te onderhouden: want de Slinger-boom heeft geene beweging uit zigzelven, maar alleen, die hy krygt van de gegeven kragt. Ten anderen, de Vryving en ſlyting van de Halzen van den As beletten en verliezen de gegeven beweging: en ten derden, de lugt, waardoor de gewigten aan de enden van den Slinger-boom bewegen, verbindert de beweging ook al (ſchoon minder, wanneer de Slinger-boom cirkel-rond is) en beide deze beletzelen teſamen doen den Slinger-boom, indien hy geen gedurigen toevoer van Vermogen krygt, ſtil ſtaan.

Zoodat de Slinger-boom uit zigzelven geen nieuw Vermogen kan geven aan de beweging van 't Werktuig, waaraan hy gevoegd is, en niet meêr kan geven, dan hy ontvangen heeft van den eerſten beweger, die 'er de beweging aan gaf, maar zelf nog van de eerſte beweging verlieſt.

Maar de reden, waarom hy nut en dienſtig wordt in vele Werktuigen, (gelyk we in de Spil of waterpas Wind-as getoond hebben,) is deze —— Dat, daar of de Vermogens, geoeffend door het Werktuig, by póózen niet even-eens werken of ongelyk zyn, en de beweging dus in het ééne gedeelte van de Omwenteling moeijelyker zy dan in het andere, of ſomtyds de ſterkte van den man, of eenig ander Vermogen, dat toevoer moet hebben, zoowel niet gevoegd kan worden aan het ééne gedeelte van de Omwenteling als aan het andere; in deze gevallen wordt de Slinger-boom een beſtierder, en maakt de beweging van Omwenteling tennaaſten by overal evengelyk, ſchoon de Weêrſtanden, en ook de gegeven kragten ongelyk zyn: want dat hy in zig als opgepakt heeft een groote Graad van Vermogen, die hy evengelykelyk en als by trappen uitgeeft, en ook evengelykelyk en als by trappen ontvangt; waardoor hy, de Omwenteling in alle deelen vry na gelykvormig makende, vermakelyker, gemakkelyker en dienſtiger wordt, om bewerkt en bewogen te worden door de voortſtootende kragt; 't welk al 't voordeel is, dat 'er door dit eenvoudige Werktuig toegebragt wordt, indien men het op deze wys aanvoegt. Maar ik zal van de Slinger-boom en eenige van zyne andere gebruiken nog op een andere plaats ſpreken.

(9) Op de Konvooi-kaai en verſcheiden andere kaaijen kan men zien, hoe zware vragten 'er getorſt worden van Dragers, die men gebruikt, om goederen uit en in vaartuigen te dragen. De vragten die 'er van eenigen gedragen worden, zyn waar-

250 ℔ dragen, maar dan gaat hy niet ver, of hy zet zynen laſt weêr af, ſchoon hy met dat gewigt wel een trap kan opgaan. Draagſtoeldragers werken niet met alle dezelfde Spieren als Dragers, maar dewyl ze riemen hebben, die van hare ſchouders tot de boomen van de Draag-ſtoel neêrgebragt worden, geldt het de Spieren van de lenden en den rug, als mede de Uitſtrekkers van de beenen en dyen. Twee van hen konnen al ſchielyk gaan met 300 ℔ (dat is, elk 150 ℔) ten minſten vier [*engelſe*] mylen in een uur, daar integendeel een Dragt-paard, dat maar ontrent twee [*engelſe*] mylen in een uur gaat, niet meêr dan 224 ℔ drage, of ſomtyds, wanneer de wegen heel goed en de paarden ſterk zyn, 270 ℔ (10). IV. Les.

Mr. *Ric-*

waarlyk zoo zwaar, dat 'er een paard dikwyls onder bezwyken zouw. Die voor de Kaaskoopers werken by de Ton, dragen gemeenelyk 300 pond kaas elke reis, en werken den gantſen dag.

(10) Indien men een altegrooten laſt legt op den rug van een paard, kan men het ligtelyk kraken, 't welk de reden is, dat men 'er gemeenelyk geen groote laſten op legt. De *Viltkoopers* en *Bontwerkers* hebben den naam, dat ze hunne paarden zwaarder bevragten dan eenige andere menſen, maar ze leggen een deel vellen en huiden over de ſchoften en heupen van de paarden, om den rug niet teveel te prangen. Men heeft my gezegd, dat ze 'er ſomtyds 4 of 500 pond op leggen, maar dan gaan de paarden ongemeen langzaam. Het meeſte dat men met een paard kan doen, is het te doen trekken; en de paarden, die 't meeſte werk doen, zyn die, die groote vragten op Karren met zeerhooge Wielen trekken (welke paarden zelf zeerhoog zyn) op *St. Dunſtans Hil in the Eaſt*, alwaar een Karreman ſomtyds 2000 ℔ gewigt laadt, en hetzelve door één paard op den Berg doet trekken; maar daar een moeijelyke plaats is, zet de man zynen ſchouder op zulk een wys tegen de Kar, dat hy het paard zeerveel te hulp komt, dat zonder die hulp niet in ſtaat zouw wezen, om de vragt op te trekken, en 't paard weet daar zooveel van, dat het zyne geheele kragt niet in 't werk zal ſtellen, voordat het voele, dat zyn meeſter hem helpt.

In de 15. Aanteekening op de III. Les heb ik beloofd een beſchryving te zullen geven van den Wagen van den Heer *Allen* te *Bath*, en dezelve gekregen hebbende van een goed vriend, die in de kennis van Werktuigen en in het teekenen ervaren is, en de maat genomen en de teekening gemaakt heeft op de plaats zelf, heb ik geoordeeld, dat ze hier wel te pas zouw komen, dewyl ik de natuur van Wagens in deze Les overwogen heb.

EEN BESCHRYVING *van de Wagens, die de Ridder* Ralph Allen *gebruikt om ſteen uit zyne Steen-groeven, op den top van een berg gelegen, te voeren naar den oever van de Rivier* Avon, *digt by de ſtad* Bath, *door* CHARLES de LABELYE.

Deze Steen-groeven zyn anderhalve [*engelſe*] myl van de Rivier, en ontrent 500 voet boven het Waterpas van hare Oppervlakte, 't welk zoo ſteil een afloop maakt, dat de geringe prys, waarvoor de ſteen verkogt wordt, bezwaarlyk de kosten goed zouw maken, om ze beneên te brengen zonder een byzondere praktyk, gelyk de volgende is, die een aanmerkelyke verbetering is van een ſoort van Wagens en Wagen-wegen, die aan de Kool-

IV. Les. Mr. *Richard Newsham*, Kunſtenaar op de Kleer-markt by *Smithfield*, heeft zyne Brandſpeuiten zoo gemaakt, dat een gedeelte van 't volk,

mynen by *New-Caſtle* gebruikt worden.

Pl. XXVII. Fig. 1. 1. De eerſte *Fig.* van de XXVIIſte Plaat verbeeldt dezen Wagen in 't Verſchiet [*in Perſpective*], als gezien op een afſtand van 12 voet van 't ſlinker Voorwiel, terwyl de hoogte van het oog ontrent 6 voet was. De ſchets was gemaakt volgens een Schaal van 20 op éénen duim, dat is, elk 20ſte gedeelte van een duim komt overeen met éénen duim in het Werktuig zelf.

Pl. XXVII. Fig. 2. 2. *Fig.* 2. verbeeldt den Opſtal [*Elevation*] van ééne van de zyden van dezen Wagen, wanneer beide het Voor- en Agter-wiel van die zyde geſloten zyn, volgens een Schaal van 20 op éénen duim.

3. *Fig.* 3. verbeeldt den Opſtal van 't agterſte gedeelte van den Wagen, met al het yzerwerk, dat gebruikt wordt, om de Wielen te ſluiten, en vertoont ook het Profiel van de Wielen en den As, teſamen met de Sneden van de zy-planken en van de ſtelling, waarop hy beweegt, naar een Schaal van 10 op éénen duim.

4. Uit de beſchouwing van deze drie Figuren blykt, dat dees Wagen beſtaat uit een ſterke zoldering van (eiken) planken, vierdalve voet breed, en ontrent 13 voet lang, van boven bezorgd met verſcheiden Ribben, om niet beſchadigd te worden van de ſteen, die 'er op geladen wordt, en vaſtgemaakt op vier Ribben van 't zelfde hout, van vier en vier, of vier duim vierkant, en 14 voet lang.

5. Op zes duim van de enden, ſtaan de voor en agter-zyden, wel ter deeg vaſtgemaakt aan de Ribben, en aan de zoldering, door vele Schroeven en Moeren. Zie *Fig.* 1 en 3.

6. Aan deze twee enden konnen, wanneer de gelegenheid het vereiſt, vaſtgemaakt worden twee zy-ſtukken van planken 13 voet lang, die paſſen in de zyden van de buiten balken door middel van *baken en ringen*, en opgehouden worden door middel van Klinken, te zien *Fig.* 1, 2, en 3. Deze zyden worden nog meêr verſterkt door een ketting, die dwars door den Wagen gaat.

7. Onder deze balken zyn op een bekwamen afſtand (zie *Fig.* 2.) in den Winkelhaak vaſtgemaakt twee zware Leggers door middel van groote Schroeven en Moeren.

8. In deze Leggers, wel verzorgd en met yzer belegd, daar 't 'er meeſt op aankomt, ſteken twee halfrol-ronde ſtukken koper aan elk end, om te dienen tot een Bos voor de Aſſen van de Wielen, die, wel geſmeerd zynde, met zeerweinig Vryving draaijen.

9. Daar is ook onder deze vier (reets gemelde) Ribben een ander ſtuk hout van ontrent zes en vier, daar wel aan vaſtgemaakt, en op zulk een afſtand, als men in de 2de *Fig.* zien kan.

Dit ſtuk dient voor een vaſt punt, om een Hefboom op te leggen, die het agterſte Wiel ſluit (of belet te draaijen) met 'er op te drukken.

10. De As is ontrent drie duim over 't Kruis. Zie *Fig.* 3 en 4. Deszelfs ééne end is vierkant, het andere rond, en aan deze twee enden worden de Wielen geſteld in een overhandſen Stand, dat is, het regter Voor-wiel is aan een vierkant en het ſlinker aan een rond end van den As, terwyl het regter Agter-wiel aan een rond end, en het ſlinker aan een vierkant end van den As is. Hierdoor kan elk Wiel op zigzelven geſloten worden: want wanneer het Wiel aan 't ronde end geſloten wordt, draait het andere tegelyk met den As in hetzelve rond, en wanneer het Wiel, dat aan 't vierkante end vaſt is, geſloten wordt, draait het andere nogtans, gelyk het gewoon is, op den As, die dan onbewegelyk is.

11. Deze Wielen zyn van gegoten yzer, ontrent 20 duim over 't Kruis, en hebben een

't volk, dat 'er aan werkt, hunne kragt konnen oeffenen met treden, 't geen meêr uitwerking doet dan eenige andere manier, waarop menſen IV. Les.

een Borſt naar den kant van den Wagen, die ze weêrhoudt van af te loopen van de houten Stelling, waarop ze bewegen. Haar Platte-grond en Profiel zyn te zien *Fig.* 1 en 3. en hare Sneden [*Sections*], zoo door hare Spaken, als tuſſen twee van dezelven door, worden afgebeeld *Fig.* 5 en 6.

12. De manier om 't ééne of 't andere van de Wielen te ſluiten, of te ontſluiten is, gelyk volgt. Wanneer één van de Agter-wielen geſloten moet worden, wordt 'er een ſterke Hefboom (dien zy de Jigg Pole [*'t Vang-bout*] noemen) geſteld op dat end van het ſtuk, dat §. 9. beſchreven is, 't welk digſt is aan 't Wiel, dat geſloten moet worden, en nadat hy door den yzeren Beugel geſteken is, wordt 'er, om het werk te zekerder te maken, een ketting, komende van de Rol, die *Fig.* 2 en 3. te zien is, over deszelfs end geſlagen, en door middel van een korten yzeren bout, en 't Pal-rad en de Pal, *Fig.* 7. afgebeeld, kan één van de Menners, of van 't volk, dat op den Wagen paſt, in een zeer korten tyd, de Wielen ſteuiten of ten deele of geheel. Het ontſluiten geſchiedt alleen door 't opligten van de *Pal*, die ten dien einde lang gemaakt is: want, dewyl de Hefboom dan niet langer drukt, wordt de ketting ſlap, afgenomen, en 't Vang-hout in de Kar gelegd, totdat het weêr te pas kome. Ze hebben twee Vanghouten, voor elk Agter-wiel één.

13. De Voor-wielen worden geſloten door middel van een dikken vierkanten yzeren Bout (te zien *Fig.* 2.) die uitſchiet volgens den Streek van den As tuſſen de Spaken van de Voor-wielen. Deze Bouten worden voortgeſtooten, om de Wielen te ſluiten, en agteruit getrokken, om ze te ontſluiten, elk byzonder door middel van een toeſtel, waarvan een gedeelte verbeeld wordt *Figuur* 2 en 3. Naar 't midden van de agter-zyde zyn twee yzeren roeden (zie 'er ééne van in *Fig.* 8.) elk afzonderlyk draaijende op het vierkant van een As. Wanneer ééne van dezelven met de hand gebragt wordt uit een overendſtaanden Stand, waar in ze geteekend zyn, tot een waterpas Stand, wordt de yzeren Roede, waaraan ze met haar onderend vaſt houdt, vier of vyf duim voorwaarts geſchoven, en ſchiet door middel van het tuig (*Figuur* 9, 10, 11 en 12.) den vierkanten Bout tuſſen de Spaken.

Wanneer het Wiel ontſloten moet worden, wordt de yzeren Bout agteruit gehaald in zynen vorigen Stand, door de yzeren Roede weêr in haren vorigen Stand, dat is, overend te ſtellen, gelyk *Fig.* 3. Wanneer deze Wagens geladen zyn met een aanmerkelyk gewigt van ſteen (dikwyls met meêr dan vier *Ton*) zouw al de reets verklaarde toeſtel, wanneer ze beneden den berg komen, vrugteloos zyn, en dat gewigt zouw den Wagen te diep in den grond doen zinken, zonder eiken ſtukken den gantſen weg langs gelegd, waarover deze Wagens loopen. Dezen kan men duidelyk genoeg zien *Fig.* 1, 2 en 3.

Schoon deze Wagens, zelf ledig, zeêr zwaar zyn, zyn egter, door middel van de ſtellazie, waarop ze bewegen, en de geringe Vryving, die de Aſſen hebben, omdat ze in koperen Boſſen draaijen, twee paarden niet alleen in ſtaat, om ze ledig tegen den berg zeer gemakkelyk op te ryden, maar ook om ze geladen op de Vlakte voort te trekken, met een braven Gang. Zoohaaſt de Wagens tot den top van den berg gekomen zyn, worden de paarden uitgeſpannen, en één of meêr van de Wielen geſloten door den Menner, die van agteren ſtaat, om de beweging te beſtieren, zoo als hy noodig oordeelt.

Wanneer de Wagens aan den oever van de rivier gekomen, en geloſt zyn, veranderen ze de paarden van 't ééne end aan 't andere, zoodat het gedeelte van den Wagen, dat in 't afryden vooruit ging,

IV. Les. menſen aan zulke Werktuigen konnen werken, om dat het gantſe gewigt van 't lighaam by beurten geſtooten wordt op de Zuigers van

in 't opryden het agterſte wordt, waardoor het ongemak van zwaaijen met deze Wielen voorgekomen wordt.

Deze Wagens worden aan de Steengroeven geladen, en aan de rivier geloſt door middel van een zeergoede en aardig uitgedagte Kraan, door Dr. J. T. *Desaguliers* omſtandig beſchreven in zyne *Natuurkunde uit Ondervindingen opgemaakt*, in de 15. *Aanteek.* op de III. *Les.*

NB. *De Heer* Allen, *aan wien ik verpligt ben voor een volkomen gezigt en onderzoek van deze Wagens, heeft my verhaald, dat één van dezelven, geheel afgemaakt, en gereed, om gebruikt te worden, hem iets meêr dan* 30 *Pond* [Sterlings] *koſt, 't welk ik dienſtig geoordeeld heb hier te melden als een zeer re-*
Fig. 2. *delyken prys, om de goede en kunſtige manier, waarop alles verrigt wordt.*

Schoon de Beſchryving van den Heer *Labelye* zeer verſtaanbaar zy, en zyne Afteekeningen ten uiterſten wel gemaakt zyn, heb ik, om alles nog duidelyker te maken Letters by zyne teekeningen geſteld, en 'er de volgende Aanwyzingen bygedaan.

Aanwyzingen op de Teekening van den Heer Allen's *Wagens en hare byzondere deelen.*

Figuur 1.

Pl. XXVII. Fig. 1. ABCDIIIIHFEG. Het lighaam en de bodem van den Wagen, zonder de Zy-ſtukken, die 'er, wanneer het noodig is, worden opgezet in de plaats B D H F, en vaſtgemaakt door middel van de Haken *g, g, g* en de Klinken *e, f.*

I, I, I, I. De dwers-ſtukken op den bodem, om hem te verſterken.

M, N. Sterke Leggers onder den Bodem.

K. Een dwers-ſtuk onder den bodem, dat een yzeren Beugel van boven heeft, om in te nemen het end van een Hefboom, die het agterſte Wiel L 2 drukt, om het op te ſtoppen, dat het niet ronddraaije, wanneer de beweging te ſchielyk is.

L, L 1, L 2. Drie van de vier Wielen, terwyl het vierde in dezen Stand van den Wagen onzigtbaar is, welker Omtrekken een Borſt aan den binnen-kant hebben, opdat het andere gedeelte zouw konnen dragen op de balken of Wagen-weg.

H. Een yzeren Rol, om de ketting op te winden, om den ſtoppenden Hefboom neêr te houden, wanneer hy op het agterſte Wiel drukt.

O, O 4, O 1, *enz.* De Wagen-weg, of evenwydige balken, afdragende gelegd, voor de Wagens, om door haar eigen gewigt af te loopen.

Figuur 2.

FHDB. De regter zyde van éénen van de Wagens, vaſtgezet door middel van de Haken in *g, g, g, g*, en de Klinken *e, f*, in de eerſte *Fig.* vertoond.

L. Een Voor-wiel met een rond gat in de Naaf, om in te nemen een rond end van den As, die door het hout P gaat. Van een ander gedeelte van het zelve wordt de Bout *p* geſchoten tuſſen de Spaken, om het Wiel het ronddraaijen te beletten, wanneer de beweging vertraagd moet worden.

H *p*. Een yzeren roede, van agteren naar voren geſtooten, om het gemelde Voor-wiel te ſtoppen of te ſluiten.

L 2. Een Agterwiel, gezet aan, en ronddraaijende met den As, die door het hout Q komt, het end van welken As om die reden vierkant gemaakt is.

R K. Een Hefboom, welkes end gaat door een yzeren Beugel op het ſtuk K, hebbende aldaar deszelfs Beweeg-punt, met het Vang-ſtuk *q q*, om te drukken op het bovenſte gedeelte van 't Wiel L 2, om het ter bekwamer tyd het omdraaijen met den As te beletten.

H. Een

van de Pompen: en nog kan 'er een gedeelte van de kragt van een man gevoegd worden by 't gewigt door middel van waterpas ſtukken, IV. Les.

H. Een Rol, waarop gewonden wordt de ketting HR, die het end van den Hefboom in R neêrtrekt, en hem op zyne plaats houdt, om ſterk op het Wiel te drukken in *q q*.

O 2, O 1. De Wagen-weg, die het ſterke gedeelte van den Omtrek van het Wiel ondersteunt, terwyl de Borſt of grooten Omtrek van elk Wiel valt aan den binnenkant van het hout, opdat de Wagen niet zouw ſlippen, of van het ſpoor loopen.

Figuur 3.

Deze Figuur, geteekend naar een grooter Schaal (te weten van 10 duim op éénen duim) vertoont den Opſtal van het agterſte gedeelte van éénen van de Wagens, met het Profiel van de Wielen *enz.*

FHGE. Het end van den Wagen van agteren, dragende op vier Leggers, welker enden hier gezien worden.

f g, *e g*. De enden van de zyden, gehaakt in *g*, *g*, en op de Klink gezet in *f* en *e*.

H *b r i* en G *b r i*. Een Rol met haar Hand-vat, Pal-rad en Pal, om de ketting op te nemen, die den Hefboom of 't Vang-hout neêr trekt. De ketting gaat over het gedeelte H of G. De gaten om den As van de Rol met een yzeren Handſpaak te draaijen, ziet men in *b*, *b*, 't Palrad in *i*, *i*, en deszelfs Pal in *r*, *r*.

l k, *l k*. Twee overendſtaande yzeren Staven, welker onderſte enden *k*, *k* elk vooruitſtooten een waterpas Staaf (hier niet afgebeeld, maar vertoond in de voorgaande *Figuur* in H *p*) om de Voor-wielen elk op zigzelven of beide tegelyk te grendelen.

L 2, L 4. De Profielen van de twee Agter-wielen, met hare Borſten *m m*, *m m*, en dragende gedeeltens *n n n*, *n n n*. Het ſlinker Wiel neemt het vierkante end van den As Q in een vierkant gat, zoodat het met hem omdraait, en 't regter Wiel heeft een rond gat, om 't end van den As in P, dat ook rond is, in te nemen; zoodat dit Wiel rond kan draaijen, zonder den As P S Q met zig tegelyk om te draaijen.

O 3, O 4 Vertoont de Snê van de balken of den Wagen-weg; alwaar men zien kan de manier van het dragen van de Wielen op de balken in *n n*, *n n*, terwyl de Borſten *m m*, *m m* neêrwaarts komen om den Wagen op zyne plaats te houden.

Q 1, P 1. De dwers-houten, door welker onderſte gedeeltens de yzeren Aſſen van de Wagens gaan, die van onderen tegen de Wagens vaſtgemaakt zyn met Bouten en Moeren, hier met geſtipte Lynen afgebeeld. Pl. XXVII. Fig. 3.

Figuur 4.

Verbeeldt éénen van de yzeren Aſſen S, welkes end Q aan de regterhand vierkant is, terwyl het andere end aan de ſlinkerhand rond is, met een gat voor de Lens aan weerskanten. Fig. 4.

Figuur 5.

Vertoont de Snê van het Agter-wiel aan de ſlinker zyde, of 't Voor-wiel aan de regter zyde, met een vierkant gat Q, den rand van den Omtrek van 't Wiel *n n n n*, en de Borſt *m m*. Fig. 5.

Figuur 6.

Vertoont het agterſte regter Wiel, of het voorſte ſlinker Wiel, geteekend met dezelfde Letters, uitgezonderd P, die 't ronde gat verbeeldt, om het ronde end van den As in te laten. Fig. 6.

Figuur 7.

Vertoont de Pal *r*, en 't Pal-rad *i*. Fig. 7.

IV. Les. ken, waaraan hy met zyne handen kan werken, terwyl hy treedt; daar integendeel, wanneer de handen worden aangevoegd, om Hefboomen te bewegen, of Handvatten of Krikken te draaijen, het Vermogen zeer ongelykelyk moet werken. Dit 's de reden, dat hy met het zelfde getal van volk het water gemeenelyk hooger, verder en in grooter meenigte geſpeuit heeft met Werktuigen van het zelfde maakzel, dan andere Kunſtenaars, die hunne Werktuigen tegen de zynen beproefd hebben.

NB. *Zyne Werktuigen hebben verſcheiden andere gemakken, die haar byzonder eigen zyn, en die ze den voorrang doen hebben boven alle anderen, die ik ooit gezien heb, om brand te bluſſen; maar ik zal hare beſchryving bewaren tot een ander gedeelte van myn Boek.*

De laatſte en kragtigſte manier, waarop menſen werken, is het *roeijen*; waar in een man met meêr Spieren te gelyk werkt, om den Weêrſtand te overwinnen, dan in eenigen anderen ſtand; en wanneer hy agteruit trekt, helpt het gewigt van zyn lighaam hem by wyze van Hefboom.

G E-

Figuur 8.

Pl. XXVII. Fig. 8. Vertoont ééne van de overendſtaande Roeden van de 3de *Figuur*, welkes Handvat is in *l*, en 't onderſte of open end *k* moet gevoegd worden aan ééne van de waterpas Staven, die een Bout ſchieten tuſſen de Spaken van één van de Voorwielen.

Figuur 9.

Fig. 9. Deze Figuur verbeeldt het bovenſte gedeelte van het hout onder den Wagen tusſen de Voorwielen, door het onderſte gedeelte van welkes enden de As gaat,

Fig. 10. en in welkes lighaam ingelaten is de toeſtel om de voorſte Wielen te ſteuiten, alwaar de twee Bouten A B en C D gezien worden, die elk byzonder naar de regter of ſlinkerhand door een vierkante Kram P of Q, en ruſtende op éénen van de dwers-pennen *ef*, E F, of G H, *gb*, uitgeſchoten konnen worden door middel van ééne van de waterpas Roeden I, K, die reets beſchreven zyn, en waarvan 'er ééne te zien is in de 2de *Figuur*, gemerkt H*p*, en de enden van beide zyn in deze Figuur te zien. De Bout A B wordt aan de ééne zyde verbeeld als uitgeſchoten tuſſen de Spaken van het Wiel, en de andere is op zyne gewone plaats, daar hy het Wiel niet raakt. NB. *Het terug trekken van de Roede* L I *ontgrendelt* B A *door middel van den Elboog* L N B, *en 't voorwaarts ſtooten van de Roede* K M *grendelt*, C D *door middel van den Elboog* M N C.

Figuur 10.

De tiende Figuur vertoont een end van een ſtuk hout of de Snê van het Tuig om de Bouten te bewegen, als geſneden overdwars van éénen van de Bouten, en in den Winkelhaak met den As in A, alwaar gezien wordt het gat P boven den As, en de geſtipte Lyn E F vertoont de Pen of Stift van de Schroef, waarop de Bout glydt, wanneer hy uit zyne Kram komt.

Fi-

G E V O L G.

Uit de beſchouwing van de verſcheiden manieren, waarop menſen werken in 't arbeiden, vergeleken met deze laatſte, konnen we wel begrypen, hoezeer die luiden zig bedriegen, die meenen, dat ze een Galei, Boot of Sloep konnen roeijen met regtopſtaande Riemen, vaſtgemaakt aan een leggenden *As*, gelyk een Molen-rad, terwyl het volk dit Tuig bewerkt door 't halen aan een Kaapſtand, of het draaijen van Krikken, binnen in 't vaartuig. Want dit 's de menſen van een ligter, en van meêr uitwerking doende, tot een zwaarder en minder voordeelig werk te brengen; gelyk bevonden is van veel meêr Kunſtenaars dan 't zelf wel weten willen, en bevonden zal worden van allen, die 'er ooit de Proef van nemen zullen, laat het Werktuig van zulk een maakzel wezen als het wil, tenzy de menſen werken in een geſtalte van roeijen.

Een verbazende kragt kan 'er gedaan worden door de Spieren van de beenen en de dyen, om een zeergroot Gewigt een kleine hoogte te ligten; maar dewyl men die werking niet uit kan houden, of tot een dagelykſen arbeid brengen, wys ik den weetgierigen Lezer tot de *Aanteekening* (11) waarin dit omſtandiger verklaard wordt. Ook neem

Figuur 11.

De elfde Figuur verbeelt het regthoekige Elboog-ſtuk B L N, (of C M N in de laatſte *Figuur* op één na) alwaar het Beweeg-punt om de Pen N gezien wordt. Het end L ontvangt het voortſtootende end van de waterpas Roede, en 't end B ontvangt het end van den Bout, om hem vooruit te ſtooten gelyk in B, *Figuur* 9, of om hem te rug te halen, gelyk in C in dezelfde *Figuur*.

Figuur 12.

De twaalfde Figuur vertoont het yzerwerk aan het end van het houten ſtuk in III, met de gaten voor de dwers-Pennen, den Bout B A en de Kram P.

(11) Ontrent 30 jaar geleden vertoonde zekere *Joyce*, een man uit *Kent*, vermaard door zyne groote ſterkte (ſchoon nog zoo ſterk niet als de [*voorgaande*] Koning van *Polen*, volgens de verhalen, die we van dien Vorſt hebben) verſcheiden daden te *Londen* en op 't land, die de aanſchouwers zoo verbaasden, dat hy van den meeſten hóóp de tweede *Samſon* genoemd werd; maar ſchoon de geſtaltens, waarin hy geleerd had zyn lighaam te zetten, en die hy door de Praktyk gevonden had zonder eenige Beſchouwing van de Beweegkunde, van die natuur waren, dat ze een man van gemeene ſterkte in ſtaat ſtelden, om daden te doen, die verbazende zouden voorkomen aan een ygelyk, die geene kennis had van 't voordeel van die lighaamsgeſtaltens, was 'er egter toen ter tyd niemand, die ondernemen durfde tegen paarden te trekken, of zware gewigten te ligten, of iets anders te doen, om

Pl. XXVII. Fig. 11.

Fig. 12.

IV. Les. neem ik hier niet in overweging het graven, het ſlaan met den Hamer, 't houtklooven, of eenige andere werkelyke bedryven van Ambagten

om hem na te volgen: omdat, dewyl hy zeer ſterk in de armen was, en die genen, die zyne ſterkte aan dien kant wilden beproeven, zoo ſtyf met zyne vuiſten greep, dat ze aanſtonds moeſten verzoeken, dat hy los zouw laten, zyne andere daden (waarin zyne manier van werken alleen van 't voordeel, volgens de Wetten van Beweging gewonnen door den ſtand van zyn lighaam, af hing) geheel en al aan zyne ongemeene ſterkte werden toegeſchreven.

Maar toen hy *Engeland* verlaten had, of zyne bedryven een jaar agt of tien niet meêr vertoonde, vonden menſen van een gemeene ſterkte de manier uit, om 't voordeel te maken van dezelfde geſtaltens waarin *Joyce* zig geſteld had, zoodat ze voor menſen van een ongemeene ſterkte doorgingen, door het trekken tegen paarden, het breken van touwen, het ligten van zeerzware gewigten *enz.* (ſchoon ze in geene van hunne Poſturen waarlyk zooveel als *Joyce* konden doen, deden ze egter genoeg, om 't volk te verbazen, en te vermaken, en wonnen veel geld) zoodat we elke twee of drie jaren een nieuwen *tweeden Samſon* hadden.

Ontrent 15 jaren geleden vertoonde zig een *Hoogduitſer*, van middelmatige geſtalte, en niet meêr dan gemeene ſterkte, in de *blaauwe Pilaren* op de *Hooi-markt*, en ging om de gemelde Kunſtſtreken door voor een man van een buitengewone ſterkte, en won een aanmerkelyke ſom gelds door den dagelykſen toeloop van kykers. Nadat ik hem eens gezien had, maakte ik een giſſing over zyne manier van 't volk te bedriegen, en, beſloten hebbende de zaak terdeeg te onderzoeken, nam ik vier oplettende perſonen meê, om hem nog eens te zien, *nam.* den Lord Markgraaf van *Tullibardin*, Dr. *Alexander Stuart*, Dr. *Pringle*, en een Kunſtenaar, die my onder myne Leſſen in 't nemen van Proeven gewoon was de hand te reiken. We plaatſten ons zoo rondom den Werker, dat we alles, wat hy deed, naaukeurig konden opmerken, en vonden het zoo doenlyk, dat wy verſcheiden van zyne Daden nog dien avond t'huis nadeden, en naderhand deed ik de meeſte anderen, zoohaaſt ik een ſtellazie had, daar ik zittende op trekken kon, en een andere om in te ſtaan, en groote gewigten te ligten, als mede een bekwamen Riem en Haken. Ik heb ook eenigen van deze Proeven voor de *koninklyke Sociëteit* vertoond, en ſedert verklaar ik gedurig in myne Leſſen de reden van zulke bedryven, en neem iemand van gemeene ſterkte, die bekwaamheid heeft, om proeven te nemen, en die gemakkelyk alles doen kan, wat de gemelde *Duitſer* gewoon was te doen, zonder eenig gevaar of ongemeene verrekking, indien hy zig bedient van mynen Toeſtel, tot dat oogmerk geſchikt. Ik heb niet gehoord, dat 'er eenige van deze *Samſons* ſedert getragt hebben op deze wys het volk in of ontrent *Londen* te bedriegen.

Maar nu zal 't niet kwalyk te pas komen te melden, wat voor ſterke daden de *Duitſer* gewoon was te vertoonen (want *Joyce* heb ik nooit gezien) en uit het maakzel van 't menſelyke lighaam te toonen, hoe gemakkelyk iemand het zelfde doen kan.

Pl. XXVIII. Fig. 1. 1. De ſterke man 1 H L (Pl. XXVIII. *Fig.* 1.) op de Stelling A G B E F C D zat op een waterpas plank, of liever die naar agteren wat hellende was, gelyk F G, met zyne voeten tegen een ſtaande onbewegelyke Stut D C F, van agteren met een klamp bezorgd in E, met een ſterken Riem H om zyn lyf een weinig beneden zyne Heupen; aan de yzeren Ringen van welken Riem een touw vaſtgemaakt was door middel van een Haak. Het touw ging tuſſen zyne beenen en door een Sleuf in de Stut in L, en verſcheiden mannen in M N, of twee paarden konden hem met trekken niet van zyne plaats bewegen.

NB.

PL. XXVII.

Fig. 1.

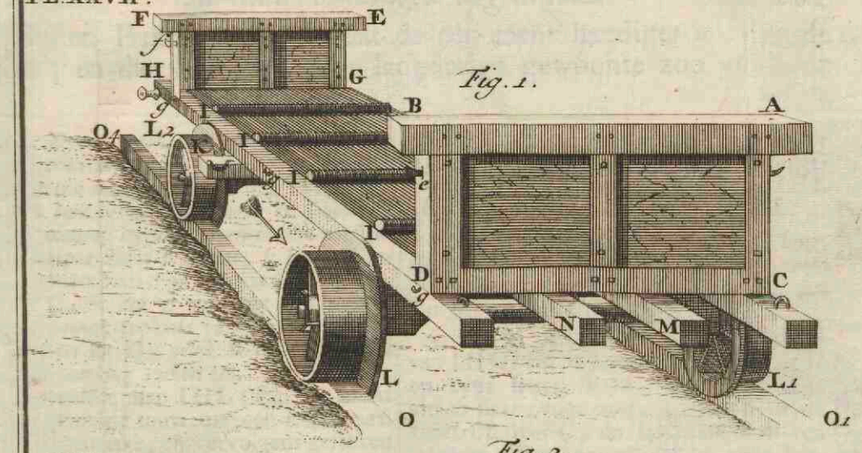


Fig. 2.

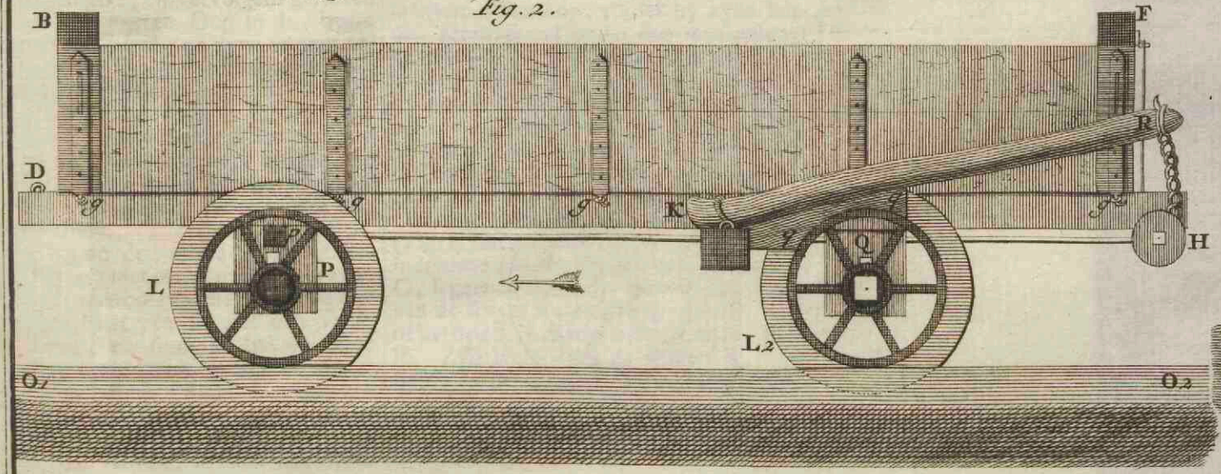


Fig. 5.

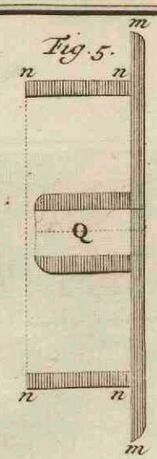


Fig. 6.

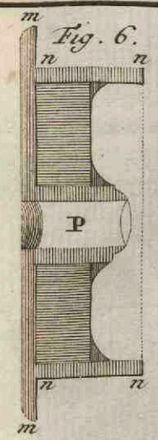


Fig. 3.

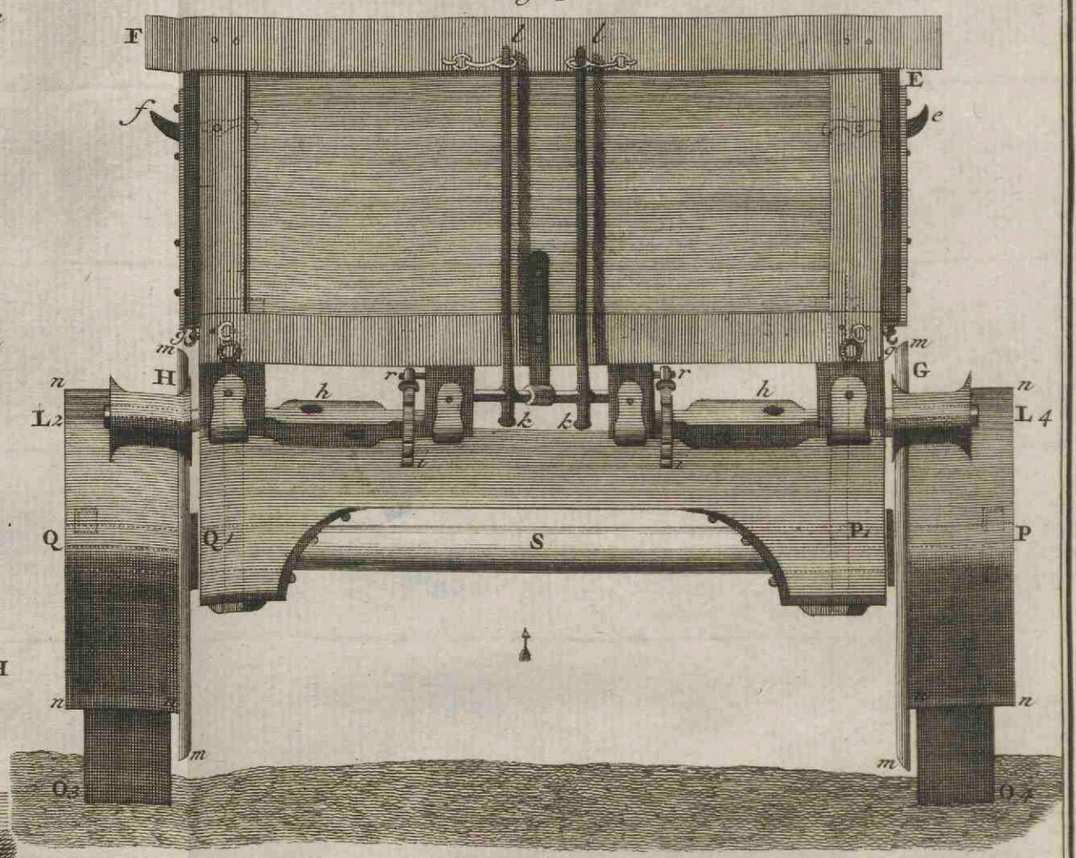


Fig. 4.

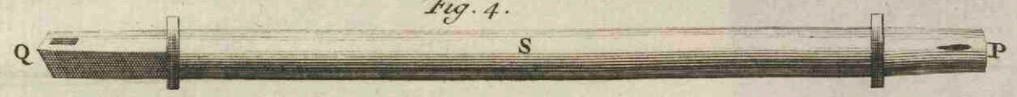


Fig. 7.

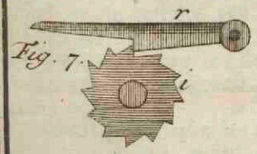


Fig. 8.



Fig. 10.

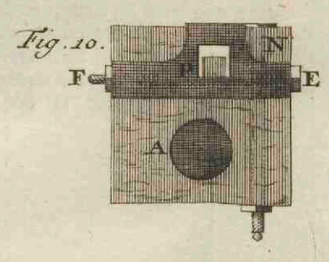


Fig. 11.

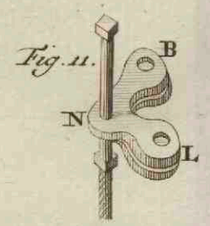


Fig. 9.

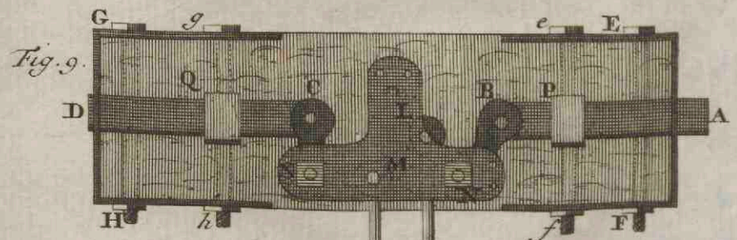
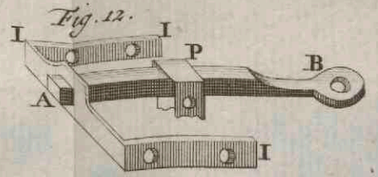
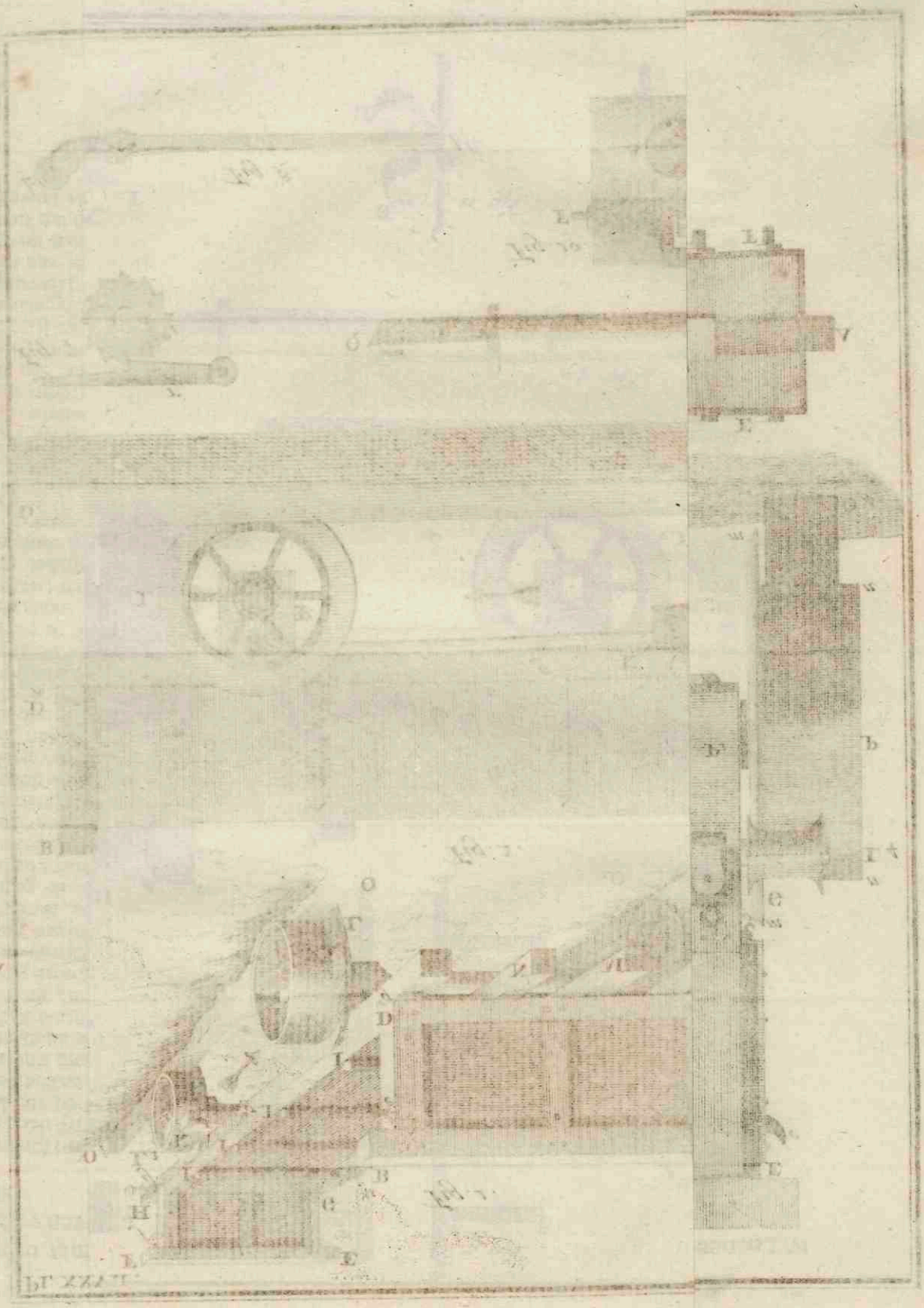


Fig. 12.





bagten en Hanteringen; omdat de één mens handiger is, dan de ander; en dezelfde man door langdurige gewoonte zoo volmaakt wordt IV. Les.

NB. *Zyne handen in* K *ſchenen te trekken, maar gaven hem geen voordeel, ja, had hy 'er het touw maar nog zooweinig meê geligt, zouw 't hem benadeeld hebben: en ſchoon de plank, waarop hy zat, (toen ik hem zag) in den waterpas Stand* F P *was, is het veel beter en minder gevaarlyk, dat ze hellende legt, gelyk* F G, *en dat 'er maar een gat is in* L *voor het touw, inplaats van een opening van* L *opwaarts tot* D, *gelyk ik in 't verklaren van deze werking toonen zal.*

2. Dezelfde man I H L (*Fig.* 3.) nadat hy het gemelde touw om een ſterke paal in R vaſtgemaakt, en vervolgens geſteken had door een yzeren Oog in L, hegte het aan zynen Riem, en zyne voeten tegen de paal by 't gemelde Oog zettende, ligte zigzelven van den grond met dat touw, 't welk hy door 't ſchielyk uitſtrekken van zyne beenen aan ſtukken brak, en viel toen agterover op een bed in B, dat op den grond gelegd was, om hem te vangen, opdat zyn val hem niet kwetzen zouw.

3. Hy lag op den grond in de geſtalte I H L (*Fig.* 4.) met een Aambeeld op zyne borſt in H, waarop een ander man M met al zyne magt het yzer K met een Voorhamer ſloeg, en ſomtyds hakten twee Smits een groote koude yzeren Staaf met Kouw-beitels door. Somtyds werd een groote ſteen, waarvan de helft in S gezien wordt, op zynen buik gelegd, en met een ſlag van een Momer gebroken. Maar hy had den ſteen laten breken op zynen buik in de geſtalte van *Figuur* 5., 't geen veel minder gevaarlyk is, wanneer 'er niets onder den rug is, dan wanneer iemand op een vaſten grond legt, gelyk we toonen zullen.

4. De gewaande *Samſon* lei zyne ſchouders (niet zyn hoofd, gelyk hy gewoon was voor te geven) op één ſtoel en zyne hielen op een andere, en hield dus één of twee man op, die op zynen buik ſtonden, hen op en neêr ligtende, wanneer hy adem haalde, makende met zyn ruggebeen, dyen en beenen den Boog I H L (*Fig.* 5.) welkes enden zyn in I en L. Pl. XXVIII. Fig. 5.

NB. *De ſteen van anderhalven voet lang, éénen voet breed, en vyf of zes duim dik, werd in* H *gelegd, wanneer hy met een ſlag van den Hamer gebroken moeſt worden.*

5. Hy lei op den grond in de geſtalte van I H L, (*Fig.* 6.) en, terwyl de man M op zyne knien ſtond, haalde hy zyne hielen naar zynen aars, en regte dus zyne knien op over C, en ligte den man van langzamer hand op, totdat hy zyne beenen regtoverend onder den man gebragt hebbende, gelyk in *Fig.* 7. hy zyn eigen lighaam opligte, en zyne armen om de beenen van den man ſlaande met hem oprees, en hem neêrzette op een lage tafel, of heuvel van de hoogte zyner knien: en dit deed hy ſomtyds met twee man, 't geen geen moeijelyke verrigting is. Pl. XXVIII. Fig. 6. Pl. XXVIII. Fig. 3. Fig. 7.

6. Hy ſtond in de ſtelling A B C D E F (*Fig.* 8.) en gaf voor, dat hy *opligte*, (maar inderdaad *hield by* het *op*) een ſtuk geſchut C, leggende op de ſchaal S *s*. De touwen van de ſchaal waren gehegt aan een touw of ketting L H, hangende aan zynen Riem H. Zyn Help ſloeg de Rollen R, *r* van onder de Schaal weg, wanneer hy zig zoo vaſt gezet had, dat zyn touw ſtrek en zyne beenen en dyen volkomen regtuit ſtonden. Pl. XXVIII. Fig. 8. Pl. XXVIII. Fig. 4.

NB. *Het is ten naaſten by zoo gemakkelyk het touw te breken met het Oog in* L, *in den grond of de vloer vaſtgemaakt, door middel van den Riem H,* (Fig. 9.) *als op de manier* (Fig. 3.) *afgebeeld. Maar by bezogt het nooit op die wys, omdat het zoo ligt te beproeven is, dat 'er velen ook aanſtonds de proef van genomen, en bevonden zouden hebben, dat het geene moeite is het touw dus te breken, gelyk ik zelf dikwyls gedaan heb, maar omdat by den val agterover aan de werking noodzakelyk* Pl. XXVIII. Fig. 9.

IV. Les. wordt in ééne manier van werken, dat hy door een Radheid, die hy met 'er tyd verkregen heeft, tweemaal zooveel werk kan doen, als

Pl. XXVIII. Fig. 16. *deed ſchynen, waren 'er weinigen genegen, om 'er op die wys de Proef van te nemen.*

De 10de *Figuur* verbeeldt den Riem van ſterk dubbeld Paarderiems leer gemaakt, met ſterke yzeren Oogen in G en R. De Haak wordt afgebeeld *Fig.* 11. en de ſtand van 't yzeren Oog *Fig.* 12., alwaar ge zien kunt, dat de ſcherpe kant van 't Oog, en niet het open gedeelte, naar de paal toe ſtrekt, zoodat het touw niet ligt door het gat kan glyen, maar 'er in klemt, of ſteuit, waardoor de gantſe ſterkte van de poging van den man werkt op één gedeelte van het touw, en dus wordt het gemakkelyk gebroken.

Pl. XXVIII. Fig. 10. Pl. XXVIII. Fig. 11. Fig. 12.

De man was ook gewoon een plat ſtuk yzer van de gedaante van de 13de *Fig.* te nemen, en het tot een Schroef te vringen; maar zyne manier van dat te doen maakte het zeer gemakkelyk: want eerſt boog hy het yzer tot een Winkelhaak, gelyk in *Fig.* 14., vervolgens zynen neusdoek om het breede platte boven-end van 't yzer windende, hield hy dat end in zyne ſlinkerhand, en met zyne regterhand, gevoegd aan het andere end, vrong hy het ontrent het Hoek-punt, gelyk in de 15de *Figuur.*

Pl. XXVIII. Fig. 13. Pl. XXVIII. Fig. 14.

NB. *Mylord* Tullibardin *nam één van zyne yzers en deed hetzelfde in zyne tegenwoordigheid, en zelf 't geen moeijelyker was: want hy ontvrong één van de yzers, dat de karel gevrongen had.*

Pl. XXVIII. Fig. 15.

Om te verklaren, hoe de gemelde Daden volbragt konnen worden door menſen van geen ongemeene ſterkte, heb ik *Fig.* 16. het onderſte gedeelte van een Geraamte geteekend, 't welk die beenderen van 't menſelyke lighaam bevat, die in deze werkingen te pas komen, hebbende de teekening rykelyk groot gemaakt, om te beter te toonen, hoe de Riem aangevoegd moet worden.

De beenderen, geteekend ISAPAI, (*a*) die de Holligheid uitmaken, die het Bekken [*Pelvis*] genoemd wordt, bevatten een beenigen Cirkel, of dubbelen Boog, van zulk een ſterkte, dat 'er een onmetelyke kragt vannooden zouw zyn, om ze te breken door een drukking van buiten, die regt naar het Middelpunt van den Cirkel toe geſchiede, of naar het Middelpunt van het Bekken. Men moet ook aanmerken, dat die deelen van dezen beenigen Cirkel, die de Hoofden van het Dy-been ontvangen, boven, in, en beneden A, het *Heupe-been* genoemd, de ſterkſte van allen zyn, zoodat een zeergroote kragt de Hoofden van de Dybeenen opwaarts kan ſtooten (of, 't geen hetzelfde is, de bovenſte deelen van het Heupe-been neêrwaarts) of naar elkander toe in een zylingſen Streek van A naar A, zonder eenig ledzel aan het menſelyke lighaam toe te brengen.

Indien dan de boven beſchreven Riem om het lighaam gelegd wordt op zulk een wys, als in de *Figuur* wordt afgebeeld, en neêrgetrokken wordt in G door een groot gewigt W, zal hy van agteren op het heilige Been en op het Heupebeen druk-

(*a*) *Deze beenderen worden dus van de Ontleedkundigen onderſcheiden.* S, *het heilige Been* [Os Sacrum]: II, *het Darm-been* [Os Ilium]: A A *het Heupe Been* [Os Iſchium]; *welkes ſterkſte gedeelte aan elken kant een half-klootſe* [hemispherical] *Holligheid heeft, waarin het ronde Hoofd van het Dy-been ontvangen wordt, en ronddraait, in 't midden vaſtgehouden wordende door een ſterken Band* [Ligament]. *Die deelen van het Been, die tot elkander komen van voren tuſſen* A A *en boven* P, *worden het Schaamte-Been,* [Os Pubis] *of Schaamte-beenderen genoemd.*

als iemand, die, niet geoeffend zynde, de handeling niet heeft, IV. Les.
en nog de helft van de ſterkte niet aanwenden. Maar dit is eigenlyk Kunſt

drukken. Daarenboven zal hy door zyne drukking op TT, de groote Draaijers [*Trochanters*] van de Dy-beenen, de ronde Hoofden te vaſter in hare Hollen *d*ryven, en ze daardoor het ſlippen te minder onderhevig maken, en den Band ſpannen door een ſtoot naar boven; zoodat het halfronde gedeelte van den Riem TCSCT den beenigen Boog, met dezelfde letters geteekend, toedrukt, die, volgens de natuur van Bogen, door die drukking des te ſterker wordt. De uitenden van den Boog konnen niet nader by één komen om den Weêrſtand van de ſterke Beenderen APA, ook konnen ze niet buitenwaarts ſchieten, omdat de Riem haar byéén houdt. Daarenboven zyn de Dyen en Schinkels TDB twee ſterke pilaren, in ſtaat om ten minſten vier of vyf duizend pond op te houden, mits zy volkomen regtop ſtaan. De Spieren wordt hier niet veel gevergd, dewyl ze niets meêr te doen hebben, dan elkander te evenaren; dat is, de tegenwerkende Spieren [*Antogoniſts*], de Uitſtrekkers [*Extenſors*] en de Buigers [*Flexors*] houden de Beenderen maar in hare plaats, 't geen dezelven doet weêrſtaan, als één geheel Been, tot een Boog gemaakt.

Hieruit blykt, hoe gemakkelyk de man in *Figuur* 8. een ſtuk geſchut van drie of vier duizend pond gewigt kan ophouden. Dezelfde Oploſſing kan ook dienen voor den Weêrſtand van den man in de eerſte *Figuur*, wien vyf man (ja tien man of twee paarden) niet uit zyne plaats konnen trekken, wanneer hy zoo zit, dat zyne Schinkels en Dyen in de waterpas Lyn PF zyn, of in een Lyn, neêrwaars hellende naar A: want ſchoon 'er dan verſchil zy tuſſen de zittende geſtalte en de ſtaande, te voren beſchreven, is egter, om de beweeglykheid van de Hoofden van de Dy-beenen in de Holligheden van 't Heupe-been, de Boog dezelfde en zoo-ſterk als te voren, dewyl deszelfs uiteinden eveneens onderſtut worden door de Schinkels en Dyen. 'T is alleen de buiging van 't Rugge-been boven den Riem om 't lighaam op te brengen, die 't verſchil maakt in de geſtalte van den man, ſchoon niet merkelyk in de weêrſtandbiedende deelen. De onmogelykheid van den Weêrſtand te overwinnen van den man, die zit met den Riem om zyn lyf, zonder zyne Schinkels en Dyen endeling in elkander te pletteren, hangt af van 't geen in de 5. *Aanteekening* op de III. *Les* Bladz. 116. gezegd is, alwaar we bewezen hebben, dat een Vermogen vrugteloos op een Hefboom werkt, wanneer 't hem trekt tegen het Beweeg-punt aan. Dit wordt verder opgehelderd door de tweede *Figuur*, alwaar de Hefboom HL, welkes Beweeg-punt is in L, den ſterken mans Schinkels en Dyen verbeeldt, terwyl het Vermogen van de menſen of paarden, trekkende in M, aangevoegd is in H, en trekt volgens den Streek HL. Hetzelfde zal geſchieden, wanneer de Hefboom is in den Stand hL; maar indien de man met zynen Aars hooger dan zyne voeten zat, zoodat zyne Schinkels en Dyen waren in den Stand van den Hefboom *h*L, zouw M*lh*, de Streek-lyn van 't Vermogen, met den Hefboom maken den Hoek *lh*L, welkes Hoekmaat, die *l*L is, de werking van 't Vermogen brengen zouw tot hetzelfde, als of 't Gewigt van den man hing aan *h*, den langen Arm van den gebogen Hefboom *h*L*l*, en het Vermogen trok aan het punt *l*, met den korten Arm *l*L. Indien het Vermogen dan tot het Gewigt was in een Reden, iets grooter dan die van *hl* tot L*l*, zouw de man opwaarts getrokken worden in een Boog, welkes Middelpunt is in L, zynen Weêrſtand gedurig verminderende, omdat zyn Gewigt dan maar werken zouw tegen het Vermogen door behulp van een Hef-

Pl. XXVIII. Fig. 2.

Pl. XXVIII. Fig. 8.

Pl. XXVIII. Fig. 1.

Kunſt of Handigheid [*Craft*] en geen Arbeid [*labour*], welk laatſte al 't geen was, dat ik voorhad hier te beſchouwen.

Hefboom, die in zyne Beweging den *werkenden Afſtand* van 't Vermogen gedurig vergrooten, en dien van 't Gewigt verminderen zouw. En dewyl dit gebeuren kan aan een man, die op een waterpas plank zit, indien zyn Riem een weinig te hoog is, of indien hy wat ſchielyk getrokken wordt, eer hy zig wel pal gezet heeft, of zyne Schinkels en Dyen in haren regten ſtand zyn, zouw ik altyd raden de plank wat hellende te leggen, gelyk in F G (*Fig.* 1.) om een overrompeling voor te komen, die dan bezwaarlyk geſchieden kan, omdat het punt H geheel boven de Lyn L P moet ryzen, eer 't Vermogen eenig voordeel kan winnen. Ja, tot nog meêr geruſtheid gebruik ik inplaats van de Sleuf D L (of L *l Fig.* 2.) maar een gat in L, om het touw door te laten gaan, en 't altyd tuſſen de Schinkels en voeten te houden.

PL. XXVIII. Fig. 9.

Ik heb waargenomen, dat de gewaande *ſterke man* ſomtyds een kort ſterk ſtokje had, vaſtgebonden aan het touw in K, opdat in geval van overrompeling dat ſtokje ſteuiten zouw tegen de ſtutten D en C, om zyn verder vooruit trekken in zulk een geval voor te komen; en dan hield hy dat houtje in zyne handen, voorgevende, dat hy met zyne handen trok, om de kuur zooveel wonderlyker te doen ſchynen.

Maar in 't breken van het touw moeten de Spieren werken door 't uitſtrekken van de Schinkels; en om die werking te beter te verklaren, moeten we een man beſchouwen, die het touw breekt, op die wys, die in de 9de *Fig.* wordt afgebeeld; dewyl die manier eenvoudiger is, dan wanneer het gebroken wordt op de manier van *Fig.* 3.

Het touw vaſtgemaakt zynde aan een paal in P, of een ander vaſt punt, wordt gebragt door een yzeren Oog L aan den Haak van den Riem H van den man H I, en 'er zoo aan vaſtgemaakt met een Oog of anderſints, dat het ſtyf geſpannen ſtaat, terwyl de man zyne knien zoo gebogen zyn, dat 'er maar één duim breed aan hapert, of zyne Beenen en Dyen ſtaan volkomen regt op. Indien de man dan ſchielyk zyne Beenen uitſtrekt, en zig regt over end ſtelt, zal hy met gemak het zelfde touw breken, dat twee paarden houdt, die hare gantſe ſterkte in 't werk ſtellen, wanneer ze tegen hem trekken; gelyk by voorbeeld een Karre-touw, of een touw van ten naaſten by drie kwartier duim over 't Kruis, het welk gebroken kan worden van een man van middelmatige ſterkte door de werking van de twee Spieren (*a*) die de Beenen uitſtrekken, waarvan 'er vyf tot elk Been behooren.

Indien

(*a*) *De vyf ſpieren, die elk Been uitſtrekken, vindt men by de Ontleedkundigen beſchreven. Hare namen zyn,* 1. *De Vliezige* [Membranoſus], *voortkomende van het bovenſte gedeelte van de Graat* [Spine] *van het Darm-been* [Os Ilium] *en ingeplant een weinig beneden de Knie in de buiten en voorzyde van de Scheen* [Tibia] *en 't Kuit-been* [Fibula]. 2. *De Regte* [Rectus] *komende van 't benedenſte gedeelte van de Graat van het Darm-been, en ook ingeplant wordende een weinig beneden de Knie in de voorzyde van de Scheen.* 3. *De groote buitenſte* [Vaſtus externus] *komende van den Wortel van den grooten Omdraaijer* [Rotator] *en ingeplant wordende een weinig beneden de Knie-ſchyf* [Patella] *ten naaſten by op dezelfde plaats met de voorgaande.* 4. *De groote binnenſte* [Vaſtus internus], *die haren oorſprong heeft van den wortel van den kleinen Omdraaijer* [Rotator] *en ook ingeplant wordt een weinig beneden de Knie-ſchyf.* 5. *De vyfde is de Dy beens Spier* [Crureus] *afkomende van het voorſte deel van het Dy-been, tuſſen de twee Omdraaijers, en eindigende op dezelfde plaats met de voorgaande.*

Indien het touw ſterk genoeg is, om 1800 ℔ te dragen, maar breken zouw, indien 'er een weinig meêr gewigt aan gehangen werd, konnen twee paarden of tien man het niet breken met zuiver trekken tegen den zittenden man van *Figuur* 1.: want dewyl een paard in dagelyks zwaar werk van zes uren op een dag maar 240 ℔ kan trekken, (zie Bladz. 260.) kan het niet meêr dan tweemaal zooveel trekken, wanneer het aangezet wordt, en zyn beſt doet; zoodat twee paarden, of tien man, die evenveel kragt hebben, met een hort niet boven de 1000 ℔ konnen trekken, daar het touw onderſteld zy ſterk genoeg te wezen, om 1800 ℔ te dragen, en egter kan het gebroken worden van een gemeen man in de geſtalte van *Fig.* 9. Ook behoeven we ons niet te verwonderen, dat de uitſtrekkende Spieren [*Extenſors*] van de Beenen zulk een kragt konnen oeffenen, wanneer we hare grootte en lengte voor onze gedagten brengen; inzonderheid wanneer we ze vergelyken by de vier Spieren, die het onderſte Kakebeen ophalen, die (ſchoon ze alle vier geen pond wegen) egter ſommige luiden in ſtaat ſtellen, om een Aprikoozen- of Perzikken-ſteen te kraken, die niet zonder een zeerzwaar gewigt gebroken kan worden. Zie de 6de *Aanteek.* op de III. *Les* van *Bladz.* 124 tot 131, of, om zynen Weetluſt meêr te voldoen, kan men nazien *Borelli's* Boek *van de Beweging van de dieren*, waarin hy de ſterkte van de byzondere Spieren bewyſt.

De manier van het touw te breken, gelyk in de 3de *Figuur*, ſchoon van meêr omſlag, is ook van meêr kragt om het te breken, dan de manier, die we beſchreven hebben: want een man kan een touw in dezen ſtand breken, 't welk hy in den anderen niet zouw konnen doen. Om dit te begrypen, moet men letten, dat de man het touw zoo kort neemt, dat, wanneer hy tegen de paal opkloutert, indien het Oog L (waardoor het touw gaat) tuſſen zyne Teenen is, terwyl zyne Hielen lager zyn in T, wanneer zyne Knien ſtrek ſtaan, de lengte van zyne Beenen en Dyen T H grooter is dan de lengte van het touw en den Riem van L tot H; zoodat men in den man en het touw kan beſchouwen den Driehoek *l h t*, beneden den man in dezelfde Figuur getrokken; de zyde *l h* verbeeldende de lengte van het touw en de Middellyn van den Riem; de Voetſteun [*Baſe*] *l t* de voeten van den man; en de langſte Zyde *t h* de uitgeſtrekte Leden, of de Beenen en Dyen, wanneer ze regtuit ſtaan. In de Omdraaijing nu van de lange Zyden van dezen Driehoek, wanneer de Zyde *l h* waterpas wordt in *l r* (bewegende in den Boog h r *r* om het Middelpunt *l*) zal de Zyde *t* h in den Stand *t b* wezen (wanneer ze beweegt om het Middelpunt *t* in den Boog h *b s*) en gevolgelyk moet of het touw rekken van r tot *b*, of het punt h moet door het buigen van de Knien nader gebragt worden, en tot r komen; of anders moet het touw breken, het geen zekerlyk geſchieden zal, inzonderheid wanneer we bedenken, dat hoe het lighaam (met de Leden ſtyf gehouden) lager neêrkome om de Hielen als het Beweeg-punt, de Afſtand r *b* grooter zal zyn, gelyk men een weinig lager in *r s* zien kan; zoodat het touw, ſchoon het in 't begin war rekke, ten laatſten moet breken, en de man vallen op het bed, of een ander zagt lighaam, om hem te vangen in B: want indien de man bevindt, dat de werking van de uitſtrekkende Spieren van de Beenen het touw niet breekt, kan hy in dezen ſtand daar gemakkelyk het geheele gewigt van zyn lighaam bydoen, met een zwaai en een hort, wanneer hy zig agterover ſtoot. IV. Les. Pl. XXVIII. Fig. 3.

De geſtalte van *Fig.* 4., (alwaar de ſterke man een Aambeeld op zyne borſt of buik hebbende, een ander man of twee met een Voor-hamer een ſtuk yzer laat ſmeden, of een koude Staaf met Kouwbeitels doorkappen) ſchoon ze ſommige menſen verbazend voorkome, heeft egter niets, dat waarlyk te verwonderen is: want het ophouden van 't Aambeeld is de geheele zaak, en hoe het Aambeeld zwaarder zy, hoe de ſlagen minder gevoeld worden; en indien het Aambeeld niet meêr Pl. XXVIII. Fig. 4.

IV. Les. dan twee of driemaal zwaarder was dan de Hamer, zouw de ſterke man door eenige weinige ſlagen kapot raken. Dit kan men ligtelyk begrypen, wanneer men voor de gedagten brengt het geen we in de II. *Les* gezegd hebben: want hoe het Aambeeld meêr Stof hebbe, hoe de Werkeloosheid [*Inertia*] ook grooter zy, en 't minder gevaar loope, om uit zyne plaats geſlagen te worden: omdat, wanneer het door den ſlag de gantſe Kragt [*Momentum*] van den Hamer ontvangen heeft, deszelfs Snelheid zooveel minder is, dan die van den Hamer, als het meêr Stof heeft dan de Hamer. Ook moeten we in dat geval aan het Aambeeld niet toeſchryven een Snelheid minder dan die van den Hamer in een overhandſe Evenredigheid van hare Maſſa's of Hoeveelheden van Stof: want dit zouw alleen plaats hebben, indien het Aambeeld vryelyk ophing, by voorbeeld aan een touw in de lugt, en dan met den Hamer waterpas geſlagen werd; maar de Weêrſtand der Ribben, die 'er een Boog onder maken, verminderen die Snelheid ook nog al. Zoodat indien de Hamer, het Aambeeld ſlaande, wanneer het vryelyk hing, hetzelve een duim uit zyne plaats kon bewegen, indien 'er een Weêrſtand van agteren geplaatſt werd, die evengelyk was aan 't gewigt van het Aambeeld, het maar een halven duim zouw bewegen, en maar een kwartier duims, indien die Weêrſtand tweemaal zoogroot was *enz.* Dus wordt de Snelheid, die de Hamer geeft, verdeeld aan alle de deelen van een grooten ſteen, die op den man zyne borſt gelegd wordt, om aan ſtukken te breken; maar wanneer de ſlag gegeven wordt, heeft de man minder gevoel van 't gewigt van den ſteen, dan te voren, omdat in de Tegenwerking van den ſteen, alle deszelfs deelen om den Hamer in 't ronde tegen den ſlag opryzen, en indien de Vaſthoudendheid [*Tenacity*] van de deelen van den ſteen niet ſterker is dan de kragt, waarmeê hy tegen den Hamer beweegt, moet de ſteen breken, gelyk hy doet, wanneer de ſlag ſterk is, en op het Zwaarte-punt van den ſteen ſlaat.

Pl. XXVIII. Fig. 17.

Pl. XXVIII. Fig. 18.

NB. *Dat de deelen van geſlagen ligbamen tegen of naar den ſlag toe bewegen is een gevolg van een Wet van de natuur, die in de volgende Les verklaard zal worden.*

De gemeene Proef van een ſtok te leggen met zyne enden op twee drink-glazen of roemertjes vol water, en den ſtok in 't midden neêrwaarts te ſlaan, zonder de glazen te breken, of water te ſtorten, bewyſt de zaak duidelyk; en de waarneming van 't geen in de Proef geſchiedt bewyſt, dat ze afhangt van de eerſte *Wet van de natuur.* Want indien de Glazen A, B (Fig. 17.) op hare randen hebben den ſtok A B, welkes Zwaarte-punt in C geſlagen wordt met een ſtaaf, welkes Snêgezien wordt in C, heeft de ſtok, die door de eerſte *Wet* in zyne plaats van ruſt tragt te blyven, niets anders dan zyne Vaſthoudendheid, om den ſlag van de ſtaaf te weêrſtaan, die den ſtok breekt, wanneer hy tot *c* komt, en dan moeten de twee ſtukken van den ſtok zyn in den Stand *c a* en *c b*, en nog ryzen, omdraaijende naar C: want M, *m*, de Zwaarte-punten van de twee ſtukken van den ſtok, elk op hare plaatzen tragtende te blyven, worden de Beweeg-punten van deze twee ſtokken, waardoor het geſchiedt, dat, indien ze door de aanhouding van den ſlag beiden neêrwaarts geſtooten worden in *c*, hare enden *a* en *b* door een cirkel-ronde beweging opwaarts naar C gebragt moeten worden.

Dit wordt beveſtigd door de Proef andersom te nemen: want indien men den ſtok opwaarts ſlaat in den Streek *c* C, zal men de glazen breken, indien de ſlag ſterk is, en indien de ſlag niet zeerſchielyk is, zal men egter nog het water ſtorten.

Daar is nog een andere Proef, die dit zeêrduidelyk maakt.

Laat de looden Cirkel of Hoepel A B C (Fig. 18.) opgehangen worden aan den draad S G, en dan geſlagen worden met de gemelde ſtaaf in het punt B in een waterpas Streek; de uitwerking zal zyn, dat de Hoepel zyne gedaante zal veranderen van den Cirkel A B C D E F tot het onregelmatige Lange-rond A *b* C *b* D *e* F *g*; zoodat niet alleen de deelen van den Hoepel in

in A en C naar den Slag toe komen, terwyl de ſtaaf B (afgebeeld door hare vierkante Snê) van B naar *b* beweegt, maar ook het verſte gedeelte van den Hoepel E voorwaarts kome tot *e*, wordende de punten A, C, F, D Beweeg-punten voor de Bogen (of Vierendeel-Cirkels) BG, BH, EG en EH, om gebragt te worden in de Standen *bg*, *bh*, *eg*, en *eh*, in welk geval zy hare gedaante moeten veranderen, omdat ze niet van elkander geſcheiden worden in de punten B, H, E, G *enz.*

Ik zouw verdrietig worden, indien ik in de verklaring van de andere daden van ſterkte zoo omſtandig was, als ik in de reetsgemelde geweeſt ben. Hierom zal ik de volgende maar kortelyk overwegen, temeêr dewyl de Gronden, in de voorgaande Leſſen reets verklaard, en de zooeven bygebragte Aanmerkingen een ygelyk genoeg in ſtaat konnen ſtellen, om de reden van alle zulke bedryven te begrypen.

In de vyfde *Figuur* maakt de man IHL (de ſtoelen wel vaſtgezet zynde) zoo ſterk een Boog met zyn Rugge-been en de beenderen van zyne Beenen en Dyen, dat hy niet alleen in ſtaat is, om éénen man maar drie of vier op te houden, indien ze plaats hadden, om te ſtaan; of in hunne plaats een grooten ſteen, om met éénen ſlag gebroken te worden.

In de 6de en 7de *Figuur* wordt één of twee man opgeligt in den Streek CM door de knien van den ſterken man IHL, op zynen rug leggende. Nu moet men aanmerken, dat de vyf Spieren, (*a*) die de Beenen buigen, (ſchoon zwakker dan de Uitſtrekkers, omdat ze ons lighaam niet moeten dragen in onze dagelykſe bewegingen) met hare grootſte kragt werken in 't begin van deze daad, gelyk alle Spieren doen, wanneer ze van hare volle Uitgeſtrektheid beginnen inéén te trekken [*Contract*]; en om ze te hulp te komen in hare werking, zoohaaſt de Hielen van het punt L naderaan komen, ſteuiten ze tegen den grond, en houden het lighaam M in de plaats, waartoe het gerezen moet worden: zoodat de werking van deze Buigers herhaald wordt, en zy tyd hebben, om op nieuw voorzien of gerekruteerd te worden met nieuwe Geeſten (of wat regt de eerſte oorzaak van hare Opblazing ook zyn mag) en wanneer ze zoo ver inéén-getrokken zyn, dat ze zwakker beginnen te werken, doet de drukking van 't gewigt haar minder en minder aan, terwyl de Beenderen zooveel meêr van 't gewigt dragen, als ze meêr regtſtandig worden, en gevolgelyk hebben de Spieren minder gelegenheid om te werken. Zie *Figuur* 7. Het overige van deze verrigting, *te weten*, het zetten van den man M op een tafel, is zeerligt en gemeen, dewyl de ſterke man zyn eigen lighaam dan maar heeft op te regten, waartoe hy zelfgeholpen wordt door 't ſlaan van zyne handen om de man zyn voeten of knien, en met zigzelven op te regten ſtoot hy veel eer den man van zyne eigen knien af, dan dat hy hem opligt

IV. Les. Pl. XXVIII. Fig. 5. Pl. XXVIII. Fig. 6 en 7.

(*a*) *De vyf Spieren, die de Beenen buigen zyn deze*, 1. *De* Langſte [Longiſſimus *or* Faſcialis], *komende van de binnen Verhevendheid van het Darm-been, en een weinig boven de Knie eindigende in een Pees, die onder de Knie ingeplant wordt in de voor- en binnen-zyde van de Scheen* [Tibia]. 2. *De* Schrale, [Gracilis] *komende van de Samenvoeging van het Schaamte been, en ingeplant wordende met een ſterke Pees, een weinig lager dan de voorgaande, in de binnen-zyde van de Scheen.* 3. *De* Halfzenuwagtige [Seminervoſus] *komende van de Verhevenheid van het Heupe-been, draaijende tot een ronde Pees onder de Knieſchyf, en ook ingeplant wordende in de binnen-zyde van de Scheen naar de agter-zyde toe, loopende tot deszelfs midden toe.* 4. *De* Halfvliezige [Semimembranoſus] *komende van dezelfde Verhevenheid, en eindigende, met een breeder Pees dan de derde, in het agterſte gedeelte van de Scheen.* 5. *De vyfde wordt genoemd een* Twee-hoofdige [Biceps] *ook beginnende aan het Heupebeen, en ten laatſten ingeplant wordende in de buiten-zyde van het bovenſte* Uitſteekzel [Appendix] *van de Kuit.*

IV. Les. ligt op een tafel, in N geplaatſt, op de enden van zyne armen, gelyk hy voorgeeft.

In 't breken van het touw moet men op één ding agt geven, dat de verrigting veel verligt; en dat is het yzeren Oog L (*Fig.* 3.) waardoor het touw gaat, zoo te ſtellen, dat een Vlakte [*a Plane*] gaande door deszelfs Ring, evenwydig of ten naaſten by evenwydig zy met de twee gedeeltens van het touw; omdat 'er het touw dan in zeker opzigt in zal klemmen, en omdat het 'er niet door glydt, wordt de geheele kragt van de werking van den man geoeffend op dat gedeelte van het touw, dat in het Oog is, 't welk het eer doet breken, dan dat 'er op meêr deelen van het touw gewerkt werd. Zoodat het Oog, ſchoon rond en glad gemaakt, gezegd mag worden in zeker opzigt *het touw te ſnyden*. En op deze wys kan iemand een ſlag van een Zwiep en zelf een dun Spit-touw breken met de hand, zonder dezelve te kwetzen; alleenlyk met het ééne end van het touw zoo te leggen, dat het het andere ſnyde; dat is, hetzelve zoo te leggen om de ſlinkerhand, dat met een ſchielyken ruk de geheele kragt, die geoeffend wordt, op één punt van het touw werke. Zie de 19de *Figuur*, alwaar het touw, dat in de ſlinkerhand in het punt L gebroken moet worden, volgens deszelfs beloop geteekend is met de letters R T S L M N O P Q, eens buigende of geſlagen om de regterhand, vervolgens gaande onder den duim door tot het midden van de ſlinkerhand, alwaar het kruiſſende onder een ander gedeelte weêr te rug gebragt wordt onder den duim tot M, dan agter den rug van de hand heen tot N, en zoo door de luts in L tot O, en driemaal om de Ping in P en Q; welk laatſte alleen geſchiedt, opdat de luts N O niet los zouw ſchieten. Eer de handen van één gerukt worden, moet de ſlinkerhand geſloten, maar de duim los gehouden worden, opdat hy tegen den voorſten vinger drukkende niet hinderlyk zyn zouw aan het deel T L van het touw, om de kragt volkomen te brengen tot het punt L; maar de ping en de vinger, die 'er aan volgt, moeten ſtyf gehouden worden, om de luts N O vaſt op hare plaats te houden.

Pl. XXVIII. Fig. 3.

Pl. XXVIII. Fig. 19.

Het gebruiken van de Spieren, die de Beenen uitſtrekken, tot het ligten van zware Gewigten is geen ongewone praktyk by ſommigen van onze arbeiders, ſchoon het niet opgemerkt worde, omdat het zonder toeſtel en omſlag geſchiedt. Men ziet de Huur-koetziers dikwyls van hunne zitbank komen, en met hun agterkwartier de koets van agteren met gemak ligten, om elkander te myden, of een hoogen heuvel, of een diep gat, of een ander ongemak te ontgaan, en dit doen ze zoo gemakkelyk, dat, ſchoon ze vier perſonen in de koets, en drie of vier koffers agter op hebben, zy het de moeite niet waardig agten iemand te verzoeken, dat hy uit wil ſtappen, of eenig gewigt af te nemen. De Kool-dragers op de Konvooi-kai (die men door de wandeling *Fellowship Porters*, *Dragers van een Gilde of Veem* noemt) dragen een honderd en drie kwart Gewigt kolen, en loopen den geheelen weg, ſchoon ze elke reis twee ladders moeten opklimmen, en dikwyls de lengte van *St. Dunſtans Hil*, 't welk een ſteile en ſlegt geplaveide ſtraat is, en ſomtyds klimmen ze een trap of twee op, eer ze hunne kolen ſtorten: en dit doen velen van hen zeſtig maal op een dag. Maar de manier, waarop zy dit doen, is te bukken, en de zak voornamenlyk op hunne Stuit te laten dragen, houdende de ééne hand van agteren, om den mond van de zak byéén te houden, om de kolen te gaauwer uit te ſtorten, terwyl de andere hand de zak belet van boven neêr te ſchieten; en deze geſtalte verligt de werking van de Spieren van de Lenden zeer veel, dewyl het dan voornamenlyk op de Uitſtrekkers van de Beenen aankomt.

Nadat ik dit begonnen had te ſchryven, ben ik op een geloofwaardige wys onderregt, dat de Dragers in *Turkyen* zeven of agt, en wel eens negen honderd Gewigt [*dat is pond*] dragen, op het onderſte end van hunnen Rug, of liever op hunne Stuit, alleenlyk ruſtende op een ſtok, dien ze voor zig hebben, terwyl ze den laſt opne-

opnemen, om hun lighaam te ondersteunen, en de Spieren van de lenden te beschermen; maar men kan heel wel giſſen, dat diegenen zeer voorzigtig moeten zyn, die hen den laſt opleggen, en afnemen.

Ik geloof, dat de ſterkte van de *Schildpad*, [*Teſtudo*], die de *Romeinſe* Soldaten maakten, wanneer zy zig vaſt inéén ſloten, met hunne Schilden boven 't hoofd, teweeg gebragt moet zyn door zulk een ſoort van lighaamsgeſtalte. Anders konden ze niet in ſtaat geweeſt zyn, om het gewigt te dragen van Wagens, die over hen heen reden, gelyk eenige Hiſtorieſchryvers ons verhalen. In dat geval dekte yder man, uitgezonderd die van het voorſte Gelid, (*a*) den man, die voor hem ſtond, met zyn Schild, en droeg te gelyk op den ſtuit van dengenen, die voor hem ſtond: en wanneer ze een ſlag of ſchok hadden uit te ſtaan, hadden hunne Spieren geen andere werking te doen, dan de Knien ſtyf te houden, dewyl de reets beſchreven beenige Boog (*Fig.* 16.) genoeg in ſtaat was, om een veel grooter gewigt te onderſtutten.

Daar zyn verſcheiden gevallen, waarin men met veel voordeel zig zouw konnen bedienen van de kragt van één of meêr man met den Riem, den haak en ketting op de gemelde wys; by voorbeeld, wanneer de Weêrſtand zeergroot is, en de lighamen, die den Weêrſtand bieden, maar een weinig verplaatſt moeten worden, wanneer men zeerzware goederen een kleine hoogte ligt, om 'er iets onder van daan te halen; of wanneer men een bout of kram ergens uit wil halen, en bevindt, dat men 't zelf met geen Koevoet doen kan, dien men aan 't end met de hand opligt, zouw men den haak van den Riem aan 't end van de Koevoet voegende door het uitſtrekken van de Beenen tienmaal zooveel kragt konnen doen, als met de handen, zonder meêr hulp op dezelfde plaats.

Ook kan het t'ſcheep dikwyls te pas komen. Ik zal 'er maar één geval van melden. Laat F G (Pl. XXIX. *Fig.* 1. een Takel zyn, dienende tot het regten of ſchieten van de Groote Steng, waarvan een gedeelte verbeeld wordt door M 1 M 2. Het Blok G is onder vaſt, en wanneer het Blok F neêrkomt, haalt het met zig meê de Top-reep F B C M 1, loopende door het Blok B (dat vaſt is in A) en om het Blok C, in de Hieling van de Steng, en dus optrekt het onder-end M 1 van de gemelde groote Steng, die, tot hare behoorlyke hoogte opgehyſt, vaſtgezet wordt met den yzeren Nagel of 't Slot-hout I, die 'er doorgeſtoken wordt, en dan houdt haar eigen gewigt en 't gat D van 't Ezels-hoofd haar in hare plaats. We zullen eens onderſtellen, dat de kragt, die 'er noodig is, om de Steng te regten, zyn moet de kragt van zes man, die op het Dek trekkende aan den Looper van het Takel F G K in K aan de andere zyde van de groote Maſt L *l*. Om nu deze Steng ſchielyk te ſchieten, of neêr te laten, gelyk in tyd van Storm, moet men zig van het zelfde Takel en Vermogen bedienen, ſchoon maar alleen, om ze een weinig te ligten, dat een man het Slothout uit kan trekken, eer de gemelde Steng neêr kan komen, en doorſchieten tot N op zy' van de groote Maſt. Ik zeg, indien men het volk ergens anders toe gebruikte, en 'er in plaats van zes man maar één man was aan het touw K, indien hy een ſterken Riem had, waaraan hy het vaſtmaakte (of een Bogt in het touw zelf maakte, om het om 't onderſte gedeelte van zynen Rug te ſlaan) dat hy veel meêr kragt zouw konnen doen in den Streek G K, dan de zes man door de gewone manier van trekken: en indien hy (op den grond zittende, en zyne voeten vaſt zettende tegen den eerſten ſtut, dien hy vindt, by voorbeeld O P) maar twee duim van

IV. Les. Pl. XXIX. Fig. 1.

(*a*) *Die van het eerſte Gelid hielden hunne Schilden voor zig, terwyl ze bukten. Somtyds knielde het eerſte Gelid, en het tweede Gelid droeg op de ſchouders van het eerſte, terwyl ze bukten, en dekten hen met hunne Schilden* enz.

IV. Les. van het touw K G naar zig toe haalt, zal
Fig. 2. hy de Groote Steng een derde van een duim ligten, 't welk genoeg is, om 'er het yzer of 't Slot-hout uit te trekken.

NB. *Indien 'er meêr kragt tot deze werking noodig is, gelyk op groote ſchepen, konnen 'er verſcheiden van 't volk zig bedienen van touwen om hunne Middels inplaats van Riemen, en maken ze alle vaſt aan verſcheiden gedeeltens van den Looper vœn 't Takel; en voor vaſte punten konnen ze hunne voeten zetten tegen de houten ſporten van een Spiegelladder afgenomen, en op het Dek gelegd, aan 't éene end vaſtgemaakt, aan éénen van de Ring-bouten: want ſchoon in dit geval elk man zooveel kragt niet doen kan, als de man alleen te voren onderſteld is, omdat, zy alle een weinig op zy' van het touw* G K *moetende zitten, hunne trekking wat ſcheuin zouw wezen; kan egter in dat geval vyf man met gemak het werk van vyftien verrigten.*

Eer ik myne volgende Les begin zal 't niet kwalyk te pas komen, dat ik hier een verhaal geef van een man van zeergroote natuurlyke ſterkte, die tegenwoordig te Londen *woont, en vele verbazende uitwerkzels van zyne ſterkte vertoont, gelyk ik zelf gezien heb.*

Thomas Topham, een geboren *Londenaar*, en nu ontrent 31 jaar oud, vyf voet en tien duim lang, met zeer harde en uitpuilende Spieren, werd tot het timmeren opgebragt, met welk Handwerk hy zig geneerd heeft, tot in deze zes of zeven jaren, dat hy daden van ſterkte vertoond heeft; maar hy weet van geene kunſt altoos, om zyne ſterkte meêr verbazend te doen ſchynen. Ja ſomtyds doet hy wel dingen, die moeijelyker worden door zynen nadeeligen Stand, wanneer hy iets na wil doen, en ſomtyds waarlyk doet, 't geen hy hoort dat andere ſterke mannen gedaan hebben, zonder zig van dezelfde voordeelen te bedienen.

Ontrent zes jaar geleden trok hy tegen een paard, terwyl hy op den grond zat met zyne voeten tegen twee ſtompen van
Pl. boomen, in den grond geſlagen, maar
XXVIII. zonder de voordeelen in de 1ſte *Fig.* van
Fig. 1. de XXVIII. *Plaat* afgebeeld: want het paard trok opwaarts met een aanmerkelyken Hoek, gelyk in de tweede *Fig.* van die zelfde Plaat wordt afgebeeld, wanneer h N de Trek-lyn is, welke maakt, dat de Trek-hoek is N h L: en in dit geval werd zyne ſterkte niet verder aangewend, dan om zyne Beenen en Dyen ſtrek te houden, en ze daar door te doen werken, gelyk den langen Arm van een gebogen Hefboom, afgebeeld door *l* L h, op welkes end h de Romp van zyn lighaam ruſte als een Gewigt, waar tegen het paard trok, zyn Vermogen in den Winkelhaak aanvoegende aan het end *l* van den korten Arm van den gemelden Hefboom, terwyl het Beweeg-punt was in L aan 't onder-end van de palen *l*, *o* (want ſcheuin te trekken aan een touw, vaſtgemaakt in h, is hetzelfde als te trekken aan een Arm van een Hefboom in *l* L, omdat *l* L een Lyn is, uit het Beweegpunt in den Winkelhaak getrokken op de Streek-lyn h N. (Zie de 5de *Aant.* op de III. *Les*) en omdat het paard niet ſterk genoeg was, om met zooveel nadeel het Gewigt van den man op te ligten, verbeelde hy zig in de regte geſtalte te zyn, om tegen een paard te trekken; maar toen hy in dezelfde geſtalte bezogt tegen twee paarden te trekken, werd hy uit zyne plaats gehaald, door dat hy opgeligt werd, en ſtoote zyne ééne knie tegen de paal, 't welk ze zoo kneusde, dat nog zelf op dit uur de *Patella* of Knieſchyf zoo los is, dat hare Banden of gebroken, of geheel verſlapt ſchynen, 't welk de meeſte ſterkte van dat Been benomen heeft.

Maar indien hy gezeten had op zulk een ſtellazie als in de 1ſte *Figuur* wordt afgebeeld, en *Bladz.* 282, 283 en 284. beſchreven is, zouw hy (om zyne ſterkte) zynen Stand tegen de trekking van vier ſterke paarden wel behouden hebben zonder het minſte ongemak.

De daden, die ik hem over weinige dagen heb zien verrigten, waren de volgende.

1. Door de ſterkte van zyne Vingers (alleen maar met kool-as gevreven, om ze voor 't ſlippen te bevryden) rolde hy een

PL. XXVIII.

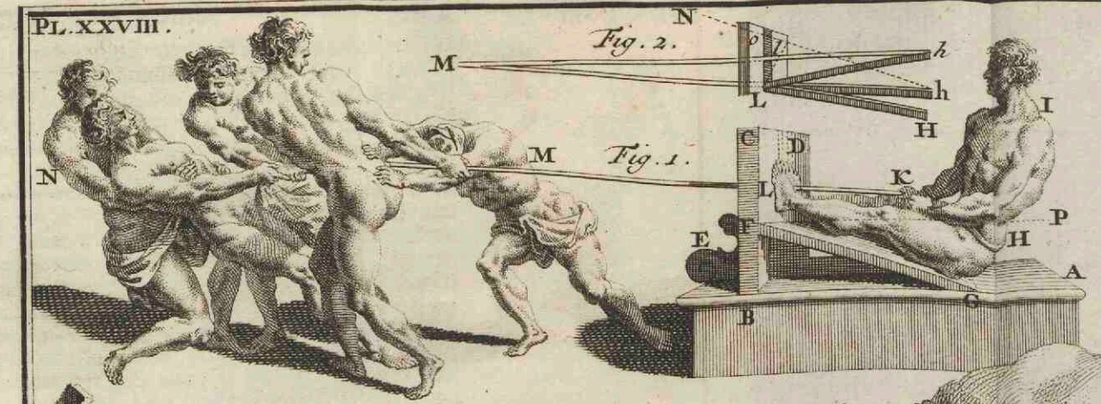


Fig. 2.

Fig. 1.

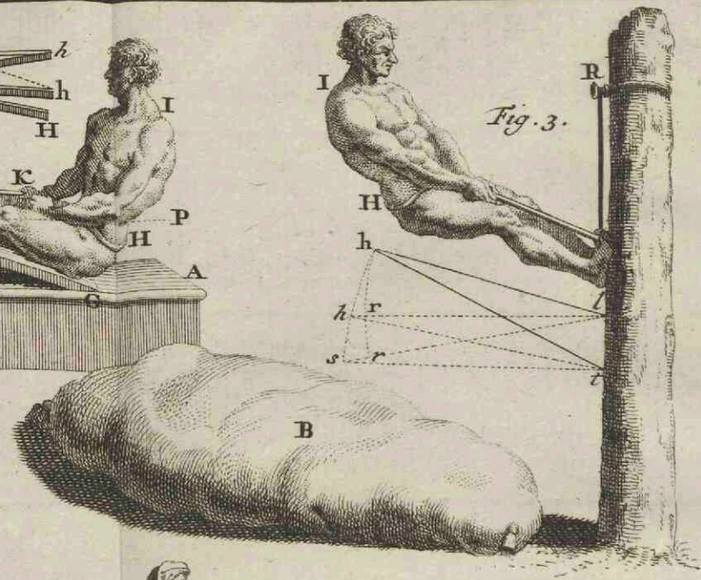


Fig. 3.

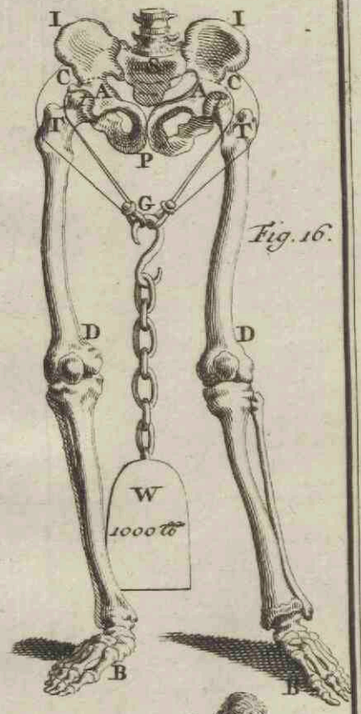


Fig. 16.

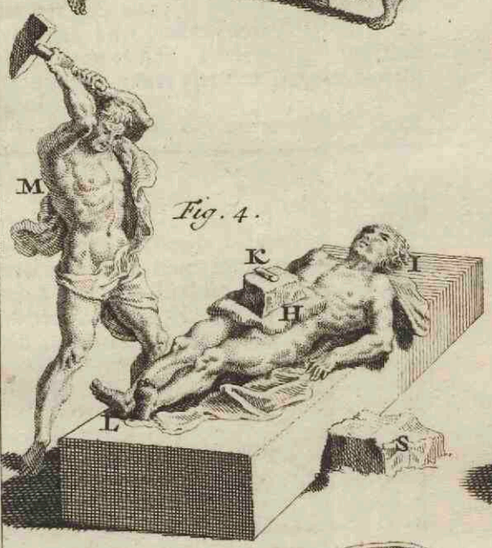


Fig. 4.

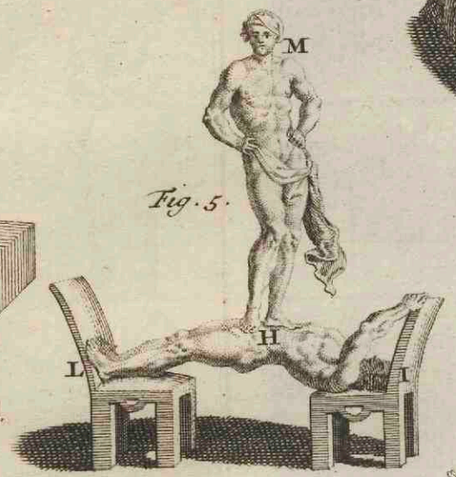


Fig. 5.

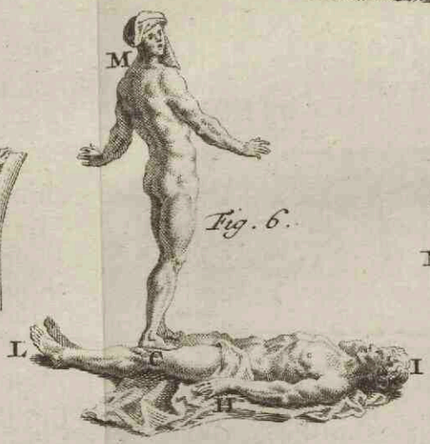


Fig. 6.



Fig. 7.

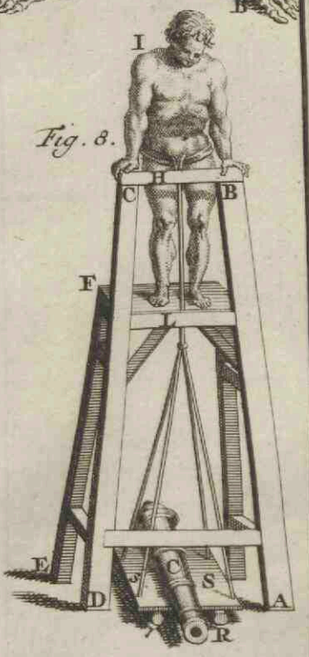


Fig. 8.

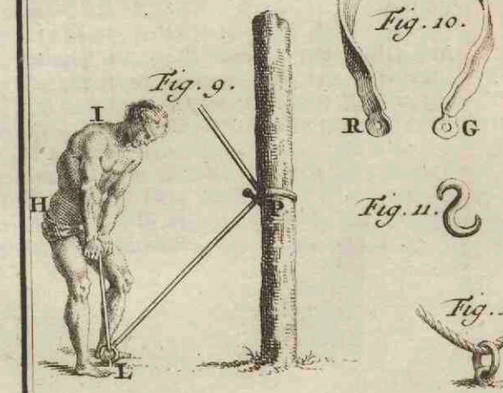


Fig. 9.



Fig. 10.

Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.

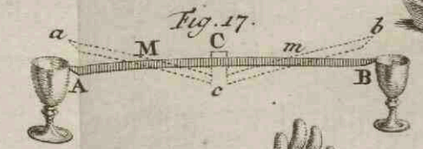


Fig. 17.

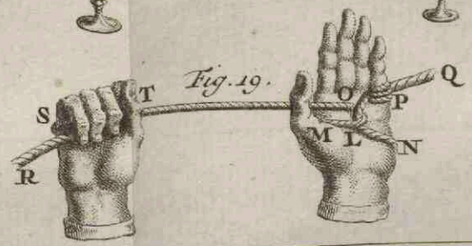


Fig. 19.

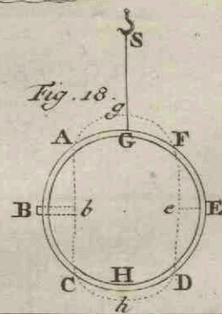
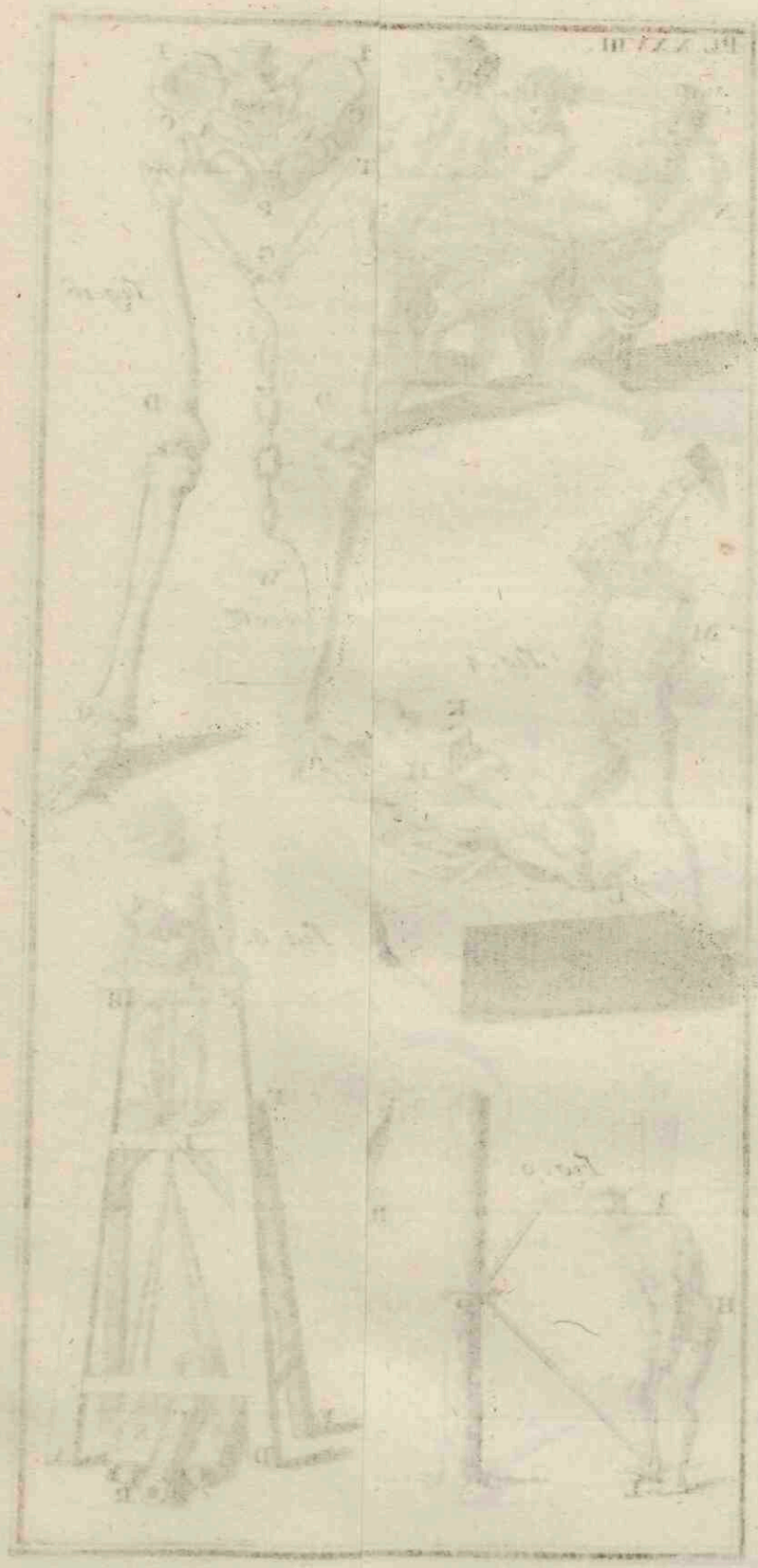


Fig. 18.



een zeer ſterke en groote tinnen ſchotel in-één.

2. Hy brak zeven of agt korte en ſterke ſtukken van een tabakspyp door de kragt van zynen middelſten Vinger, terwyl ze op zynen eerſten en derden Vinger lagen.

3. Den Ketel van een ſterke tabakspyp onder zynen kouſſenband geſtoken hebbende, terwyl zyne Beenen gebogen waren, brak hy hem door de Pezen van zyne Knieſchyf, zonder de buiging van zyn Been te veranderen.

4. Hy brak een anderen dergelyken Ketel tuſſen zynen eerſten en tweeden Vinger, door zyne Vingers op zy' tegen elkander te drukken.

5. Hy ligte een tafel zes voet lang, aan welker end een groote vyftig pond gewigt hing, met zyne tanden op, en hield ze een aanmerkelyken tyd in een waterpas Stand, of regtuit. *'T is waar, dat de pooten van de tafel tegen zyne knien ruſteden; maar dewyl de lengte van de tafel grooter was dan hare hoogte, moeſt 'er tot die verrigting een groote kragt gedaan worden door de Spieren van zyne Lenden, die van zynen Nek, de Kaauwſpier en Slaapſpier* [the Maſſeter and Temporal] (*Spieren van de Kaken*) *behalven een goeden Regel Tanden.*

6. Hy nam een yzeren Vuur-vroeter [*Kitchin-poker*], ontrent een Yard lang en drie duim in den Omtrek, en denzelven in zyne regterhand houdende ſloeg hy 'er meê op zynen blooten ſlinker Arm tuſſen den Elboog en 't Gewrigt van de hand, totdat hy 't yzer byna tot een Winkelhaak gebogen had.

7. Hy nam dergelyk een yzer, en de enden in zyne handen houdende, en 't midden agter tegen zynen Nek leggende, bragt hy beide deszelfs enden van-voren by-één, en trok het weêr byna regt, het geen nog moeijelyker is, omdat de Spieren, die de Armen waterpas vanéén uitbreiden, zoo ſterk niet zyn, als die ze by-één brengen.

8. Hy brak een touw van ontrent twee duim in den Omtrek, het welk ten deele gewonden was om een Rol van vier duim over 't Kruis, en waarvan hy 't andere end vaſtgemaakt had aan Riemen, die over zyne Schouders hingen; maar hy deed meêr kragt, om dit te doen, dan in eenige andere van zyne daden, om zyne handeloosheid, daar hy meê te werk ging: want, toen hy op de Rol ſtond, rekte het touw zoodanig, en gaf zooveel meê, dat, toen de Uitſtrekkers van zyne Beenen en Dyen haar werk gedaan hadden, door 't ſtrekzetten van de Beenen en Dyen, hy genoodzaakt werd zyne Hielen uit haren Dragt te ligten, en andere Spieren te gebruiken, die zwakker waren. Maar indien het touw zoo vaſtgemaakt was geweeſt, dat het gedeelte, 't welk gebroken moeſt worden, kort geweeſt was, op die wys, als in deze zelfde *Aanteekening* verklaard is, zouw het met viermaal minder moeite gebroken zyn. IV. Les

9. Ik heb hem een grooten Rol-ſteen van ontrent 800 ℔ met zyne handen zien ligten, zonder eenigen omſlag, dan dat hy 'er in een Stelling over heen ſtond, en greep aan een ketting, die 'er aan vaſt was. Hieruit reken ik, dat hy byna tweemaal zoo ſterk moet zyn, als die gemeenelyk voor de ſterkſte menſen gehouden worden, dewyl die doorgaans niet meêr dan 400 ℔ op die wys konnen ligten. De zwakſte menſen, die gezond en niet te vet zyn, ligten ontrent 125 ℔, hebbende maar ontrent half zooveel ſterkte, als de ſterkſte. NB. Deze vergelyking heeft voornamenlyk haar opzigt op de Spieren van de Lenden; omdat iemand, die dit doen wil, wat voorover moet bukken. Men moet het gewigt van 't lighaam ook doen by 't gewigt, dat geligt moet worden. Zoodat, indien het lighaam van een zwak mens 150 ℔ weegt, hetzelve gevoegd by 125 ℔ het geheele gewigt, door hem opgeligt, tot 275 ℔ maakt. Indien dan een ſterker mans lighaam ook 150 ℔ weegt, zal het geheele gewigt, door hem opgeligt, 550 ℔ zyn; dat is 400 ℔, en de 150 ℔ die zyn lighaam weegt. *Topham* weegt ontrent 200 ℔, die, gevoegd by de 800 ℔, die hy ligt, 1000 ℔ maakt; maar hy moeſt 900 ℔ ligten behalven het gewigt van zyn lighaam, om tweemaal zoo ſterk te

IV. Les. te zyn als een man van 150 ℔ gewigt, die 400 ℔ kan ligten.

Maar dewyl alle menſen niet naar Evenredigheid ſterk zyn in elk deel, maar de één ſterkſt is in de Armen, de ander in de beenen, een ander weêr in den Rug, naar 't werk en de oeffening, waaraan ze gewend zyn, kan men van iemands ſterkte niet oordeelen uit het ligten alleen; maar men kan wel een Regel vinden, om de ſterkte van verſcheiden menſen in dezelfde deelen met elkander te vergelyken, en dat wel zonder verrekking van de perſonen, die de Proef nemen.

Hier volgt de manier, waarop het geſchiedt, die my meegedeeld is door den Ridder Richard Graham Lid van de K. Sociët. *waarby ik eenige kleine byvoegingen gedaan heb. Maar de eerſte aanleiding is van Mr.* Geo. Graham.

Pl. XXIX. *Fig.* 2.

Pl. XXIX. Fig. 2. ABCD is een ſterk houten geſtel met een gat door het ſtaande ſtuk DC in D, groot genoeg om een yzeren rol-ronden Bout van een duim over 't Kruis of wat grooter in te laten, terwyl 'er een ſterke yzeren plaat aan weêrskanten gehegt is, opdat het yzer het gat niet verleiden zouw. Op dezen Bout is een Vierkant, welkes zyde ontrent een duim en een agtſte is, om 'er de twee loſſe en ongelyke Armen van een gebogen Hefboom DF en DE aan te ſchuiven, en dan wordt 'er een ſterke Moer *d* over dezelven geſchroefd in D, om alles wel ſtyf te houden. De Arm DE, die gelyk een Unſter een groot gewigt W moet dragen, wordt weêrhouden, dat hy niet beneden een waterpas Stand kan vallen, door een yzeren Pen in K, waardoor de korte Arm DF ook belet wordt te hellen naar G; maar beide de Armen zyn beweeglyk om den As D naar *e* of N. De Arm DF heeft boven aan een rond dwars ſtukje ontrent zes duim lang, gelyk te zien is in de afzonderlyke afbeelding *df*. Aan het ſtaande ſtuk AB is vaſtgemaakt het yzer LN, óok met een dwars ſtuk boven aan (zie *nl*) met gaten voor yzeren pennen, om het op zyne plaats vaſt te zetten. Nog is 'er een ander ſterk ſtuk yzer HGI, 't welk aan den houten Standaard, die den Hefboom draagt, vaſtgemaakt wordt met een ſterke Houtſchroef in I, en de Pen K, die door hare Wangen en den Standaard heen ſchiet. Zie deszelfs afzonderlyke afbeelding in *bg* I. S is een Bos of Ring om 'er om te leggen, wanneer men den ſtaanden Arm van den Hefboom niet gebruikt. M is het Zwaarte-punt van den Unſter DE.

Pl. XXIX. Fig. 3.

1. Door dit Werktuig wordt iemands ſterkte op deze wys beproefd. Houd met de ſlinkerhand vaſt het ronde gedeelte van 't dwars-ſtuk of den Hilt in N, en 't ronde gedeelte van den Hilt in F met de regter hand, en breng uwe regter naar de ſlinker hand in den Streek van FN, 't welk DE zal bewegen, en 't gewigt W opligten. Wanneer ge het pas kunt opligten, dat ge FD van de Pen in K doet afwyken, zal de kragt van de Armen dus gevonden worden. Vermeenigvuldig het Gewigt W (onderſtel een half Honderd, of 56 ℔) door deszelfs afſtand uit het Middelpunt, *nam.* WD (dien we hier 15 duim onderſtellen zullen) 't welk geeft 840 voor de *gantſe Kragt* [*Momentum*] van W aan den Unſter. Doe 'er dan by de *gantſe Kragt* van den Unſter zelf, die gy hebben zult met te vinden, wat gewigt den Unſter zelf kan ophalen aan zyn Zwaarte-punt, *nam.* het gewigt *w* (*Fig.* 3.) dat hem ophaalt aan een touw, dat over de Katrol C gaat; en vermeenigvuldigende dat gewigt door MD, deszelfs Afſtand uit het Middelpunt (dien we hier 10 duim zullen onderſtellen) zult ge 60 hebben, welk getal gevoegd by 840, een ſom maakt van 900, en die Som verdeeld door FD, den Afſtand van 't Vermogen, zal 90 ℔ geven voor de kragt van den arm van den man, die zyne handen aanvoegt in F en N. Indien een ander man opligt het dubbel van 't Gewigt W + zooveel Gewigt, als overeenkomt met het dubbel van 't Gewigt van den Unſter in M, is hy tweemaal zoo ſterk. Het verſchuiven van 't Gewigt W naar E wyſt ook aan, hoeveel de kragt grooter zy, inplaats dat men Gewigt in W byvoegt.

Op

Op dezelfde wys kan men ook vinden, wat kragt de armen konnen doen in het trekken van elkander af, door de ééne hand aan te voegen in F en de andere in H (*Fig.* 2). En om de kragt te onderzoeken, waarmeê *Topham* den Vuur-vroeter die agter zynen Nek droeg, omboog, moet een man een ſtuk leer om zynen Nek doen, dat vaſtgemaakt moet worden aan F. Wanneer het hoofd dan geplaatſt wordt aan de zyde N van N L, moet hy den Hilt in N met beide zyne handen vaſthouden, en zyne handen vooruit ſtooten, gedurig met zynen Nek agteruit trekkende, om F naar N te brengen.

2. De derde *Figuur* is een houten Stelzel met de ſtaande ſtukken A B, C O een weinig verder van elkander, zoodat 'er een man kan ſtaan op de ſterke plank F G, en met den Riem en ketting door het gat H den Unſter ophalen aan den haak I, welke Unſter in dit geval het ſtaande ſtuk F D niet heeft, maar inplaats van een gebogen Hefboom een Hefboom wordt van de derde ſoort, waarin D I de Afſtand van 't Vermogen is, en D W de Afſtand van 't Gewigt; en derhalven zal $\frac{W \times WD + w \times MD}{DI}$ 't Gewigt op zigzelven [*the abſolute Wheigt*] zyn, dat geligt wordt, of de kragt van de Spieren, die de Beenen uitſtrekken. Maar hier moet het Gewigt van den Romp van 't lighaam bygevoegd, en in aanmerking genomen worden, omdat de één mens zwaarder is, dan de ander. NB. *De Ruſt K maakt, dat de Hefboom niet beneden den waterpas Stand kan vallen; en* w, *trekkende over de Katrol* C, *toont aan, hoe de Hefboom werke in zyn Zwaarte-punt: zoodat wanneer* w *aangehangen is, de Hefboom aangemerkt moet worden als een Gereedſchap zonder gewigt.* IV. Les. Pl. XXIX. Fig. 2.

3. De 4de *Figuur* heeft den Unſter in D E met een houten Rol, van anderhalven duim of twee duim over 't Kruis, aan zynen As, van agteren verlengd in D F, welke Rol afzonderlyk geteekend is in *d f*, en haar yzeren As in *g b*, en de Moer in *i*. Pl. XXIX. Fig. 4.

4. De 5de *Figuur* verbeeldt een Werktuig om de ſterkte van de Vingers te beproeven; waarin, wanneer ge den voorſten Vinger onder H ſteekt, en den derden Vinger onder G, dat vaſte punten zyn, den middelſten Vinger duwen kunt op N, om een Gewigt in W te ligten, op dezelfde wys als *Topham* de ſtukken van een tabaks-pyp brak. Indien de hand met de Palm of 't hol naar boven gehouden wordende, de twee voorſte Vingers en de agterſte met den Ping ingeſtoken worden onder G en H, en de Duim op N drukt, zal dit aantoonen, op wat wys de randen van tinnen kannen en zilveren bekers tot één genepen zyn van menſen, die ſterk in de Vingers waren, en dus zal de kragt blyken, die iemand in zulk een werking doen kan *enz.* NB. *De 6de Figuur is maar een gedeelte van de 5de wat grooter geteekend.* Pl. XXIX. Fig. 5. Pl. XXIX. Fig. 3. Pl. XXIX. Fig. 6.

V. LES.

VAN DEN RIDDER IZAK NEWTONS DRIE WETTEN VAN BEWEGING.

1. Daar zyn verſcheiden eenvoudige Werktuigen of Gereedſchappen, die men zouw konnen tellen onder die Gereedſchappen, die men gemeenlyk, dog verkeerdelyk, Vermogens van de Beweegkunde [*Mechanical Powers*] noemt; die ik in de III. Les met voordagt heb overgeſlagen (of alleen gemeld zonder hare manier van werking te verklaren; omdat de kennis van de Wetten van Beweging noodzakelyk is, om te begrypen, op wat Grond zy werken: En zulke zyn de *Storm-ram*, de *Hamer* of *Slegge*, de *Slinger-boom*, de *Cirkel-Slinger* [*the circular Pendulum*] de *Werp-Slinger* [*Sling*] en de *Boog* of *Veêr*.

Ik zal derhalven voor eerſt deze Wetten overwegen, en eenige Gevolgen uit dezelven trekken, die ik door Ondervindingen zal ophelderen, en ze onder anderen gebruiken tot het verklaren van deze Werktuigen.

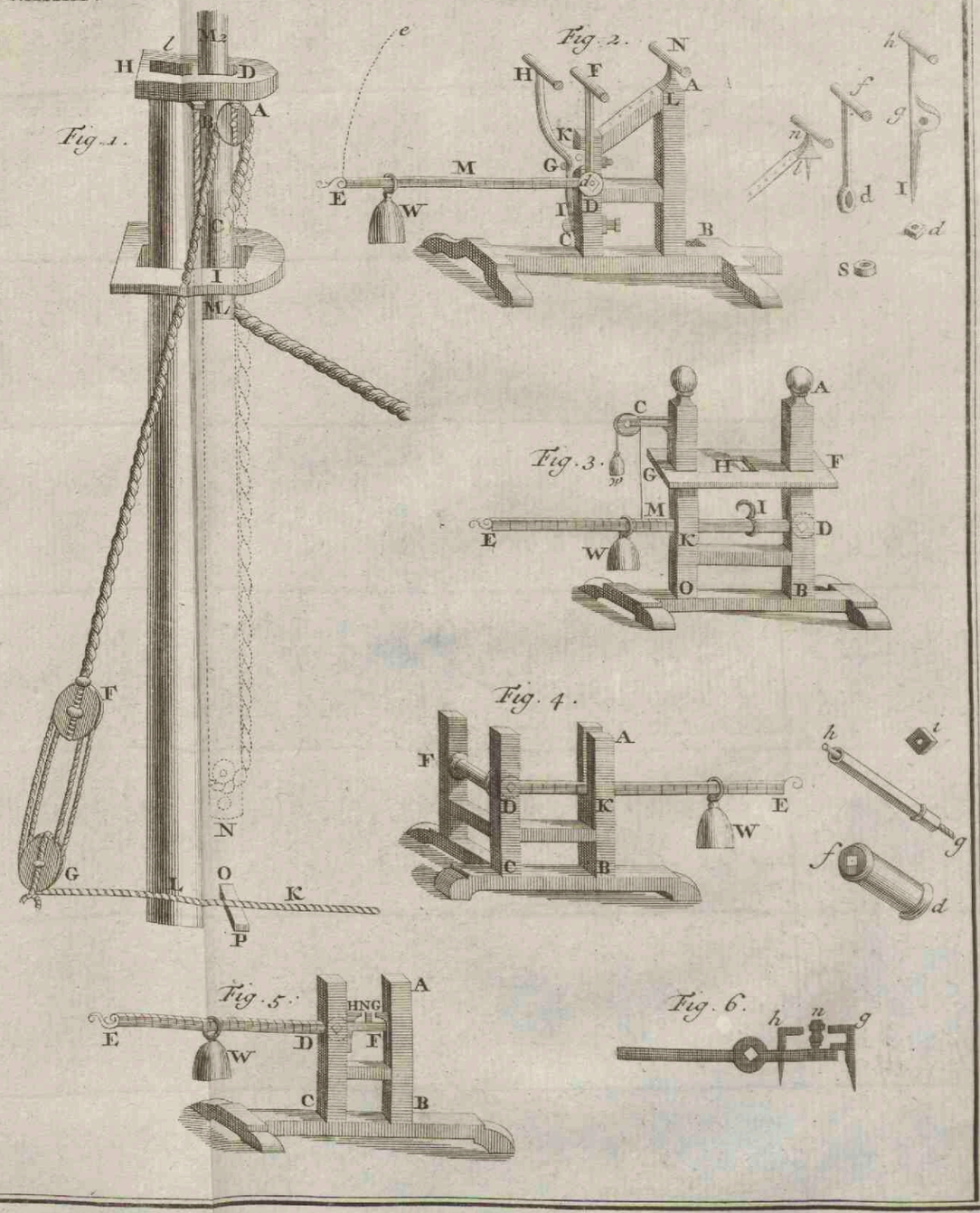
I. WET.

Alle lighaam volhardt in een ſtaat van Ruſt of van gelykvormige Beweging in een regte Lyn, tenzy het door ingedrukte Kragten genoodzaakt worde dien ſtaat te veranderen.

2. Daar is in alle Stof (tot wat ſoort van lighaam ze ook gevormd mag zyn) een Werkeloosheid [*Inactivity*], waardoor ze Weêrſtand biedt aan alle Kragt, die ze van ſtaat zoekt te doen veranderen, naar Evenredigheid van hare Hoeveelheid van Stof, en dit wordt de *Vis Inertiæ*, of Kragt van Werkeloosheid [*Force of Inactivity*] genoemd. Want het is voor een lighaam alzoo onmogelyk uit Ruſt van zelf tot Beweging over te gaan, als zyne gedaante van de ééne in een andere te veranderen. Dit 's duidelyk te beſeffen, en ik geloof niet, dat 'er iemand aan twyfelt; maar het tweede deel van deze Wet komt zoo duidelyk niet voor zonder een weinig oplettendheid.

Men

PL. XXIX.


Fig. 1.
l
M
H
D
A
B
C
I
ML
F
G
L
O
K
N
P
Fig. 2.
e
N
H
F
A
L
K
G
M
E
W
I
D
C
B
h
f
g
n
d
I
d
S
Fig. 3.
C
A
H
F
w
G
M
I
D
E
K
W
O
B
Fig. 4.
A
F
D
K
E
W
C
B
h
i
g
f
d
Fig. 5.
HNG
A
E
D
F
W
C
B
Fig. 6.
h
n
g



Men begrypt wel klaarlyk, dat 'er iets, 't welk van buiten werkt V. Les.
[*extrinſecal Agent*] zyn moet, of een Vermogen, dat niet wezentlyk is aan 't lighaam, of daar niet noodzakelyk toe behoort, om 't aan 't bewegen te helpen; maar men beſeft zoo ſchielyk niet, dat een lighaam, 't welk in Beweging is, altyd zouw blyven bewegen zonder de werking van iets, van buiten werkende; omdat men de lighamen hier op aarde van langzamer hand hare Bewegingen ziet verliezen, en uit gebrek van te letten op alle de oorzaken, die de Beweging van lighamen vernietigen, verbeeldt men zig, dat de Beweging uit zigzelve verflaauwt, en ten laatſten vergaat. Maar wanneer men bedenkt, wat buiten-oorzaken Beweging vertragen en vernietigen, zal men wel haaſt beſeffen, dat, indien die oorzaken weggenomen waren, een lighaam, eens in Beweging gebragt in zekeren Streek, in die Beweging en in dien Streek altyd zouw volharden.

Een ſteen, met de hand voortgeworpen, gaat voort met de beweging, die hy van de hand ontvangen heeft, en zouw altyd in dien ſtaat van beweging volharden, indien 'er nog lugt nog Zwaarte-kragt was. Wanneer men zyne gedagten laat gaan over den Weêrſtand van de lugt, begrypt men duidelyk, dat het lighaam in 't voortgaan de deelen van de lugt moet wegdryven, om zig een weg te banen; en dewyl het beweging moet meêdeelen aan die deelen, die het wegdryft, moet het zelf zooveel beweging verliezen, als het meêdeelt; zoodat het na verloop van eenigen tyd, en na zekeren weg afgelegd te hebben, onbeweeglyk in de lugt moet blyven hangen; dat is, indien 'er niets anders dan de lugt op werkt. Maar behalven de lugt, verandert de Zwaarte kragt (die een neêrwaarts ſtootende Kragt is) deszelfs Streek, en brengt het trapsgewys op den grond. Deze poging, die elk lighaam heeft, om in zynen ſtaat van beweging te volharden, ſchynt aan ſommigen niet eigenlyk een Kragt van Werkeloosheid [*Vis Inertiæ*] genoemd te moeten worden, maar wanneer men bedenkt, dat het lighaam enkel lydelyk is, uit zigzelven niets van zyne beweging vermeerderende, of afdoende, zal men bevinden, dat het zelf in dien ſtaat geheel werkeloos is. Dus is een levende vis, dien men, op den oever van een Rivier ſtaande, met den Stroom ziet meêſlepen, in die beweging geheel werkeloos, en blyft in die beweging, zoolang hy werkeloos is: het moet een werking zyn (evengelyk aan de Kragt van 't water) die hem tot ruſt kan doen komen, en zoo doen ſchynen aan den toekyker op den oever. On-

V. Les. Onderſtel, dat een man zekere Kragt oeffent, om een Schyf [*Bowl*] te rollen in een *Bowling-green*, die niet gemaaid nog gevlakt is, en ze met die Kragt maar 20 yards ver kan ſchieten; zoo zal hy, indien de baan gemaaid is, haar met dezelfde Kragt verder ſchieten, by voorbeeld 30 yards; en indien de baan zoowel gevlakt als gemaaid is, zal de zelfde Kragt de Schyf (by voorbeeld) 40 yards verſchieten, en nog verder, indien 'er meêr hinderpalen weggenomen worden; waar uit men ligtelyk kan beſluiten, dat de Schyf, indien de Vlakte, waarop ze rolt, volmaakt glad en Wiskunſtig effen, en de Schyf volkomen ból-rond gemaakt, en de Weêrſtand van de lugt geheel en al weggenomen kon worden, altyd rollen (of liever glyen) zouw op die Vlakte, indien ze oneindig uitgeſtrekt was.

3. We hebben door een aanhaling uit den Ridder *Izak Newton* (in onze III. Les N. 85. Bladz. 184.) bewezen, dat, indien 'er op een lighaam gewerkt wordt door twee Kragten, welker Streken eenigen

(1) Indien drie, vier, vyf of een ander getal van Kragten te gelyk op een lighaam werken, dient dezelfde Regel, om de Lyn aan te wyzen, waarin het lighaam bewegen zal, die 't gevolg [*reſult*] zal zyn van alle de Kragten by-één gevoegd. By voorbeeld, indien vier Kragten, welker Hoeveelheden en Streken verbeeld worden door de lengtens en Standen der Lynen AB, AC, AD, AE (Pl. XXX. *Fig.* 1.) te gelyk werken op een lighaam in A; laat ons dan voor eerſt trekken Ba en aC, evengelyk en evenwydig met de Lynen AB en AC, elk aan de hare, en, dus den Raam ABaC voltooid [*Compleat*] hebbende, de Hoeklyn Aa trekken, waarin het lighaam bewegen zouw, indien 'er de twee Kragten AB en AC maar alleen op werkten. En dewyl we bewezen hebben, dat het lighaam alleenlyk door ééne Kragt, welker Hoeveelheid en Streek verbeeld worden door de lengte en den Stand van Aa, eveneens bewegen zouw, als het doet door de werking van de twee Kragten AB en AC; mogen we dezelven wel aanmerken als ééne eenige Kragt Aa, welke indien we ſamenvoegen met de Kragt AD, zullen we hebben de Hoeklyn A*a* van den vol ooiden Raam A*a*aD, voor de Lyn, waarin het lighaam, waar op de drie Kragten AB, AC en AD werken, bewegen zal, net op dezelfde wys, als of 'er maar de twee Kragten Aa en AD op gewerkt hadden. Drie Kragten dan dus gebragt zynde tot ééne, verbeeld door A*a*, kan men A*a* paren met AE de vierde Kragt, en zoo de Hoek-lyn A« hebben van den voltooiden Raam A*a*«E, die de Lyn zal wezen, waarin een lighaam bewegen zal door de vereenigde werking van vier Kragten.

Pl. XXX. Fig. 1.

NB. *Met welke van de vier Kragten men ook beginnen mag, de Lyn* A« *zal altyd de Hoeklyn wezen van den laatſten Raam.*

Op dezelfde wys kan men 't Gevolg vinden van de werkingen van allerlei getal van Kragten.

(2) Wanneer men hier geen agt op geeft, oordeelt men dikwyls zeer verkeerdelyk van de Beweging en Aanbotzing [*Percuſſion*], met een ſcheuinen ſlag dikwyls te nemen voor eene in 't Lood, en een in 't Lood voor een ſcheuinen, en uit hoofde van die Misſlagen valſe Gevolgen uit Verſchynzelen te trekken. Dit zal dui-

gen Hoek maken, het lighaam bewegen zal in de Hoek-lyn [*Diago-nal*] van een Raam, welkes twee rakende [*Contiguous*] Zyden (door hare lengtens) afbeelden de ééne de Hoeveelheid van de ééne en de andere van de andere Kragt, en (door hare Nadering naar elkander toe [*Inclination*]) hare Streken: als mede dat het lighaam door de werking van de twee gemelde Kragten (1) de geheele Hoek-lyn zal doorloopen in denzelfden tyd, dat het ééne van beide de rakende Zyden ten ende zouw geloopen hebben, indien 'er maar ééne van de Kragten op gewerkt had. V. Les.

Dit wordt zoo op ſtaande voet niet begrepen van menſen, die aan wiskunſtige Redeneringen niet gewend zyn; omdat zy, terwyl ze agtgeven op de ééne van de Kragten, niet letten op de andere; maar het zal zeer duidelyk blyken, wanneer men zyne gedagten laat gaan over gevallen, waarin de ruimte, in welke het lighaam beweegt, gevoerd wordt (2) in een Streek, verſchillende van dien, waarin het lig-

duidelyker blyken door een Afbeelding. (Zie Fig. 2.) GHBA en ABDC zyn twee Vierkanten of Ramen, op elkander ſtaande, en van elkander geſcheiden alleen door de Vlakte of Lyn AE; en daar is een lighaam, beweeglyk op de Lyn GA van G tot A. Laat ons eerſtelyk onderſtellen, dat het lighaam valt * van G tot A in dezen Stand van de Ramen; dan zal de Raam ABDC den ſlag van 't vallende lighaam ontvangen in A, dewyl de ſlag geſchiedt in een Streek, die in 't Lood is op AE. Laat dan de Raam GHBA zoo gezet worden voor den anderen, dat de Lyn GA regt voor AC zy, en de Lyn HB voor BD (of, om meêr op zyn Wiskunſtenaars te ſpreken, laten deze Lynen op elkander vallen [*co-incide*], elk op de hare) dan zal het lighaam, vallende van G tot A, ook beſchryven de Lyn AC in 't Lood met AE. Ten derden, laat het lighaam, terwyl de Ramen nog voor elkander zyn, weêr vallen langs de Lyn GA, die nu voor AC is; maar laat net tegelyk met het begin van den val der Raam GHAB (waarin het lighaam is) waterpas bewogen worden in den Streek AE, zoodat hy kome in den Stand BEFD, wanneer het vallende lighaam bewogen is zyne lengte GA, waardoor het gebragt zal zyn tot D inplaats van C, terwyl de Raam ABDC gedurende dien tyd onbeweeglyk is. Door dit middel zal het lighaam, in zyne beweging voortgevoerd met zynen eigen Raam, op den Raam ABDC beſchreven hebben de Hoek-lyn AD, terwyl het op zynen eigen Raam maar beſchreven heeft de Lyn GA, nu afgebeeld door BD. Zoodat iemand, onderſteld wordende te ſtaan in den Raam GHBA, wanneer dezelve voor ABDC is, en de beweging van den Raam, waarin hy gevoerd

Pl. XXX. Fig. 2.

* *Schoon we hier 't woord* Vallen *gebruiken, moet men egter onderſtellen, dat het lighaam neêrkomt met een gelykvormige, en niet verſnelde beweging, om de verklaring te gemakkelyker te maken; ſchoon het even waaragtig zy, wanneer men de beweging als verſneld aanmerkt.*

V. Les. lighaam onmiddelyker ſchynt bewogen te worden. By voorbeeld,
Pl. XXX. Fig. 5. laten we eens onderſtellen, dat TS (Pl. XXX. Fig. 5.) een Trekſchuit

voerd wordt, niet gevoelende, onderſtellen zal, dat de beweging van 't lighaam waarlyk [*abſolutely*] geweeſt is in de Lyn BD, in 't Lood op AE, daar ze alleen maar in zeker opzigt of in ſchyn [*relatively*] zoo geweeſt zy, maar *waarlyk* in de Lyn AD, ſcheuin op AE, gelyk in de Les N. 3. bewezen wordt.

Ten vierden, laat ons onderſtellen, dat de Raam GHBA ſtaat op den anderen ABDC, en waterpas bewogen wordt op de Lyn AE, terwyl het lighaam valt van G tot A, zoodat hy in den Stand HIEB is, wanneer het lighaam neêrgekomen is tot A, welk punt nu overgebragt is tot B. Iemand, die geen agt geeft op deze zy'lingſe beweging van den Raam, waarin hy geplaatſt is, zal zig verbeelden, dat de ſtoot of bons in B geſchied is in den Streek HB, in 't Lood op AE; en nog te meêr, omdat de Kragt van den bons niet grooter zyn zal, dan dat het lighaam bewogen was in de Lood-lyn HB, uit hoofde van de ſcheuinheid. Want ſchoon door de beweging van den Raam, die het lighaam doet gaan in de Hoeklyn GB, deszelfs Snelheid, (gevolgelyk deszelfs gantſe Kragt [*Momentum*]) vergroot wordt in de Reden van GA tot GB, moet egter de Kragt van den bons uit hoofde van de Scheuinheid weêr verminderd worden in de Reden van GB tot GA, of van den *Straal* tot de *regte Hoekmaat* van den Hoek van Helling, gelyk we bewezen hebben in het geval van ſcheuine Trekking. (*in de 5 en 7. Aanteek. op de III. Les* Bladz. 112 en 132.

Ten vyfden, laat ons onderſtellen, dat de Raam GHBA op den anderen Raam ABDC ſtaat, gelyk we eerſt onderſtelden, maar dat het lighaam naar beneden beweegt in de Lyn HB. In dat geval zal het lighaam den Raam ABDC ſtooten in B in den Streek HB in 't Lood op AE, en indien de bovenſte Raam gezet wordt voor den onderſten, zal de Lyn BD en BH op den zelfden tyd beſchreven worden door een beweging van het lighaam in 't Lood met AE.

Ten zesden, laat de Raam GHBA gezet worden voor den Raam ABDC, die we onderſtellen zullen dat agter den anderen beweegt, terwyl het lighaam naar beneden gaat van H tot B, welke punten nu zyn in den ſtand van B en D; zoodat het lighaam in zynen geheelen Val neêr kan komen tot D, wanneer de Raam ABDC gekomen is tot den Stand BEFD, het punt D gekomen zynde tot F en het punt C tot D, alwaar 't het lighaam ontmoet inplaats van 't punt D, alwaar het lighaam te voren kwam. In dit geval zouw een man in B, meê gevoerd met den Raam ABDC, indien hy zyne eigen beweging niet gewaar werd, zig verbeelden, dat het lighaam waarlyk beſchreven had de Hoeklyn ED ſcheuin op AE, daar ze maar in zeker opzigt of in ſchyn [*relatively*] beſchreven was: want het lighaam beſchryft, eigenlyk geſproken, geene andere Lyn dan BD in 't Lood met AE. Want wanneer de Raam ABDC gekomen is in den Stand *abdc*, zal het lighaam gedaald zyn van B tot 1, 't welk een punt is gemeen met de Hoek-lyn *bc*, en de Lood-lyn van de daling BD, en gevolgelyk ſchynen beſchreven te hebben *b*1, daar het niets anders dan B1 beſchreven hebbe. Verder wanneer de bewogen Raam gekomen is in den Stand *efgb*, zal het lighaam zyn in 't punt 2, gemeen met de Hoek-lyn *fb* en de Lyn van Daling BD, ſchynende beſchreven te hebben *f*2, daar het alleenlyk beſchreven hebbe B2: en wanneer de Raam ABDC gekomen is in den Stand BEFD, zal iemand, die 'er in meê gevoerd is, en zyne beweging niet is gewaar geworden, zig verbeelden, dat het lighaam beſchreven heeft de geheele Hoek-lyn ED ſcheuin op AE, daar het waarlyk beſchreven hebbe de Lyn BD in 't Lood met AE.

Ein-

ſchuit is, waarmeê men in Holland reiſt (ik meen de platte Grond v. Les.
daar van) H*hg* G de gragt, waarin de ſchuit vaart in den Streek T*s*,
en

Eindelyk, laat ons onderſtellen, dat de Raam GHBA onbeweeglyk is boven ABDC, welke laatſte waterpas bewogen moet worden de lengte BE, terwyl het lighaam valt van H tot B. In dit geval zal de ſlag door den Raam ABDC gevoeld worden in 't punt A inplaats van in B, dewyl het punt A nu gekomen is tot de plaats van B, net wanneer het lighaam daar gekomen is. De ſlag zal ook ſcheuin ſchynen, als of hy aangekomen was in de Hoeklyn IB, en dat te meêr, omdat deszelfs Kragt minder zal zyn, dan dat de ſlag geſchied was in het punt B van den bewogen Raam, in de reden van IB tot HB, dat is, van den *Straal* tot de *regte Hoek-maat* van den Hoek, waarin de Raam ABDC door zyne zy'lingſe beweging den ſlag krygt.

NB. Het verſchil tuſſen dit en 't 4de geval beſtaat hierin: dat, ſchoon de ſcheuinheid van IB dezelfde zy, als die van GB, de Kragt van den ſlag egter grooter is in dat geval, dan in dit. Want in dat geval is de zylingſe beweging van den Raam, die 't lighaam meêvoert, een tweede Kragt, die 'er bygevoegd wordt, de vereeniging van welke Kragten het lighaam waarlyk voert in de Hoek-lyn, en deszelfs *gantſe Kragt* [*Momentum*] vergroot, welker uitwerking alleenlyk verminderd wordt door de ſcheuinheid van den Hoek GBA: maar in dit laatſte geval heeft het lighaam, dat niets meêr beſchryft dan de Loodlyn HB, geene vermeerdering van *gantſe Kragt*, dewyl de zylingſe beweging van den Raam ABDC geene Kragt aan 't lighaam toevoegt, maar integendeel de uitwerking van deszelfs Kragt vermindert door deszelfs Kragt ſcheuinelyk te ontvangen, en dat in de Reden van IB tot HB.

Indien de Raam ABDC langzamer bewogen had, by voorbeeld, indien hy maar geweeſt was in den Stand *abdc*, toen het lighaam zynen geheelen weg HB had neêrgeloopen, zouw hy deszelfs ſlag gekregen hebben in zyn punt *e*, dat nu in B is, en de ſcheuinheid zouw zoogroot niet geſchenen hebben, omdat de Streek van beweging dan geſchenen zouw hebben te zyn in de Lyn KB, die ook minder van de Kragt van den ſlag afgenomen zouw hebben. Maar indien ABDC ſchielyker bewogen was, dan wy eerſt onderſtelden, zouw de ſcheuinheid van beweging grooter geſchenen hebben in Evenredigheid van de ſcheuinheid van den ſlag, welkes Kragt meêr verminderd geweeſt zouw zyn.

De Waarheid, die we verklaard hebben, is van veelerhande gebruik niet alleen in de Beweegkunde, maar ook in alle gemengde Wiskunſt. Ik zal 'er één voorbeeld van bybrengen in de Ligtkunde [*Opticks*] met aan te toonen, hoe de jaarlykſe beweging van de Aarde om de Zon een gevolg zy van eenige Waarnemingen ontrent de vaſte Sterren, gedaan door dien oplettenden en naauwkeurigen Sterrekundigen, den Eerw. Heer *James Bradley*, *Savilies* Hoogleeraar in de Sterrekunde op de hooge School te *Oxford*. Die de Sterrekunde en klootſe Driehoeks-meting verſtaan konnen zyn eigen berigt van zyne Waarnemingen, en de gevolgen, die hy daar uit getrokken heeft, zelf lezen in de *Philoſ. Transact.* N. 406. Maar dewyl de gronden, die we in dit eerſte Deel tot dusver verklaard hebben, den Lezer niet in ſtaat ſtellen, om 't berigt van den Heer *Bradley* te begrypen, zal ik 'er maar even zooveel van verklaren, als noodig is, om de toepaſſing te maken van 't geen we wegens de ſcheuine beweging gezegd hebben, en tegelyk die gewigtige ontdekking van de beweging van de Aarde buiten twyfel te ſtellen.

Om te beter verſtaan te worden, zal 't niet ondienſtig zyn, dat ik hier een uitweiding doe over de gevoelens van de

V. Les. en A en B twee perſoonen zyn, die tegen elkander over in de ſchuit zitten. Onderſtel nu, dat de perſoon A iets toegooit, by voorbeeld een

Filozofen ontrent de beweging of onbeweeglykheid van de Aarde, en de manieren, die zy gebruikt hebben, om dit ſtuk vaſt te ſtellen.

Schoon het eerſte begrip, dat de vroegſte Waarnemers der hemelſe bewegingen, na het ontdekken van de rondheid van de Aarde, naar alle waarſchynelykheid gehad hebben, geweeſt zal zyn, dat de Hemel met de Zon, Maan en Sterren, om de Aarde als om een vaſt punt draaijen, zyn evenwel eenige Filozofen al vroeg van gedagten geworden, dat de Zon in 't Middelpunt van de weereld [*Syſtem*] was, en dat de Aarde en alle de Dwaalſterren om de Zon omwentelden, gelyk *Pytbagoras*, *Filolaus* en anderen. Maar *Ptolemeus* en zyne navolgers hebben het andere gevoelen verdedigd, dat wel meeſt overeenkomt met het begrip van 't Gemeen, die zig de Aarde verbeelden als een zeergroot lighaam in vergelyking van de Zon en Dwaalſterren, en onbeweeglyk, gelyk hunne uiterlyke zinnen hen ſchynen te leeren. Maar toen de Sterrekundigen kwamen tot het waarnemen van de bewegingen der Dwaalſterren, welker oogenſchynelyke onregelmatigheid niet verklaard kon worden op de onderſtelling van de onbeweeglykheid van de Aarde, en ontdekt was, dat de Zon zeerveel grooter was dan de Aarde; als mede dat de dagelykſe beweging van de Aarde om haren As alle de Verſchynzelen van dag en nagt, en alle de andere bewegingen, aan den eerſten Beweeg-Hemel [*primum Mobile*] toegeſchreven, op kon loſſen, gelyk de jaarlykſe beweging alle de Verſchynzelen van de Jaargetyen oploſt, en opheldert alle de zwarigheden ontrent de Stilſtanden [*Stations*] en Teruggangen [*Retrogradations*] der Dwaalſterren; is by de meeſte luiden aangenomen het gevoelen van de beweging van de Aarde, dat van *Kopernikus* weêr levendig was gemaakt, als de redelykſte Onderſtelling; maar nog kon dit zonder Bewys niets meêr dan een Onderſtelling wezen; ſchoon 't gebruik van Verrekykers, in later tyden uitgevonden, de waarſchynelykheid van de *Kopernikaanſe* Onderſtelling veel vermeerderd hebbe, door te bewyzen uit de Schyn-geſtaltens [*Phaſes*] van Merkurius en Venus, dat ze buiten allen twyfel om de Zon bewegen en niet om de Aarde. De Filozofen hebben daarom gearbeid, om zulke Waarnemingen te maken, die op de ééne of de andere manier een wiskunſtig Bewys gaven; en hiertoe heeft men voornamenlyk bedoeld een jaarlyks Verſchil-zigt [*Paralaxis*] in de vaſte Sterren te vinden, waarvan de manier ligtelyk verſtaan zal worden door behulp van de 3. *Figuur* van *Plaat* XXX.

Pl. XXX. Fig. 3.

E O *e* verbeeldt den Wandel-kring [*Orbit*] van de Aarde, welkes langſte Middellyn is E *e*, S een vaſte Ster, die een Waarnemer in E ziet met den Gezigt-ſtraal S E, die in den Winkel-haak is met E *e* en met de Vlakte van den Zons-weg [*Ecliptick*] E O *e*. Indien men onderſtelt, dat deze Waarneming geſchiedt in *Juny*, zal een halfjaar daarna, wanneer de Aarde en de Waarnemer voortgegaan zyn van E tot *e*, den Afſtand E *e* van 't punt E, alwaar de Gezigt-ſtraal S E in den Winkelhaak of in 't Lood is, dezelfde Ster, weêr waargenomen wordende, niet meêr gezien worden met een lood-lyn-regten Straal, gelyk *s e*, maar met den ſcheuinen Straal S *e*, makende met de Lood-lyn een Hoek S *e s*, die evengelyk is aan E S *e*, den Hoek, waaronder de Middellyn van den Kring van de Aarde gezien zouw worden, indien de Waarnemer was in de Ster S; en die wordt de Verſchil-zigt-Hoek [*Parallactick Angle*] genoemd. Het is duidelyk te begrypen, dat de Ster, indien ze tweemaal zoover van de Aarde af was, by voorbeeld in Z inplaats van in S, gezien zouw

een bal aan den anderen perſoon B, en zoo over en weêr. Al 't volk in de ſchuit zal den bal, zoo toegegooid, aanmerken, als alleenlyk V. Les.

zouw worden met den Straal Z *e* en dat de Verſchil-zigt-Hoek tweemaal zoo klein zouw wezen, en gevolgelyk dat, hoe de Ster verder is naar Evenredigheid van de Middellyn E *e*, de Verſchil-zigt-Hoek ook kleiner zyn zal; zoodat indien de Ster op een onmetelyken afſtand is van de Aarde, de Middellyn E *e*, gezien uit de Ster (dat is, in opzigt van den afſtand van de Ster) niet meêr dan een punt of ſtip is, waarom de Verſchil-zigt-Hoek verdwynt. Nu, dus is het waarlyk met de zaak gelegen: want wanneer de Aarde gekomen is tot *e*, wordt de Ster, die op een onmetelyken afſtand is, gezien met den Straal *s e*; die, ſchoon hy een Hoek make met den Straal S E, evenwel op het gezigt evenwydig met denzelven ſchynt. Dit heeft de navolgers van *Ptolemeus* in hun gevoelen doen zegenpralen, en zeggen — dat de Kring E O *e* maar in inbeelding beſtaat, en dat de Aarde nooit van de plaats E vergaat; omdat de Ster zig altyd op dezelfde plaats vertoont, en de regte Hoek, dien S E maakt met de Vlakte van den Zons-weg, door de Zon en niet door de Aarde beſchreven, nooit verandert. De *Kopernikanen* hebben hier altyd op geantwoord, dat het gebrek van Inſtrumenten, die naauwkeurig genoeg waren, de reden was, dat de Hoek van Verſchil-zigt niet waargenomen kon worden, en hebben daarom getragt de naauwkeurigſte Inſtrumenten op de beſte wys tot dat oogmerk wel vaſt te ſtellen. De Heer *Flamſtead* maakte een Boog van een Cirkel vaſt aan een muur, om het Verſchil-zigt waar te nemen in de Noord-ſter, 't welk hy zig verbeelde 40 of 45 Sekunden te zyn; maar op die Waarneming kon men geenen ſtaat maken, omdat het niet waarſchynelyk is, dat de muur, waaraan hy zyn Inſtrument vaſtmaakte, net in alle zyne deelen in denzelfden Stand gebleven is van den éénen Zonne-ſtilſtand [*Solſtice*] tot den anderen. De Heer *Hook* heeft voorgegeven, dat hy een merkelyk Verſchil-zigt gevonden heeft in de vaſte Sterren, hetzelve waargenomen hebbende in de flikkerende Ster in 't Hoofd van den *Draak*, op een beter manier, die niet afhing van 't vaſtzetten van een Inſtrument; maar met een Verrekyker van 36 voet, die tot dat oogmerk ligtelyk regt gemaakt kon worden; maar zyne Waarnemingen, die men voor zeer naaukeurig gehouden had, waren vals, gelyk gebleken is uit die van den Heer *Bradley*, die we nu gaan melden. Sir *Izak Newton* is de eerſte geweeſt, die de beweging van de Aarde bewezen heeft, maar hy heeft het gedaan uit de Wetten van Zwaarte-kragt, en niet uit ſterrekundige Waarnemingen. Hy was zeeromzigtig om geloof te geven aan Waarnemingen, waaruit anderen het Verſchil-zigt der vaſte Sterren afleidden; en toen de Heer *John Rowley* van gedagten was een Voorwerp-Glas vaſt te maken aan éénen van de toorns van St. *Pauwels* Kerk op den top van de Spil * van den Trap, die voor een zeerlange Verrekyker zouw dienen, om de Sterren digt by het hemels Toppunt [*Zenith*] waar te nemen, om haar Verſchil-zigt te bepalen, verbood hy het Glas daar te ſtellen, opdat 'er in zoo gewigtig een ſtuk geene beſluiten gemaakt zouden worden uit gunſtig toegeſtaan Waarnemingen, gelyk hy zulke daarvoor hield; omdat het gebouw door 't zetten of treen den ſtand van dezen Verrekykers toorn wel verſchrikken kon. Nog een andere manier wordt 'er van Dr. *Gregory* voorgeſteld in de 9de Afdeeling van het 3de Boek zyner Sterrekunde, die hier op uit komt. Onderſtel, dat de twee Sterren S en Z (Pl. XXX. Fig. 3.) in éene Lyn zyn, Pl. XXX. Fig. 3.

* [NB. *Deze Spil is bol.*]

V. Les lyk bewogen in de Lyn A B, hetzy de ſchuit ſtil legge, hetzy ze voortga; ſchoon 'er dan alleen maar ééne Kragt werke op den bal, in zyn, zoodat een Waarnemer, die in dezelfde Lyn is, haar t'onregt neemt voor ééne Ster S. Het is zeker, dat, indien de Waarnemer verſchoven wordt tot *e*, of tot een anderen merkelyken afſtand van E, dat de Ster zig dubbeld zal vertoonen, omdat de twee nu den Hoek S *e* Z moeten onderſpannen [*ſubtend*]; en zulk een Waarneming hangt niet af van 't vaſtzetten van een Inſtrument aan een onbeweeglyk punt, of veel toeſtel, dewyl een Verrekyker, voorzien met een Klein-meter [*Micro-meter*] daar genoeg in ſtaat toe is. Men had hoop, om voordeel te trekken uit zulk een Waarneming, omdat de Heer *Kaſſini* verſcheiden Sterren zig dubbeld of driedubbeld had zien vertoonen op den éénen tyd en enkeld op een anderen tyd; gelyk de eerſte van *Aries*, of den Ram, die in 't hoofd van de eerſte van *Gemini* of van de Tweelingen, die in 't Zwaard van *Orion*, en eenige van de *Pleiades*; en na verder onderzoek vertoonden ze zig niet enkeld en dubbeld na verloop van zes maanden, en op een wys, die overeen kwam met het geen men van 't Verſchilzigt te wagten had; maar 't Verſchynzel der Sterren, die zig enkeld of dubbeld vertoonen, is aan een andere oorzaak toe te ſchryven: en de afſtand der vaſte Sterren is zoogroot, dat het verſchuiven van de Aarde 160 Milioenen [*Engelſe*] Mylen uit hare plaats niet in ſtaat is, om ons Sterren te doen ontdekken, die agter elkander zyn.

Dewyl vele geleerde luiden de *Beginzelen van* den Ridder *Izak Newton* niet verſtaan, en daarom niet beruſten in zyn Bewys van de beweging van de Aarde, dat hy uit de Wetten van Zwaarte-kragt afleidt, en die genen, die zyn boek verſtaan, nog wel een Bewys daar benevens wenſen te hebben uit ſterrekundige Waarnemingen; zyn 'er ſedert verſcheiden geweeſt, die getragt hebben een Verſchilzigt in de vaſte Sterren waar te nemen; en in 't jaar 1725, begon wyle de hoog-geagte Ridder *Samuel Molineux* met een Inſtrument, gemaakt en uitgevonden door dat oplettende Lid van de *koninklyke Sociëteit*, den Heer *George Graham*, (zooveel naauwkeuriger, dan dat van den Heer *Hook*, dat we zonder hetzelve nog in groote onzekerheid wegens het Verſchil-zigt der vaſte Sterren gebleven zouden zyn) in 't jaar 1725, zeg ik, begon de Heer *Molineux* de ſchitterende Ster in 't hoofd van den Draak (van *Bayer* gemerkt γ) waar te nemen, toen ze digt aan 's Hemels Toppunt [*Zenith*] paſſeerde. De Heer *Bradley* nam ze met hem te gelyk waar; en uit vele Waarnemingen met groote zorgvuldigheid genomen, bleek dat de Ster 39 Sekunden van een Graad noordelyker was in *September* dan in *Maart*, net andersom, dan 't zyn moeſt volgens het jaarlykſe Verſchil-zigt der vaſte Sterren. Dat is, de Waarnemers, die in *September* de Ster zagen in S in de Lyn E S, zagen ze in *Maart* daaraan volgende, inplaats van in S in de Lyn *e* S, en z in de Lyn *e* z. Deze vreemde vertooning verzette de Waarnemers, en de Heer *Molineux* overleed, eer 'er de oorzaak van ontdekt was. De Heer *Bradley* nam met een ander Inſtrument van 't zelfde ſoort dezelfde vertooningen waar niet alleen in die, maar ook in vele andere Sterren, en door vele proeven ten vollen verzekerd zynde, dat het Verſchynzel niet aan eenigen misſlag in het Inſtrument was toe te ſchryven, ging hy bedenken, wat de oorzaak zyn mogt, en vond, dat ze waarlyk was toe te ſchryven aan de beweging van de Aarde en de voortgaande [*progreſſive*] beweging van het Ligt. Zoodat de beweging van de Aarde nu vaſtgeſteld is door ſterrekundige Waarnemingen. Deze ontdekking van zooveel gevolg voor de Sterrekunde, en die men vele eeuwen te vergeefs gezogt had,

in den Streek A B, wanneer de ſchuit ſtil legt, waardoor hy waarlyk in die Lyn beweegt; maar, wanneer de ſchuit voortgaat, werkt 'er op

V. Les.

had, en ten laatſten verkregen heeft in 't jaar 1728, wordt myns wetens nog nergens gemeld, dan in de *Philoſoph. Transact.* N. 406. in een brief, aan den Heer *Halley* geſchreven door den ontdekker, wiens Zedigheid zoogroot is, als zyne groote Bekwaamheid in de Sterrekunde. Indien dit van ſommige andere Landaarten was uitgevonden, zouden we daar al lang geheele boeken over gehad hebben, op zyn groot ſcheeps opgeſteld. Het is waarlyk te verwonderen, dat 'er in den tyd van vyf jaren na de bekendmaking van deze ontdekking niemand van de buitenlandſe geleerde Heeren eenig gewag van gemaakt heeft, om 'er tegen op te komen, of 'er in te beruſten.

Hier zien we nu uit, dat het Verſchilzigt der vaſte Sterren veel kleiner is, dan tot dusver onderſteld was van hen, die voorgaven het zelve uit hunne Waarnemingen af te leiden; want inplaats van vele Sekunden kan het 'er niet één halen. Hieruit volgt, dat de gemelde Ster in 't hoofd van den Draak meêr dan 400000 maal verder van ons af is dan de Zon, dat het Ligt een weg, gelyk van de Zon tot de Aarde, bewogen wordt in 8 Minuten en 13 Sekunden, en dat de beweging van de Aarde in haren jaarlykſen Kring 10210 maal langzamer is, dan de beweging van 't Ligt, ſchoon de Aarde ontrent 56000 [*engelſe*] Mylen in een uur bewege.

Schoon de brief van den Heer *Bradley* zeerklaar zy voor Sterrekundigen, zal ik egter ten gevalle van die genen, die in de kennis van de hemelſe lighamen niet zeer bedreven zyn, (volgens myne beloften) op de duidelykſte manier tragten te bewyzen, hoe de voortgaande beweging van het Ligt, vergeleken met de beweging van de Aarde, een Ster (die, nadat ze waargenomen is in 's Hemels Top-punt, agtergelaten wordt door de beweging van de Aarde) zig doe vertoonen, als of ze voorwaarts bewogen was, tegenſtrydig met het geen men verwagten zouw.

Pl. XXX. Fig. 4.

Laten we eens onderſtellen, dat een Ster is in S, waarvan Ligt voortgezet wordt naar alle kanten in regte Lynen; maar we zullen hier maar twee van deze Stralen of Lynen beſchouwen, *nam.* S E en S*e*. E*e* is een Lyn, waarin de Waarnemer te gelyk met de Aarde gevoerd wordt in den jaarlykſen Wandel-kring; welke beweging (om onze verklaring te ligter te maken) wy onderſtellen zullen regtlynig te zyn, als mede dat de beweging van 't Ligt maar 6 maal ſneller is dan de beweging van de Aarde; zoodat een Ligt-deeltje de Lyn A E of S*e* zal doorloopen in den zelfden tyd, dat de Aarde de Lyn E*e* doorloopt. Dus volgt het dat, terwyl een Ligtdeeltje eenig gedeelte van de Lyn S*e* doorloopt, by voorbeeld S 1, 1 2, 2 3 *enz.*, de Aarde zal loopen door een deel, dat daar meê overeenſtemt, van de Lyn E*e*, te weten E*f*, *fg*, *gb*, *enz.* Indien nu de Aarde in ruſt was in E of *e*, zouw een Waarnemer de Ster van de Aarde zien in de Lyn E S of S*e* door middel van een ligtdeeltje, dat van S tot E of van S tot *e* zouw komen, maar nooit zouw hy de Ster zien in de Lyn *es*, als of ze in *s* was. Maar indien we onderſtellen, dat de Aarde van E afgaande bewogen wordt in de Lyn E*e*, ter zelfder tyd, dat twee Ligtdeeltjes, van de Ster S uitgaan, het ééne om te bewegen in de Lyn S E en 't andere in de Lyn S*e* *; volgt daaruit, dat de Aarde het punt E verlaten zal hebben, eer

Pl. XXX. Fig. 4.

* *Om den onmetelyken afſtand van de Ster moet men de Lyn* S E *aanmerken als evengelyk aan* S*e*.

V. Les. op den zelfden tyd een andere Kragt in den Streek A*a* op het ligchaam, dat door die ſamengeſtelde werking waarlyk gevoerd wordt in de Lyn A*b*, ſchoon de luî, die 'er by zitten, zig verbeelden, dat de bal nog al gaat in de Lyn AB, omdat zy zelf ook voortgaan, en niet bedenken, dat de Kragt, die de geheele ſchuit trekt, ook den bal voorttrekt, die 'er een gedeelte van is, zoowel als zy zelf. Maar dit zal duidelyk blyken voor 't gezigt van een man, die op den wal ſtaat in C: want wanneer de ſchuit ſtil legt, ziet hy, naar D op den wal aan de overzyde kykende, den bal bewegen, (gelyk hy waarlyk doet) in de Lyn AB. Maar wanneer de ſchuit beweegt, en van den ſtand TS komt in den ſtand *ts*, op den zelfden tyd, dat de bal overdwars beweegt van den perſoon in A tot den perſoon in B, is het klaarblykelyk (en 't zal gezien worden van een man op den wal in C) dat de bal beweegt in de Hoek-lyn A*b*, omdat de perſoon, die in B was, hem niet krygt, voordat hy door de beweging van de ſchuit gevoerd zy tot *b*; waarop diegeen, die tegen hem over zit, (ter zelfder tyd gevoerd zynde tot *a*) niet let, ſchoon het zoo zigtbaar zy voor den man in C. Zelf indien de man in C ſtond op een plank in AC aan de ſchuit vaſtgemaakt, zouw hy, als dan voortgevoerd zynde van C tot *c*, geen onderſcheid maken tuſſen de Lyn AB

eer het Ligt-deeltje, dat in de Lyn SE komt, gekomen kan wezen tot het oog van den Waarnemer, die in *e* zal zyn, wanneer het gemelde ligtdeeltje in E is; maar dan zal het andere deeltje, dat in de Lyn S*e* kwam, tot den Waarnemer zyn oog komen, net wanneer de Aarde tot *e* komt, en ſtooten hetzelve in den Streek *se*, als of het gemelde deeltje gekomen was van *s*; omdat, ſchoon het waarlyk kome in de Lyn S*e*, in den Haak met E*e*, de beweging van den Waarnemer in de Lyn E*e* hem een loodregten ſtoot doet ontvangen, als of hy waarlyk ſcheuin was, gelyk we bewezen hebben in het laaſte geval van Figuur 2. Bladz. 299: want indien we onderſtellen, dat de Raam ASeE Fig. 4. met de Aarde in den Hoek E zy'lings beweegt in den Streek E*e*, terwyl het Ligtdeeltje, dat van de Ster komt, beweegt in de Lyn S*e*, met zulk een Snelheid, dat het doorloopt S 1, terwyl de Aarde doorloopt E*f*; en 1 2, terwyl de Aarde doorloopt *fg*; en 2 3, terwyl de Aarde doorloopt *gh*; en 3 4, terwyl de Aarde doorloopt *hi*; en 4 5, terwyl de Aarde doorloopt *ik*; en eindelyk 5 6, terwyl de Aarde doorloopt *ke*, of 't geen het zelfde is, dat het 6 maal meêr Snelheid heeft, dan de Aarde; dan zal, dewyl de Hoek-lyn SE zy'lings voortgevoerd wordt, wanneer het Ligtdeeltje gekomen is tot 1, en de Aarde (dragende den Raam ASeE) tot *f*, het punt *a* in de Hoek-lyn vallen op het punt 1 in den Straal S*e*, of de Beweeg-lyn van het Ligtdeeltje, 't welk daardoor zal ſchynen bewogen te zyn in de Lyn S*a*. Wanneer de Aarde is in *g*, zal *b* in de Hoek-lyn vallen op 2 in de Loodlyn, en het Ligtdeeltje ſchynen beſchreven te hebben *ab*. Wanneer de Aarde is in *b*, zal *c* vallen op 3. Wanneer

A B en de Lyn A *b*, maar, (wanneer hy kwam tot *c*) onderſteld zynde, dat het lighaam bewogen had in de Lyn *ab*, die hy verkeerd zouw opnemen voor A B, zouw hy, maar over de gragt kykende, wel begrypen, dat hy niet langer tegen zig over zag het punt D, maar 't punt *d*. Indien ook een man op een ſchip op het Dek ſtond, en een ſteen opſchoot aan een anderen, die op de Mars ſtond, of een ſteen vong, die van daar naar beneden viel, zouw de ſteen bewegen evenwydig met den Maſt (onderſteld zynde, dat de Maſt regt ſtond) 't zy het ſchip ten anker lei, of onder zeil was; ſchoon de ſteen in het eerſte geval bewege in 't Lood met het Waterpas, en in het laatſte geval ſcheuin op het zelve, omdat hy ryſt of valt in de Hoek-lyn van een Raam, welkes rakende Zyden de twee Kragten verbeelden, die op dat lighaam werken, de ééne in 't Lood met het Waterpas, en de andere daar evenwydig meê; net gelyk in 't voorgaande voorbeeld de twee Kragten A B en A *a* werkten op den bal, waterpas voortgeworpen in de ſchuit. V. Les.

NB. *Hetzy de ſchuit ſneller of langzamer ga (in welk geval* A *b langer of korter wordt) zal de bal zyne Hoek-lynſe beweging volbrengen in den zelfden tyd: want dewyl de Kragt* A B *dezelfde blyft, is alles, wat 'er door de zylingſe Kragt* A a *gedaan wordt, alleen den bal te doen komen tot een ander punt van de Lyn* B n, *by voorbeeld* m *of* b *of* n *inplaats*

neer de Aarde is in *i*, zal *d* vallen op (of gebragt zyn tot) 4. Wanneer de Aarde gekomen is tot *k*, zal *l* vallen op 5, en eindelyk wanneer de Aarde is in *e*, valt E op 6, en 't Ligtdeeltje ſchynt beſchreven te hebben den Straal of Hoek-lyn S E, die nu overgebragt moet worden tot hare evenwydige *s e*, omdat de Aarde nu verſchoven is tot *e*; zoodat de Ster, die voor den Waarnemer zigtbaar wordt door de Lyn of Straal S *e*, hem (uit hoofde van zyne beweging in de Lyn E *e*) toeſchyne te komen in de Lyn *s e*; daar nogtans de Waarnemer, indien zyne plaats onbeweeglyk was geweeſt, de Ster gezien moeſt hebben in S, en niet in *s*. Indien dan de Waarnemer, terwyl de Aarde hem voortvoert, kykt door een Verrekyker, welkes As met de Lyn van den Waarnemers beweging E *e* den Hoek S E *e* maakt, zal hy, tot *e* gekomen zynde, de Ster zien in *s*, 't geen hy niet zouw konnen doen, indien zyn Verrekyker geſtrekt was in de Lyn E A of *e* S in 't Lood of in den Haak met E *e*.

NB. *Dewyl de Lyn* S *e waarlyk* 10210 *maal langer is dan de Lyn* E *e, omdat het ligt zoovele malen ſneller beweegt, dan de Aarde, hoe klein moet dan de Hoek* A E S (= S *e s*) *niet zyn? En hoe naauwkeurig moet het Inſtrument wezen, om zulk een Hoek waar te nemen? En egter vindt men door herhaalde Proeven, dat het Inſtrument hem aanwyſt; 't geen tot een blyk verſtrekt van de groote Naauwkeurigheid van den Heer* Graham, *die zoolang in gedeugenis zal blyven, als de groote Schranderheid van den Heer* Bradley *in 't opmaken van 't gevolg, dat hy 'er uit getrokken heeft.*

V. Les. n *inplaats van* B, *terwyl de kragt* A B *in den zelfden tyd hem dwers door de ſchuit voert, of van een gedeelte van de Lyn* A a *tot een gedeelte van de Lyn* B b.

Ik ben te langer geweeſt in deze verklaring, omdat ik vele luiden van een goed begrip ontmoet heb, die uit gebrek van oplettendheid niet in ſtaat waren, om een begrip te maken van deze ſamengeſtelde beweging, waar op de geheele Beweegkunde gegrond is. Om deze reden heb ik 'er tot het zelfde einde verſcheidenheid van Ondervindingen bygevoegd, opdat, indien de ééne niet overtuigen kan, de andere het doen mag.

I. ONDERVINDING.

Pl. XXX. Fig. 6. Het Kunſt-tuig (Pl. XXX. *Fig.* 6.) beſtaat uit een koperen Plaat A B C D, waarop een andere Plaat I K L M voor- en agter-uit ſchuift in den Streek T S of S T tuſſen de Leijers A D en B C onder de Meſſing van twee andere Leijers E F en G H, waarvan E F een Heugeltje is met Tanden, om de Tanden op te nemen van het Rad N, welk vaſtgemaakt is aan de Plaat I M L K, door middel van den Kok N O, en ronddraait om zynen As N, wanneer de gemelde Plaat voor- of agteruit geſchoven wordt. Het Rad voert in zyne beweging langs E F een anderen Heugel P Q, die in den Haak is met den eerſten, of naar de regter of naar de ſlinker hand, naardat de As van 't Rad in N voortgeſtooten wordt in den Streek T S of S T. Dees laatſte Heugel heeft een Arm S R, met een gaatje in R, om een Potlood-pennetje in te ſteken, dat naar de beweging van het end R een zwarte ſtreep zal teekenen op 't papier, waarop het Kunſt-tuig gelegd wordt.

Men moet op het papier teekenen een Vierkant *e f g h*, welkes ééne Zyde evengelyk is aan den afſtand tuſſen de Meſſingen van de twee Leijers A D, B C, of zoolang is, als die twee Meſſingen van elkander af zyn. Leg dan, nadat ge het Rad N zoover opgeſchoven hebt, als 't loopen wil, het Kunſt-tuig zoo op 't papier, dat deszelfs end A B evenwydig zy met *g h*, de ééne zyde van 't gemelde Vierkant, op zulk een afſtand, dat het punt van 't Potlood valle op *e*, en de Meſſing van den Heugel P Q op de Lyn *a b*. De Plaat A B C D van 't Kunſt-tuig dan met de ééne hand neêrdrukkende in T, om 't onbeweeglyk op 't papier te houden; haal den Kok N O neêr

neêr in den Streek S T, een lengte evengelyk aan *eg*; en dan zal het Pot-lood, inplaats van de Lyn *eg* te beſchryven, de Hoek-lyn *eh* beſchryven, omdat het Rad, dewyl het in zyn dalen rondgedraaid wordt door den Heugel E F, den Heugel P Q naar de ſlinker hand voortſtoot, net de lengte van *ef*, door middel van de Tanden in den gemelden Heugel, en de Sleuf, die 'er in is, die hem op zy' uit laat gaan langs de Pennen I, M door de werking van het Rad, terwyl de gemelde Pennen hem regtſtandig neêr brengen van de Lyn *ab* tot de Lyn *dc*. En om te bewyzen, dat de Hoek-lyn beſchreven wordt in den zelfden tyd, dat de Zyde *eg* beſchreven geweeſt zouw zyn, indien 'er geen zy'lingſe beweging was geweeſt, zoo neem het Rad af, en dan zal de punt van 't Pot-lood de Lyn *eg* beſchryven, terwyl de Kok dezelfde lengte als te voren neêrgehaald, of weêr opgeſchreven wordt. Dit bewyſt, dat het voor een lighaam in *e* het zelfde is, dat 'er op gewerkt wordt door twee Kragten in de Streken *ef* en *eg*, of dat het gevoerd wordt van de Lyn *eg* tot de Lyn *fh* in den zelfden tyd, dat het neêrgebragt wordt van de Lyn *ef* tot de Lyn *gh*. V. Les.

II. ONDERVINDING.

De 7de *Figuur* is een vierkante houten Lyſt, waarvan het gedeelte C D B E opgezet moet worden op zynen kant B E, terwyl deszelfs andere gedeelte *c d e b* uit zynen Groef getrokken wordt in den ſtand *d f g e*; waardoor men den bal A doet beſchryven de Hoeklyn A *a*, wanneer hy klimt, en door zyn dalen wordt dezelfde Hoeklyn beſchreven, wanneer het ſchuivende gedeelte terug geſtooten wordt in de Lyſt in den Streek *fd*. Daar is een Metaal-draad A *c* gehegt aan het ſchuivende gedeelte, om 'er den bal op en neêr aan te laten bewegen, en een touwtje *bc*, dat door een gat gaat in de ſtukken *dc* en D C, welkes end vaſtgemaakt is in C, waardoor de bal moet ryzen, wanneer *d f g e* zy'lings uitgehaald wordt, en weêr neêrſchiet door zyn eigen gewigt, wanneer *d f g e* weêr ingeſchoven wordt: en wanneer men *d f g e* in zyne Lyſt laat blyven, ryſt of valt de bal door 't ophalen, of laten ſchieten van het touwtje C *c b*. Indien men den Metaal-draad A *c* aanmerkt als een touw, evenwydig met de Maſt van een ſchip, wordt het geen we gezegd hebben van een lighaam, Pl. XXX. Fig. 7.

V. Les. dat men van de Mars laat vallen, en dat evenwydig met de Maſt bewogen wordt, ('t zy het ſchip ten anker legge, of onder zeil zy) door ééne of meêr Kragten, die 'er op werken, hier door opgehelderd.

Maar dewyl ik ſommigen heb hooren tegenwerpen, dat dit en het voorgaande Werktuig, door hare toeſtelling, een lighaam doen bewegen in een Hoeklyn; maar niet bewyzen, dat de Natuur op die wys werkt, heb ik de zaak voor 't gezigt zelf klaarblykelyk gemaakt door de volgende

III. ONDERVINDING.

Pl. XXX. Fig. 8. De ronde tafel GEFD (*Fig.* 8.) ſtaat op een Tap of Taats P, en heeft een gat aan weêrskanten van deszelfs Middelpunt halfwegen uit den Omtrek in A en B. In den Haak met de Lyn, die door ACB gaat, wordt getrokken een Middellyn ED, en van verſcheiden punten van die Middellyn, aan weêrskanten even ver uit het Middelpunt, worden getrokken de Ruiten of gelykzydige Ramen DAEB, *d*A*e*B, en *f*A*g*B. Aan den bal D zyn twee touwen in het zelfde punt vaſtgemaakt, en deze touwen worden geleid door de gaten A, B, hebbende aan hare enden hangen twee evengelyke gewigten W en X, die door de vereenigde Kragt van haar dalen den bal D op zyn ruſt zullen brengen, of doen ruſten op C, het Middelpunt van de tafel, terwyl de gedeeltens van de touwen op de tafel zyn in de Lyn ACB. Indien de bal D terug gehaald wordt tot *f*, *d* of D (waardoor de gewigten W en X opgeligt zullen worden, en de touwen zullen leggen op, en hare Streken hebben in de rakende Zyden van éénen van de Ramen) zal hy, zoohaaſt ge hem weêr laat gaan, loopen in de Lyn DE, die de gemeene Hoeklyn van de Ramen is; gelyk men beſt gewaar kan worden, wanneer men zynen Vinger of een ſtukje Metaal-draad houdt in 't Middelpunt, waartegen de Bal in zyne beweging zal ſtooten. *Hier is het klaarblykelyk, dat de natuurlyke Zwaarte-kragt van de lighamen* W *en* X *de eenige Kragt is (verdeeld in twee evengelyke deelen) die op den bal* D *werkt, en dat, hetzy de Streeklynen dezer Kragten ſcherpe, regte of botte Hoeken maken, de bal egter gevoerd wordt in de Hoeklyn van een Raam van evengelyke Zyden, die evengelyke Kragten verbeelden. Maar indien men één van*

van de gewigten, by voorbeeld W, *tweemaal zoozwaar neemt, als het* V. Les. *andere, zal de bal van* D, *d, of f loopen in een Streek tuſſen* A *en* C, *en niet over het Middelpunt loopen, voor dat ge hem laat gaan van* F, *in welk geval de twee touwen zullen maken twee rakende Zyden van den Raam* FAGB, *welker Evenredigheid tot elkander ook is, gelyk twee en één, terwyl de Hoeklyn is* FCG, *die door het Middelpunt gaat.*

Men wierp *Galileus*, toen hy de beweging van de Aarde verdedigde, tegen, dat, indien de Aarde rond draaide van het *Weſten* naar het *Ooſten*, een Kanon-kogel, regt op geſchoten, niet neêr zouw vallen op of digt aan de plaats, van waar hy geſchoten was, (gelyk men door de ondervinding ziet dat hy doet) maar naar het *Weſten* bewegen, zooveel als de Aarde naar het *Ooſten* gevoerd was, gedurende het ryzen en vallen van den Kogel; waarop hy antwoorde, dat de Kogel bewerkt werd door twee Kragten, de ééne van 't Kruit, dat hem opſchiet, en de andere van de Aarde, die hem naar 't *Ooſten* voert, die hem in zyn ryzen deden beſchryven een Hoeklyn naar het *Ooſten*, en van 't bovenſte end van die Hoeklyn een andere Hoeklyn ook naar 't *Ooſten* in zynen val. Hy bragt het voorbeeld van een ſchip by, dat we reets gemeld hebben. Maar niets kan de zaak duidelyker maken dan de volgende

IV. ONDERVINDING.

Aan een ſtuk hout GH (Pl. XXXI. *Fig.* 1.) 10 voet boven de Pl. XXXI. vloer van myne kamer vaſtgemaakt, ſchroefde ik twee haken S, *s*, Fig. 1. en hing met vier touwen aan de gemelde Haken de koperen Plaat of platte Slinger ABCD, die (uit hoofde van den afſtand der touwen in hare Hang-punten S, *s*) zyne Slingeringen volbragt in een Cirkel-Boog over de ſtaande houten Vlakte of plank EF, die 'er onder ſtond, het Middelpunt van den Slinger nooit buiten de Vlakte van het hout bewegende, wanneer hy ſlingerde in den Streek EF, of weêr te rug, op den afſtand van ontrent 9 voet uit het ſtuk GH. Over de twee Katrollen I, K, geſchroefd in den bovenkant van het ſtuk GH, liep het touw LKIW, waardoor het gewigt W neêrgelaten kon worden op den Slinger ABCD, of 'er van afgeligt worden naar welgevallen, dewyl 'er een gat was door GH, net onder den Omtrek van de groef van de Katrol I.

V. Les. Trek den Slinger (terwyl 'er het gewigt W op is) uit het Lood of de Lood-lyn tot E, en, wanneer hy los gelaten wordt, zal hy ſlingeren naar F, en zoo weêr te rug naar E *enz.* een geruimen tyd agteréén. Indien men, gedurende die beweging, door het trekken aan het touw in L het gewigt W afligt van de Slinger-plaat, en 't weêr neêrlaat zal het altyd vallen op het zelfde gedeelte van ABCD, ſchoon ABCD een groot end uit zyne plaats bewogen worde, gedurende den tyd dat 'er het gewigt W afgeligt is, en wel in wat gedeelte van de Slingering W afgeligt worde, en in wat gedeelte van dezelve het 'er weêr op neêrgelaten worde. Want ſchoon de Kragt van de hand, die aan het touw trekt, de oorzaak zy van 't ryzen van W, en de Zwaarte-kragt de oorzaak van deszelfs dalen, is 'er nog een andere Kragt, die 'er op werkt, die het beweegt in den Slinger-boog, voor zooveel 't een gedeelte is van den Slinger, die uit ABCD en W is ſamengeſteld. Op dezelfde wys, wanneer een gedeelte van de Aarde, waarop een ſtuk Geſchut regt over end geſteld is, gevoerd wordt van 't *Weſten* naar het *Ooſten* door de beweging van de Aarde om haren As, heeft de Kogel, die opgeſchoten wordt, behalven de beweging, die hy van den ſlag van 't Kruid krygt, nog een andere Kragt, daar in gedrukt door de beweging van de Aarde, voor zooveel hy een gedeelte is van de Aarde, en wordt in de lugt gevoerd van 't *Weſten* naar het *Ooſten*; zoowel als het ſtuk Geſchut op de Aarde, zoodat hy weêr neêr valt in of digt aan den Mond van het Geſchut.

Een Kanon-kogel of een ander voortgeworpen lighaam beſchryft in zyne beweging nooit een regte Lyn, dan alleen wanneer 't in 't Lood op of neêr geworpen wordt, welke regte Lyn van klimming of daling de Hoek-lyn is van een Raam, gelyk we reets bewezen hebben; maar *wanneer het voortgeworpen lighaam waterpas of ſcheuin geworpen wordt, beſchryft het een kromme Lyn, die men een* paraboliſe Lyn *noemt*. Nu, deze kromme Lyn beſtaat uit een oneindig getal van kleine Hoek-lynen, die gedurig veranderen, wanneer de Streken der Kragten veranderen in de ſamengeſtelde beweging van het lighaam, 't geen gemakkelyk te verklaren is uit het geen we reets gezegd hebben van de werking van twee kragten, en de beſchouwing van de Verſnelling van beweging in den val van lighamen; 't welk (omdat het een feit en waarneming is) hier nu voor bewezen moet

PL. XXX.

Fig. 1.

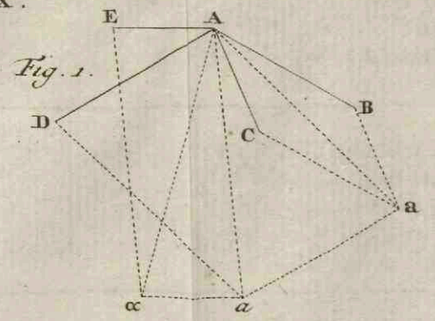


Fig. 2.

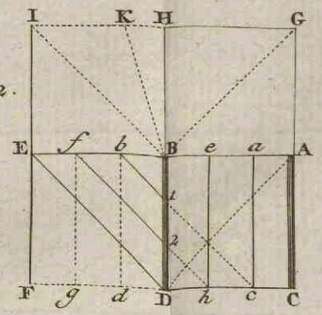


Fig. 3.

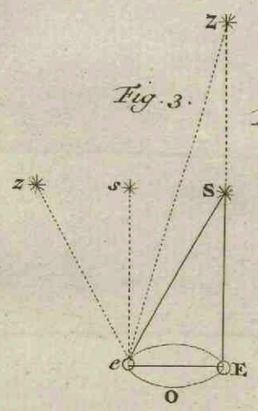


Fig. 4.

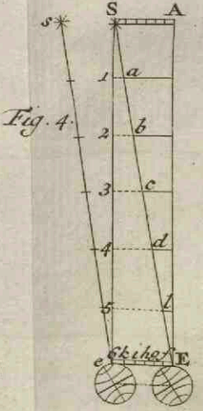


Fig. 5.

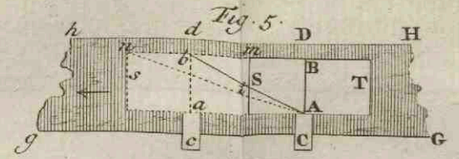


Fig. 6.

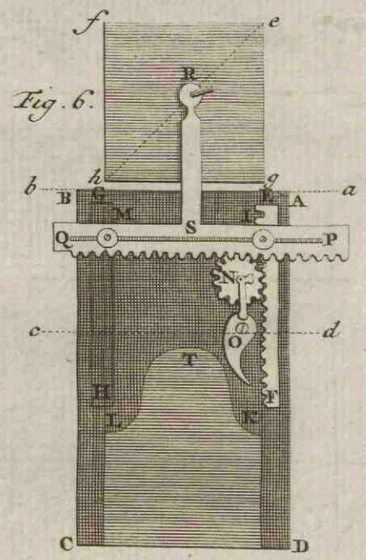


Fig. 7.

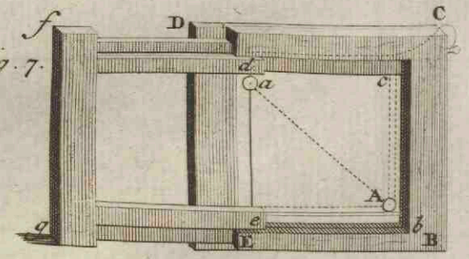
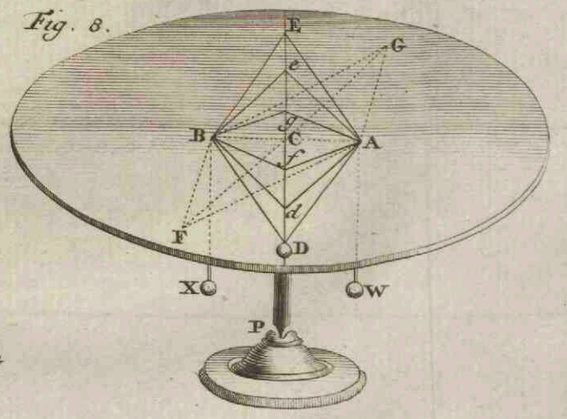
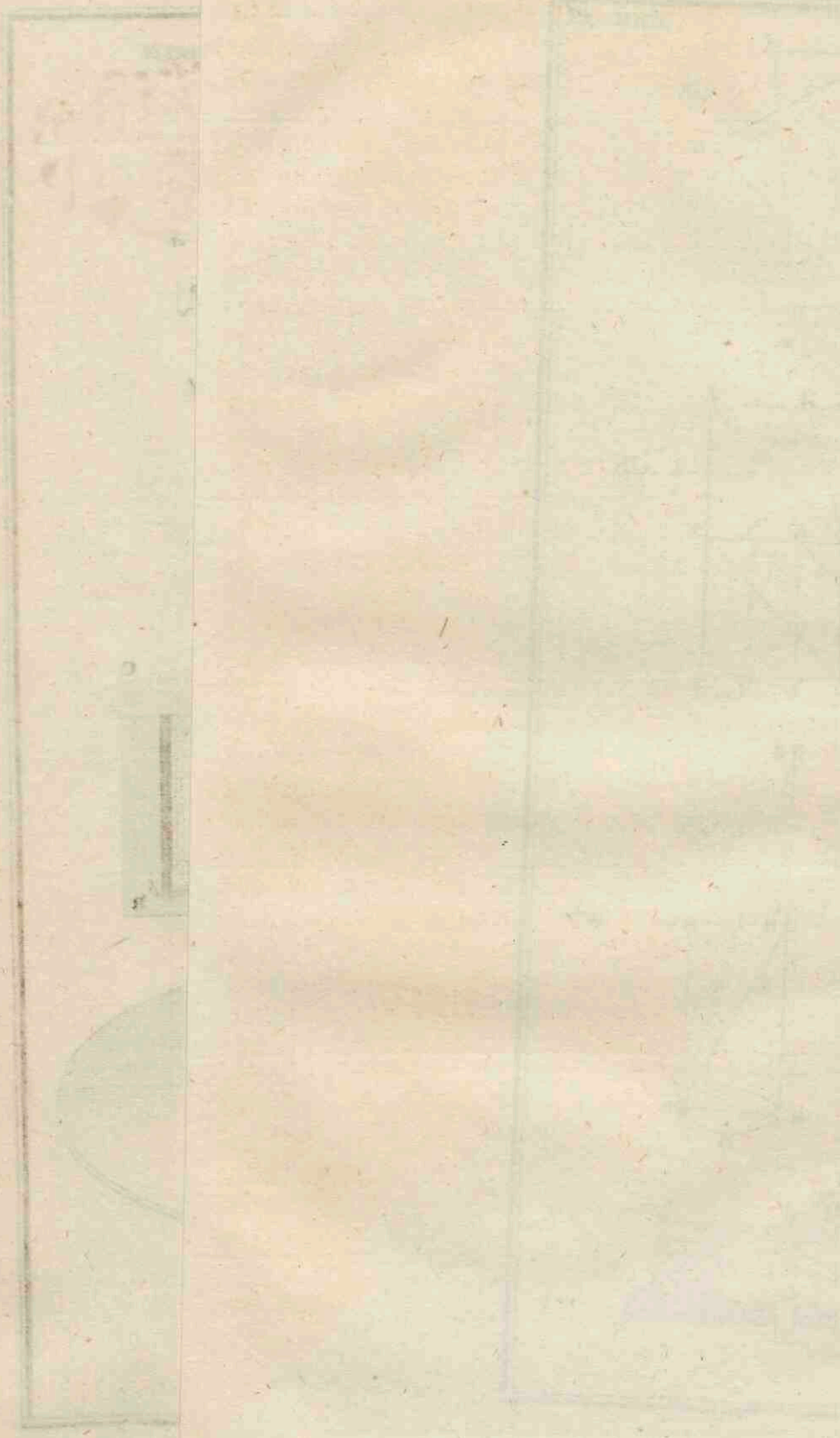


Fig. 8.





moet aangenomen worden; ſchoon wy 'er de reden niet van verkla- V. Les.
ren zullen, voor dat we tot de Verklaring van de tweede Wet van de natuur gekomen zyn.

Laat een lighaam in A (Pl. XXXI. *Fig.* 2.) by voorbeeld een Ko- Pl. XXXI. Fig. 2.
gel, voortgeſchoten worden in een waterpas Streek AF, dat hy beweegt met een bepaalde Snelheid; by voorbeeld 4 Roê [*een engelſe Roe is* 16½ *engelſe voet*] in een Sekunde, of van A tot B. Door de eerſte Wet is het zeker, dat hy het tweede Sekunde in den zelfden Streek dezelfde ſpaatzie moet doorloopen [*of den zelfden weg afleggen*] te weten van B tot C, zoo ook tot D, dan tot E, vervolgens tot F *enz.* Het is ook klaarblykelyk, dat, indien 'er een andere Kragt is, welker Streek in den Haak is met de Lyn AF, by voorbeeld de Lyn AL, die in 't Lood is met de Oppervlakte van de Aarde (of, om 't wat algemeener te nemen, een Kragt drukkende van de Lyn AF naar de Lyn L*f*) dat de werking van deze laatſte Kragt op het lighaam, afgaande of uitſchietende in A, nog Verſnelling nog Vertraging zal brengen in deszelfs beweging van de Lyn AL tot de Lyn BM, nog van de Lyn BM tot de Lyn CN, nog van de Lyn CN tot de Lyn DO, nog van de Lyn DO tot de Lyn EP, nog van de Lyn EP tot de Lyn F*f*; maar het lighaam alleen doen gaan door verſcheiden punten van deze Lynen inplaats van de punten B, C, D, E, F. Nu zeg ik, dat *b, c, d, e* en *f* de punten zyn zullen van de Lynen BM, CN, DO, EP en F*f*, waar door het lighaam paſſeren zal. De Kragt, die neêrdrukt in den Streek AL, is de Kragt van Zwaarte, door welker werking men waargenomen heeft dat lighamen vallen met een verſnellende beweging, zoodanig dat in het eerſte Sekunde een lighaam valt 1 Roê (of 16½ voet) in het 2de Sekunde 3 Roê, in het 3de Sekunde 5 Roê, in het 4de Sekunde 9 Roê *enz.*, welke ſpaatziën hier uitgedrukt worden door AG, GH, HI, IK en KL. En indien 'er op 't vallende lighaam, gedurende den tyd van deszelfs val, gewerkt wordt door een andere Kragt in een waterpas Streek, by voorbeeld in den waterpas Streek AF (of liever van de Lyn AL naar de Lyn F*f*) zal die Kragt geenſints vernietigen de gelykvormige Verſnelling van de beweging van het dalende lighaam, maar 't alleen doen vallen op een ander punt van de Lyn L*f* (of van de Oppervlakte van de Aarde) dan 't punt L, by voorbeeld het punt *f*.

De

V. Les. De verſcheiden punten van de kromme Lyn, waarin het lighaam beweegt, worden dus gevonden. Op het lighaam in A wordt gewerkt door twee Kragten AB en AG. De Lynen G*b* en B*b*, evengelyk aan en evenwydig met AB en AG elk aan en met de hare, maken den Raam A*b* uit. Gevolgelyk moet het lighaam bewegen in de Hoeklyn A*b*. Op het lighaam in *b* wordt waterpas gewerkt door de Kragt *bg*, evengelyk aan AB (of neêrgebragt van BC) en ter zelfder tyd door de Kragt *bh*, door Verſnelling vergroot van 1 tot 3, en overgebragt van GH tot *bh*; want dewyl ze zonder de waterpas Kragt in het 2de Sekunde het lighaam gevoerd zouw hebben van G tot H (overmits ze in de Hoeveelheid van hare uitwerking door de waterpas Kragt niet veranderd wordt) zal ze daarom in ſtaat zyn, om het lighaam van *b* neêr te brengen tot *h*; maar de waterpas Kragt *bg*, ter zelfder tyd werkende, brengt in den zelfden tyd het lighaam van de Lyn *bh* tot de Lyn *gc*, gelyk de Kragt *bh* het voert van de Lyn *bg* tot de Lyn *hc*, en gevolgelyk zal op het end van het 2de Sekunde het lighaam zyn in *c*, alwaar de twee gemelde Lynen elkander ontmoeten, ondertuſſen beſchreven hebbende de Hoeklyn *bc* door de vereenigde werking van de Kragten *bg* en *bh*. Op het lighaam in *c* wordt gewerkt door de waterpas Kragt *ci*, (= CD) en de Loodregte Kragt *ck* (zoo vergroot, dat ze is = HI) op den zelfden tyd; daarom zal het lighaam gaan in de Hoeklyn *cd*. Om dezelfde reden zal het lighaam, wanneer 't in *d* is, gaan in de Hoeklyn *de* van den Raam *dlem* door de vereenigde werking der Kragten *dl* en *dm*; en dus zal het van *e* tot *f* gaan in een nieuwe Hoeklyn, te weten, die van den Raam *enfo* door de werking der twee Kragten *en* en *eo enz*.

LEERING.

Indien we den tyd van de geheele beweging verdeeld hadden in meêr, en gevolgelyk kleiner, deelen, zouden we meêr Hoeklynen gehad hebben van A, het begin van den val van 't voortgeworpen lighaam, tot *f* deszelfs end, 't geen deszelfs weg A*bcdef* krommer gemaakt zouw hebben, door 'er meêr veranderingen van Streek in te hebben. En dewyl de beweging van lighamen naar beneden door de Kragt van Zwaarheid gedurig toeneemt (of de Lyn AG gedurig

langer

langer wordt) en niet toeneemt by vlagen of ſtooten, gelyk we onderſteld hebben, om de werking der twee Kragten te beter te doen begrypen, is 'er een gedurige verandering van Streek in de beweging van 't lighaam voorwaarts en neêrwaarts (of de Hoeklynen worden oneindig klein) zoodat het een *Parabool* beſchryve in 't gaan van A tot *f*. V. Les.

Dit wordt opgehelderd door de volgende

V. ONDERVINDING.

Het Kunſttuig afgebeeld door de 3, 4 en 5. *Figuur* van de XXXIſte *Plaat*, is uitgedagt door den Heer *'s Graveſande* (Hoogleeraar in de Wiskunſt en Sterrekunde [*nu ook in de Natuurkunde*] te *Leiden*) om de *paraboliſe* beweging van voortgeworpen lighamen voor 't gezigt zelf te vertoonen. A B *b* G F is een maſſief ſtuk hout, 15 duim hoog en 2 duim dik, overend ſtaande op zyn end F G, en gezet op de plank of 't platte ſtuk F E, dat een ondiep putje heeft in E, om met zagte klei te vullen, opdat de bal B, vallende van B langs de kromme Oppervlakte B *b* (die zeer glad gemaakt, of belegd is met koper of gepolyſt blik) en in de lugt beſchryvende de *paraboliſe* Lyn *b c d* E, een teeken zouw maken, om de plaats, waar hy valt, net aan te wyzen. Het ſtuk G (*Fig.* 4.) wordt ſomtyds gezet op G E van *Figuur* 3., alwaar de geſtipte Lynen het verbeelden in G 3 *d*, en heeft ook een put, om met klei te vullen, om het teeken op te nemen van den vallenden bal in *d*. Het ſtuk K (*Fig.* 5.) wordt 'er by gelegenheid boven op gezet in *Fig.* 3., alwaar het verbeeld wordt door de geſtipte Lynen 1 3 *c*, om den vallenden bal te onderſcheppen, en wyſt door de klei in zyn putje, waar het punt *c* van de Lyn *b c* valle. Ook is 'er een ſtaande plank B D E, die, wanneer het noodig is op en af gezet kan worden, waaraan de drie ringen *r*, *r*, *r* vaſtgemaakt zyn, waardoor de bal beweegt, wanneer hy een Parabool beſchryft van *b* tot E, in welk geval de ſtukken van *Fig.* 4 en 5. afgenomen worden. Pl. XXXI. Fig. 3, 4, 5. Pl. XXXI. Fig. 4. Fig. 5.

De hoogte B C, of de ſpaatzie tuſſen de Lyn A B D en de Lyn C *b e f g* is van zes duim, en de hoogte *b* G is van negen duim, die verdeeld is in drie ongelyke deelen, waarvan het bovenſte 1 duim inhoudt, het naaſt daaraan volgende 3 duim, en 't onderſte 5 duim

V. Les. duim *. Indien nu de tyd, waarin de bal valt van *b* tot G, verdeeld wordt in drie evengelyke deelen (die we hier oogenblikken [*Inſtants*] zullen noemen) zal de bal in het eerſte van dezelven vallen de ſpaatzie, gemerkt 1. dat is, éénen duim; en in het tweede oogenblik de ſpaatzie 3, of 3 duim, en in het derde oogenblik de ſpaatzie 5, of 5 duim. NB. *Dit geſchiedt uit hoofde van de verſnelde Beweging, waarvan we de oorzaak verklaren zullen in 't beſchouwen van de tweede Wet van Beweging.* Wanneer men den bal laat vallen van B, en wanneer hy naar beneden rolt langs de kromme Oppervlakte B*b*, heeft hy in *b* zulk een Snelheid verkregen, als in ſtaat is, om hem voorwaarts te ſtooten (tweemaal den afſtand BC of hoogte, waarvan hy viel) met een gelykvormige beweging, *nam.* van *b* tot *g* in de waterpas Lyn *befg*, indien hy 'er niet neêrwaarts uit gedwongen werd door de werking van de Zwaarte-kragt; dog de Zwaarte-kragt verſnelt nog vertraagt deszelfs beweging voorwaarts, maar doet hem alleenlyk komen tot het punt E inplaats van 't punt *g*, in dezelfde Lood-lyn en in den zelfden tyd. En indien men twee andere punten neemt in de *Parabool bcd*E, *nam. c* en *d*, zal men vinden, dat de bal, die in het eerſte oogenblik gegaan moeſt hebben tot *e* door de waterpas beweging of voortwerpende kragt; neêrgebragt is door de Zwaarte-kragt tot *c*; en inplaats van het tweede oogenblik gebragt te zyn tot *f*, wordt hy gebragt tot *d* in de Parabool, welk punt in 't Lood onder *f* is, en in dezelfde waterpas Lyn, als het end van den vierden duim of de tweede ſpaatzie in de Vallyn *b*G. Om dit door de Ondervinding zelve te bewyzen, zet de twee ſtukken G en K van *Fig.* 4 en 5., op het groote Kunſttuig. Wanneer ge dan den bal laat vallen van B, zal hy neêrloopen langs de Lyn B*b*, en dan in de lugt gaan van *b* tot *c*, alwaar hy een indrukking zal maken op de klei. Neem dan het ſtuk van *Fig.* 5. weêr af, en laat den bal nog eens afrollen van B, en hy zal vallen op het punt *d*, gelyk men zien zal door deszelfs indrukking in de klei in *d*.

Neem

* *De Evenredigheid van de hoogte* BC *tot* bG, *of van 6 tot 9, verſchilt van de Evenredigheid, die de Heer* 's Graveſande, *aan wien Dr.* Desaguliers *de uitvinding toeſchryft, aan dit Werktuig geeft, maar komt met dezelve in de* Figuur *overeen, waarin de hoogte* BC *evengelyk is aan* bG, *gelyk ze van den Heer* 's Graveſande *geſteld wordt. Dr.* Desaguliers *heeft my in éénen zyner brieven wel te kennen gegeven, dat zyne beſchryving goed is; maar ik heb de* Figuur *om reden niet veranderd.*

Neem dan het ſtuk van *Fig.* 4. af, en de bal zal gaan tot E. En eindelyk, wanneer ge de plank BDE met hare ringen *r, r, r* opzet, zal de bal, vallende van B, beſchryven de *Parabool bE*, die door alle de ringen gaat, ſchoon 'er nog vry meêr waren, mits die Parabool door hare Middelpunten ga. NB. *De reden, waarom de bal, in de kromme Lyn Bb vallende, een Snelheid verkrygt, om hem gelykvormiglyk vooruit of voorwaarts te voeren tweemaal de lengte of hoogte* BC *in een tyd evengelyk aan den tyd van den val, zal ook in 't verklaren van de naaſte Wet worden aangetoond.* V. Les.

Indien een Kogel of een ander lighaam ſcheuin naar boven geſchoten of voortgeworpen wordt, zal hy ook door zyn ryzen of vallen een Parabool beſchryven.

GEREEDMAKING. Pl. XXXII. *Fig.* 1.

Trek een Lyn A*i* voor de wytte van een *paraboliſe* Figuur, en regt op haar middelſte punt 3 de Loodlyn 3E op, en neem op dezelve de hoogte 3*e* voor den As van de *Parabool*. Maak *e*E van den verlengden As evengelyk aan *e*3, en trek de Lyn AE, die een Raaklyn zal wezen van de beoogde *Parabool* in 't punt A. Verdeel de Lyn AE in een zeker getal van evengelyke deelen, by voorbeeld vier, die gemerkt zullen wezen met de punten B, C, D, E. Verleng de Lyn AE voorby F, dat 'er nog vier zulke evengelyke deelen op vallen konnen, gelyk EF *enz.*, hier in de Figuur uit gebrek van plaats [*en om de Plaat niet te groot te maken*] niet uitgedrukt, maar onderſteld te zyn boven de punten G, H, I. Laat dan van de punten B, C, D, F *enz.* vallen de Loodlynen B*k*, C*m*, D*o*, F*s*, G*u*, H*x*, en eindelyk I*i*, die vallen zal op het punt *i* van de Lyn A*i* (of wytte van de *Parabool*) Verdeel den As *e*3 in 16 evengelyke deelen, en merk de punten *q*, *z*, 2 aan 't end van de eerſte, vierde en negende verdeeling; zoodat de vier ongelyke deelen, *eq*, *qz*, *z*2, en 23 bevatten één, drie, vyf en zeven van de evengelyke deelen. Trek door de punten *q*, *z* en 2 de Lynen *df*, *cg*, en *bh* evenwydig met de Lyn A*i*, welke Lynen de Lood-lynen ontmoeten zullen in de punten *b*, *c*, *d*, *f*, *g* en *h*, en geregelde Lynen [*Ordinates*] wezen zullen op den As *e*3. Op de Lyn *e*E of verlengden As merk *ep* = *eq*, en *e*Z = *ez*, als mede *e*K = *e*2. Trek uit de punten K, Z en *p* de Lynen K*b*, Z*c*, *pd*, en Pl. XXXII. Fig. 1.

V. Les. aan de andere zyde *pf*, Z*g* en K*h*. Indien 'er een kromme Lyn getrokken wordt door de punten A, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* en *i* zal ze een *Parabool* wezen, of de Lyn, die een voortgeworpen lighaam, geſchoten van het punt A in den Streek A B, beſchryven zal; mits 'er een Snelheid aan gegeven zy, die in ſtaat is, om het te voeren de lengte A B in den zelfden tyd, dat het door de Zwaarte-kragt vallen zouw de lengte B*b*. Verleng tot of buiten *t*, *w* en *y* de Lynen *pf*, Z*g*, en K*h*, die (zoowel als *pd*, Z*c* en K*b*) Raak-lynen zyn van de *Parabool* in de punten *b*, *c*, *d*, *f*, *g*, *h* en *i*. Trek dan door deze punten de Lynen *ba*, *ck*, *dm*, *eo*, *fq*, *gs*, *hu* en *ix*, (evenwydig met die Raaklynen, elk aan de hare,) die bepaald zullen worden door de Loodlynen in de punten *a*, *k*, *m*, *o*, *q*, *s*, *u* en *x*, en de Ramen A B*ba*, *blck*, *cndm*, *dpeo*, *erfq*, *ftgs*, *gwhu*, *hyix* voltooijen. A*a*, B*b*, *bk*, *lc*, *cm*, *nd*, *do*, *pe*, *eq*, *rf*, *fs*, *tg*, *gu*, *wh*, *hx*, *yi* zyn alle evengelyk; 't geen gemakkelyk uit de eigen Making en de natuur van de *Parabool* bewezen kan worden, maar we willen het liever bewyzen uit de Zwaarte-kragt in de volgende verklaring.

B E W Y S.

Pl. XXXII. Fig. 1. Laat een bal (Pl. XXXII. *Fig.* 1.) voortgeworpen worden in den Streek A B C D *enz.* Door de eerſte Wet zouw hy de evengelyke ſpaatzien A B, B C, C D, D E, E F doorloopen in evengelyke tyden of oogenblikken, en zonder ophouden voortgaan in de Lyn A F *enz.*, indien de Zwaarte-kragt niet op hem werkte, om hem naar beneden te brengen. Maar om de tevoren bygebragte redenen zal de Zwaarte-kragt hem gedurende het eerſte Oogenblik neêrgebragt hebben tot *b* (of, 't geen hetzelfde is, hy zal bewegen in de Lyn A*b*, de Hoek-lyn van den Raam A B*ba*, waarvan de twee rakende Zyden B A en A*a* verbeelden de twee Kragten, die 'er op werken;) en ten ende van het tweede Oogenblik zal hy, inplaats van voort te gaan volgens den nieuwen Streek A*b* in de Lyn *bl*, neêrgebragt zyn tot *c*, bewegende in de Lyn *bc*, Hoek-lyn van den Raam *blck*, waarvan *bl* verbeeldt de tegenwoordige voortwerpende Kragt, en *bk* = B*b* = *lc* de Zwaarte-kragt, die altyd neêrdrukkende met dezelfde Kragt verbeeld moet worden door de evengelyke Lood-lynen A*a*, *bk*, *cm*, *do*, *eq*, *fs enz.* terwyl de voortwerpende Kragt in hare verſcheiden

ſcheiden Streken verbeeld wordt door de ongelyke en afnemende Ly- V. Leer.
nen AB, *bl*, *cn*, en *dp*, in 't klimmen van het lighaam; maar in deszelfs dalen door de ongelyke toenemende Lynen *er*, *ft*, *gw* en *hy*, alle Raak-lynen van de *Parabool*. Om voort te gaan, het voortgeworpen lighaam zal vervolgens aan de ééne na de andere beſchryven de Hoek-lynen *cd*, *de*, *ef*, *fg*, *gh* en *hi* van de Ramen, waarvan de twee rakende Zyden verbeelden de Hoeveelheden en Streken der Kragten *cn* en *cm*, *dp* en *do*, *er* en *eq*, *ft* en *fs*, *gw* en *gu*, *hy* en *hx*.

NB. *We hebben den naam van Hoek-lynen gegeven aan de kromme Lynen, die vervangen* [intercept] *worden tuſſen de Lood-lynen in de punten* A, b, c, d, e, f *enz., of, 't geen het zelfde is, de Hoek-lynen gekromd gemaakt, omdat deze Hoek-lynen waarlyk zoodanig zyn, gelyk we gemeld hebben in 't verklaren van de beweging van een lighaam, dat waterpas voortgeworpen wordt.*

LEERING.

Het voortgeworpen lighaam beweegt met een Snelheid, die gedurig vermindert, totdat het kome tot den Top [*Vertex*] van de *Parabool* in *e*, en gaat dan naar beneden de andere helft van dezelve met een Snelheid, die gedurig vergroot. Want dewyl de Spaatzien AB, BC, CD, DE, EF *enz.* evengelyk genomen zyn in de Lyn van den eerſten Streek van 't voortgeworpen lighaam, moet het voortgeworpen lighaam door de eerſte Wet dezelven doorloopen in evengelyke tyden, indien 'er maar ééne Kragt (*tew.* de voortwerpende Kragt) op het voortgeworpen lighaam werkt. Maar dewyl de Zwaarte-kragt te gelyk op het lighaam werkt, zal dezelve, ſchoon ze het niet kan beletten de Lood-lynen, (die evenver van en evenwydig met elkander zyn) de ééne voor de andere na te bereiken in den zelfden tyd, waarin 't het gedaan zouw hebben, indien 'er geene Zwaarte-kragt geweeſt was, zal ze, zeg ik, het lighaam op het end van elk Oogenblik brengen tot andere punten van de Lood-lynen, die gedurig nader en nader aan elkander zyn, totdat het lighaam kome tot *e*. By voorbeeld, het lighaam wordt op het end van 't eerſte oogenblik, inplaats van in B te zyn, door de Zwaarte-kragt neêrgebragt tot *b*, vallende ééne Spaatzie, evengelyk aan *eq*. Op het end van 't tweede oogenblik, wordt het inplaats van in C te zyn, neêrgebragt tot *c*, gevallen zynde van den eerſten Streek, of

V. Les. de Lyn van de voortwerpende Kragt door een Spaatzie evengelyk aan *ez*, of viermaal *eq* = B*b*, de Spaatzie in 't eerſte Oogenblik doorgevallen. Op 't end van het derde Oogenblik zal het, inplaats van in D te zyn, neêrgebragt wezen tot *d* door een Spaatzie evengelyk aan *e*2, houdende 9 maal *eq* of B*b*, de ſpaatzie in 't eerſte Oogenblik doorgevallen. Op 't end van het vierde Oogenblik zal het, inplaats van in E te zyn, neêrgebragt wezen tot *e*, door een Spaatzie, evengelyk aan *e*3, houdende zeſtien van de Spaatzien van den eerſten val B*b* of *eq*. En dewyl de Spaatzien, die het lighaam doorloopt in zyn opklimmen, in evengelyke tyden (dat is, de Lynen A*b*, *bc*, *cd* en *de*) niet alleen kleiner zyn dan de Spaatzien AB, BC, CD, DE, maar ook de ééne gedurig kleiner is dan de andere, omdat hare verandering van Streek haar gedurig de evenwydige Loodlynen doet ſnyden met min ſcheuine Hoeken, is het klaarblykelyk, dat het *voortgeworpen lighaam gedurig zyne Snelheid vermindert, totdat het gekomen zy tot zyne uiterſte hoogte in e* den Top van de *Parabool*. En dit zal ook blyken, indien we de beweging van het voortgeworpen lighaam hier beſchouwen, gelyk we die van 't waterpas voortgeworpen lighaam gedaan hebben; te weten, met te onderzoeken, hoe verſcheiden deelen van de Lyn, beſchreven door het voortgeworpen lighaam, zyn als zoovele Hoek-lynen, beſchreven door de werking van twee Kragten, van welke ééne hare Hoeveelheid en Streek verandert op zeerkleine tuſſenwyttens, ſchoon we hier groote tuſſenwyttens nemen, om de zaak te duidelyker te maken.

Wanneer dan het voortgeworpen lighaam afgaat in A in den Streek AB, verbeeldt AB de voortwerpende Kragt, en A*a* de Zwaartekragt. Dewyl B*b* en *ba* den Raam voltooijen door eigen Making, zal het lighaam gaan in de Hoek-lyn A*b*. Het lighaam in *b* zynde zal door de eerſte Wet tragten te blyven bewegen in de Lyn *bl*, als zynde de verlengde Hoek-lyn, dat is, in den nieuwen Streek, dien het nu verkregen heeft, en met dezelfde Snelheid, die het nu heeft, (die minder is, dan die het had in A, omdat de Hoeklyn A*b* korter is, dan de Zyde AB). Derhalven verbeeldt *bl* nu de voortwerpende Kragt, en *bk* de Zwaarte-kragt, die we evengelyk nemen aan A*a*; omdat we geen agt geven op het in beweging zyn van 't lighaam, maar hetzelve aanmerken als afgaande van *b* door de werking der twee Kragten *bl* en *bk*. Het lighaam, waarop dus gewerkt wordt

wordt zal bewegen in de Hoek-lyn *bc* van den voltooiden Raam *blck* met een Snelheid zooveel minder dan het gehad zouw hebben in de Lyn *bl*, als de Hoek-lyn *bc* korter is dan *bl*. Het lighaam in *c* zal door de eerſte Wet tragten te gaan in de Lyn *cn* met de Snelheid, die het nu heeft, maar de werking van Zwaarte-kragt, verbeeld door *cm* (=*bk* = A*a*) die het neêrwaarts brengt uit die Lyn *cn*, zal het doen gaan in de Hoek-lyn *cd* met een Snelheid, verminderd naar Evenredigheid dat *cd* korter is dan *cn*. Eindelyk zal het lighaam in *d*, bewerkt wordende door twee Kragten *dp* en *do*, gaan in de Hoek-lyn *de* met veranderden Streek en verminderde Snelheid, gelyk we tevoren bewezen. V. Les.

Wanneer het lighaam neêrwaarts komt van zyne uiterſte hoogte in e, *vermeerdert het gedurig zyne Snelheid.* Want vooreerſt, indien men het beſchouwt, wanneer 't in *e* is, is de voortwerpende Kragt *er*, de Zwaarte-kragt *eq*, en *ef* (de Hoek-lyn van den Raam *erfq*) de Lyn, die door het lighaam beſchreven wordt. En dewyl de Lyn *er*, die den Streek en de Snelheid verbeeldt van het lighaam in *e*, korter is dan de Raak-lyn *ft*, die deszelfs Streek en Snelheid verbeeldt, wanneer 't in *f* is (omdat *er* in den Haak en *ft* ſcheuin is op de evenver van elkander zynde evenwydige Lynen) moet de Hoek lyn *fg* langer zyn dan de Hoek-lyn *ef*, waarom de Snelheid van het lighaam zooveel te grooter zal wezen. Dus zal de Hoek-lyn *gh* van den Raam *gwhu*, de Spaatzie, in het volgende Oogenblik van het lighaam doorgeloopen, grooter zyn dan *fg*, en gevolgelyk vermeerdert deszelfs Snelheid in die Evenredigheid. En eindelyk zal *hi*, de laatſte Spaatzie, die de Hoek-lyn is van den Raam *hyix*, nog grooter zyn dan de laatſt voorgaande, en gevolgelyk zal de Snelheid ook grooter wezen.

I. GEVOLG.

Hieruit kan men kennen de verſcheiden Snelheid van een voortgeworpen lighaam in allerlei punt van de *Parabool*, die het beſchryft, zoo in deszelfs klimmen als dalen; en *ze zal altyd zyn tot de Snelheid in eenig ander punt, net gelyk de lengtens van de deelen der Raak-lynen aan de* Parabool *in die punten, die vervangen* [intercepted] *worden tuſſen dezelfde of evenver afzynde evenwydige Lynen.* By voorbeeld de Snel-

V. Les. Snelheid in A : is tot de Snelheid in *b* : : gelyk BC : tot *bl*; want dewyl (door eigen making) BC evengelyk is aan AB, en AB de Snelheid verbeeldt van 't lighaam in A, gelyk *bl* de Snelheid verbeeldt van 't lighaam in *b*; zullen de Snelheden in de gemelde punten A en *b* tot elkander zyn, gelyk BC en *bl*. Dus zullen de Snelheden in A en in *d* tot elkander zyn, gelyk DE tot *dp*, om dezelfde reden. Zoo is het ook in 't dalen op dezelfde wys gelegen, by voorbeeld de Snelheid in *e* : is tot de Snelheid in *f* : : *r* 10 : tot *ft*; of *er* : tot *ft* : : 107 : tot *t* 5; of 78 : 56. Zoo is de Snelheid in *f* : tot de Snelheid in *h* : : 56 : tot *hy*; of *ft*, of *t* 5 : tot *hy*.

II. GEVOLG.

Hieruit volgt ook, dat op evengelyke hoogtens boven de waterpas Lyn of breette A*i* het lighaam dezelfde Snelheid zal hebben; omdat het dan is in overeenkomende punten van de klimmende en dalende *Parabool*, alwaar de Raak-lynen, evengelyke Scheuinheden hebbende op de evenwydige Lynen met den As, evengelyke deelen zullen hebben door deze evenwydige Lynen afgesneden, overal waar ze evenver afstaande zyn.

III. GEVOLG.

Ook volgt het, dat hoe ongelyk de Spaatzien ook zyn mogen, die een voortgeworpen lighaam beschryft [*of doorloopt*] in evengelyke tyden, de waterpas afstanden (dat is, deszelfs voortgangen voorwaarts) alle evengelyk zullen zyn in evengelyke tyden; maar we hebben dit reets op een andere wys bewezen. NB. *Ik meen hier niet mede, dat dezelfde Hoeveelheid van voortwerpende Kragt een lighaam even snel zal doen voortgaan: want dat zal verschillen naar mate van den Hoek, dien deszelfs Streek met het Waterpas maakt; maar dat indien de wytte van de* Parabool (*of de geheele waterpas Afstand* [of de Spaatzie] *dien het lighaam doorloopt, terwyl het de éene of de andere* Parabool *beschryft*) *door Lood-lynen in evengelyke deelen verdeeld wordt, het lighaam gaan zal van de éene Lood-lyn tot de andere in denzelfden tyd.*

4. In de beschouwing van de beweging van een voortgeworpen lighaam hebben we de Lyn A*i* voor een regte Lyn genomen, 't geen strik-

ſtriktelyk zoo zyn zouw, indien de Aarde plat was; en zulk een gedeelte van dezelve, als een voortgeworpen lighaam doorloopt, mag men wel voor zoodanig nemen: maar indien de Kragt van 't Kruit, of iets anders, dat een lighaam voortwerpt, veel grooter, of de Zwaarte-kragt (dat is, de Aantrekking van de Aarde) veel minder was; zouw men de Lyn A*i* moeten aanmerken als een kromme Lyn, of een gedeelte van den Omtrek van de Aarde. V. Les.

By voorbeeld laat ABCDE (Pl. XXXII. *Fig.* 2.) de Oppervlakte van de Aarde verbeelden, en AF een hoogen berg, gelyk de *Piek van Teneriffe*. Indien een ſtuk Geſchut wordt afgeſteken in den Streek FL, zouw de kogel om de bygebragte redenen loopen in een kromme Lyn, ſtel eens tot B, alwaar hy op den grond zouw komen. Indien de Kragt van 't Kruit naar Evenredigheid grooter was, zouw hy tot C loopen, eer hy op den grond kwam. Onderſtel de Kragt van 't Kruit nog grooter, dan zal de Kogel tot D loopen. Onderſtel ze nog grooter, en de kogel zal loopen tot E, niet op den grond vallende, voordat hy twee derde van den Omtrek van de Aarde is overgeloopen. Eindelyk kan men de Kragt van 't Kruit groot genoeg ſtellen, om den Kogel in 't geheel niet op den grond te doen komen, maar tot het punt F, van waar hy in 't begin afging; en (het ſtuk uit den weg genomen zynde) gedurig om de Aarde te doen loopen, op den afſtand van ontrent 3 [*engelſe*] Mylen van de Oppervlakte van de Aarde (dat is, op de hoogte van de *Piek van Teneriffe*) terwyl alleen de Zwaarte-kragt hem belette van de Aarde af te gaan in een Raak-lyn. Indien de Kragt van 't Kruit grooter was, dan in de laatſte onderſtelling, zouw de kogel al verder en verder van de Aarde loopen in een Slang-lyn. [*a ſpiral Line*] Pl. XXXII. Fig. 2.

Indien het punt F ſeſtig maal verder van het Middelpunt van de Aarde af was, of tot de hoogte van 240 000 [*engelſe*] Mylen, dat is, tot den afſtand van de Maan, zouw de Zwaarte-kragt (of aantrekkende Kragt van de Aarde, in dat geval de *verſnellende Kragt* genoemd) 3600 maal zwakker zyn, dan op de Oppervlakte van de Aarde: want, wanneer men afwykt van het Middelpunt van de Aarde, vermindert de Zwaarte-kragt, gelyk de Vierkanten van de afſtanden vermeerderen; en dewyl de Maan 60 maal verder van 't Middelpunt van de Aarde af is, dan de Oppervlakte van de Aarde, is het Vierkant van dien Afſtand, die 60 is, 3600. In zulk een geval is 'er geen groo-

V. Les. ter voortwerpende Kragt vannooden, dan die van ons gewone Buskruit, om een kogel om de Aarde te doen omloopen op den afſtand van 240 000 [*engelſe*] Mylen. De Maan zelf kan men aanmerken als zulk een voortgeworpen lighaam: want eens een Voortſtooting [*Impulſe*] gekregen hebbende in een Lyn, evenwydig met een Raak-lyn van de Aarde, terwyl ze (door de eerſte Wet) tragt te behouden haren eerſten (regtlynigen) Streek, ſtoot de Zwaarte-kragt haar gedurig voort naar het Middelpunt van de Aarde, en draait haar door die Voortſtooting uit den regtlynigen Streek van de voortwerpende Kragt, en voert haar gedurig om de Aarde. Ook kan de Zwaarte-kragt de Maan niet tot de Aarde brengen, omdat de voortwerpende Kragt gedurig blyvende altyd de Maan tragt af te ſtooten langs de Raak-lyn van haren Wandel-Kring, en Zwaarte-kragt niets anders doet, dan gedurig den Streek te veranderen, waardoor de Maan elk oogenblik tragt af te vliegen langs een nieuwe Raak-lyn. Dus evenaren deze twee Kragten elkander in alle punten van den Wandel-Kring.

5. Die poging van de Maan, of eenig ander lighaam, dat in een Cirkel, of een anderen gekromden Wandel-Kring beweegt, om verder van deszelfs Beweeg-punt af te vliegen, wordt een *Middelpunt-ſchuwende Kragt* [*a centrifugal Force*] genoemd; en de Kragt, die 'er tegen werkt, om het bewegende lighaam in zynen Wandel-Kring te houden ('t zy het de Zwaarte-kragt zy, of Aantrekking, of een touw, het lighaam dryvende, voortſtootende of trekkende naar het Middelpunt van deszelfs Wandel-Kring) noemt men een *Middelpunt-trekkende Kragt* [*centripetal Force*]. In het draaijen van een ſteen, by voorbeeld, in een Werp-Slinger, wordt de ſteen, die tragt (en wanneer één van de touwen van den Slinger losgelaten wordt, het ook waarlyk doet) af te vliegen in een Raak-lyn van de kromme Lyn, die hy te voren beſchreef, door de touwen belet van den Slinger af te vlieden. Die poging is de middelpunt-ſchuwende Kragt, en de Kragt van de touwen, die den ſteen tegenhouden, is de middelpunt-trekkende Kragt. Door de Kragt, die den ſteen wel tragt, maar waarlyk niet kan voeren in de Raak-lyn, wordt het touw ſtrek gehouden in een Streek van het Middelpunt van de omdraaijing naar den Omtrek. Laten we, by voorbeeld, onderſtellen, dat het lighaam F, vaſtgemaakt aan het touw M F, rond gedraaid

wordt

wordt in den Cirkel FIN: terwyl het lighaam, indien 't niet vaſt- V. Les.
gehouden was aan het touw, bewogen zouw zyn de lengte FH in den Streek FG door de eerſte Wet, beweegt het, door het touw tegengehouden, in den Boog FI, neêrgebragt wordende van H tot I; waarom de Lyn HI verbeelden kan de middelpunt-trekkende Kragt, geſtrekt naar het punt M, en dezelfde Lyn HI, geſtrekt van 't punt M naar H, kan ook verbeelden de middelpunt-ſchuwende Kragt, wanneer beide deze Kragten evengelyk zyn, dewyl het omwentelende lighaam anders niet in den Kring gehouden kan worden. Want ſchoon in Kringen, die niet cirkel-rond zyn, deze Kragten vermeerderen en verminderen konnen (gelyk in 't vervolg bewezen zal worden) vermeerderen en verminderen ze evenwel beide evengelykelyk, elkander altyd evenarende. NB. *Hoe een lighaam ſneller bewogen worde in zynen Kring, hoe het touw ſtrekker wordt, dat is, dat de middelpunt-ſchuwende en middelpunt-trekkende Kragt grooter wordt. By voorbeeld, indien* FG *de Snelheid van het lighaam verbeeldt inplaats van* FH, *zal het lighaam den Boog* FN *inplaats van* FI *beſchryven; in welk geval het punt* N *(waarin het lighaam is) verder afzynde van de Raak-lyn (in* G, *waartoe het lighaam gaan zouw door de voortwerpende Kragt alleen) de middelpunt-trekkende en middelpunt-ſchuwende Kragt verbeeld moet worden door de Lyn* GN, *die grooter is dan* HI.

Dit alles wordt nader bewezen en opgehelderd door de volgende Ondervindingen.

VI. ONDERVINDING.

6 ABCD (PL. XXXII. *Fig.* 3.) is een ronde tafel, die ſnel om- PL. XXXII. Fig. 3.
gedraaid kan worden op een Taats in F (dezelfde, die PL. XXX. *Fig.* 8. afgebeeld wordt). In 't Middelpunt C is een koperen pyp geſchroefd, in welker boven-end het touw van den looden kogel B zoo geſtoken wordt, dat het uitkome in een gat op zy' van de gemelde korte koperen pyp; van waar het gevoerd wordt onder de tafel door een gat in *b*, en dus vaſtgemaakt wordt aan een pen in den rand van de tafel in A. Wanneer men den kogel legt in B, zal de tafel, ſnel rondgedraaid wordende, in 't eerſt den kogel agter laten, die daardoor een beweging ſchynt te hebben tegenſtrydig met de

V. Les. beweging van de tafel, totdat hy door de ruuwheid van de Oppervlakte van de tafel eindelyk tegelyk met de tafel voortga aan den zelfden kant van de tafel. Indien de tafel dan ſchielyk geſteuit wordt, gaat de kogel verſcheiden keeren rond, totdat hy, alle zyne beweging aan de ruwe Oppervlakte van de tafel meêgedeeld hebbende, eindelyk op zyne ruſt kome. Hier door wordt de eerſte Wet van de natuur opgehelderd: want gelyk het gedeelte van de tafel onder den kogel hem voor een tyd agterlaat, omdat hy in zynen ſtaat van ruſt tragt te blyven, zouw zy hem altyd laten, daar hy in 't begin was geweeſt, indien de tafel volmaakt glad was: en, wanneer de kogel eens aan 't bewegen is, zouw hy altyd rondloopen op de tafel, indien (behalven dat de tafel glad moeſt wezen) de draad, waaraan de kogel vaſt is, geene Vryving had in 't Middelpunt C. Ook heeft men hier aan te merken, dat de draad, die ſlap is in CB, door de beweging van den kogel altyd ſtrek wordt, gelyk in C*b*; en dit bewyſt de middelpunt-ſchuwende Kragt.

Indien men een vorksgewyze ſtut ſchroeft wat naar den rand van de tafel, gelyk in D, en den draad van den kogel in deszelfs Mik legt, zoodat de kogel hange, gelyk in 1, kan de Zwaarte-kragt van den kogel zoover overwonnen worden door de middelpunt-ſchuwende Kragt, die door het draaijen van de tafel veroorzaakt wordt, dat de kogel zal ryzen tot 3, en de draad 3*d* waterpas worden. Wanneer de tafel langzamer begint te draaijen, komt de kogel neêr tot 2, en eindelyk tot 1, en de Zwaarte-kragt wordt merkelyk, wanneer de middelpunt-ſchuwende Kragt vermindert.

VII. ONDERVINDING.

Pl. XXXII. Fig. 4. Indien men een touw legt om den rand van een pot met water, en de pot ſnellyk omdraait om de hand of 't Middelpunt K (zie Pl. XXXII. *Fig.* 4.) in een Cirkel of kromme Lyn, waarvan ACB een Boog is, zal het water, een middelpunt-ſchuwende Kragt verkrygende, die grooter is dan de Zwaarte-kragt, niet ſtorten, wanneer de mond van de pot naar beneden geſtrekt is. Indien men, inplaats van de pot, het glas WC (*Fig.* 5.) waarin verſcheiden vogten zyn van verſchillende ſoort-onderſcheidende Zwaarte, ronddraait om het Middelpunt K, nadat ze door ſchudden onder één vermengd waren,

Pl. XXXII. Fig. 5.

zullen

zullen ze alle weêr op hare eigen plaatzen komen, en hare doorſchy- V. Les.
nendheid weêrom krygen, zelf eer, dan dat het glas, waarin ze bevat zyn, ſtil opgehangen was. De reden hiervan is, dat, dewyl de verſchillende zelfſtandigheden in het glas dezelfde Snelheid verkregen hebben door de middelpunt-ſchuwende Kragt, hare *gantſe Kragt* [*Momentum*] zyn moet, gelyk hare Zwaarten in ſoorten, dat is, hare *gantſe Kragt* wordt opgemaakt uit de verſcheiden Hoeveelheden van ſtof, die ze onder evengelyken omtrek bevatten, vermeenigvuldigd door de gemeene Snelheid, (L. II. N. 3. *Bladz.* 44.) die de middelpunt-ſchuwende Kragt haar geeft in de Lyn KC, van het Middelpunt van de beweging naar den Omtrek. Hierom hebben onder de vogten de glazen kralen, die zwaarder wegen, dan de druppelen van eenige van de vogten, de grootſte Hoeveelheid van Beweging [*gantſe Kragt*, *Momentum*], en gaan gevolgelyk naar het gedeelte G, dat verſt af is van het Beweeg-punt K. Vervolgens zullen de druppelen van den oly van Wynſteen [*Oil of Tartar*] (die de zwaarſte is van de vogten, die in 't glas zyn) om dezelfde reden meêr *Hoeveelheid van Beweging* hebbende, dan de druppelen van de andere vogten (ſchoon minder dan de glazen kralen) de ſpaatzie T innemen, naaſt aan de kralen, en ook hare tuſſenwyttens vullen. De naaſte vogt, die Peter-oly is, zal de ſpaatzie P vervullen. En eindelyk zal de Voor-loop, welker druppelen ligtſt zyn, niettegenſtaande hare eigen middelpunt-ſchuwende Kragt, nader aan het Beweeg-punt gebragt worden, en de ſpaatzie W innemen, omdat de kralen en alle de andere vogten, meêr *Hoeveelheid van Beweging* hebbende, haar wegdryven van het end C, waar na toe ze al den tyd heen wil. NB. *De buis is hermetis geſloten aan beide enden*, [dat is in de vlam week gemaakt met haar eigen glas toegeſchroeid].

De glazen kralen en de verſcheiden vogten zetten zig elk op hare eigen plaatzen, wanneer de buis opgehangen wordt; omdat, dewyl alle lighamen naar beneden neigen met dezelfde Snelheid (L. I. N. 8. *Bladz.* 12.) de *gantſe Kragt* van deeltjes van evengelyke grootte zyn moet, gelyk de hoeveelheden van ſtof van elk van haar in haar dalen. En dat de vogten in dit geval zig zoo ſchielyk niet zetten, als wanneer de buis rondgedraaid wordt, is omdat men zoogroote Snelheid kan geven, als men zelf wil, in den Streek KC door een middelpunt-ſchuwende Kragt, daar de Snelheid, die van de Zwaarte-kragt voortkomt, altyd dezelfde zy.

V. Les.

GEVOLG.

Hieruit volgt, dat men een botelje met de ééne of de andere vogt (die eerſt troebel geweeſt zynde door lankheid van tyd klaar geworden, en door ſchudden weêr troebel geworden is) ſchielyker helder kan maken door een middelpunt-ſchuwende Kragt, dan door ze regt over end op hare ruſt te zetten.

VIII. ONDERVINDING.

Pl. XXXII. Fig. 6. Voeg met een touw aan-één de ballen T en M (Pl. XXXII. *Fig.* 6.) welker gewigten tot elkander zyn, gelyk 4 tot 2 (hier bedienen we ons van een bal van 2, en éénen van 4 oncen) en ſteek het touw door de tegenovergeſtelde zy-gaten van het pypje C. Laat de lengte van het touw, uit de Middelpunten van de ballen te meten, 18 duim wezen, en de afſtanden van de Middelpunten van de ballen uit het Middelpunt van de tafel zyn overhands als hare Maſſaas, dat is, het Middelpunt van den bal M van twee oncen moet op den afſtand van 12 duim zyn uit het Middelpunt C, en 't Middelpunt van den bal T van 4 oncen op 6 duim van C. Zet de twee Winkel-haken of regthoekige ſtukken S*s* en V*v* op de tafel vaſt op den afſtand van ontrent 1 of 2 duim agter de ballen, om haar het afvliegen van de tafel te beletten, en zet de lange enden van die ſtukken zoo in 't verband, dat, wanneer men de tafel omdraait in den Streek, die door de pyl wordt afgebeeldt, de ballen niet agter blyven, maar aanſtonds aan 't bewegen raken. Draai dan de tafel rond met een Snelheid, die ge wilt, en de ballen zullen in de punten T en M blyven, en om haar gemeene Zwaarte-punt ongelyke Cirkels beſchryven (L. II. N. 32. *Bladz.* 68.) in een overhandſe Evenredigheid van hare Maſſaas, dewyl de *gantſe Kragten*, aan de lighamen gegeven door de middelpunt ſchuwende Kragt, evengelyk zyn, en (uit hoofde van hare tegenſtrydige Streken) elkander vernietigen. Maar indien één van de ballen verder van C verſchoven wordt, dan in de gemelde overhandſe Evenredigheid, zal die bal van langzamer hand van het Beweeg-punt afwyken, en den anderen meêſlepen, totdat hy geſteunt worde door het end van 't ſtuk V*v* of S*s*. Dus draaijen de Aarde en de Maan om elkander, en om haar gemeene Zwaarte-punt, gelyk (L. II. N. 32.) reets waargenomen is.

IX. ON-

IX. ONDERVINDING.

Breng de tafel (Pl. XXXII. *Fig.* 7.) in een gelykvormige bewe- Pl. XXXII. Fig. 7.
ging, en houd ze daar in, ('t welk geſchieden kan door middel van een Rad en een Katrol, in 't vervolg te beſchryven) en trek ter zelfder tyd een ſtuk kryt, dat op de tafel drukt, in de regte Lyn CP, en door die twee bewegingen zal de Slang- of Schroef lyn CDEFP beſchreven worden. Indien dan de tafel weêr op dezelfde wys en den zelfden weg (gelyk de pyl aanwyſt) bewogen wordt, en men het kryt ter zelfder tyd op de tafel drukt in dezelfde Lyn PC, maar met een tegenſtrydigen Streek, *nam.* van P naar C, zal 'er een andere Slang-lyn beſchreven worden gelyk de eerſte, maar een anderen weg heen geſtrekt, gelyk de geſtipte Lyn aanwyſt.

GEVOLG.

Hieruit volgt, dat, indien een lighaam, 't welk een middelpuntſchuwende Kragt heeft, waardoor het afwykt van, of een middelpunt-trekkende Kragt, waardoor het nadert naar zyn Beweeg-punt, ter zelfder tyd omgevoerd wordt door een Kragt, die het een cirkelronde beweging geeft, dat het van 't Middel-punt af zal vliegen in een Slang-lyn in het eerſte geval, en in een Slang-lyn naar het Middel-punt toe loopen in het tweede geval.

X. ONDERVINDING.

Aan een plankje AEK, (Pl. XXXII. *Fig.* 8.) waaronder een dwers Pl. XXXII. Fig. 8.
ſtukje legt, om deszelfs breedſte end AE op te ligten tot een Hoek van 15 of 20 Graden boven 't Waterpas, worden vaſtgemaakt drie pypen AK, CK en EK, aan weerskanten geſloten. In de eerſte is een rolletje Kurk, dat gemakkelyk in de pyp op en neêr kan ſchuiven. In de pyp CK is een rolletje Lood, op dezelfde wys bewegelyk, en in de pyp EK is een duim of twee Kwikzilver. Dit plankje heeft van onderen een Schroef, die door één van de gaten in de tafel gaande, (gelyk die Pl. XXX. *Fig.* 8. A en B gemerkt zyn) met een Moertje vaſtgezet wordt, om het plankje met de pypen vaſt op de tafel te doen ſluiten. Wanneer dan de Kurk, het Lood en de Kwik

in

V. Les. in de pypen digt aan 't Beweeg-punt K zyn, moet de tafel rond gedraaid worden, en deze lighamen zullen na eenige weinige omdraaijingen gevoerd worden naar de enden der pypen, die verſt van 't Middel-punt afzyn, ſchoon drie of vier duim hooger, dan de enden in K. Leg dan op het plankje de pypen BK en DK, in de eerſte van welke, met water gevuld, een bewegelyk Rolletje Kurk is, en in de laatſte is een duim of twee Oly, terwyl ze voor 't overige met water gevuld is. In 't begin (wanneer de tafel ſtil ſtaat) zal de Kurk en de Oly zyn in B en D, de hoogſte enden van de pypen en verſt van 't Middelpunt; maar wanneer de tafel rondgedraaid wordt, zal de Kurk en Oly naar 't Middelpunt gaan naar K, omdat de grooter middelpunt-ſchuwende Kragt van 't water (die grooter is, dan die van de Kurk of den Oly) de Kurk en den Oly een middelpunt-trekkenden Streek moet geven, gelyk verklaard is in de Ondervinding van de verſcheiden Vogten in 't glas van *Figuur* 5.

7. De Heer *Deskartes* heeft de beweging der Dwaal-ſterren om de Zon willen verklaren door een Draai-kolk [*Vortex*] van hemelſe ſtof, onderſtellende, dat de Zon door het draaijen om haren As een cirkelronde beweging gaf aan al de hemelſe ſtof tot aan *Saturnus* toe en nog verder; en dat deze Draai-kolk van ſtof, zonder ledige Ruimte [*Vacuity*] zynde (want hy hield het *Plenum* ſtaande, of dat alles *vol* was) de Dwaal-ſterren met zig meêſleepte, en dus de oorzaak was van hare beweging om de Zon. Menſen, die de moeite niet nemen van de dingen in den grond te onderzoeken, geloofden, dat de Draai-kolken de oorzaak waren van de beweging der Dwaal-ſterren; omdat men in rivieren en beken, wanneer 'er Draai-kolken of Maalſtroomen zyn, ziet, dat ſtrootjes, houtjes, zaag-molm en andere ligte lighamen rond gevoerd worden, wanneer ze dryven, en hierom dagt men, dat het zeer waarſchynelyk was, dat de Dwaal-ſterren in de Hemelen op dezelfde wys rondgevoerd werden. Maar indien men de Stelling der Draai kolken toetſt aan de Ondervindingen en Waarnemingen, zal men ze onbekwaam vinden, om de beweging der Dwaal-ſterren te verklaren.

Vooreerſt zullen we eens ſtellen, dat de Dwaal-ſterren vaſter en digter zyn dan de Stof van de Draai-kolk; en dan moet het 'er op dezelfde wys meê gaan, als met de Kurk, het lood of de kwikzilver in de glazen buizen op de tafel rondgedraaid. Want de buizen, die

vol

vol lugt waren, rondgedraaid wordende, hadden een gedeelte van V. Les.
een Draai-kolk van lugt, terwyl de lighamen, die 'er in omgevoerd werden, van verſchillende ſoort-onderſcheidende [*ſpecifick*] zwaarte waren, dog alle naar mate van haren Omtrek zwaarder, dan de deelen van de Draai-kolk; en deze lighamen, rond gedraaid, en tegelyk bewerkt door een middelpunt-ſchuwende kragt, weken gedurig verder af van 't Middel-punt van de Draai-kolk, daarvan afgaande in een Slang-lyn. Derhalven zouden Dwaal-ſterren, die naar mate van hare grootte zwaarder waren, dan de deelen van de Draai-kolk, gedurig van de Zon afwyken in een Slang-lyn. Dewyl dit niet gaat, zullen we eens onderſtellen, dat de Dwaal-ſterren alteſamen ylder zyn, dan de Stof van de Draai-kolk, en 't gevolg zal zyn — Dat, dewyl de deelen van de Draai-kolk digter en vaſter zyn, dan de Dwaal-ſterren, hare middelpunt-ſchuwende Kragt aan de Dwaal-ſterren een middelpunt-trekkenden Streek moet geven, en haar dus gedurig naar de Zon moet doen voortgaan in een Slang-lyn, totdat ze 'er eindelyk invallen; gelyk het ging met de kurk en den oly elk in hare buizen met water, waarin door de Proef bleek, dat de middelpunt-ſchuwende Kragt van 't water aan de kurk en den oly een tegenſtrydige Strekking of Streek gaf, waardoor ze in een Slang-lyn gedurig nader naar 't Middelpunt gingen.

Daar blyft nu, om de *Karteſiaanſe Onderſtelling* ſtaande te houden maar alleen over, dat men de Dwaal-ſterren van dezelfde Digtheid en Vaſtheid ſtelt, als de deelen van de Draai-kolk (en inderdaad, indien 'er een Volheid [*Plenum*] was, gelyk de Heer *Karteſius* onderſtelt, zouden alle lighamen ook even vol moeten zyn, en daar zouw zulk een ding niet wezen als de ſoort-onderſcheidende Zwaarte: want alle lighamen van dezelfde grootte, als hebbende dezelfde Hoeveelheid van Stof, zouden evenzwaar wegen) en volgens deze Onderſtelling zal volgen, dat de Dwaal-ſterren, een gedeelte van de Draai-kolk zelf uitmakende, met de deelen van de Draai-kolk, die 'er digtſt by zyn, zullen meê ſlepen. En ſchoon die deelen van de Draai-kolk, die digtſt aan de Zon zyn, in 't begin ſnelſt bewegen zullen, zal eindelyk de geheele Draai-kolk rond draaijen als een vaſt lighaam of Ból, terwyl de deelen, die verſt van 't Middel-punt af zyn, hare Omloopen doen in den zelfden tyd als die, die 'er digtſt aan zyn; 't geen het gevolg moet zyn van een *Volheid*. Derhalven zouden

V. Les. alle de Dwaal-ſterren eindelyk evengelyke Kring-tyden [*periodical Times*] hebben, 't welk met de Waarnemingen ſtrydt: want alle de Kring-tyden van de Omloopen der Dwaal-ſterren verſchillen van elkander. *Merkurius*, die naaſt aan de Zon is, volbrengt zynen Omloop byna 120 maal ſchielyker dan *Saturnus*, die 'er verſt af is. Met

(3) De Ridder *Izak Newton* heeft in de 9de Afdeeling van het 2de Boek zyner *Beginzelen* alle mogelyke gevallen van Draai-kolken overwogen, waaruit ik alleen dat éene genomen heb, waarvan gewaagd wordt in het 11de *Gevolg* van de 52ſte *Stelling*, als zynde het gemakkelykſte te begrypen. Den Weetgierigen Lezer wys ik tot die Afdeeling, die te lang zouw zyn, om hier geheel in te laſſen; maar het laatſte gedeelte van dezelve (*nam.* de 53ſte *Stelling*, welke bewyſt, dat de *Karteſiaanſe Onderſtelling* niet beſtaan kan, en doet blyken, dat de Dwaal-ſterren onmogelyk in Draai-kolken konnen bewegen) heb ik niet ondienſtig geoordeeld hier uit te ſchryven, gelyk ook een gedeelte van zyne algemeene Leering, op 't end van zyn Boek, die tot dit zelfde oogmerk dient.

LIII. STELLING van den Ridder IZAK NEWTONS Beginzelen, II. BOEK.

Ligbamen, die in een Draai-kolk omgevoerd worden, en in den zelfden Kring weêrom keeren, zyn van dezelfde Digtheid en Vaſtheid als de Draai-kolk, en bewegen volgens dezelfde Wet als de deelen van de Draai-kolk, zoo in opzigt van de Snelheid als van den Streek van Beweging.

Want indien een klein gedeelte van de Draai-kolk, welkes deeltjes of Natuurkenners, dat is, wezentlyke, Punten [*phyſical Points*] onder elkander een gegeven Stand behouden, onderſteld wordt bevroren te zyn, zal dat gedeelte, omdat het nog in opzigt van zyne Digtheid en Vaſtheid, nog in opzigt van zyne ingelyfde Kragt [*Vis inſita*] nog in opzigt van zyne gedaante veranderd wordt, volgens dezelfde Wet als te voren bewegen. En wederom, indien een bevroren of vaſt gedeelte van een Draai-kolk van dezelfde Vaſtheid en Digtheid is, als het overige van de Draai-kolk, en vloeibaar gemaakt wordt, zal het volgens dezelfde Wet bewegen als tevoren; alleen met dit onderſcheid dat deszelfs deeltjes, nu vloeibaar gemaakt, onder elkander bewogen worden. De beweging der deeltjes onder elkander dan aan een zyde ſtellende, als niets doende tot de voortgaande beweging van 't geheel, zal de beweging van 't geheel dezelfde zyn als tevoren. Maar deze beweging zal dezelfde zyn met de beweging van andere deelen van de Draai-kolk op den zelfden afſtand uit het Middel-punt, of die even ver van 't Middelpunt af zyn, omdat het vaſte lighaam, nu vloeibaar gemaakt, de andere deelen van de Draai-kolk gelyk wordt. Derhalven zal een vaſt of onvloeibaar lighaam, indien het van dezelfde Vaſtheid en Digtheid is, als de Stof van de Draai kolk, bewegen met dezelfde beweging als de deelen van de Draai-kolk, terwyl het in ruſt is in opzigt van de Stof, die 'er rondom is. Indien het vaſter en digter is, zal het meêr dan tevoren tragten af te wyken van 't Middel-punt van de Draai-kolk; en dus die Kragt van de Draai-kolk, waardoor het als in Evenwigt geſteld in zynen Kring gehouden werd, overwinnende, zal het van 't Middel-punt afwyken, en in zynen Omloop een Slang-lyn beſchryven, en niet meêr in den zelfden Kring weêrom keeren. En om dezelfde reden zal het ylder zynde naar het Middelpunt naderen. Derhalven kan het nooit gedurig rondgaan in den zelfden Kring, tenzy het van dezelfde Vaſtheid en Digtheid zy als de Vloei-

Met één woord, deze is de Evenredigheid van hare Afſtanden en Omwentelingen, *De Vierkanten van de Kring-tyden van de Hoofd-Dwaalſterren om de Zon, en van de Manen om Jupiter en Saturnus, zyn gelyk de Teerlingen van hare Afſtanden elk van hare middelpunts lighamen* (3). V. Les.

8. Dewyl

Vloei-ſtof. Maar we hebben getoond, dat het in dat geval zouw omdraaijen volgens dezelfde Wet als die deelen van de Vloei-ſtof, die evenver afzyn van het Middelpunt van de Draai-kolk.

1. *Gevolg.* Derhalven is een vaſt of onvloeibaar ligham, omloopende in een Draai-kolk, en gedurig rondgaande in den zelfden Kring, in ruſt in opzigt van de Vloei-ſtof, waarin het gedragen wordt.

2. *Gevolg.* En indien de Draai-kolk van een egale Vaſtheid en Digtheid is, kan het zelfde ligham op allerlei afſtand uit het Middelpunt van de Draai-kolk omloopen.

LEERING.

Hieruit blykt, dat de Dwaal-ſterren niet rond gevoerd worden in lighamenlyke Draai-kolken. Want volgens de *kopernikaanſe Onderſtelling* loopen de Dwaal-ſterren om de Zon in langwerpige Ronden, die haar gemeene Navel-punt [*Focus, Umbilicus*] hebben in de Zon, en met Stralen getrokken tot de Zon beſchryven ze Perken [*Area's*] evenredig aan de tyden. Maar de deelen van een Draai-kolk konden nooit omloopen met zulk een beweging. Laat A D, B E, C F (Pl. XXXIII. *Fig.* 1.) drie Kringen of Wandel-kringen verbeelden, beſchreven om de Zon S, waarvan de buitenſte C F één-middelpuntig [*concentric*] is met de Zon, en laat de verſte Punten van de Zon [*Aphelia*] van de twee binnenſte zyn A, B, en hare digtſte Punten naar de Zon [*Perihelia*] D, E. Derhalven zal een ligham, 't welk omloopt in den Kring C F, met een Straal, getrokken tot de Zon, Perken beſchryvende evenredig aan de tyden, met een gelykvormige beweging bewogen worden. Maar volgens de Wetten van de Sterrekunde zal het ligham, 't welk in den Kring B E omloopt, langzamer bewegen in zyn *Aphelion* B, of verſte Punt van de Zon, dan in zyn *Perihelion* E, of digtſte Punt naar de Zon; daar in tegendeel volgens de Wetten van de Beweegkunde de Stof van de Draai-kolk ſneller moet bewegen in de naauwe ſpaatzie tuſſen A en C, dan in de wyde tuſſen D en F, dat is, ſneller in 't verſte Punt van de Zon, dan in 't digtſte Punt naar de Zon. Maar deze twee Beſluiten ſtryden met elkander. Dus is in 't begin van *Virgo* [*de Maagd*], alwaar tegenwoordig [*toen Newton dit ſchreef*] het *Aphelion* van *Mars* is, de afſtand van de Wandel kringen van *Mars* en *Venus* van elkander tot den afſtand van dezelfde Wandel-kringen in 't begin van *Piſces* [*de Viſſen*] ontrent gelyk 3 tot 2; en hierom moet de Stof van de Draai-kolk tuſſen deze Wandel-kringen ſneller zyn in 't begin van *Piſces* dan in 't begin van *Virgo* in de Reden van 3 tot 2. Want hoe de ſpaatzie naauwer zy, waardoor dezelfde Hoeveelheid van Stof gaat in den zelfden tyd van éénen Omloop, hoe de Snelheid, waarmê ze 'er doorgaat, grooter zyn moet. Indien dan de Aarde, ter wyl ze in ruſt was in opzigt van die hemelſe Stof, van dezelve rondgevoerd werd, en 'er meê om de Zon liep, zouw de Snelheid van de Aarde in 't begin van *Piſces* tot hare Snelheid in 't begin van *Virgo* wezen in een anderhalf redige Reden [*ſesquialtera Ratio*]. Derhalven zouw de ſchynbare dagelykſe beweging van de Zon in 't begin van *Virgo* grooter zyn dan 70 Minuten, en in 't begin van *Piſces* minder dan 48 Minuten. Maar integendeel is die ſchynbare beweging van de Zon waar- Pl. XXXIII. Fig. 1.

V. Les. 8. Dewyl de *Karteſiaanſe Onderſtelling* dan onbekwaam is, om de oorzaak van de beweging der hemelſe lighamen te verklaren; moeten wy de regte oorzaak hiervan aantoonen, en dat niet met giſſingen, maar uit Waarnemingen en ondervindingen. Dat Zwaartekragt, of een Aantrekking naar de Zon de Dwaal-ſter (of zelf de Staart-ſter) in haren Wandel-kring om de Zon houdt (en op gelyke wys de Manen om hare Hoofd-dwaalſterren, als mede onze Maan om de Aarde) terwyl de voortwerpende Kragt haar gedurig tragt af te werpen langs de Raak-lyn, zal duidelyk blyken uit het geen we reets gezegd hebben, en uit gevolgen van de tweede Wet van de Natuur, die we gaan verklaren, nadat we vooraf eenige Wetten die de Middelpunts-Kragten [*central Forces*] raken, door de volgende Proeven aangetoond hebben.

Maar eerſt zullen we 't Werktuig beſchryven, waarmeê de Proeven genomen konnen worden.

Pl. XXXIII. Fig. 2. Het Werktuig voor de Middelpunts-Kragten beſtaat uit een ſterke houten Stelling CABDHGKEF (Pl. XXXIII. *Fig.* 2.) van boven en van onderen driekant. Boven op het waterpas ſtuk G*a* is een Rad G, het welk (door middel van het touw GKHG) rondgedraaid wordende cirkel-ronde beweging geeft aan de Schyven en Spillen KL en HI, en dezelven beweegt of met evengelyke Snelheden, of met Snelheden, die tot elkander zyn gelyk 2 tot 1, gelyk 3 tot 1, of gelyk 3 tot 2; omdat 'er in de Schyf K twee Groeven zyn, ééne van 3 en ééne van twee duim over 't Kruis, gelyk 'er in de Schyf H ook twee zyn, ééne van 6 en ééne van 3 duim over 't Kruis. Daar zyn twee ſtukken MN, *mn* (die men Dwaalſter-dragers kan noemen) ontrent

waarlyk grooter in 't begin van *Piſces* dan in 't begin van *Virgo*, gelyk de Ondervinding leert, en gevolgelyk is de Aarde ſneller in 't begin van *Virgo*, dan in 't begin van *Piſces*. Derhalven kan de Onderſtelling van Draai-kolken met de Verſchynzelen van de Sterrekunde niet beſtaan, en is bekwamer, om de hemelſe bewegingen te verduiſteren, dan te verklaren.

ALGEMEENE LEERING.

De Onderſtelling der Draai-kolken is vele zwarigheden onderhevig. Indien elke Dwaal-ſter met een Straal, getrokken tot de Zon, Perken evenredig aan de tyden beſchryven zal, moeten de Kring tyden van de deelen der Draai-kolken zyn in een door zigzelve vermeenigvuldigde [*duplicate*] Evenredigheid [*dat is, 't Vierkant*] van hare afſtanden van de Zon. Maar zullen de Kring-tyden der Dwaal-ſterren wezen in een anderhalf maal verdubbelde [*ſesquiplicate*] Evenredigheid van hare afſtanden van de Zon, zoo moeten de Kring-tyden van de deelen van de Draai-kolk in een

ontrent 30 duim lang, die op de Schyven K en H zoo geſchroefd worden, dat ze 'er tegelyk meê ronddraaijen. Elk van deze ſtukken heeft een vierkanten open Toren S, *s*, met een Katrolletje of Schyfje onder en boven, om een touw te leiden van de gewigten S, en *s* tot de koperen ballen P en *p* (die we hier Dwaal-ſterren moeten noemen) waardoor de gewigten, wanneer P en *p* naar N of *n* gaan, opgetrokken worden van hare Voetſteunen, die ontrent een duim boven den grond van den Toren zyn, en in de Torens ryzen, totdat het gewigt-dragende ſtuk tegen het bovenſte van den Toren ſtoote. Elke bal heeft twee Wangetjes met gaatjes daarin, om gemakkelyk te ſchuiven langs yzer-draden, die van 't ééne end van de Dwaalſter-dragers tot het andere reiken, en door de twee regtſtandige koperen Vlaktens of Platen M en N gaan, als mede door de Torens ontrent op een $\frac{1}{4}$ duim van de Oppervlakte van den Dwaal-ſter-drager. NB. *Daar is hier op elken Dwaal-ſter-drager maar éene Wang en maar één van de Draden geteekend, om geene verwarring te maken.* Daar zyn ook koperen Boſſen in H en K, waarin de Halzen der Spillen (die van Staal zyn) draaijen, en yzeren Schroeven met koperen Koppen in L en I, met holletjes, waarin de onderſte enden der Spillen loopen. V. Les.

De derde *Figuur* verbeeldt iets meêr dan de helft van éénen van de Dwaal-ſter-dragers, verdeeld in duimen aan weêrskanten van 't Middelpunt. B*b* is de regtſtandige koperen Vlakte of plaat aan 't ééne end, waardoor de waterpas Yzer-draden W*w*, W*w* geſteken zyn, om de Dwaal-ſter te dragen aan hare doorboorde Wangen L, L, terwyl het touw, dat midden door de Dwaal-ſter gaat, vaſtgemaakt wordt door het inſteken van 't pennetje *p*, om de Dwaal-ſter een Pl. XXXIII. Fig. 3.

een

een anderhalf maal verdubbelde Evenredigheid zyn van hare afſtanden. Indien de kleiner Draai-kolken hare Omloopen om *Saturnus* en *Jupiter*, en andere Dwaal-ſterren zullen behouden, en geruſt en onverhinderd in de groote Draai-kolk van de Zon zwemmen, moeten de Kring-tyden van de deelen van de Zons Draai-kolk evengelyk zyn. Maar de omdraaijing van de Zon en Dwaal-ſterren om hare Aſſen, die met de beweging van hare Draai-kolken overeen moet komen, verſchilt veel van alle deze Evenredigheden. De bewegingen der Staart-ſterren zyn zeer regelmatig, en bewegen volgens dezelfde Wetten als de Dwaal-ſterren, en konnen in geenen deele door de Onderſtelling van Draai-kolken verklaard worden. Want de Staart-ſterren worden met zeer buitenmiddelpuntige [*excentric*] bewegingen gevoerd door alle gedeeltens van de Hemelen, zoo vryelyk, dat het onmogelyk in Draai-kolken geſchieden kan.

V. Les. een zekeren afſtand te geven van T, het Middelpunt van hare beweging, voordat ze rond bewogen werde door het draaijen van 't Rad G in de 2de Figuur. S*s* verbeeldt de Snede van den koperen Toren, aan 't hout gehegt door middel van een dwers Nagel, waarvan de Kop gezien wordt in *s*. T is de Voetſteun of Plaat, die het gewigt-

Pl. XXXIII. Fig. 4. dragende ſtuk onderſteunt, 't welk afgebeeld wordt *Fig.* 4., en beſtaat uit een cirkel-ronde Plaat en holle Spil, twee Oncen wegende,

Fig. 5. en waarom men verſcheiden looden gewigten, gelyk X *Fig.* 5., ſchuiven kan. In T (*Fig.* 6.) kan men het Katrolletje of Schyfje zien, waaronder het touw doorgaat.

Pl. XXXIII. Fig. 6. De 6de *Figuur* is een regtſtandige Snede van éénen van de vierkante Torens S*s* met het gewigt X en het gewigt-dragende ſtuk X*x* daarin, en een gedeelte van den Dwaal-ſter-drager, de Schyf en Spil daaronder, gemerkt M N. Een Katrolletje wordt vaſtgemaakt aan 't hout in T onder de Plaat, waarop het gewigt ſtaat, een ander wordt gehouden van een yzeren Arm V S over een gat S boven in den Toren. Het touw, dat van de Dwaal-ſter P komt, gaat dan eerſt onder de Katrol T, vervolgens door de holle Spil van het gewigt-dragende ſtuk, en zoo door het gat boven in den Toren, dan over de Katrol S en zoo weêr tot het bovenſte van de Spil van X, alwaar het vaſtgemaakt wordt. Wanneer men deze Figuur wel beſchouwt, kan men ligtelyk zien, dat, indien de Dwaal-ſter P maar een weinig bewogen wordt in den Streek P Q, het gewigt-dragende ſtuk X ryzen moet naar S.

De Draai-tafel, (Pl. XXX. *Fig.* 8. en Pl. XXXII. *Fig.* 3, 6, 7 en 8.) waarvan we reets gewaagd hebben in 't opgeven van verſcheiden Ondervindingen, wordt beſt rondgedraaid, wanneer men ze ſchroeft boven op ééne der Spillen L K of I H van *Fig.* 2. inplaats van den Dwaal-ſter-drager M N of *m n*.

Pl. XXXIII. Fig. 7. De 7de *Figuur* verbeeldt de Snede van het Rad en een gedeelte van het waterpas ſtuk, het bovenſte gedeelte van de Stelling, dat het Rad draagt, en 't boven-end van het ſtuk dat het onderſteunt, gemerkt L L L, den As van 't Rad, en de vierkant-ſchuivende Bos *g*, die beweeglyk is op het vierkante waterpas yzer H I, 't welk aan 't hout vaſtgemaakt wordt met een Moertje en Nagel in I en twee Houtſchroeven H, *h*. NB. *In het ſchuivende ſtuk* g *is een Schroef, om het Middelpunt van 't Rad te ſtellen, wanneer het voor of agteruit gebragt wordt.*

Schoon

Schoon het 'er niet op aankome, hoegroot dit Werk-tuig gemaakt wor- V. Les.
de, mits deszelfs deelen maar een Evenredigheid behouden; zal ik egter ten gevalle van degenen, die 'er een wilden laten maken, hier de maat van de voornaamſte deelen van 't myne in engelſe duimen opgeven.

De dikte van 't hout is overal ontrent 1. duim, behalven de voeten in A en D, alwaar het 2 duim dik is. Pl. XXXIII. Fig. 2.

MN = *mn* = 30 duim.
KH = 33. D. 6. Lynen.
KL = IH = 8. D. 5. L.
AD = 34. D. 9. L.
AC = CD = 27. D. 2. L.
BC = 24. D. 8. L.
De Groef van 't Rad G over 't Kruis = 14 Duim.
Breette van den Dwaal-ſter-drager MN of *mn* = 2. D. 3. L.
Groeven van de Schyf K, de ééne van 2 en de andere van 3 duim over 't Kruis.
Groeven van H, de ééne van 6 en de andere van 3 duim over 't Kruis.
De hoogte AK = HD = 13 duim.
Hoogte van de Torens S of *s* boven de plank MN of *mn* 5 duim.
8. Lynen.
Breette van de Torens = 2. D. 3. L.

Men bedient zig van vier koperen Dwaal-ſterren, waarvan 'er twee elk 2 oncen Trois, en de andere twee elk 4 oncen Trois wegen.

De gewigt-dragende Plaat weegt met de Spil 2 oncen, en elk looden gewigt (gelyk 'er *Fig.* 5. één verbeeldt wordt) weegt ook 2 oncen.

Wat men in 't gebruik van dit Werktuig in agt moet nemen.

9. De gewigten in elken Toren moeten de Zon verbeelden, welker Aantrekking aangetoond wordt door de Kragt, waarmeê het gewigt weêrſtaat de werking van den Bal P of *p* (verbeeldende een Dwaal-ſter) die het tragt op te ligten, wanneer hy een middelpuntſchuwende Kragt krygt door het omdraaijen van 't Rad G. Dus kan men, door het ſtellen van evengelyke of ongelyke gewigten in de Torens, door het gebruiken van evengelyke of ongelyke Dwaalſterren, gelyk P of *p*, en 't nemen van hare Afſtanden evengelyk of onge-

V. Les. ongelyk in verſcheiden Evenredigheden, en de Kring-tyden evengelyk of ongelyk te nemen (naardat het touw van 't Rad om evengelyke of ongelyke Schyven ga) dus kan men, zeg ik, door Proeven die Wetten van Middel-punts Kragten aantoonen, die de Ridder *Izak Newton* in zyne *Beginzelen* volgens de Wiskunſt heeft bewezen.

In 't beſchouwen der Middel-punts Kragten van lighamen (by voorbeeld der Hoofd-dwaalſterren in opzigt van de Zon, en der Manen in opzigt van hare Hoofd-dwaalſterren) welke bewegen om andere lighamen, die 'er een invloed op hebben, moet men drie dingen in agt nemen. *Vooreerſt* de Kring-tyden of tyden, waarin de lighamen haren Omloop volbrengen. *Ten anderen* de Hoeveelheid van Stof in de omloopende lighamen. *Ten derden* den afſtand van de lighamen uit het Middel-punt van haren Omloop.

XI. ONDERVINDING.

VOOREERST, maak de Kring-tyden evengelyk met het touw van 't Rad te doen in de drie duims groef van elke Schyf, kruiſſende het voor elke Schyf, om het te meêr Kragt te geven, om de Schyven te bewegen, dog zoo dat de Schyven beide den zelfden weg heen draaijen, op dat de Dwaal-ſter-dragers niet los ſchroeven. Zet dan maar alleen het gewigt-dragende ſtuk in elken Toren, en maak eindelyk aan hare touwen valt een twee once koperen Bal, gelyk P en *p* (PL. XXXIII. *Fig.* 2.) op den afſtand van 12 duim uit het Middelpunt van elken Dwaal-ſter-drager. Dus zult ge *de Kring-tyden, de Hoeveelheden van Stof*, en *afſtanden uit het Middelpunt evengelyk* hebben. Draai dan het Rad G rond, en de Dwaal ſterren zullen door hare middelpunt-ſchuwende Kragt de gewigten S en *s* op hetzelfde oogenblik opligten, waaruit blykt, dat *in dit geval de middelpunt-ſchuwende Kragten evengelyk zyn.* NB. *Indien ge op elk gewigt-dragend ſtuk één of twee of meer evengelyke gewigten legt, (gelyk 'er* Figuur 5. *één verbeeldt) zullen de Dwaal-ſterren haar altyd op het zelfde oogenblik opligten, mits het Rad ſneller gedraaid worde naar Evenredigheid dat 'er meêr gewigt te ligten is.*

Pl. XXXIII. Fig. 2.

XII. ONDERVINDING.

TEN TWEEDEN, Neem inplaats van *p* een 4 once Bal, en verdubbel het

het gewigt in den Toren *sq*. Draai dan het Rad, en beide de gewig- V. Les.
ten zullen tegelyk ryzen. Dit bewyſt, dat, *wanneer de Hoeveelheden van Stof in Dwaal-ſterren ongelyk zyn, maar de Afſtanden en Kring-tyden evengelyk blyven, de middelpunt-ſchuwende Kragt evenredig is aan de Hoeveelheid van Stof.*

XIII. ONDERVINDING.

TEN DERDEN, Neem de 4 once Bal af, en gebruik *p* weêr, maar zet hem maar op 6 duim uit het Middelpunt. Neem het bygevoegde gewigt van *s*, en doe het by S; dat is, laat het gewigt S, dat P op 12 duim Afſtand heeft, zyn = 4 oncen, en 't gewigt *s*, dat *p* maar op 6 duim Afſtand heeft, zyn = 2 oncen. Dan zullen ze op het draaijen van 't Rad beide op den zelfden tyd ryzen. Hieruit is klaarblykelyk, dat, *indien de Kring-tyden en de Hoeveelheden van Stof dezelfde blyven, maar de Afſtanden verſchillen, de middelpunt-ſchuwende Kragten zyn zullen gelyk de Afſtanden.*

XIV. ONDERVINDING.

TEN VIERDEN, Breng op den Afſtand van 6 duim inplaats van *p*, die daar laatſt was, een Bal van 4 oncen, en ſtel evengelyke gewigten in de twee Torens. Wanneer ge dan het Rad omdraait, zullen de gewigten beide te gelyk ryzen; welk aantoont, dat, *wanneer de Kring-tyden evengelyk, en de Afſtanden uit het Middelpunt overhands zyn gelyk de Hoeveelheden van Stof in de Dwaalſterren, dat de middelpunt-ſchuwende Kragten evengelyk zyn.*

XV. ONDERVINDING.

EINDELYK, Breng het touw van de Schyf H in de Groef van 6 duim over 't Kruis, om den Kring-tyd van de Dwaal-ſter *p* tweemaal zoogroot te maken als van de Dwaal-ſter P, welke laatſte dan tweemaal zoo ſnel zal bewegen, indien haar Afſtand uit het Middelpunt dezelfde is, gelyk in deze Proef zyn moet. Leg 8 oncen in den Toren SQ, en niet meêr dan 2 in den Toren *sq*, terwyl de evengelyke Dwaal-ſterren P en *p* elk op 12 duim Afſtand zyn uit het Middel-punt. Draai dan het Rad, en beide de gewigten zullen te

V. Les. gelyk ryzen. Dit bewyſt, *dat de middelpunt-ſchuwende Kragten van Dwaal-ſterren, welker Hoeveelheden van Stof evengelyk zyn, en welker Afſtand uit het Middel-punt dezelfde is, maar welker Kring-tyden verſchillen, overhands zyn, gelyk het Vierkant van hare Kring-tyden; dat is, regt* [directly] *gelyk het Vierkant van hare Snelheden.*

GEVOLG.

Hieruit volgt, dat, indien dezelfde Dwaal-ſter van Snelheid verandert in den zelfden Wandel-kring, hare middelpunt-ſchuwende Kragt vergrooten of verminderen zal volgens het Vierkant van de Snelheid, die de Dwaal-ſter heeft in dat gedeelte van haren Wandel-kring.

LEERING.

Wanneer men de laatſte met de XIII. Ondervinding vergelykt, en bevindt, dat de Dwaal-ſter *p* (rondgaande in een Cirkel van 12 duim Straal in den zelfden tyd, dat P rondgaat in een Cirkel van 6 duim Straal) tweemaal zooveel gewigt opligte, omdat ze tweemaal zooveel Snelheid had; ſchynt het vreemd, dat in de laatſte Ondervinding, alwaar *p* (tweemaal gaande door een Cirkel van 12 duim Straal, terwyl P maar eens door zulk een Cirkel gaat) maar tweemaal zooveel Snelheid heeft als P, nu viermaal zooveel gewigt opligt. Maar deze Evenredigheid (die van zooveel dienſt is in het verklaren van de bewegingen van de hemelſe lighamen) zal men bevinden dat duidelyk afgeleid wordt uit een overweging van de eerſte Wet en 't geen we daarvan gezegd hebben.

Pl. XXXII. Fig. 2. Laat een Dwaal-ſter om het lighaam onderſteld in M (Pl. XXXII. *Fig.* 2.) of om het Middel-punt M omloopen in den Cirkel FIN. Het is klaarblykelyk, dat hare middelpunt-ſchuwende Kragt, wanneer

(4) Om met een Proef te toonen, hoe een Dwaal-ſter hare beweging verſnelle, wanneer ze naar de Zon nadert, en vertraagt, wanneer ze van de Zon afwykt, zoo maak de Draai-tafel (gelyk ze Pl. XXXII. *Fig.* 6. wordt afgebeeld) op hare ſtelling vaſt, om in haren waterpas Stand gemakkelyk rond te draaijen. Neem 'er dan den Winkel-haak S*s* af, en maak hem op de tafel vaſt op de plaats M*m* door middel van een Schroef in deszelfs onderkant, die door de tafel gaat, en vaſtgezet wordt met een Moer onder de tafel. Dit gedaan hebbende, neem inplaats van de twee Ballen T, M één van dezelven, by voorbeeld M, en hem geplaatſt hebbende binnen een duim lengte van 't korte end van den Winkel-haak in M, ſteek zyn touw door één van de zy-gaten van het middelpunts-ſtuk C, en zoo naar boven

Pl. XXXII. Fig. 6.

neer ze den Boog FI beſchryft, verbeeld wordt door de Lyn HI. V. Les.
Wanneer de Dwaal-ſter vervolgens onderſteld wordt in den zelfden tyd te beſchryven den Cirkel *fin*, welkes Straal tweemaal zoolang is, is het duidelyk, dat ze tweemaal zooveel Snelheid zal hebben, en gevolgelyk den Boog *fn* in dezen Cirkel in den zelfden tyd beſchryven zal, als ze den Boog FI beſchreef in den kleinen Cirkel; zoodat *ng*, het dubbel van HI of *hi* (omdat de Driehoeken *fg* M en FHM, zoowel als de Bogen *fn* en FI, gelykvormig zyn) nu de middelpunt-ſchuwende Kragt aantoont tweemaal zoogroot te zyn, als ze in den kleinen Cirkel was. Maar indien de Dwaal-ſter, inplaats van in den grooten Cirkel te gaan, hare Snelheid verdubbelt, met den Cirkel FIN tweemaal rond te gaan in den zelfden tyd, dat ze hem tevoren eens rond ging, zal ze beſchryven den Boog FN van tweemaal zooveel Graden, inplaats van FI; en dewyl de Boog FN (ſchoon van dezelfde lengte) tweemaal krommer is dan *fn*, zal de Dwaal-ſter in N tweemaal zooveel van de Raak-lyn afwyken, dan dat ze was in *n*, gevolgelyk viermaal zooveel, dan toen ze in I was met de helft van de Snelheid. Derhalven zal de middelpunt-ſchuwende Kragt in N zyn : tot de middelpunt-ſchuwende Kragt in I : : gelyk GN : HI; of gelyk 4 : 1.

NB. *Dit gaat maar alleen door in kleine Bogen, gelyk* FI *en* FN *onderſteld worden te zyn; maar men beſchouwt het ook maar in zulke.*

Daar konnen vele andere Proeven wegens de Middel-punts Kragten met dit Werktuig genomen worden; maar de gemelde zyn genoeg voor ons tegenwoordig oogmerk. Evenwel zullen we 'er ten gevallen van de Liefhebbers nog eenige weinige in de onderſtaande Aanteekening (4) melden.

De

boven door het middelſte gat. Maak dan een ſtukje yzer- of koper-draad *w* over dwers aan het touw vaſt, om den Bal M te beletten het ſtooten tegen het end van M*m*, wanneer de middelpunt-ſchuwende Kragt op den Bal werkt, terwyl de tafel ronddraait. Draai dan de tafel rond in den Streek, dien de pyl aanwyſt, terwyl de hand het andere end van het touw losjes houdt in *x*, en de Bal zal drukken tegen den Winkel-haak V*v* in M. Trek een weinig aan het touw, om den Bal nader aan het Middelpunt te doen komen, en ge zult hem hooren en zien ſtooten aan de andere zyde tegen *m*, waaruit blykt, dat deszelfs beweging verſneld is; maar indien ge de hand weêr laat ſchieten (terwyl de tafel met dezelfde Snelheid rond blyft gaan) zal de Bal, van het Middelpunt afwykende, weêr tegen M ſtooten,

 waaruit

V. Les.

De II WET van Beweging.

10. *De verandering van Beweging is altyd evenredig aan de ingedrukte bewegende Kragt; en geſchiedt in de regte Lyn, waarin* [of langs welke] *die Kragt wordt ingedrukt.*

Indien de ééne of de andere Kragt een beweging voortbrengt, zal een dubbele Kragt een dubbele beweging voortbrengen, een driedubbele Kragt driemaal zooveel beweging *enz*,, hetzy die Kragt geheel en al in ééne reis, hetzy ze trapsgewys en van tyd tot tyd ingedrukt worde. En deze beweging (altyd den zelfden weg uit met de voortbrengende Kragt geſtrekt zynde) wordt, indien het lighaam te-

waaruit blykt, dat deszelfs beweging vertraagd is, omdat hy langzamer beweegt, dan de deelen van de tafel, die 'er onder zyn, gelyk hy ſchielyker dan de tafel bewoog in het andere geval.

Het beſluit uit de XV. Ondervinding (nam. dat in den zelfden Wandel kring de middelpunt-ſchuwende Kragt is gelyk het Vierkant van de Snelheid) zouw volgen uit allerlei andere verandering van de Kring-tyden. By voorbeeld, indien het touw van de Schyf H (Pl. XXXIII. *Fig.* 2.) gelegd wordt om de Groef van drie duim, en dat van de Schyf K om de Groef van twee duim, terwyl beide de Dwaal-ſterren van hetzelfde gewigt, en op den zelfden Afſtand uit het Middel-punt zyn; zal de ſnelſte Dwaal-ſter P in haren Toren een gewigt van 2¼ pond opligten, terwyl de langzaamſte *p* maar 1 pond ligt; welke gewigten tot elkander zyn gelyk 9 en 4; dat is, gelyk de Vierkanten van de Kring-tyden 2 en 3 overhands, of gelyk de Vierkanten der Snelheden regtſtreeks [*directly*].

Pl. XXXIII. Fig. 2. Pl XXXIII. Fig. 2.

Met één woord, op wat wys de Middel-punts Kragten verſchillen mogen, men kan ze met elkander vergelyken door behulp van 't geen reets verklaard is: want ze *zyn altyd in een Reden, ſamengeſteld uit de Reden van de Hoeveelheid van Stof in de omloopende lighamen, uit de Reden van de Afſtanden uit het Middel-punt, en eindelyk uit de omgekeerde Reden van de Vierkanten van de Kring-tyden.* En de Vergelyking geſchiedt op deze wys. Vermeenigvuldig de Hoeveelheid van Stof in elk lighaam door deszelfs Afſtand uit het Middelpunt, en verdeel den Uitkomſt door het Vierkant van den Kring-tyd, en het Hoeveelſte der Verdeelingen [*Diviſions*] zal in gemelde ſamengeſtelde Reden zyn, dat is, gelyk de Middelpunts Kragten.

ONDERVINDING.

Doe het touw van 't Rad (Pl. XXXIII. *Fig.* 2) om de 2 duims Groef van de Schyf K en om de 3 duims Groef van de Schyf H, het welk de Kring-tyden der Dwaal-ſterren P en *p* tot elkander zal doen zyn gelyk 2 tot 3. Door het bydoen van 4 Oncen by het gewigt-dragende ſtuk in den Toren S, zal het geheele gewigt 6 Oncen zyn, en laat de Dwaal-ſter P twee Oncen zyn, en op 8 duim uit het Middelpunt. De Dwaal-ſter *p* moet van 4 Oncen zyn, en op 12 duim uit het Middelpunt, en het gewigt in den Toren *s* moet van 8 Oncen zyn. Draai het Rad om, en beide de gewigten zullen op het zelfde oogenblik ryzen.

Vermeenigvuldig 2 (het gewigt van de Dwaal-ſter P) door 8, haren Afſtand, en de

tevoren al bewogen werd, gevoegd by of afgetrokken van de vorige beweging, naardat ze of regtſtreeks met elkander ſamenſpannen, of regtſtreeks met elkander ſtryden; of ſcheuin gevoegd werden, indien ze ſcheuin zyn, zoodat ze een nieuwe beweging voortbrengen, die ſamengeſteld wordt uit de bepaling [*Determination*] van beide. V. Les.

11. Laat het lighaam A (PL. XXXIII. *Fig.* 8.) een Voortſtooting [*Impulſe*] krygen in den Streek AL, waardoor het ga door een bepaalde Spaatzie in een bepaalden tyd; by voorbeeld de Spaatzie AB of ééne Roê (16½ voet) in een Sekunde. Volgens de eerſte Wet zal het lighaam door middel [*Virtue*] van de ingedrukte Kragt eenparig gaan door de Spaatzien AB, BC, CD, DE, EF, FG, GH, HI, PL. XXXIII. Fig. 8.

de Uitkomſt is 16, het welk verdeeld door 4, ('t Vierkant van haren Kring tyd) 4 geeft voor het Hoeveelſte: want $2\times8=16$, en $\frac{16}{4}=4$. Vermeenigvuldig dan 4 (het gewigt van de Dwaal-ſter *p*) door haren Afſtand 12, en de Uitkomſt 48, verdeeld zynde door 9, (het Vierkant van den Kring-tyd van *p*) zult ge hebben $5\frac{1}{3}$: want $4\times12=48$, en $\frac{48}{9}=5\frac{1}{3}$. En dezegetalen 4 en $5\frac{1}{3}$ zyn tot elkander gelyk 12 en 16, of gelyk 6 en 8, het welk de gewigten in de Torens zyn, die de Hoeveelheden van de Middel-punts Kragten uitdrukken.

Wanneer de Hoeveelheden van Stof evengelyk zyn, behoeft ge, om de Evenredigheid der Middel-punts Kragten tot elkander te bepalen, niets anders te doen dan de Afſtanden te verdeelen door de Vierkanten van de Kring-tyden.

En in dat geval *zullen de Hoeveelſtens der Verdeelingen, indien de Vierkanten van de Kring-tyden tot elkander zyn gelyk de Teerlingen van de Afſtanden, in een omgekeerde Reden wezen van de Vierkanten van de Afſtanden; en ge zult vinden, dat de Middelpunts Kragten in dezelfde Reden zyn*, 't welk het geval is van de Dwaal- en Staart-ſterren in de Hemelen.

Dit wordt zeer wel opgehelderd door de volgende

ONDERVINDING.

Laat het touw van 't Rad gaan om de 3 duims Groef van de Schyf K (PL. XXXIII. *Fig.* 2) en om de 6 duims Groef van de Schyf H, om den Kring-tyd van de Dwaal ſter P 3 te maken, en dien van *p* 6. Laat P en *p* elk 4 Oncen zyn, P op 5 duim en *p* op 8 duim Afſtand uit het Middel-punt. Wanneer dan P gehegt wordt aan 10 Oncen gewigt in haren Toren S, en *p* aan 4 Oncen in haren Toren *s*, zullen beide de gewigten te gelyk opgeligt worden, wanneer het Rad omgedraaid wordt. PL. XXXIII. Fig. 2.

De Middelpunts Kragten zyn hier gelyk 4 tot 10, en de omgekeerde Reden van de Vierkanten van de Afſtanden is de Reden van 25 tot 64 (welk laatſte getal, naaukeurig geſproken $62\frac{1}{2}$ moeſt wezen, en ook zoo zyn zouw, indien men den Afſtand uit het Middel-punt nam den vierkanten Wortel van $62\frac{1}{2}$, maar we hebben 8 duim genomen, om Gebrokens te ontgaan) na genoeg voor een Proef. De Vierkanten van de Kring-tyden zyn 9 en 36, 't welk ook na genoeg overeenkomt met de Teerlingen van de Afſtanden, *te weten* 125 en 512; want 512 zouw maar 500 zyn, dewyl 'er de naauwkeurige Reden niet is, of veel nader, indien de Afſtand uit het Middel-punt, gelyk we zeiden, geweeſt was de vierkante Wortel van $62\frac{1}{2}$.

V. Les. HI, IK, KL *enz.* zoodat het elk van dezelven (onderſteld zynde, dat ze alle evengelyk zyn) beſchryven zal in een Sekunde, en zoo verder tot in 't Oneindige. Indien 'er dan, nadat het lighaam nu in beweging is, dezelfde Kragt, die 'er eerſt op werkte, of een andere, die 'er evengelyk aan is, weêr op werkte in denzelfden Streek, wanneer het by voorbeeld in B is, zouw het lighaam gevoerd worden door een dubbele Spaatzie, *nam.* de ſpaatzie BD in een Sekunde, en dus ook door DF, FH, HK *enz.* in elk Sekunde, dat is, met een dubbele Snelheid; omdat het, terwyl 't ééne Roê in een Sekunde ging, een byvoeging van Kragt ontving, die ook in ſtaat was, om 't eene Roê in een Sekunde te doen gaan, en by gevolg geeft de ſamenvoeging dezer twee Kragten, die ſamenſpannen, het lighaam een dubbele Snelheid. Indien het lighaam in beweging zynde, toen 't in B was, de tweede Voortſtooting gekregen had door een Kragt, die het dubbeld was van de eerſte Kragt, zouw het na die Voortſtooting gegaan zyn in elk Sekunde door de Spaatzien BE, EH, HL *enz.*, dat is met een driedubbele Snelheid. Indien het na 't ontvangen van de tweede Voortſtooting met een Kragt evengelyk aan de eerſte, terwyl het voortgaat met een dubbele Snelheid (by voorbeeld, door de Spaatzie BD of DF *enz.* in een Sekunde) een derde Voortſtooting kreeg, (nog al in den zelfden Streek) evengelyk aan de eerſte, zouw het gaan van D tot G, en zoo vervolgens van G tot K *enz.* in elk Sekunde, dat is, met een driedubbele Snelheid na drie evengelyke Voortſtootingen, net gelyk het doen zouw na twee ongelyke Voortſtootingen in de gemelde Evenredigheid: gelyk 't ook doen zouw, indien het in 't begin maar ééne Voortſtooting had gekregen, maar driemaal grooter, dan we onderſtelden.

12. Indien op het lighaam, terwyl het door de ingedrukte Kragt (volgens de eerſte Wet) eenpariglyk voortgaat door de Spaatziën AB, BC *enz.*, een Kragt, evengelyk aan de ingedrukte Kragt, werkte in den Streek LA (dat is, in een tegenſtrydigen Streek) zouw het alle zyne beweging verliezen. Maar indien 'er deze laatſte Kragt maar op werkte, nadat het verſcheiden Voortſtootingen in den eerſten Streek gekregen had, zouw ze maar alleen zooveel van de beweging vernietigen, als hare eigen Hoeveelheid van Kragt voort kon brengen. By voorbeeld, indien het lighaam na drie Voortſtootingen ging door de Spaatziën DG, GK *enz.* dat is, 3 Roê

Roê in een Sekunde, en dan een vierde Voortſtooting kreeg, maar in een tegenſtrydigen Streek, zouw het niet meêr beweging verliezen, dan dat het inplaats van drie maar twee Roê in een Sekunde zouw vorderen, en dus eenparig voortgaan met die Snelheid, net eveneens als of het maar twee Voortſtootingen gekregen had. Op gelyke wys, indien het, terwyl 't drie Roê in een Sekunde gaat, twee Voortſtootingen tegelyk kreeg, die evengelyk waren aan de eerſte, maar in tegenſtrydige Streken, de ééne in den eerſten en de andere in den tegenſtrydigen Streek, zouden deze Kragten elkander vernietigen, en 't lighaam zouw eenpariglyk voortgaan met dezelfde Snelheid, die het voor deze Voortſtootingen had, *nam.* 3 Roê in een Sekunde. NB. *We geven hier geen agt op de Veêrkragt* [*Elaſticity*], *die 't lighaam hebben mogt.* V. Les.

13. We zullen nog eens ſtellen, dat het lighaam eenpariglyk voortgaat een Roê in een Sekunde, of door de Spaatzien AB, BC, *enz.* Onderſtel, dat, terwyl het in E is, een nieuwe Kragt, evengelyk aan de eerſte (of evengelyk aan de Kragt, die het lighaam op dien tyd heeft) daar op werkt in den Streek E*a*, of in den Winkel-haak met deszelfs tegenwoordigen Streek AL; dan zal het lighaam zynen Streek veranderen, en bewegen (gelyk getoond is) in de Hoek-lyn E*b* van den voltooiden Raam E*ab*F. (L. III. N. 85. *Bladz.* 184. L. V. N. 3. *Bladz.* 292 *en volg.*) Indien de nieuwe Kragt tweemaal zoogroot was geweeſt, zouw het lighaam gegaan hebben in de Hoek-lyn E*c* van den dubbelen Raam E*dc*F. Maar indien de nieuwe Kragt maar half zoogroot was geweeſt als de ingedrukte Kragt, zouw het lighaam maar afgeloopen hebben de Hoek-lyn E*e* van den Raam E*fe*F.

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat, indien de nieuwe Kragt (hare Hoeveelheid mag zyn zoodanig als ze wil) in den Winkel-haak werkt, de Snelheid grooter zal zyn, dan dat het lighaam had blyven voortgaan in zynen regtlynigen Streek; omdat (gelyk L. III. N. 85. en L. V. N. 3. bewezen is) het lighaam door de werking der twee Kragten de Hoek-lyn beſchryft in den zelfden tyd, waarin het ééne van de Zyden van den Raam beſchreven zouw hebben door de enkele werking van ééne van beide de Kragten; en in de Ramen E*e*, E*b*, E*c* zyn de Hoek-

lynen

V. Les. lynen langer, dan de Zyden, dewyl ze de regte (dat is, de grootſte) Hoeken onderſpannen van de regt-hoekige Driehoeken EF*e*, EF*b* en EF*c* (*Eukl.* I, 19). NB. *Wanneer we ons bedienen van de woorden* de ingedrukte Kragt [the Force impreſſed], *of* de ingelyfde Kragt [the innate Force], *verſtaan we 'er die Kragt door, die een lighaam heeft, wanneer het in beweging is, zonder agt te geven op dat gene, 't welk het eerſt beweging gaf: dat is, we verſtaan 'er het zelfde ding door, dat Sir* Izak Newton *noemt met den naam van* Vis inſita.

II. GEVOLG.

Hieruit volgt ook, dat indien de nieuwe Kragt met ſcherpe Hoeken werkt, hare uitwerking zooveel te aanmerkelyker zal wezen, als de Hoek ſcherper is. Maar nooit zal ze de Snelheid van het lighaam zooveel vermeerderen, als dat ze met geenen Hoek, dat is, in den zelfden Streek werkte. By voorbeeld, indien men onderſtelt, dat de nieuwe Kragt evengelyk is aan *de ingedrukte Kragt*, en haar Streek in de Lyn F*g*, zal GF*g* de ſcherpe Hoek zyn, die door de twee Streken gemaakt wordt. Maar het is klaarblykelyk, dat, hoe kleiner de Hoek GF*g* zy, hoe de Hoek FG*h* grooter zal wezen; en gevolgelyk zal de Hoek-lyn F*h* (de Snelheid van het lighaam uitdrukkende) die dien Hoek onderſpant, ook grooter wezen. En zoolang 'er een ſcherpe Hoek is in F, zal 'er een ſtompe Hoek zyn in G, en GF*h* zal een Driehoek wezen, waarin ééne Zyde F*h* altyd kleiner zal zyn, dan de twee anderen FG en G*h* (*Eukl.* I, 20), welke evengelyk zyn aan de twee Lynen FG en GH, welke het lighaam in den zelfden tyd doorloopt, wanneer de twee Kragten in den zelfden Streek werken.

III. GEVOLG.

Ook volgt hieruit, dat de nieuwe Kragt op het lighaam in zulk een Streek kan werken, dat het lighaam daar niet door verſneld, ja ſomtyds vertraagd worde. Want indien de nieuwe Kragt niet ſamenſpant met de ingedrukte Kragt, door 't werken met ſcherpe Hoeken met haren Streek, nog in regte Hoeken daar meê werkt; kan het lighaam zyne zelfde Snelheid behouden, ſchoon in een nieuwen Streek, ja zelf langzamer gaan, wanneer de nieuwe Kragt met ſtompe Hoeken

Hoeken werkt. Onderſtel by voorbeeld, dat de nieuwe Kragt, V. Les.
evengelyk aan de ingedrukte Kragt, werkt, wanneer het lighaam in K is, in den Streek K*i*, zoodat de ſtompe Hoek L K*i* zy van 120 Graden. Dan zal de Hoek-lyn K*k* van den Raam K*i*k L evengelyk zyn aan de Zyde K L, omdat K L*k* en K*ik* twee evengelykzydige Driehoeken zyn, en derhalven zal het lighaam dezelfde Snelheid hebben, als te voren. Maar indien (al het overige eveneens blyvende, als we onderſtelden) de nieuwe Kragt minder was, dan de ingedrukte Kragt, by voorbeeld maar half zoogroot, zouw de Snelheid van het lighaam verminderd worden: want dan zouw K*l* de nieuwe Kragt verbeelden, en K*m* zouw de Hoek-lyn wezen van den Raam (die nu K L *lm* zouw zyn) en K*m*, vallende van K, éénen Hoek van een evengelykzydigen Driehoek, op het midden van zyne tegenovergeſtelde Zyde, zouw korter wezen dan ééne van de Zyden; *bygevolg enz.* Indien de nieuwe Kragt grooter of minder was dan de helft, in wat Evenredigheid het ook zouw mogen wezen, zouw de Snelheid van het lighaam wel verminderen, maar egter zooveel niet: want dan zouw het punt *m* vallen tuſſen L en *m* of tuſſen *m* en *k*, en in alle deze gevallen zouw de Hoek-lyn langer wezen dan K*m*, omdat K*m* in 't Lood is op L*k*, en de gemelde Hoek-lyn daar ſcheuin op zyn zouw, en bygevolg langer, ſchoon nog al korter, dan de Zyde K L.

Indien de nieuwe Kragt grooter was, dan de ingedrukte Kragt, by voorbeeld tweemaal zoogroot, zouw het lighaam (onderſteld zynde, dat de Hoek van Aanvoeging dezelfde is) zyne Snelheid vergrooten door de werking van die Kragt: want, dewyl de nieuwe Kragt verbeeld zouw worden door K 1, zouw de Hoek-lyn of Snelheid wezen K 2, langer dan K L. Maar verder, indien de Streek van deze grooter Kragt (onderſtellende, dat ze nu verkleind wordt in de Evenredigheid van L 2 tot L*i*) meêr aangekant was tegen den Streek van de ingedrukte Kragt, dat is, indien de Hoek L K 1 vergroot werd, by voorbeeld nog 30 Graden, zoodat hy werd L K 3, zouw het lighaam zyne Snelheid niet veranderen met zynen nieuwen Streek, omdat het gaan zouw in de Hoek-lyn K*i*, die evengelyk is aan K L. Zelf, indien de Hoek van Aanvoeging grooter was dan L K 3, of van meêr dan 150 Graden, zouw de Snelheid van het lighaam verminderd worden, dewyl de nieuwe Hoek-lyn korter zouw wezen dan K*i*.

V. Les. Indien de nieuwe Kragt maar evengelyk was aan de ingedrukte Kragt, en hare Streek was K4, dat is, indien de Hoek van Aanvoeging van 150 Graden was, zouw de Snelheid van het lighaam byna de helft verminderd worden, dewyl de Hoek-lyn K5 dan maar een weinig meêr dan half zoo lang zouw wezen als K*k* (= KL) omdat ze onderspant den Hoek KL5, die maar de helft is van den Hoek KL*k*.

NB. *Wanneer de Hoek van Aanvoeging en de Hoeveelheid van de nieuwe Kragt bekend zyn, kan men altyd weten, welke de Snelheid zal zyn van het lighaam na de werking van de nieuwe Kragt; omdat de Hoek-lyn, die de Snelheid uitwyst, altyd bekend is; dewyl ze éene Zyde is van een Driehoek, waarin twee Zyden, die de Kragten verbeelden, gegeven of bekend zyn, gelyk ook de Hoek is tusschen deze twee Zyden, en by gevolg ook de derde Zyde,* (Euklid. I, 15 en 17.) *die de gemelde Hoek-lyn is. De Hoek, die bekend is, bevat altyd het getal van Graden, die de Hoek van Aanvoeging minder heeft dan* 180. *By voorbeeld in den Driehoek* K*i*L, *waarin* KL *en* L*i* (=K3) *de Kragten verbeelden, is (uit hoofde van de Evenwydigen* K3 *en* L*i* Euklid. I, 29) *de Hoek* KL*i evengelyk aan* IK3, *die aan* LK3 *ontbreekt van de* 180 *Graden, en bygevolg is de Hoek-lyn, die dien Hoek onderspant, bekend.*

14. Men heeft waargenomen, dat, wanneer een lighaam valt gedurende den tyd van één Sekunde, een Spaatzie doorloopt evengelyk aan 16½ engelse voeten, of éene engelse Roê, gelyk reets gemeld is *. Derhalven is de Kragt, die ingedrukt wordt door de Zwaarte-kragt in het begin van deszelfs val, aangemerkt als een Slag, in staat om het lighaam neêrwaarts te doen gaan tegen éene Roê in een Sekunde, schoon het 'er niet langer op werkte, dan gedurende het eerste Sekunde (*volgens de eerste Wet Bladz.* 294.); dat is, schoon het lighaam vervolgens voor altoos zouw ophouden zwaar te wezen. By voorbeeld indien het lighaam A (Pl. XXXIII. *Fig.* 9.) valt door de Spaatzie AB in het eerste Sekunde van zynen val; zouw het, indien het dan ophield zwaar te zyn, egter gaan door de Spaatziën,

Pl. XXXIII. Fig. 9.

* *Lighamen vallen waarlyk niet meêr dan 16 engelse voeten en een tiende van een voet in een Sekunde; maar we stellen die Spaatzie hier* 16½ *voet; omdat éene Roê, (die een maat is van* 16½ *voet) ons een getal geeft, waardoor men Gebrokens ontgaat in de voorbeelden van de uitrekeningen, die we opgeven.*

ziën, evengelyk aan A B, gedurende alle de daarop volgende Sekun- V. Les.
den, namenlyk door de Spaatziën B*c*, *c*D, D*e*, *ef*, *f*G, G*h*, *hi*, *ik*, *k*L *enz.* Maar dewyl het lighaam niet ophoudt van zwaar te zyn, moet men de werking van Zwaarte-kragt aanmerken als een Voortstooting, gegeven door een nieuwe Kragt, evengelyk aan de eerste, neêrwaarts werkende, wanneer het lighaam gekomen is tot B, in 't begin van het tweede Sekunde, en 't lighaam zal gedurende het tweede Sekunde gaan door de Spaatzie B D, het dubbel van de Spaatzie A B, of evengelyk aan de twee Spaatzien B*c* en *c*D. Indien het lighaam dan ophield van zwaar te zyn, zouw het eenparig gaan door de dubbele Spaatziën D*f*, *fh enz.* elk Sekunde; maar dewyl 'er Zwaarte-kragt ook op werkt in 't begin van het derde Sekunde, wanneer 't in D is, voegt ze 'er een Kragt by, die het kan doen gaan door een Spaatzie, evengelyk aan de eerste, in een Sekunde. Gevolgelyk zal 't in het derde Sekunde gaan door drie Spaatziën of Roeden (of door een Spaatzie D G, evengelyk aan drie Roeden). In 't begin van het vierde Sekunde voegt de Zwaarte-kragt, werkende met een vierde Voortstooting, daar een nieuwe Kragt by, evengelyk aan de eerste, waar door het gaan zal de lengte G L, dat is, vier Roeden of Spaatziën in het vierde Sekunde: en zoo vervolgens aan (N. 11. *Bladz.* 341 en 342.), en dit zal een eenpariglyk versnelde beweging wezen.

Deze beweging van een lighaam, dus versneld in zyn dalen, zouw de ware beweging zyn van vallende lighamen, indien de Zwaarte-kragt werkte by tussenpoozingen, gelyk wy, om het te beter te bevatten, onderstéld hebben; maar dewyl de Zwaarte-kragt nooit ophoudt van te werken, moet men de tussenwyttens vervullen tussen het begin en 't end van elk Sekunde of kleine gedeelte van tyd.

Wanneer men by voorbeeld het lighaam beschouwt, vallende door de Spaatzie A B (Pl. XXXIII. *Fig.* 10.) in 't eerste Sekunde, moet Pl. XXXIII. Fig. 10.
men de Zwaarte-kragt niet alleen aanmerken als het lighaam een Kragt byvoegende, die in staat is, om 't éene Roê verder te doen vallen in het begin van elk Sekunde, maar ook gedurende den tyd van elk Sekunde. By voorbeeld in B, in 't begin van het tweede Sekunde, ontvangt het lighaam niet alleen een bygevoegde Voortstooting om het te brengen tot *d* inplaats van *c*, maar ook gedurende den tyd van het tweede Sekunde een andere Voortstooting, die het

V. Les. doet gaan tot E inplaats van *d*; zoodat het lighaam gedurende het tweede Sekunde drie Roê zal vallen. Op gelyke wys zal het lighaam in 't begin van het derde Sekunde, wanneer 't in E is, van de Zwaarte-kragt nog een Voortstooting krygen in het begin van dat Sekunde, en een andere gedurende den tyd van dat Sekunde; zoodat het in den tyd van dat derde Sekunde gaan zal door de vyf Spaatziën E*f*, *fg*, *gh*, *hi* en *i* K. Dus zal in den tyd van het vierde Sekunde het lighaam (om dezelfde Reden) gaan door zeven Spaatziën of Roeden van K tot R, en zoo vervolgens aan, het getal van de Spaatziën, die beschreven worden, met twee elk Sekunde vergrootende; dat is, volgens de Reeks van de oneven getalen 1, 3, 5, 7, 9 *enz.*

Dewyl vele van myne Toehoorders, schoon al zeer oplettend, niet genoeg aan wiskunstige redeneringen gewend zyn, heb ik altyd veel moeite gehad, om hen een regt begrip te geven van de uitwerking van de Zwaarte-kragt in lighamen, die in haren val versnellen, door behulp van *Galileus* Driehoeken, indien ik hen daar niet vooraf toe bereid had door 't geen ik nu in deze 14de Afdeeling gezegd heb; maar dewyl deze Rekening niet ten vollen de regte is, hoop ik, dat dit volgende een ygelyk voldoen zal.

De werkingen of Versnellingen van allerlei middelpunt-trekkende Kragt op een lighaam zyn (op dezelfde of evengelyke Afstanden uit het Middelpunts lighaam) altyd evenredig aan de tyden; dat is, evengelyk in evengelyke tyden. En dusdanig zyn die van de Zwaarte-kragt (voor zooveel men door de uiterlyke zinnen gewaar wordt) digt aan de Oppervlakte van de aarde.

Onderstel dat een lighaam, vryelyk in een lugt-ledige plaats [*in Vacuo*] vallende, de Indrukkingen of Voortstootingen van de Zwaarte-kragt ontvangt gedurende een zekeren tyd, by voorbeeld een geheel Sekunde. Indien die tyd verdeeld wordt in zeer vele kleine deelen of Tussenwyttens (die ik Oogenblikken zal noemen) zal de Snelheid van het vallende lighaam eenpariglyk of evengelykelyk vergrooten in elk van die Oogenblikken, en dewyl zy alle evengroot onderstéld worden, moeten de Spaatziën, in die Oogenblikken door het vallende lighaam beschreven, zyn gelyk de Snelheden; dat is, gelyk de Leden van een Reken-kunstenaars Trein [*Arithmetical Progression*], gelyk de volgende.

Oogen-

Oogenblikken.				*Snelheden of Spaatziën.*
1ſte	—	—	—	1
2de	—	—	—	2
3de	—	—	—	3
4de	—	—	—	4
5de	—	—	—	5, *enz.*

Het eerſte Lid hiervan is de Snelheid van het vallende lighaam, op 't end van het eerſte Oogenblik verkregen door de Som der Voortſtootingen van de Zwaarte-kragt gedurende dien tyd. Het laatſte Lid zal de Snelheid zyn van het vallende lighaam op het end van 't laatſte Oogenblik van den val. En op dezelfde wys zal het middelſte Lid van den Trein uitdrukken de Snelheid, op 't end van de helft van den tyd van den val verkregen door de Sommen der Voortſtootingen van de Zwaarte-kragt, gedurende de helft van den tyd van dien val. En dewyl de Spaatzien, in den zelfden tyd beſchreven, zyn gelyk de Snelheden, zal de Som van de Leden van den Trein uitdrukken de geheele Spaatzie, gedurende den geheelen tyd van den val beſchreven. Maar het is algemeen bekend, dat het middelſte Lid van een Trein, vermeenigvuldigd door het getal van de Leden, een Uitkomſt geeft, evengelyk aan de Som van den Trein; dat is in het geval, daar we van ſpreken, de middelſte Snelheid (die de Snelheid is, die 't lighaam heeft verkregen op 't end van de helft van den tyd van zynen val) vermeenigvuldigd door den geheelen tyd van zynen val, zal een Spaatzie geven, evengelyk aan de Spaatziën, die het lighaam gedurende dien tyd beſchryft met een eenpariglyk verſnelde beweging.

Dat is met andere woorden,

Dat, *indien het lighaam eenpariglyk bewogen werd gedurende den geheelen tyd van den val, met die middelbare Snelheid, die het heeft, wanneer het de helft van dien tyd gevallen heeft, zouw het een Spaatzie beſchryven, evengelyk aan die, die het beſchryft gedurende den geheelen tyd, wanneer het uit zyne ruſt gaat, en zyne Snelheid al dien tyd verſneld wordt.*

En dewyl we reets gezegd hebben, dat de Snelheden of de Verſnellingen van het vallende lighaam altyd evenredig zyn aan de tyden, moet de laatſte Snelheid op het end van den val het dubbel zyn van de middelſte Snelheid, verkregen op het end van de helft van

V. Les. den tyd van den val; en gevolgelyk, indien die laatſte of grootſte Snelheid vermeenigvuldigd wordt door den geheelen tyd van den val, zal de Uitkomſt de Spaatzie wezen, die het lighaam beſchryven zouw met die laatſte Snelheid in den zelfden tyd, en met een eenparige beweging, welke het dubbel is van de Spaatzie, die beſchreven wordt gedurende den zelfden tyd met de middelſte Snelheid, of eene, die 'er evengelyk aan is, *nam.* de Spaatzie, die beſchreven wordt in den zelfden tyd met een verſnelde beweging.

Het is derhalven klaarblykelyk, dat een lighaam, nadat het vryelyk gevallen is gedurende een zekeren tyd, door de evengelyke en eenparige Verſnellingen van de Zwaarte-kragt een Snelheid verkregen heeft, die het zouw doen beſchryven (in een tyd evengelyk aan den tyd, gedurende welken het viel) een Spaatzie, die het dubbel is van die Spaatzie, die het doorging in den zelfden tyd met een eenpariglyk verſnelde beweging.

Hieruit zal duidelyk blyken, hoe de beweging van vallende lighamen verſneld worde; en de Spaatziên, die ze in allerlei evengelyke gegeven tyden beſchryven, zyn gelyk de oneven getalen 1, 3, 5, 7 *enz.* en de geheele Spaatziën gelyk de Vierkanten van de tyden. Want laat een lighaam in een lugtledige plaats [*in Vacuo*] onderſteld worden te vallen door de Zwaarte-kragt gedurende den tyd van 4 Sekunden; en indien men vindt, dat het op 't end van het eerſte Sekunde beſchreven heeft een Spaatzie, evengelyk aan éene Roê: heeft het, ſchoon de Zwaarte-kragt daar niet langer op werkte, door eenparige Verſnellingen reets zulk een Snelheid verkregen op het end van dat tweede Sekunde, als inſtaat is, om het te doen beſchryven een Spaatzie, evengelyk aan twee Roeden met een eenparige beweging in den tyd van het tweede Sekunde. Maar dewyl Zwaarte kragt blyft werken gedurende het tweede Sekunde, zal de Som van hare werkingen of Voortſtootingen (digt aan de Oppervlakte van de aarde, alwaar de Afſtand uit het Middelpunt niet merkelyk veranderd wordt) evengelyk zyn aan die van de Voortſtootingen in het eerſte Sekunde, en daarom zal het lighaam drie Roeden beſchryven in het naaſte Sekunde. Om nu de Snelheid te vinden van het vallende lighaam op het end van het tweede Sekunde, moet men bedenken, dat het, dewyl 't van de Zwaarte-kragt een eenparige Snelheid verkrygt van twee Roeden in een Sekunde, door de werkingen

kingen of Voortſtootingen, die het gedurende één Sekunde ontvangen heeft, een dubbele Snelheid zal verkrygen, *nam.* van vier Roeden in een Sekunde tyds, nadat het gevallen, en 'er op gewerkt is door de Zwaarte-kragt gedurende twee Sekunden tyds; zoodat het in het derde Sekunde (inplaats van de vier Roeden, die het beſchryven zouw, indien de Zwaarte-kragt ophield van te werken) vyf Roeden beſchryven zal, omdat gedurende dat derde Sekunde de Voortſtootingen van de Zwaarte-kragt ook onderſteld worden evengelyk te zyn aan die, die het in 't eerſte kreeg. Op dezelfde wys en om dezelfde reden, zouw het lighaam, indien de Zwaarte-kragt ophield van te werken, nadat ze drie Sekunden gewerkt had, een Snelheid hebben om zes Roeden in één Sekunde te beſchryven (het driedubbeld van twee Roeden elk Sekunde, 't welk de Snelheid is, die de Zwaarte-kragt geeft in de Voortſtootingen van een Sekunde) maar dewyl de Zwaarte-kragt werkt, gelyk tevoren, gedurende dat vierde Sekunde, zal het lighaam door de Vergaring [*Addition*] of Som van deze byeengevoegde Voortſtootingen zeven Roeden beſchryven; zoodat de tyden en Spaatziën zyn zullen, gelyk volgt. V. Les.

Getal van elk byzonder Sekunde.	*Roeden*	
1 = 1ſte	1	*of Spaatziën, beſchreven in elk van dezelven.*
1 = 2de	3	
1 = 3de	5	
1 = 4de	7	
4 *Sekunden*	16 *Roeden.*	

En uit dezen Trein blykt zeer duidelyk, dat de geheele Spaatziën, van het begin van den val af, zyn gelyk de Vierkanten van de verſpilde tyden, gedurende welke de lighamen vallen: want in één Sekunde zyn de beſchreven Spaatziën 1 Roê; in 2 Sekunden $1+3=4$ Roê (2×2); in 3 Sekunden $1+3+5=9$ Roê (3×3); en in 4 Sekunden $1+3+5+7=16$ Roê (4×4). Derhalven is het waaragtig, dat de Spaatziën, door vallende lighamen beſchreven, zyn in een door zigzelve vermeenigvuldigde Reden [*duplicate Ratio*] van de tyden of Snelheden; en aan de andere zyde, dat de tyden van den val of de Snelheden, op het end van deze tyden verkregen, zyn in een vierkante-wortel Reden [*ſubduplicate Proportion*] der Spaatziën, of gelyk de vierkante Wortels dezer Spaatziën.

Dit

V. Les. Dit is de regte manier, waarop de lighamen vallen met een verſnelde beweging door de Kragt van de Zwaarte, buiten den Weêrſtand van de lugt, dien we in 't vervolg beſchouwen zullen. NB. *Alle lighamen vallen even ſchielyk, wanneer 'er geene lugt is, gelyk* Les I. *N.* 8. *bewezen is door de Proef met een ſtukje goud en een veêrtje, in den zelfden tyd van dezelfde hoogte vallende in een uitgepompt Ontvang-glas.*

15. Het geen we nu (ſtap voor ſtap) bewezen hebben wegens de uitwerking van de Zwaarte-kragt op vallende lighamen, kan ook op een andere wys volgens de manier van *Galileus* aldus bewezen worden. Dewyl lighamen (buiten den weêrſtand van de lugt, gelyk we zeiden) hare Snelheid in het vallen vergrooten naar den tyd, gedurende welken zy vallen, beeldt *Galileus* de tyden en Snelheden af door evengelyke regte lynen, die hy in den Winkel-haak voegt; en dan hare andere enden voegende met een derde regte Lyn, maakt hy een regthoekigen Drie-hoek, waarvan deze laatſte Lyn de Spanzy is, om de Spaatzie te verbeelden, die in een zekeren tyd wordt doorgevallen. By voorbeeld, AB (Pl. XXXIV. *Fig.* 1.) verbeeldt den tyd; BV verbeeldt de Snelheid, en de Drie-hoek ABV de Spaatzie, die doorgegaan wordt gedurende dien tyd, by voorbeeld ééne Roê, indien de tyd één Sekunde is. En, indien de tyd dubbeld of tweemaal zoogroot is, verbeeldt AC hem, en dewyl de Snelheid dan ook tweemaal zoogroot is, moet CU haar verbeelden. Trek UA, en de groote Drie-hoek AUC zal de Spaatzië verbeelden, die in dien tyd doorgevallen wordt; welke grooter Spaatzie, indien men ze verdeelt in Drie-hoeken, die evengelyk zyn aan den eerſten ABV, men bevinden zal vier van dezelven in te houden. Derhalven, dewyl een lighaam, één Sekunde tyds vallende, gaat door een Spaatzie van ééne Roê, zal het zelfde lighaam, twee Sekunden vallende, gaan door een Spaatzie van vier Roeden. Indien de tyd geweeſt was AD (= 3 Sekunden), zouw de Snelheid geweeſt zyn $Dv = AD$, en de Spaatzie $AvD = 9$ Roeden, of negen van zulke Spaatziën, als de eerſte was. Dus moet ook, indien de tyd is AE = 4 Sekunden, de Snelheid zyn E*u* het vierdubbele van BV, en de geheele Spaatzie A*u*E de eerſte Spaatzie AVB zeſtien maal bevatten.

Pl. XXXIV. Fig. 1.

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat, indien men de tyden vermeenigvuldigt door de

de Snelheden, of de tyden vierkant, of de Snelheden vierkant, men het getal zal hebben der Spaatziën (evengelyk aan de eerſte), die 't lighaam beſchreven heeft gedurende zynen geheelen val, gelyk hier, alwaar de tyden zyn 4, en de Snelheden 4, de doorgeloopen Spaatziën 16 zyn. V. Les.

II. GEVOLG.

Hieruit volgt ook, dat, indien men de tyden (of 't getal der Sekunden) merkt, gelyk de getalen 1, 2, 3, 4 in de *Figuur* aanwyzen, men hebben zal tegen elk van de byzondere getalen zoovele Drie-hoekjes, als het lighaam Spaatziën doorgeloopen is gedurende het gedeelte van tyd, het welk door dat getal wordt uitgedrukt. By voorbeeld daar is aan de regter hand één Drie-hoek tegen over het getal 1, drie tegen over 2, vyf tegen over 3, en zeven tegen over 4. En om, zonder het teekenen van de Figuur, te weten, hoevele Roeden een lighaam valle in eenig bepaald Sekunde of gedeelte van tyd, by voorbeeld in het 10de Sekunde, moet men eerſt zoeken, hoevele Roeden het lighaam valle in den geheelen tyd, gelyk hier in 10 Sekunden; vervolgens hoevele Roeden het valle in 9 Sekunden, en het laatſte van het eerſte aftrekken. 10×10 is 100 het getal van Spaatziën in 10 Sekunden: 9×9 is 81 het getal van Spaatziën in 9 Sekunden: 81 van 100 blyft 19, de Spaatziën of Roeden doorgevallen in het 10de Sekunde.

III. GEVOLG.

Ook blykt het als een gevolg van 't geen gezegd is, dat, wanneer een lighaam door een zekere Spaatzie gevallen is met een eenpariglyk verſnelde beweging, het een Snelheid verkregen heeft, die in ſtaat is, om het te voeren door een dubbele Spaatzie in den zelfden tyd, indien de Zwaarte-kragt uitſcheide met werken, of hare uitwerking op de ééne of de andere wys vernietigd werd, of indien de Streek van 't lighaam van een Streek in 't Lood in een waterpas Streek veranderd werd. By voorbeeld, wanneer het lighaam in den tyd A B (zie dezelfde *Figuur*) vallende door een Spaatzie, verbeeld door den Drie-hoek A V B, de Snelheid B V verkregen heeft; indien het, de Zwaarte-kragt nu niet meêr werkende, geene byvoeging Pl. XXXIV. Fig. 1.

V. Les. by zyne Snelheid krygt, ſchoon het blyve vallen, gedurende den tyd BC = AB, zoodat de geheele tyd verbeeld moet worden door de geheele Lyn AC; moet egter de Snelheid niet verbeeld worden door de evengelyke Lyn CU, maar door de Lyn C*k*, evengelyk aan BV, de Snelheid, die het lighaam had, toen het ophield met zyne beweging te verſnellen. Om derhalven te weten, hoevele Spaatziën het lighaam doorgegaan hebbe in den tyd BC = AB met een eenparige beweging, moet men BC vermeenigvuldigen door C*k* = BV, de onveranderde Snelheid van het lighaam, en dan zal men krygen den regthoekigen Raam BVC*k*, bevattende twee Drie-hoeken, elk evengelyk aan AVB: dat is, twee Spaatziën zullen 'er doorgeloopen zyn van 't lighaam, bewegende met een eenparige beweging in den tyd BC, evengelyk aan den tyd AB, waarin het lighaam maar ééne Spaatzie beſchreef met een verſnelde beweging. Op gelyke wys, indien het lighaam gevallen zynde door 4 Spaatziën gedurende den tyd AC, en op het end van dien tyd verkregen hebbende de Snelheid CU, de Snelheid niet meêr vergroot wordt, en 't lighaam blyft vallen gedurende den tyd CE = AC, zal het vallen door 8 Spaatziën inplaats van 12, die het gevallen zouw zyn, indien de Snelheid had blyven vergrooten, en geworden was E*u* op 't end van den tyd CE; maar dewyl ze dan maar E*e* is, evengelyk aan CU, deszelfs Snelheid in 't begin van den tyd CE, moet men CE den tyd vermeenigvuldigen door CU of E*e* de eenparige Snelheid, en dan zal men maar krygen den regthoekigen Raam UCE*e*, bevattende 8 Spaatziën inplaats van den ongeregelden Vierhoek [*Trapezium*] CU*u*E, die 'er 12 bevat.

Dit wordt zigtbaar door 't veranderen van den Streek van het bewegende lighaam van éénen in 't Lood tot een waterpaſſen, want dewyl de Zwaarte-kragt maar alleenlyk in 't Lood werkt, zal ze het lighaam nog verſnellen, nog vertragen in zyne waterpas beweging. NB. *De manier, hoe dit geſchiede, zullen we in 't vervolg aanwyzen.*

IV. GEVOLG.

Men kan uit het gezegde ook verder opmaken, dat de Zwaarte-kragt niet werkt by tuſſenpoozen (ſchoon we haar op die wys in 't begin verklaarden, om de bevatting te gemoet te komen); want indien

dien dit waar was, zouw het lighaam na elke Voortſtooting met een eenparige Snelheid voortgaan, ſchoon het na elke Voortſtooting een grooter Snelheid zouw hebben. Ook zouw het, nadat het een zekere Spaatzie gevallen was, geene Snelheid verkregen hebben, die inſtaat was, om het een dubbele Spaatzie door te voeren in den zelfden tyd, wanneer de Zwaarte-kragt ophield met werken, maar alleen een Spaatzie, evengelyk aan de eerſte. V. Les.

By voorbeeld, volgens de manier van *Galileus* verbeeldt de Driehoek A C B (Pl. XXXIV. *Fig.* 2.) de Spaatzie, doorgevallen in een zeker tyds gedeelte, onderſtel een Sekunde, in den tyd A B met een Snelheid, die geboren wordt (of net begint) in A het begin van het Sekunde, en evengelyk aan C B op 't end van het Sekunde. Maar in tegendeel indien een lighaam ééne Roê viel in een Sekunde door een Voortſtooting, gelyk een Slag, zouw de Snelheid in 't eerſt evengelyk zyn aan A D, en zoo blyven gedurende den geheelen tyd, zoodat ze op 't end van het Sekunde maar zyn zouw B V evengelyk aan A D, en de helft van B C, waardoor ze zonder een nieuwe Voortſtooting het lighaam maar ééne Roê lager zouw brengen in een ander Sekunde: want dan zouw de tyd vermeenigvuldigd door de Snelheid niet meêr geven dan den regthoekigen Raam A D V B evengelyk aan den Driehoek A C B, omdat hy evenhoog is, en de helft van den Voetſteun heeft (*Euklid.* I, 41.) Pl. XXXIV. Fig. 2.

16. Indien de Streek van een vallend lighaam zoo veranderd wordt, dat hy het lighaam regtop naar omhoog doet gaan, beginnende die beweging met alle de Snelheid, die 't had op het end van zynen val, zal 't opgaan (met een eenparig vertraagde beweging) net tot een hoogte, evengelyk aan die, waarvan het gevallen was; en de Spaatziën, die het doorgaat in elk tyds gedeelte, ziet men in de *Figuur* tegen over de getalen, die deze gedeeltens van tyd verbeelden. Indien het lighaam eens 4 Sekunden gevallen is, zal 't in zynen val 16 Roeden doorgegaan zyn, en verkregen hebben de Snelheid E *u* (Pl. XXXIV. *Fig.* 1.) die inſtaat is, om het 32 Roeden in den zelfden tyd te voeren met een eenparige beweging; maar dewyl de Zwaartekragt daar tegenwerkt, wanneer het ryſt, zal ze alle deszelfs beweging vernietigen in den tyd, dat het maar 16 Roeden gerezen is: want het is één en 't zelfde een lighaam uit zyne ruſt te doen bewegen 16 Roeden naar beneden in een zekeren tyd, en de helft van de Pl. XXXIV. Fig. 1.

V. Les. Kragt te vernietigen, die inſtaat was, om een lighaam 32 Roeden opwaarts te voeren in den zelfden tyd. Dit zelfde zal men ook duidelyk begrypen waar te wezen, wanneer men den geheelen tyd aanmerkt, als verdeeld in kleine deelen, en de eenparige vermindering van de beweging van het lighaam gadeſlaat. By voorbeeld, laat het lighaam opwaarts geworpen, en de Spaatziën, die het in elk Sekunde doorgaat, in agt genomen worden. Indien de Snelheid, aan het opwaarts geworpen lighaam gegeven, zoodanig is, dat het in den tyd E D, (die nu het eerſte Sekunde van den tyd zal wezen) 7 Roeden doorga, zal 't 'er het naaſte Sekunde maar 5 doorgaan, omdat de Zwaarte-kragt het een Voortſtooting geeft naar beneden in 't begin van en gedurende het tweede Sekunde, die inſtaat is, om het twee Spaatziën of Roeden neêrwaarts te brengen, dat is, (met andere woorden) om 2 Spaatziën af te nemen van de 7, die het lighaam in dien tyd doorgegaan zouw wezen. Dus zal het ook, inplaats van 5 Spaatziën door te gaan in het derde Sekunde, maar 3 doorgaan, omdat 'er de Zwaarte-kragt twee aftrekt; en in het vierde Sekunde (het laatſte van deszelfs ryzing) zal het om dezelfde reden inplaats van door 3 Spaatziën maar door éene gaan, en dan zal het lighaam voor een ondeelbaar oogenblik tyds in ruſt wezen. Uit het punt van ruſt zal 't lighaam weêr naar beneden komen, vallende met een verſnelde beweging, die we reets beſchreven hebben, en neêrkomende in den zelfden tyd, dat het opgegaan was.

LEERING.

Pl. XXXIV. Fig. 3. Indien een lighaam, inplaats van op te gaan in de Lyn A B (Pl. XXXIV. *Fig.* 3.) rees tot dezelfde hoogte in de regte hellende Lynen A C of A E, of in de kromme Lynen A *a* C of A *e* E, zouw het in den zelfden tyd neêrkomen in de regte Lynen C D of E F, of in de kromme Lynen C *c* D of E *f* F. Want we hebben reets bewezen, dat, wanneer 'er op een lighaam gewerkt wordt met een Kragt om het te voeren in de Lyn A B in een zekeren tyd, en 'er tegelyk een andere Kragt A *g* op werkt, dat het lighaam zal gaan in de Hoeklyn A C van den Raam A B C *g* in den zelfden tyd. We hebben ook bewezen, dat het gaan zouw in de paraboliſe kromme Lyn A *a* C in den zelfden tyd van A tot C. Maar dewyl de Kragt van de Zwaarte in.

in den Streek BA, die de beweging van het ryzende lighaam ver- V. Les.
nietigt, evengelyk is aan de Kragt van de Zwaarte, die in den Streek C*g* werkt, om het lighaam uit zyn punt van ruſt C te doen vallen, zyn de Kragten CE en C*g* evengelyk aan A*g* en AB, en gevolgelyk zal de regte Hoek-lyn CD of kromme Lyn C*c*D doorgeloopen worden in den zelfden tyd, als de Lynen AC en A*a*C. Dit zelfde kan men ook zeggen van de Lynen AE en A*e*E, vergeleken met EF en E*f*F. NB. *Wanneer men een lighaam regtop naar boven werpt, en het op dezelfde plaats van de aarde neêrvalt, van waar men het wierp, beſchryft het waarlyk twee zulke Lynen als* AC *en* CD, *bewogen wordende van* A *tot* D *door de beweging, die 'er de aarde aan geeft van 't Ooſten naar 't Weſten. Maar wanneer men het ſcheuin naar boven ſchiet, beſchryft het de twee kromme Lynen* AC, CD *of de paraboliſe Figuur* ACD, *of eenige andere paraboliſe Figuur, by voorbeeld* AEF, *naar mate van den Hoek van den Streek, waarmê het afgaat.*

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat men altyd weten kan, tot wat hoogte een voortgeworpen lighaam, een Bom, een Kanon-kogel *enz.* ('t zy regtop, 't zy ſcheuin geſchoten) geklommen zy. Want indien men den tyd tuſſen het vuren van de Mortier en 't vallen van de Bom neemt, zal de helft hiervan de tyd zyn van 't vallen van de Bom. Vierkant het getal der Sekunden in dien tyd, en ge zult de Roêden of Spaatziën hebben, die, in 't Lood gerekend, doorgevallen zyn. Stel eens, dat 'er 20 Sekunden verloopen zyn tuſſen het vuren van de Mortier en 't vallen van de Bom, de helft hiervan is 10, het Vierkant van 10 is 100, welke honderd Roeden vermeenigvuldigd door $16\frac{1}{2}$ [*voeten*] de uiterſte hoogte zal geven van de Bom in voeten, *nam.* 1650.

NB. *We rekenen hier nog den Weêrſtand van de lugt niet, dien we in 't vervolg zullen beſchouwen, en bewyzen, wat men daarvoor moet aftrekken. Ook nemen we hier* $16\frac{1}{2}$ *voet inplaats van* 16, 1 *om de reden, tevoren gemeld.*

II. GEVOLG.

Hieruit volgt ook, dat men, het gewigt van een lighaam en de hoogte van deszelfs val wetende, ook weten kan, wat Slag het zal

V. Les. geven; dat is, wat gantſe Kragt [*Momentum*] het hebben zal op 't end van zynen val: want de vierkante Wortel der Spaatziën geeft altyd de Snelheid, die vermeenigvuldigd door de Maſſa en 't gewigt van 't lighaam ons deszelfs *gantſe Kragt* geeft. (L. II. N. 3.)

Sommigen hebben zig ingebeeld, dat een vallend lighaam een *gantſe Kragt* heeft, en een ſlag maakt, evenredig aan de hoogte, waarvan het valt; by voorbeeld dat een pond vallende van een hoogte van 4 voet viermaal zooveel gantſe Kragt heeft, als het hebben zouw, indien 't van een hoogte van ééne voet viel. Maar de misſlag komt daarvandaan, dat men den tyd niet in aanmerking neemt: want een lighaam verdoet tweemaal zooveel tyd in 't vallen van 4 voet, als in 't vallen van ééne voet, zoodat de Snelheid maar dubbeld is in 't eerſte geval. Indien een lighaam 4 Spaatziën kon vallen, of

(5) Tot maar weinig jaren geleden kwamen alle Wiskunſtenaars en Natuurkundigen overeen in dat gevoelen, dat de gantſe Kragt [*Momentum*], of bewegings Kragt van lighamen, opgemaakt wordt uit de Maſſa, of Hoeveelheid van Stof, vermeenigvuldigd door de Snelheid, gelyk we in de II. *Les* N. 1, 2, 3 *enz.* verklaarden. De Heer *Leibnitz* (indien ik het wel heb) was de eerſte, die het oude gevoelen verwierp, ſtellende, dat de Kragt van lighamen in beweging opgemaakt wordt uit de Maſſa vermeenigvuldigd door 't Vierkant van de Snelheid, paſſende het toe op den val van lighamen, en zeggende, dat de Slag, die door vallende lighamen gemaakt wordt, altyd evenredig is aan de hoogtens, waarvan zy vallen, welke hoogtens (zie hier boven N. 16. I. *Gevolg*) zyn gelyk de Vierkanten der Snelheden. Maar zyn Misſlag is hierin gelegen, dat hy den tyd niet in aanmerking neemt: want de Snelheden alleen zyn de oorzaak niet van de beſchreven Spaatziën, maar de tyden en Snelheden byéén genomen: want anders zouw de uitwerking grooter zyn dan de oorzaak, 't welk ongerymd is. Verſcheiden luiden van verſtand hebben hun beſt gedaan, om 't gevoelen van den Heer *Leibnitz* te verdedigen met diepzinnige, dog bedriegelyke, bewyzen, nadat ze door kwalyk toegepaſte Waarnemingen en Proeven eerſt zelf misleid waren.

Sommigen hebben de werkingen, die op lighamen geoeffend worden, (by voorbeeld de Kragt van de Zwaarte) onderſcheiden in een *levende* en een *doode* Kragt (*vis viva & vis mortua*) noemende dat een *levende Kragt*, waardoor ze een zigtbare uitwerking op een lighaam teweegbrengt, en een *doode Kragt*, die vernietigd wordt door een tegenſtrydige oorzaak; by voorbeeld wanneer een lighaam door een hinderpaal belet wordt te vallen, of wanneer het in de Schaal van een Balans zynde belet wordt te dalen door een tegen-wigt in de andere Schaal. Schoon we deze onderſcheiding al toeſtonden, bewyſt egter de gemeene Proef met het eenvoudigſte Werktuig, ik meen de Balans, dat de *levende* en de *doode Kragt* beide zyn in de enkele Evenredigheid van de Snelheid vermeenigvuldigd door de Maſſa. By voorbeeld 4 pond geplaatſt op den Afſtand van 6 duim uit het Beweeg-punt, en 2 pond op den Afſtand van 12 duim, zal een *levende Kragt* hebben, indien de Balans in een ſlingerende beweging gebragt wordt. En 't is duidelyk, dat deze Kragten evengelyk

of in eenigerlei Streek gaan door 4 Spaatziën, terwyl een ander lighaam van evengelyke Maſſa maar door ééne Spaatzie ging, zouw het zekerlyk viermaal zooveel *gantſe Kragt* hebben, en gevolgelyk viermaal zooveel uitwerking konnen doen. V. Les.

Anderen weêr ſtaan wel toe, dat de Snelheid is de vierkante Wortel der Spaatziën; maar houden ſtaande, dat de *gantſe Kragt* niet is, gelyk de Uitkomſt van de Maſſa vermeenigvuldigd door de Snelheid van het bewogen lighaam, maar gelyk de Maſſa vermeenigvuldigd door het Vierkant van de Snelheid; welk gevoelen zy tragten te verdedigen door velerlei Proeven en verſcheiden redeneringen, waarvan ik 'er eenige in de 5. *Aanteekening* hier onder in overweging zal nemen. (5) Ik zal hier alleenlyk melden, dat, ſchoon ik niet van gevoe-

gelyk zyn, omdat ze met tegenſtrydige Streken elkander wel haaſt vernietigen; maar ze zyn tot elkander in de enkele Reden van de Snelheid vermeenigvuldigd door de Maſſa, nam. $4 \times 6 = 24$, en $2 \times 12 = 24$. Maar indien de Kragten in dit geval geweeſt waren gelyk de Maſſa vermeenigvuldigd door 't Vierkant van de Snelheid, zouw het gewigt 2, geſteld op ontrent 8 en een halven duim Afſtand, de beweging van 't gewigt 4 op 6 duim Afſtand vernietigd, en tot een Evenwigt gebragt hebben. Dat is, $6 \times 6 \times 4 = 144$, en 8, 426, *enz.* $\times 8$, 426, *enz.* $\times 2 = 144$. Het geval is het zelfde in de *doode Kragt*: want dan houdt 2 op den Afſtand 12 in Evenwigt 4 op den Afſtand 6, en de minſte verſchrikking of van de gewigten of van de Afſtanden zal het Evenwigt te niet doen. Het zelfde heeft ook plaats in den *Hefboom*, de *Katrol*, het *Wind-as*, de *hellende Vlakte*, de *Wigge* en de *Schroef*.

Daar het door deze gemeene Proef zoo duidelyk blyke, dat de *gantſe Kragt* van lighamen is de Uitkomſt van de Maſſa vermeenigvuldigd door de Snelheid, hebben ſommigen gezegd, dat het byzondere maakzel van 't eenvoudige Werktuig de oorzaak van dit Verſchynzel is, en dat deze werking van lighamen op elkander door middel van Werktuigen *Drukking* genoemd moet worden, onderſcheid makende tuſſen *Kragt* en *Drukking*, toeſtaande, dat *Drukkingen* van Vermogens tot elkander overhands zyn gelyk de Maſſaas vermeenigvuldigd door de Snelheid, maar ontkennende, dat *Kragten* in die *Reden* zyn. Maar laat ons, om te toonen, dat Kragten, die we ook de *gantſe* Kragten, [*Momenta*] van lighamen noemen, de gemelde Reden of Evenredigheid tot elkander hebben, eens onpartydig onderzoeken de Proef, my eerſt meêgedeeld door den Heer *George Graham*.

PROEF.

Het Werktuig (Pl. XXXI. *Fig.* 1. afgebeeld) is reets beſchreven *Bladz.* 309. Men moet hier maar onderſtellen, dat de Boog FE verdeeld is in 24 Graden aan weêrskanten, te tellen van de kanten AD en CB van de platte vierkante Slinger, inplaats van 18, gelyk hy in de *Figuur* gemerkt is, en dat de Slinger en 't gewigt W elk 2 pond wegen. Indien nu de Slinger zonder het Gewigt W opgehaald wordt tot de 24ſte Graad aan de zyde van E, zal ze, losgelaten wordende, tot 24 Graden oploopen aan de andere zyde; maar indien iemand, die het touw L in de hand houdt, (terwyl het gewigt W een halven duim Pl. XXXI. Fig. 1.

V. Les. gevoelen ben, dat men uit de Proeven met harde lighamen op zagte zelfſtandigheden vallende (in 't vervolg omſtandiger te beſchryven) een

duim boven ABCD hangt, wanneer ABCD op 't laagſte is) het touw laat ſchieten net op het oogenblik, dat de platte Slinger op haar laagſte komt, gaat de Slinger, die daardoor een byvoeging van Stof krygt, evengelyk aan hare eigen Stof, niet verder dan tot de 12 Graad aan de zyde van F. Indien men de Slinger laat vallen van 20 Graden, en 'er W op neêr laat in het laagſte gedeelte van de Slingering, zal ze (dus belaſt) maar tot 10 Graden gaan; en wanneer men ze van 12 Graden laat gaan, zal ze, 't gewigt W ook om laag krygende, maar tot 6 gaan.

Om nu beide de gevoelens tegen elkander te vergelyken, moeten we onderzoeken, welk van de twee dezelfde *gantſe Kragt* geve voor en na 't opnemen van W.

HET OUDE GEVOELEN.

In de eerſte helft van de Slingering.

Snelheden.	Maſſa.	gantſe Kragten.
24	2	48
20		40
12		24

In de laatſte helft van de Slingering.

Snelheden.	Maſſa.	gantſe Kragten.
12	4	48
10		40
6		24

HET NIEUWE GEVOELEN.

In de eerſte helft van de Slingering.

Snelh.	Vierk. der Snelh.	Maſſa.	gantſe Kragt.
24	576	2	1152
20	400		800
12	144		288

In de laatſte helft van de Slingering.

Snelh.	Vierk. der Snelh	Maſſa.		gantſe Kragt.
12	144	4	576 in plaats van	1152
10	100		400	800
6	36		144	288

Maar om de *gantſe Kragten* te hebben, gelyk ze wezen moeſten volgens het nieuwe gevoelen, moeſten de Snelheden na 't opnemen van W op de Slinger geweeſt zyn 17—, 14, 1+, en 8, 48+; want 17— × 17— = 288, en 14, 1+, × 14, 1+ = 200, en 8, 48+ × 8, 48+ = 72; welke getalen elk op zigzelven vermeenigvuldigd door de Maſſa 4 van de Slinger en 't gewigt geven zullen de Uitkomſten 1152, 800 en 288, dezelfde *gantſe Kragten*, die de Slinger had in de eerſte helft van de Slingering.

NB. *Dewyl 'er wat oplettendheid en handigheid vereiſt wordt, om* W *net op 't midden van* ABCD *te doen vallen, mag men het wel wat dikwyls agter één doen, en een Cirkel trekken op de plaat* ABCD, *om net het midden aan te wyzen. Maar de Proef bewyſt het oude gevoelen, ſchoon* W *niet net in den Cirkel valle: want wanneer het 'er buiten valt (by voorbeeld wanneer men de Slinger laat gaan van 12) zal de ſamengeſtelde Slinger zoover over 6 gaan naar* F, *als ze van 6 te kort ſchiet naar* E. *Men zal dezelfde uitwerking hebben, van wat hoogte de Slinger ook vallen mag. Ook doet het niets tot de Proef, of de voet van het gewigt, en de bovenſte Oppervlakte van de plaat oneffen of glad, hard of zagt zy. Zelf is 'er nog een andere manier, om deze Proef te nemen, die gemakkelyker is, dan het laten vallen van 't gewigt, teweten dat men het touw, waaraan 't gewigt hangt, zoo vaſtmaakt, dat 'er de plaat in hare Slingering maar even onder kan ſchieten, en dat men dan aan de plaat nu gemerkt*

een beſluit kan maken wegens de *gantſe Kragten* van die lighamen, V. Les.
dat ze egter zeer wel bewezen hebben, dat mêgevende zelfſtandigheden

merkt a b c d, *het gebogen ſtaande ſtuk* w x w, *zoodanig ſchroeft, dat het gebogen ſtuk, of de halve Rol, die wat dikker is dan de Cirkel* w w (*den Voetſteun van 't gewigt, wanneer het op de plaat is*) *op het laagſte van de ſlingering het gewigt* W *omvatte, en mêvoere zonder dat het op de plaat valle. In dit laatſte geval zal de Proef wel gelukken, hetzy de rol-ronde Oppervlakte van 't gewigt van lood, yzer, koper of zelf van zagt leder zy. Ik heb de Proef op deze verſcheiden manieren genomen, om eenige tegenwerpingen op te loſſen, ſchoon ze van zoo weinig kragt zyn, dat ze buiten dat genoeg beantwoord konden worden. Deze tegenwerpingen zyn de volgende.*

1. *Tegenw.* De Stoot, dien de val van 't gewigt W geeft, belet de ſamengeſtelde Slinger zoover te gaan, als ze gaan moeſt.

Antwoord. De Slinger is in een waterpas beweging, wanneer ze 't gewigt W opneemt, het welk door zynen val een Slag in 't Lood of een Slag regt naar beneden geeft, die (volgens 't geen L. III. N. 85. gezegd is van twee Kragten tegelyk op een lighaam werkende) haar nog voortzetten, nog vertragen kan naar dien kant, daar ze na toe gaat, maar alleenlyk lager doen gaan, indien de touwen, waar aan ze hangt, wat meêgeven. Laat, by voorbeeld, *ef* de Lyn wezen, waarin de Slinger beweegt in het laagſte gedeelte van hare Slingering, die we zullen aanmerken als een regte Lyn, nemende de Raak-lyn inplaats van een kleinen Boog. Laat het gewigt W vallen in de Lyn W *e*. Indien we nu onderſtellen, dat de touwen meêgeven, en de geheele diepte *e g* langer worden, zal de Slinger bewerkt worden door twee Kragten, te weten *ef* en *eg*, die haar zullen doen gaan in de Hoek-lyn *el*. Indien de touwen maar rekken tot *b*, zal 't lighaam gaan in de Hoek-lyn *em*. Indien ze maar rekken tot *i*, zal 't lighaam gaan in de Hoek-lyn *en*. En eindelyk, indien de touwen of in 't geheel niet rekken, of door hare Tegenwerking zig geheel herſtellen, is de gantſe uitwerking van den Stoot van den val van W te niet gedaan, en 't lighaam zal gaan in de Lyn *ef*, als of 'er zulk een Slag of Stoot niet geweeſt waar. En in alle deze gevallen gaat de ſamengeſtelde Slinger van de Lyn *e g* tot de Lyn *fl* in den zelfden tyd, en de kant van de plaat moet hetzelfde getal van Graden aanwyzen op de gegrade Wyzer, die 'er onder legt. Deze Tegenwerpers behoorden ook voldaan te zyn met het welgelukken van de Proef, wanneer 'er een ſtukje zagt leêr onder 't lood geplakt is; en ten vollen overtuigd te zyn, wanneer de Proef genomen wordt zonder het gewigt te laten vallen, teweten wanneer het halve Rolletje *w x w*, op de plaat geſchroefd, het gewigt voortſleept.

2. *Tegenwerping.* De Vryving van 't gewigt W en de plaat A B C D tegen elkander, veroorzaakt het verlies van beweging, en belet de ſamengeſtelde Slinger tot die Afſtanden te gaan, die met het nieuwe gevoelen overeenſtemmen.

Antwoord. Deze tegenwerping is te onbepaald en te algemeen: want de Tegenwerpers moeſten bewyzen, hoeveel beweging de Vryving in andere gevallen kan te niet doen, en dat 'er hier evenveel beweging verloren wordt. Maar wanneer men het ſtuk onderzoekt, zal 't blyken, dat de onderſtelde oorzaak de uitwerking niet voort kan brengen. Want de beweging, die hier verloren wordt, moet, volgens het nieuwe gevoelen, de helft zyn van de geheele beweging van de ſamengeſtelde Slinger; daar de Vryving integendeel op zyn meeſte nooit meêr dan een derde van de beweging te niet doe. Daarenboven heeft de Vryving van 't éêne deel van de Slinger tegen het andere in geenen deele eenige uitwerking op de beweging van de geheele Slinger of van het

V. Les. heden of zagte lighamen, die niet veren, [*unelaſtick*] wyken voor een Slag van het zelfde aanbotzende lighaam in Evenredigheid van het

ſamenſtel van die twee lighamen naar dien kant, waarheen de Slinger gevoerd wordt.

Pl. XXXIV. Fig. 4. Want de Ridder *Izak Newton* heeft in zyne *Beginzelen*, in 't 1ſte Boek, in de Gevolgen op de Wetten van beweging bewezen — *Dat indien lighamen, op wat wys ze ook onder elkander bewogen worden, aangezet worden in den Streek van evenwydige Lynen door evengelyke verſnellende Kragten, dat ze onder elkander zullen blyven bewegen op dezelfde wys, als of ze door zulke Kragten niet aangezet werden.* En dit is het geval van onze ſamengeſtelde Slinger, alle welker deelen, om den kleinen tyd van de Aanbotzing of Vryving, wel mogen aangemerkt worden, als voortgevoerd in regte Lynen, dat is, in de Lyn *ef* en hare Evenwydigen. Ik kan hierop, als met de Proef zelve, antwoorden, dat, toen ik het onderſte gedeelte van W als mede de Oppervlakte van de Plaat zeerglad gemaakt had (gelyk ſommigen van de Tegenwerpers my verzogt hadden) ik meêr moeite had, om de Proef te nemen, maar dat de uitkomſt dezelfde was. Want zoo dikwyls het gewigt W met zyn Middelpunt een weinig agter het Middelpunt was van den Cirkel *ww*, waarſchynelyk door 't agteruit glyen, kwam de ſamengeſtelde Slinger te kort 12, 10 of 6 Graden voorwaarts naar F; maar dan hield ze ook evenveel over, wanneêr ze terug kwam naar E; daar de vermindering van Vryving haar over deze getalen moeſt doen gaan hebben volgens de nieuwe Stelling.

Schoon dit genoeg zy (ten minſten gelyk het my toeſchynt) om een ygelyk, die met aandagt op de zaak let, te overtuigen van de waarheid van het oude gevoelen; kan ik egter, om de twee geleerde Leidſe en Utregtſe Hoogleeraars de eer te geven, die hen toekomt, niet nalaten een Proef te melden, die zy genomen hebben in tegenſtelling van deze Proef met de platte

Pl. XXXIV. Fig. 5. Slinger.

PROEF.

ABG (Pl. XXXIV. *Fig.* 4.) is een ſtaande bord, waaraan een ſtaande ſtuk AD vaſtgemaakt is met twee Schroeven *yy*, aan welk ſtuk boven aan een waterpas Arm is DE. Van dezen Arm worden neêrgelaten twee dunne Fiool-ſnaartjes C*m*, *cn*, aan welker twee haakjes *m*, *n* de koperen Rol W gehangen wordt. Deze Rol is als een doos, waarop de Kegel H geſchroefd wordt, om 't gewigt, dat men 'er in doen wil, op te ſluiten, en met één om de lugt te beter te klieven, wanneer de Rol met het kegelagtige end vooruit beweegt. *tt* is een Staart of Leijer aan 't andere end van de Rol aan haren verlengden As vaſtgemaakt, met verſcheiden gaatjes daar in, om de pen P door te ſteken agter *rr* een ſtyve koperen plaat, in den Winkel-haak vaſtgemaakt aan 't bord ABG door middel van haar Klamp-ſtuk R, vaſt tegen het bord geſchroefd, in welke plaat een gat is, om de Staart *tt* door te laten, waardoor de Veêr *ss* (ook aan 't end van de Rol vaſtgemaakt) geſpannen wordt. Wanneer de pen P ſchielyk uitgetrokken wordt, ſchiet de Rol door 't ontſpannen van de Veêr vooruit in de Lyn H*b*. En wanneer de verſchuifbare Leijer O*n* zoover uitgehaald wordt, dat zyne eerſte verdeeling begint, alwaar het Snaartje *cn* hangt, zal dat Snaartje in 't bewegen van de Rol vervolgens aan paſſeren over de Verdeelingen op den Leijer, en aanwyzen, hoever de Rol in elke Proef vooruitſchiete. De Rol weegt met haren Staart, Veêr en Kop net één pond; maar met 'er verſcheiden looden Rollen in te ſteken, kan men ze doen wegen 2, 3 of 4 pond. Ook kan men de Veêr verſcheiden Graden van Kragt geven, naardat men den Staart *tt* verder doorhale door de plaat *rr* naar R, en hem vaſt zette met de pen P. NB. De 5de *Figuur* verbeeldt de Rol

PL. XXXI.

Fig. 1.

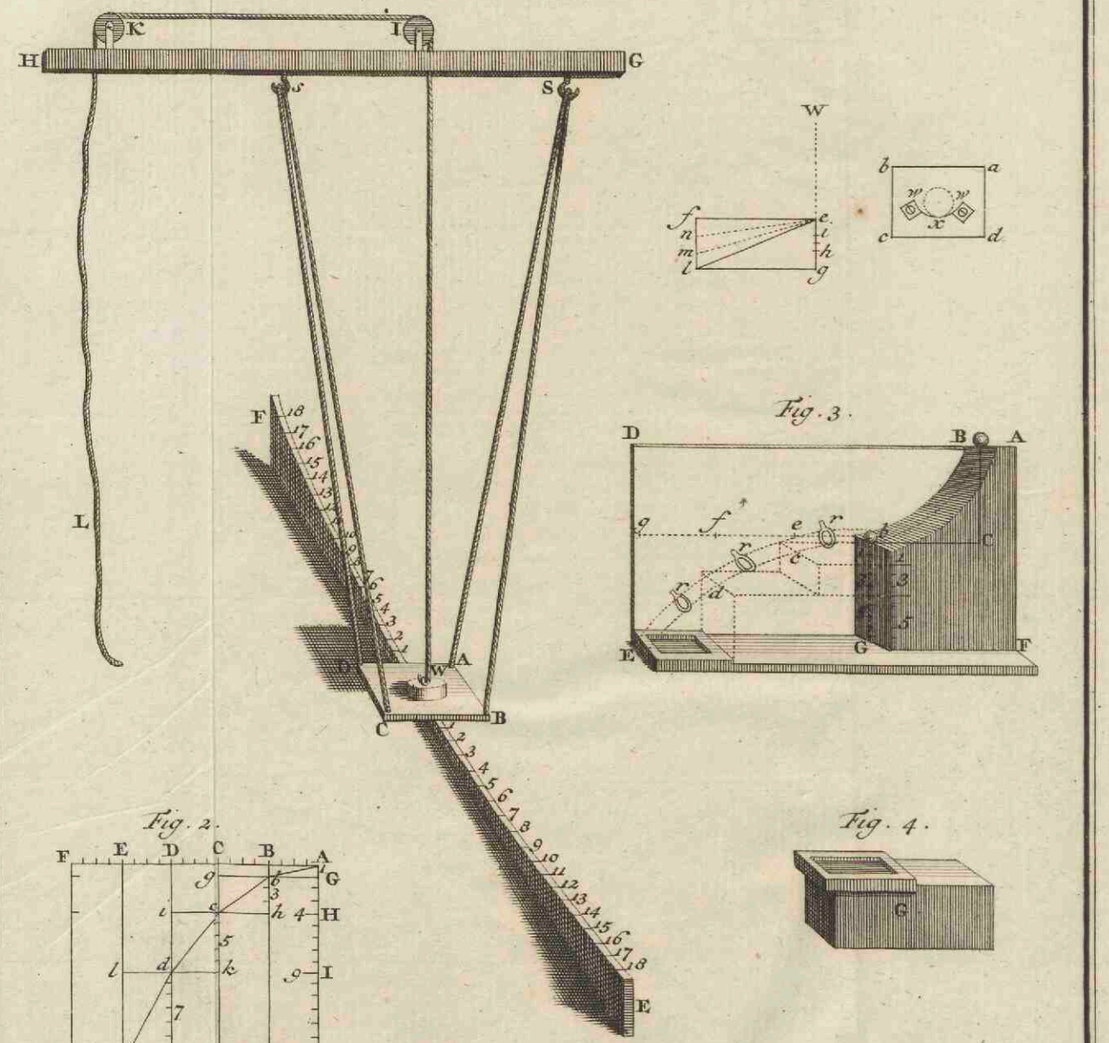


Fig. 3.

Fig. 2.

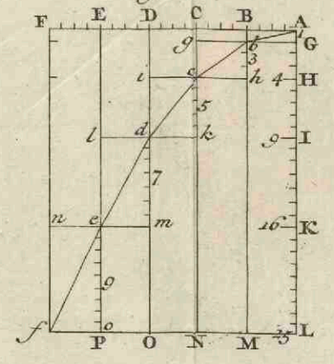
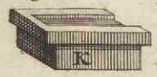
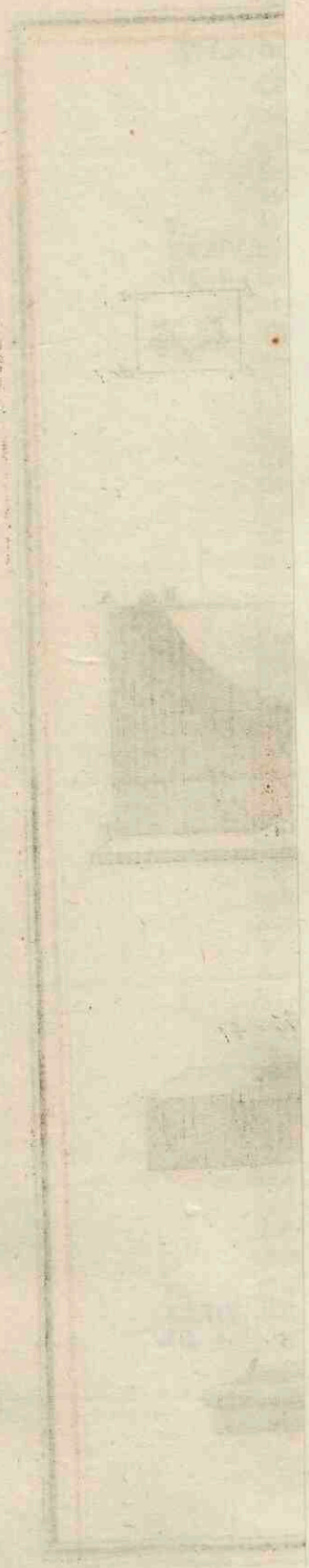


Fig. 4.

Fig. 5.





Pl. XXXII.

Fig. 1.

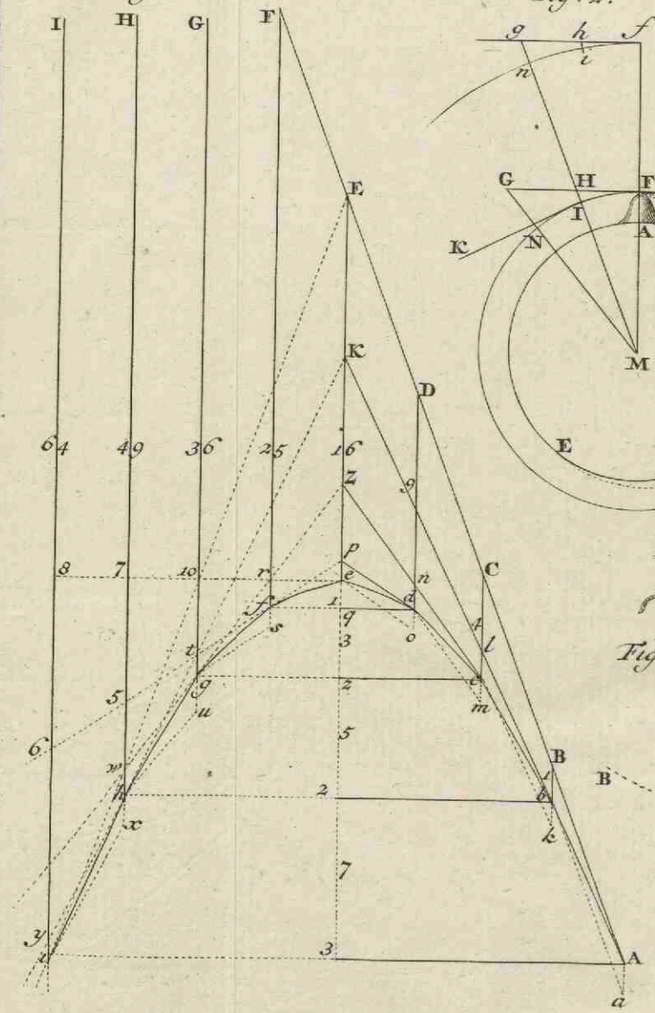


Fig. 2.

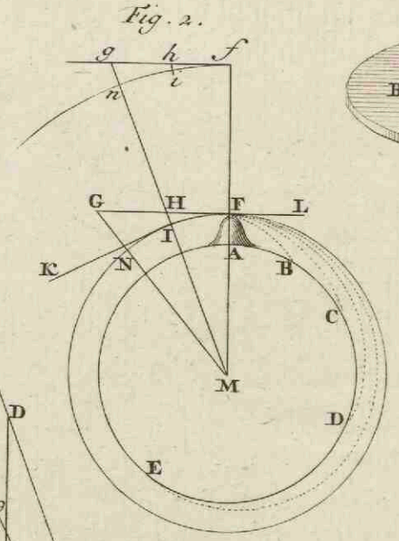


Fig. 3.

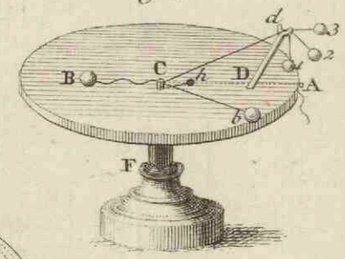


Fig. 4.

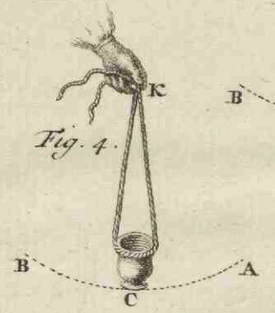


Fig. 5.

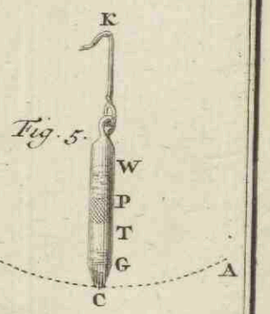


Fig. 6.

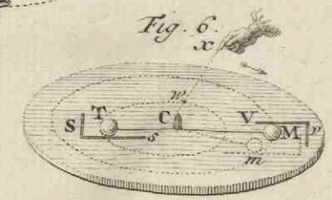
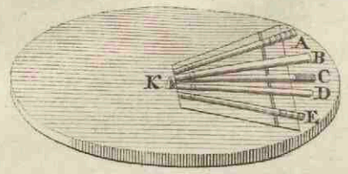
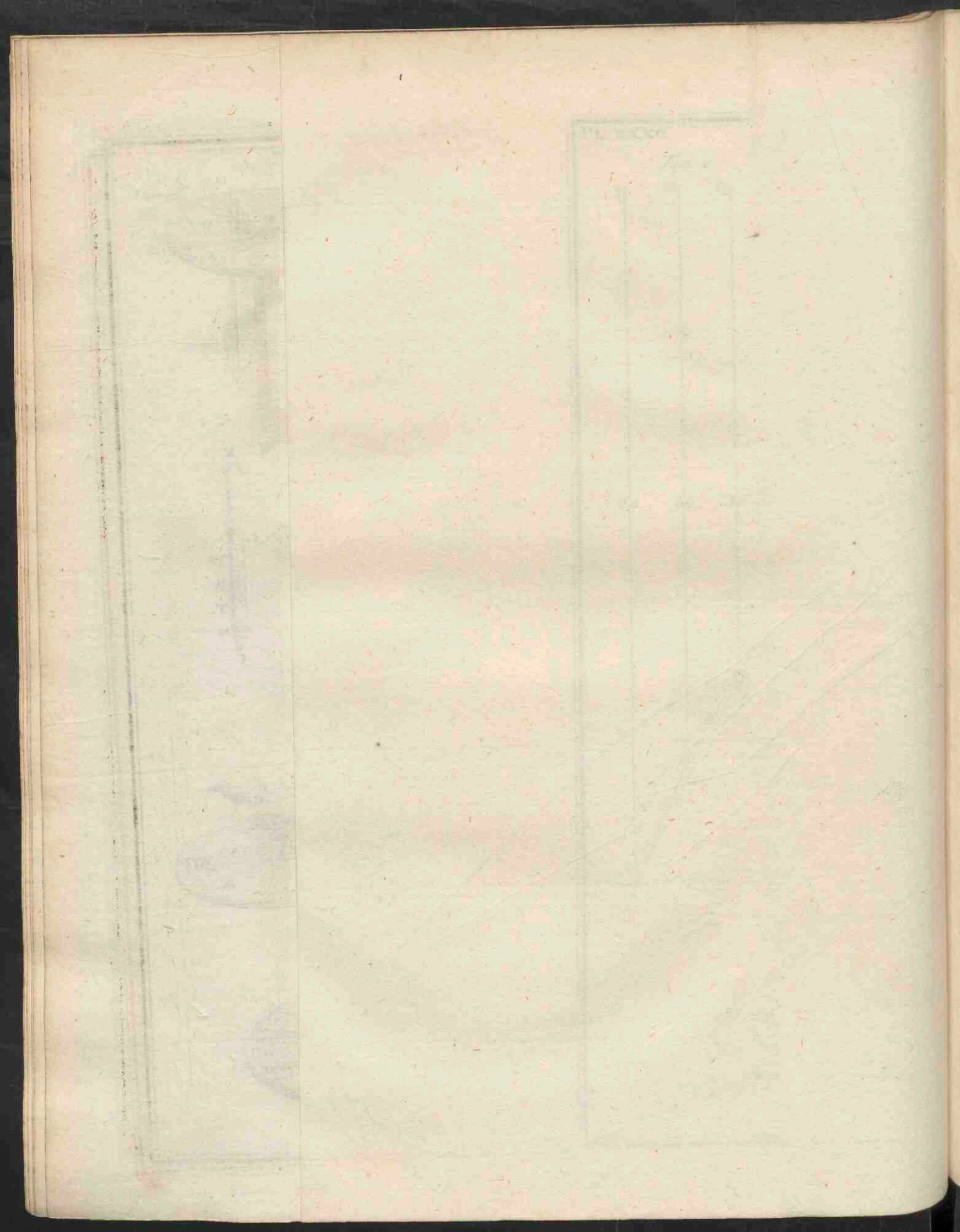


Fig. 7.



Fig. 8.





PL. XXXIII.

Fig. 1.

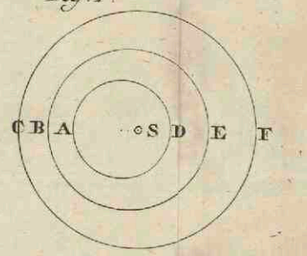


Fig. 2.

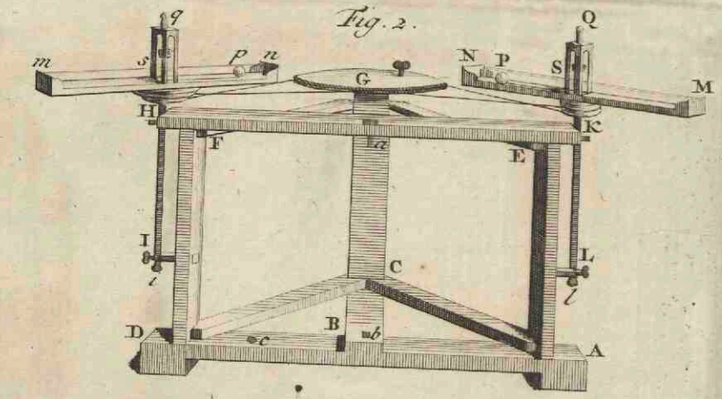


Fig. 3.

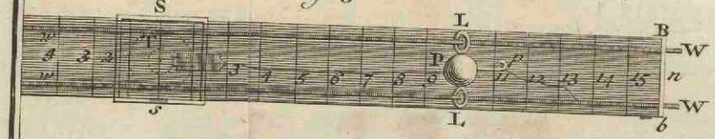


Fig. 4.

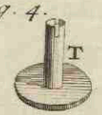


Fig. 5.



Fig. 6.

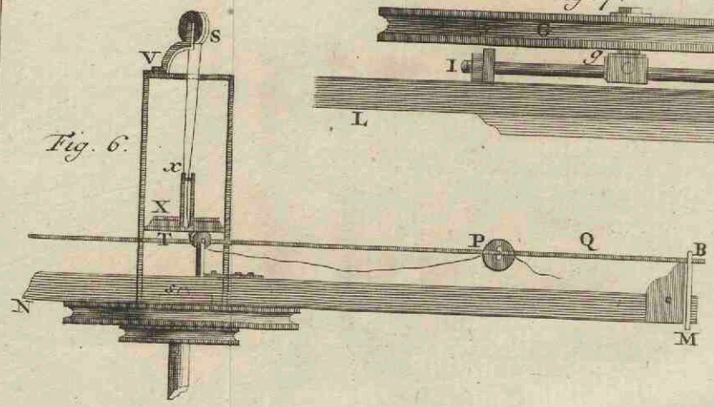


Fig. 7.

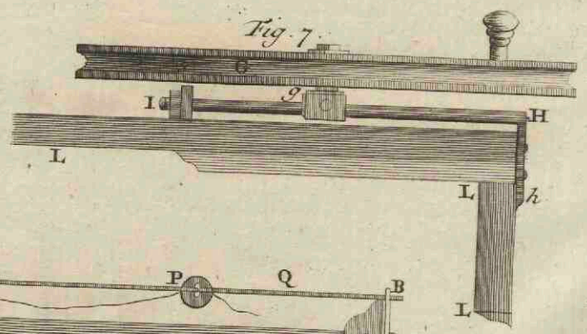


Fig. 8.

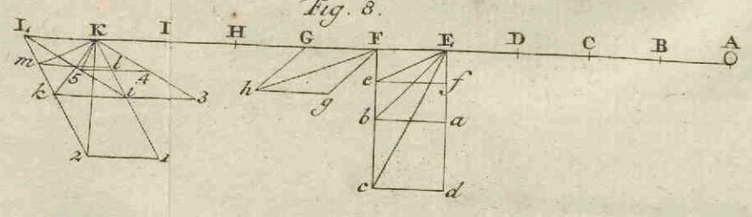


Fig. 9.

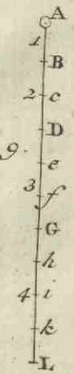
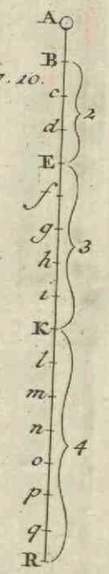
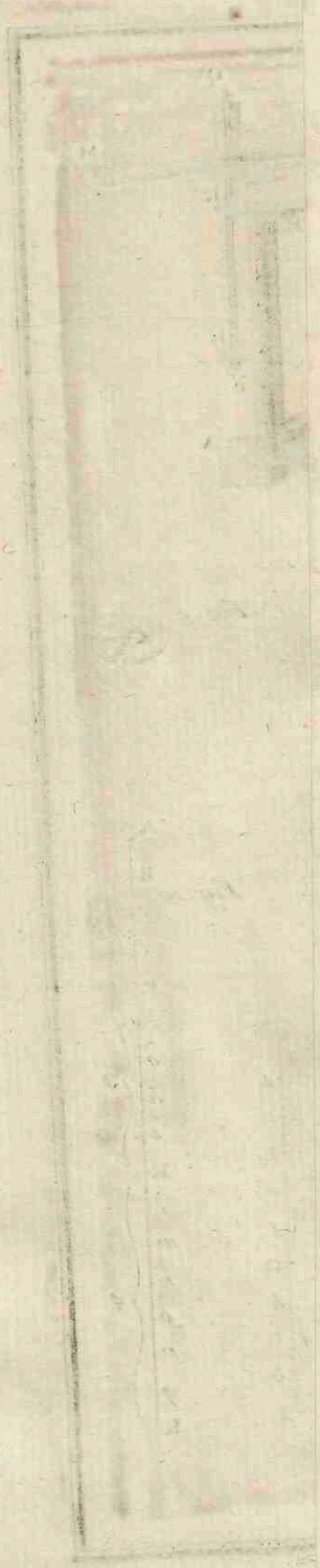


Fig. 10.





het Vierkant van deszelfs Snelheid; en dat men daar zeer nutte ge- V. Les.
volgen uit kan trekken in de Praktyk van de Beweegkunde.

In

Rol met haren Staart, Veêr en Kop, en de regthoekige plaat, naar een grooter Schaal geteekend, en gemerkt met de zelfde letters.

Wanneer de Veêr, op dezelfde Graad geſpannen, door 't uittrekken van de pen P, de Rol, verſcheidentlyk belaſt, vooruit ſchiet, zal men, de Snaar *c n* gadeſlaande, vinden tot wat afſtanden de Rol geſchoten worde. En het gaat vaſt, dat in alle die gevallen, wat het gewigt van de Rol ook zyn mag, de Uitkomſt van hare Maſſa, vermeenigvuldigd door 't Vierkant van de Snelheid, altyd dezelfde is. Dat is, indien de Veêr, terwyl de Rol 1 weegt, zoo geſpannen wordt, dat ze haar ſchiet tot de Graad, die op den Leijer of de Raak-lyn *n* O gemerkt is 8; zal de Rol belaſt met 2 door dezelfde ſpanning van de Veêr geſchoten worden tot 5, 65, *enz.* en geladen met 3 zal ze gaan tot 4, 62, *enz.* en geladen met 4 zal ze gaan tot 4. Deze Heeren brengen dan by, dat zy zig in hunne Proef bediend hebben van Veêrkragt, gelyk ik in de myne my van Zwaarte-kragt had bediend; en dat, hunne Proef met het nieuwe gevoelen overeenkomende, gelyk myne met het oude, uit geene van beide iets beſloten kan worden.

En dit zouw men zig ook in den eerſten opſlag verbeelden, en men zouw denken, dat (indien het oude gevoelen waar was) de Veêr, die het gewigt 1 tot 8 Graden ſchoot, het gewigt 4 maar tot 2 Graden behoorde te ſchieten, daar we integendeel zien, dat ze het tot 4 Graden ſchiet, dewyl dezelfde Veêr dezelfde *gantſe Kragt* [*Momentum*] voort moet brengen. Maar men vergiſt zig. Indien de Kragt van de Veêr niet langer werkte op het gewigt 4, dan ze doet op het gewigt 1, zouw ze het maar tot 2 ſchieten, maar de Veêr werkt tweemaal zoolang op het gewigt 4 als op 't gewigt 1, gelyk duidelyk blykt, omdat het gewigt 4 maar met de helft van de Snelheid van 't gewigt 1 beweegt, en de Veêr verlaat de plaat *r r* tweemaal zoo ras, wanneer ze het gewigt 1 voortzet. Zoodat een evengelyke oorzaak tweemaal zoolang werkende dezelfde uitwerking moet doen, als een dubbele oorzaak, die evenlang werkt, als de enkele. Fig. 4.

Wanneer men een Waarheid bewezen heeft door een klare en duidelyke redenering en door eenvoudige Proeven; moet men tot beveſtiging van die Waarheid niet in aanmerking doen komen eenige ſpitsvindige redeneringen en ſamengeſtelde Proeven, waarvan men zig bedient, om verwarring te maken. Maar indien de Proeven, genomen om 't ééne gevoelen te beveſtigen, en 't andere te weêrleggen, ſchoon ze dat oogmerk niet beantwoorden, ons egter leiden tot deze of gene nieuwe ontdekking, of eenige andere Waarheid, die niet algemeen bekend is, ophelderen, verdienen ze zekerlyk onze aandagt, en zyn waardig naaukeurig onderzogt te worden. De Heeren *'s Gravesande* en *Muſſchenbroek* zyn te naauwkeurig in 't nemen, en te getrouw in 't verhalen hunner Proeven, om hunne Ondervindingen niet te gelooven. Schoon ik dan het beſluit ontken, 't welk zy opmaken uit de indrukzels op klei of andere zagte ligchamen gemaakt met Bollen, Kegels of Rollen, ben ik egter van gedagten, dat men uit hunne Proeven zeer nutte Gevolgen kan trekken in opzigt van de Aanbotzing en den Weêrſtand van zagte ligchamen. Ik geloof ook, dat de Hoogleeraar *Polenus* zyne Proeven naaukeurig genomen heeft, ſchoon ik de eer niet hebbe hem te kennen. Hierom zal ik in 't begin van het 2de Deel van dit Werk het Verſchil in den grond beſchouwen, en hoop den gantſen Misſlag aan te wyzen van de redenering, die men tot verdediging van het nieuwe gevoelen heeft uitgegeven, en duidelyk aan te toonen, waarom de

V. Les. In het verklaren van de werking van de Zwaarte-kragt op vallende lighamen, hebben we ze beſchouwd als werkende op voortgeworpen lighamen altyd met dezelfde Kragt, ſchoon ze waarlyk zwakker zy in hare uitwerking naar mate dat het lighaam, waarop gewerkt wordt, hooger boven de aarde zy, gelyk we in de 11de *Aanteek.* op de I. Les [*Bladz.* 18.] bewezen hebben. Want Zwaarte kragt (dat is, hare verſnellende Kragt) vermindert, gelyk de Vierkanten van de Afſtanden uit het Middelpunt van de aarde vergrooten. Maar dewyl de grootſte hoogte, waartoe wy in ſtaat zyn (zelf met Bus-kruit) lighamen te werpen, geene Evenredigheid heeft tot den Afſtand uit het Middelpunt van de aarde (naauwelyks een 2000ſte gedeelte) kan men geenen aftrek maken voor die vermindering van de Kragt van Zwaarte, of men trekt 'er teveel voor af, omdat het verſchil niet te merken is.

17. Indien de Kragt van Zwaarte grooter of minder was, dan ze hier is, zouden de lighamen daardoor in haren val verſneld worden op dezelfde wys, als we verklaard hebben. Alleen zouden de Spaatzien, die de vallende lighamen doorgaan in den zelfden tyd, naar Evenredigheid grooter of kleiner zyn. Indien de Kragt van Zwaarte vier-

bygebragte Proeven in dat ſtuk niet vol doende zyn, om 'er een beſluit uit op te maken. Ik kan het nu niet wel doen, omdat ik de Wetten van Aanbotzing van lighamen of het tegen elkander ſtooten nog niet verklaard heb, waartoe dit eerſte deel my geene plaats over laat. Ik hoop, dat ik het Verſchil dan zal konnen beſlisſen met het bewyzen van de drie volgende Stellingen.

1. *Dat de oorzaak, die de lighamen verſnelt in hare beweging naar beneden, en vertraagt in hare beweging naar boven, haar (buiten opzigt op den Weerſtand van de lugt), niet verſnelt in haren val met meer moeijelykheid, of langzamer dan ze haar vertraagt in haar ryzen, het welk een onderſtelling is, die men maakt ten voordeele van het nieuwe gevoelen.*

2. *Dat indrukzels, of putten van evenveel inhoud of diepte, die in zagte zelfſtandigheden door harde lighamen gemaakt worden, met haar te ſtooten met ongelyke Snelheden, niet evenredig zyn aan de* gantſe Kragten [Momenta] *of Kragten van die aanbotzende lighamen; ſchoon ze evenredig zyn aan de Maſſaas, vermeenigvuldigd door de Vierkanten der Snelheden.*

3. *Dat de Proeven van het tegen elkander ſtooten van zagte en veêragtige* [elaſtick] *lighamen het nieuwe gevoelen niet bewyzen, maar het oude beveſtigen.*

Ondertuſſen wys ik den weetgierigen Lezer tot de *Philoſophical Transactions*, alwaar hy Redenvoeringen over dit onderwerp zal vinden in de volgende Nommers, N. 371, 375, 376, 396, 400 en 401.

In N. 371 is een geſchrift van Dr. *Henry Pemberton* om te bewyzen, dat 'er uit de Proeven van den Heer *Polenus* geen beſluit gemaakt kan worden voor het nieuwe gevoelen.

In N. 375 tragt ik het oude gevoelen te beveſtigen door een oude Proef met de Balans, en eenige Proeven van de Aanbotzing van ſtale Ballen.

In

viermaal grooter was, zouw een lighaam 4 [*engelſe*] Roeden vallen V. Les.
in het 1ſte Sekunde van zynen val; en indien de Kragt van Zwaarte viermaal minder was (gelyk ze zyn zouw, indien we 4000 [*engelſe*] Mylen hoog waren boven de aarde, of een halve Middellyn van de aarde verder uit het Middel-punt van de aarde gevoerd waren, dan we nu zyn) zouw een lighaam maar een vierde van een Roê vallen in het 1ſte Sekunde van zynen val, (Les I. Aant. 11. Bladz. 19). En indien men vindt, dat op de ééne of de andere plaats van de Oppervlakte van de aarde een lighaam in een Sekunde zoogroot een Spaatzie niet doorvalt als ééne Roê is, mag men met zekerheid beſluiten, dat de Kragt van Zwaarte op die plaats minder is, dan in ons land, alwaar lighamen ééne Roê in een Sekunde vallen. En dit heeft men waargenomen zeerdigt aan den Linie-cirkel [*Æquator*], alwaar uit Proeven, met een Slinger genomen, blykt, dat lighamen geene Roê in een Sekunde vallen, waaruit volgt, dat de Kragt van Zwaarte aldaar minder is, dan op grooter Breettens [*Latitudes*], het welk geſchiedt ten deele omdat de Middelpunt-ſchuwende Kragt daar grooter

In N. 376 tragt ik den Misſlag van de Proeven van den Heer *Polenus* aan te toonen door twee nieuwe Proeven.

In N. 396 maakt de Heer *John Eames*, Lid van de koninklyke Sociëteit, aanmerkingen op het nieuwe gevoelen, in 't geval van Samenſtooting [*Colliſion*] van lighamen, die niet veren [*Non-elaſtick*]; en toont in hetzelfde N. in een andere Redenvoering, dat het Bewys, 't welk men haalt uit de Leer van Samenvoeging en Scheiding van Kragten (wanneer een lighaam door zyne Voortſtooting verſcheiden Veren buigt) voor weêrskanten van 't Verſchil even ſchoon is, en dat het daarom, teveel bewyzende, waarlyk niet met al bewyſt, en gevolgelyk ver af is van den naam van een wiskunſtig Bewys te verdienen.

In N. 400 maakt gemelde Heer *Eames* aanmerkingen op eenige Proeven in de Kunſt van Waterleiden [*Hydraulicks*], die ſchynen te bewyzen, dat de Kragten van evengelyke bewegende lighamen zyn gelyk de Vierkanten harer Snelheden.

In N. 401 is een brief van wylen den Eerwaarden Dr. *Samuel Clarke* over de Evenredigheid van *Snelheid* en *Kragt* in lighamen, die in beweging zyn.

Egter mishaagt het my ten hoogſten, dat de Dokter op zulk een onheuſe wys die Heeren behandelt, die het nieuwe gevoelen verdedigen, en dat hy zig van zulke onbeſchaafde uitdrukkingen bedient, die geene betrekking altoos tot de zaak zelve hebben. Ook moet ik hem daar groot ongelyk in geven, dat hy den Heer *'s Graveſande* te laſt legt, dat hy de Filoſofie van den Ridder *Izak Newton* tragt te verduiſteren; dewyl ik verzekerd ben, dat die Hoogleeraar groote agting heeft, en altyd heeft gehad, voor den Ridder *Newtons* werken, en dat beide hy en de Heer *Petrus van Muſſchenbroek*, Hoogleeraar te *Utregt*, de Filoſofie van *Newton* onderwyzen, ſchoon ze van hem verſchillen ontrent de gantſe Kragt van lighamen.

V. Les. grooter is, ten deele omdat de Oppervlakte van de aarde daar hooger is (dat is, aldaar verder uit het Middelpunt is dan op de Polen) ontrent 31 Mylen. Maar ik zal hiervan op een andere plaats omſtandiger ſpreken. Ondertuſſen wys ik de Liefhebbers tot den Ridder *Izak Newtons* Beginzelen, 3de *Boek*, 20 *Stell.* en de *Filoſofiſe Transactien* N. 386, 387 en 388.

18. Wanneer een lighaam langs een hellende Vlakte afloopt, kan het niet dalen met zyne geheele Zwaarte-kragt, omdat 'er een gedeelte van onderſteund wordt door de Vlakte, en dat wel naar Evenredigheid van de lengte van de Vlakte tot hare hoogte (of van den Straal tot de Hoekmaat van den Hoek van Helling) gelyk in de 7de *Aant.* op de III. *Les* bewezen is. Maar dat gedeelte van 't gewigt, dat niet onderſteund wordt door de Vlakte, of de vrye Zwaartekragt, die altyd van dezelfde Hoeveelheid is, omdat elk gedeelte van de Vlakte dezelfde Helling heeft, zal dan het lighaam, dat naar beneden rolt, zyne beweging doen verſnellen op dezelfde wys, als een lighaam, dat vryelyk neêrvalt, maar zoo ſchielyk niet; of op dezelfde wys dat lighamen vryelyk zouden vallen, indien de Kragt van Zwaarte zooveel minder was.

TOESTELLING.

Pl. XXXIV. Fig. 6. Trek op een regte waterpas Lyn CB (Pl. XXXIV. *Fig.* 6.) een Lood-lyn in C, en maak AB de Span-zy van den Driehoek ABC (die een hellende Vlakte moet verbeelden) in lengte evengelyk aan tweemaal de hoogte van de Lood-lyn AC. Verdeel AB in 4 evengelyke deelen, gemerkt met de punten D, F, G, en AC ook in 4 evengelyke deelen, gemerkt met de punten E, H, I. Trek ED en CD.

Indien AE, EH, HI en IC vier Spaatziën zyn (of Roeden) die een lighaam doorvalt in 2 Sekunden, zal AE éene Spaatzie zyn, die een lighaam doorgaat in 1 Sekunde (volgens N. 14 en 15. *Bladz.* 346 *en volgende*). Indien nu de Kragt van Zwaarte maar half zoogroot was, zouw het lighaam, inplaats van neêr te gaan van A tot C in twee Sekunden, maar gaan van A tot H. Laat het lighaam gelegd worden op de Vlakte AB, en dan zal het zoo onderſteund worden door de Vlakte, dat het dalen zal naar B met alleenlyk de helft van zyn gewigt, dat is, het zal de helft van zyn gewigt verliezen,

en

en op de Vlakte niet ſchielyker voortgaan, dan het doen zouw in de Lyn AC, indien het vryelyk neêrviel, en de Zwaarte-kragt maar half zoogroot was, als ze waarlyk is. Derhalven zal het lighaam, op de hellende Vlakte rollende, maar neêrkomen tot het punt D, het welk in het zelfde Waterpas is (of even digt aan 't Middel-punt van de aarde) als E in den tyd van 2 Sekunden; daar het integendeel, indien het niet onderſteund was geweeſt door de Vlakte, 4 Spaatziën gevallen zouw zyn of beneden tot C. Het heeft dan in D dezelfde Snelheid, die een lighaam vryelyk vallende van A heeft in E, maar heeft (in dit geval) tweemaal zoolang werk, om die Snelheid te verkrygen. Indien het lighaam, wanneer het neêrgekomen is tot D, voortgaat met bewegen langs de hellende Vlakte, zal het om de bygebragte redenen gaan door de 3 naaſte evengelyke Spaatziën DF, FG, GB in de 2 naaſte Sekunden tyds; net gelyk een lighaam, vryelyk vallende in de Lyn AC, doen zouw, indien de Kragt van Zwaarte maar half zoogroot was; of gelyk een lighaam nu doet met de geheele Kragt van Zwaarte in de helft van den tyd. En de Snelheid van het rollende lighaam zal, wanneer 't in B is, zoogroot wezen, als de Snelheid van het lighaam in C; maar het zal zooveel langer werk hebben, om ze te verkrygen, als de Lyn AB langer is dan AC. NB. *Een Oploſſing hiervan, die meêr naar de Meet-kunſt geſchikt is, kan men vinden in den Heer* Keil's Introductio ad veram Phyſicam, *Theor.* 37. V. Les.

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat een lighaam, hoedanig de Helling van een Vlakte zyn mag, dezelfde Snelheid zal verkregen hebben, wanneer het tot het onderſte van de Vlakte neêrkomt, als dat het gevallen was langs de Lood-lyn. En indien men twee punten, die men wil, (by voorbeeld E en D, H en F, I en G) neemt in dezelfde waterpas Lyn, het ééne op de hellende Vlakte, en het andere in de Lood-lyn, zal het lighaam in beide die punten dezelfde Snelheid hebben, ſchoon in verſchillende tyden verkregen: want indien de Vlakte minder helt, zal de vrye Zwaarte-kragt, die het lighaam naar beneden voert, grooter wezen, en het lighaam zooveel ſchielyker verſnellen, als de Vlakte korter is; daar het te langzamer in zyne Verſnelling zal wezen, hoe de Vlakte meêr helle, of langer zy.

II. GE-

II. GEVOLG.

Hieruit volgt ook, dat, wanneer men uit eenig punt van de Lyn, waarin een lighaam vryelyk valt, een Lyn in den Winkelhaak trekt op de hellende Vlakte, dat ze zal aanwyzen, hoever een ander lighaam op de hellende Vlakte in den zelfden tyd zouw rollen, indien de val van beide begon uit het zelfde punt. Dat is, in dit geval is de Lyn CD, die van 't onderſte end van de regtſtandige Lyn AC op de hellende Vlakte komt in D (tot welk punt we bewezen hebben dat een lighaam zouw vallen langs de Vlakte, in den zelfden tyd, dat het vryelyk zouw vallen tot C) is, zeg ik, de Lyn CD in den Winkel-haak op de Vlakte AB. Want dewyl door eigen Making AB het dubbel is van AC, en AC het dubbel van AD, en de Hoek CAD gemeen is, zyn de Driehoeken CAB en CAD (*Enkl.* VI, 6.) gelykvormig, en gevolgelyk is CD in den Haak met AD.

III. GEVOLG.

Hieruit kan men ook bewyzen, dat een lighaam, indien het neêrviel van dezelfde hoogte langs verſcheiden Vlaktens, op een verſchillende wys hellende de ééne agter de andere, by voorbeeld de Vlaktens AD, DE, EB (Pl. XXXIV. *Fig.* 7.) dezelfde Snelheid zouw verkregen hebben, als dat het gevallen was langs ééne eenige Vlakte, by voorbeeld AB, of in de Lood lyn AC.

Pl. XXXIV. Fig. 7.

IV. GEVOLG.

Het is ook klaarblykelyk, dat een lighaam, 't welk in een Boog van een Cirkel valt, wanneer het beneden komt, dezelfde Snelheid zal hebben, als of het in de Lood-lyn gevallen was; omdat een Boog van een Cirkel aangemerkt kan worden als een oneindig getal van Vlaktens, die verſcheidenlyk hellen.

19. De Leer van de Slingers wordt natuurlyk afgeleid uit het geen we verklaard hebben wegens den val van lighamen; maar dewyl 'er eenige dingen in zyn, die de kennis van de 3de Wet van Beweging vereiſſen, moeten we dezelve uitſtellen, totdat die Wet verklaard zy. Ondertuſſen zullen we een berigt geven van die Inſtrumenten, die we

we in de II Les overgeſlagen hebben (toen we de eenvoudige Werk- V. Les.
tuigen beſchreven) omdat de gronden, in die Les verklaard, daar niet genoegzaam toe waren zonder de kennis van de 1ſte en 2de Wet van de natuur.

20. De zeven eenvoudige Werktuigen, die ik in myne tweede Les beſchreven heb, zyn maar Inſtrumenten om 't zelfde ding op verſcheiden wyzen te verrigten, — te weten om de Vermogens, door eenige werkende lighamen verſtrekt, te beſtieren, dat ze aangevoegd worden, om andere lighamen te bewegen, of om 't Vermogen van 't ééne lighaam tot het andere over te brengen. De Inſtrumenten, die ik nu ga beſchryven, zullen ook dienen, om dit te verrigten, waarom ze ook wel eenvoudige Werktuigen of Gereedſchappen genoemd mogen worden; maar 't onderſcheid in 't werken beſtaat hierin. In de reets beſchreven Werktuigen of Gereedſchappen wordt een groot gedeelte van de ſterkte van de menſen of andere dieren *enz.* (dat is, de Kragtigheid [*Intenſity*] van 't Vermogen) verloren in 't vryven, kleven, rekken, ſlyten en meêgeven van de deelen van het Werktuig; en de Kragt, die van de menſen *enz.* in 't werk geſteld wordt, kan maar trapsgewys worden aangewend met het gemelde verlies. Maar in de Werktuigen, die ik nu ga beſchryven, wordt het Vermogen vergaard, en van 't ééne lighaam tot het andere overgevoerd met weinig of geen verlies door ophooping of verzameling, in dezelfde Lyn blyvende.

21. Indien een man, die 140 ℔ weegt, met zyn geheel gewigt drukt, of een Kragt in 't werk ſtelt evengelyk aan zyn geheel gewigt, op een Hefboom of Balk van een Balans, in twee evengelyke deelen verdeeld door zyn Beweeg-punt, is 't hem onmogelyk een grooter Weêrſtand te overwinnen dan 140 ℔, ſchoon hy een gantſen dag met alle zyne Kragt op den Bóóm of Balk werkte, dewyl 't Vermogen of de Kragt van de man zoo ſchielyk te niet gedaan wordt, als hy 't in werk ſtelt; maar indien hy zyne Kragt trapsgewys kan meêdeelen aan een lighaam, dat ze geheel behoudt, en in één oogenblik in 't werk ſtelt de ſom van alle de Voortſtootingen, die de man in verſcheiden tyden geeft, zal die geheele Kragt van 't lighaam, dus vergaard en als in een gepakt, eensklaps verrigten, 't geen de man op de gewone manier met een Werktuig nooit kon verrigten. Zulk een lighaam was de Storm ram van de Alouden, die

V. Les een zeergroot ſtuk hout was (waarvan we 'er éénen in de 3de *Aanteek.* op de II *Les*, *Bladz.* 46. beſchreven hebben) aan 't ééne end met een metalen Kop, van geel koper of van yzer, en zoo toegeſteld, dat hy op verſcheiden wyzen ondersteund, en door de ſamengevoegde ſterkte van veel volk aan 't bewegen gebragt kon worden met den metalen Kop vooruit; totdat hy alle de op elkander volgende Indrukkingen van de Kragt van 't volk (die geheel beſteed werd om den Ram vooruit te bewegen, omdat zyn gewigt aan touwen en kettingen een end boven hem ophing, om hem vryelyk te doen ſlingeren) gekregen en behouden hebbende allengskens een zekere graad van Snelheid verkregen had, en met die graad van Snelheid tegen de muren of Veſtingwerken van ſteden of kaſteelen ſtiet, en ze daardoor uit hare plaats bewoog of neêrwierp. * Dit Werktuig werd door menſen verſneld in een waterpas Streek op die wys, als vallende lighamen in een Streek in 't Lood verſneld worden door de Zwaarte-kragt. Derhalven kan een man, die niet in ſtaat is, om een grooter Weêrſtand dan 140 ℔ te overwinnen door de gewone eenvoudige Werktuigen, het doen met een zwaar lighaam op zulk een wys waterpas te ſlingeren, dat hy 't een beweging geeft, die verſneld wordt, totdat het den hinderpaal bereike; dat is, hy kan het doen met een kleinen Storm-ram. En indien hy een Kragt neêrwaarts moeſt indrukken, zouw hy 't konnen doen met een *Hei*, of een zwaar lighaam, dat men gebruikt om palen in den grond te dryven; wanneer hy zyne Kragt trapsgewys aangewend hebbende tegen de Zwaarte-kragt (dat is, het lighaam tot een zekere hoogte geligt hebbende) de Hei in zulk een ſtand gebragt zouw worden, dat ze een verſnelde beweging kreeg van de Zwaarte-kragt, eer ze op den Weêr-

* *Buiten twyfel werd de eerſte uitvinding van den Storm-ram ontleend van de natuur, eer dan uit een wiskunſtige redenering afgeleid; dat is, van 't geen men een Ram door een natuurlyk ingeven ziet doen. Indien dat dier te vergeefs met zynen kop tegen een hinderpaal geſtooten heeft door hebulp van de Spieren, die zyne pooten uitſtrekken, terwyl het zyne agterſte pooten ſtyf tegen den grond zet, doet het een tweede poging; en verwrikt met een ſchielyken ſtoot van zynen kop den hinderpaal, die tevoren teveel Weêrſtand bood. In zulk een geval wykt hy zoover agteruit, dat hy inſtaat is, om zyne Beweging te verſnellen tot het uiterſte, dat zyne Spieren hunne werking in 't loopen doen konnen, en geeft dus door de vergaarde Kragt met zynen gewapenden kop een vervaarlyk ſterken ſtoot tegen het ding of dier, daar hy tegenaan loopt; terwyl zyne horens zoo op zynen kop geplaatſt en vaſtgemaakt zyn, dat hy van den ſtoot geene pyn voelt.*

Weêrſtand werkte, 't geen ze eindelyk met een groote Kragt zouw doen, omdat dezelfde hoeveelheid van Stof met een groote Snelheid zouw bewegen; die zooveel te grooter zyn zouw, als ze meêr tyds beſteed had in 't vallen uit hoofde van de hoogte, waartoe ze geligt was. NB. *Het zouw verkeerd wezen hier by te brengen, dat een man, die een gewigt niet kon ligten, of een Weêrſtand overwinnen wat grooter dan* 140 ℔ *met de Kragt van* 140 ℔ *door middel van een Hefboom of Balk van een Balans, welkes Armen evenlang zyn, het wel doen kan met zyn Vermogen verder uit het Beweeg-punt aan te voegen; omdat men onderſtellen moet, dat het Gewigt of de Kragtigheid van den Weêrſtand altyd in een Evenredigheid tot het Vermogen is wat grooter dan de overhandſe Evenredigheid van de Afſtanden: dat is, men moet in deze vergelyking een geval onderſtellen dat volgens 't gemeene gebruik van eenvoudige Werktuigen onmogelyk is.* V. Les.

22. De Slegge of Hamer, die een lighaam of ſtuk hout of metaal is, dat met den Steel zoo beſtierd of bewogen wordt in een Cirkel of in een kromme Lyn, dat het trapsgewys een zekere Snelheid krygt, en daardoor een Vermogen heeft, om te bewegen, of Indrukkingen te maken op andere lighamen, heeft wat van beide de gemelde Inſtrumenten, dewyl hy een vergaarde Kragt krygt van den arm, die hem beweegt, en tegelyk van de Zwaarte-kragt, wanneer men hem gebruikt, om neêrwaarts te ſlaan. Schoon hy in een Cirkel bewogen worde, wordt egter zyn Slag gemaakt in een regte Lyn, teweten in de Raak-lyn van die kromme Lyn, waarin hy beweegt, rakende net in het punt van de kromme Lyn, waarin de Slag gemaakt wordt; omdat alle lighamen, die in een kromme Lyn bewegen, tragten af te vliegen in een Raak-lyn van die kromme Lyn, gelyk we N. 5. *Bladz.* 322. reets bewezen hebben.

23. De Slinger-boom (waarvan ik in de IV. *Les Bladz.* 271 en 272. reets eenige gebruiken overwogen heb) is een Inſtrument, waardoor men het bewogen lighaam om een Middelpunt of As in 't ronde doet bewegen, waardoor het in ſtaat is, om de Vermogens, die 'er trapsgewys ingedrukt worden, te vergaren, zoolang als noodig is. Dit Inſtrument verſchilt hier in van den Hamer en de Slegge, gelyk de Kaapſtand verſchilt van den Hefboom; want daar de Hefboom een lighaam maar een kleine Spaatzie kan ligten of verarbeiden, kan de Kaapſtand het doen een gegeven Spaatzie, of zooveel men begeert.

V. Les. Zoodat de Hamer of Slegge maar zooveel Vermogen kan ontvangen, als 'er aan gegeven kan worden in een gedeelte van een Boog of Cirkel, of in een regte Lyn van kleine lengte; maar de Slinger-boom kan zyn Vermogen verkrygen door Vergaring in vele omdraaijingen, en wordt dus vatbaar gemaakt voor een gegeven Vermogen en Snelheid, en kan dat zelfde Vermogen oeffenen op allerlei andere lighamen op een bepaalde wys.

24. Dit Inſtrument gevoegd aan de Schroef maakt dat vermogende Werktuig uit, waarmeê men de Munt of beelteniſſen drukt op 't geld, en op Medaaljes, waartoe een overgroote zoowel als een regelmatige Kragt en Vermogen noodig is. In dit Werktuig nu worden Vermogens vergaard door drie Inſtrumenten, vooreerſt door den Slinger-boom, waardoor de ſterkte van den man, die hem beweegt, vergaard wordt in de gewigten, die 'er aan 't end aanhangen: ten anderen wordt dat vergaarde Vermogen als ſamengepakt en ingedrukt in de Spil van de Schroef door middel van de Spaken van den Slinger-boom, die twee Hand-boomen of Hefboomen zyn, dienende om dat Vermogen als in één te pakken in een gegeven Evenredigheid: ten derden wordt dat Vermogen, 't welk dus ſamengepakt aan de Spil meêgedeeld is, nog eens vergaard of ſamengepakt door de Scheuinheid of Helling van de Schroef in een gegeven Evenredigheid; en dus wordt het geheele Vermogen, (of alle de op elkander volgende Vermogens) door den man in 't bewegen van de gewigten van den Slinger-boom, vergaard en als in één gepakt in de laatſte Voortſtooting, die op de Medaalje geſchiedt.

25. Van gelyke natuur als de Slinger-boom mag men de Cirkel-Slinger [*circular Pendulum*] ſtellen, die een Inſtrument is, om beweging te vergaren in deszelfs lighaam of gewigt, het welk van boven uit een Middelpunt hangt aan een touw, waardoor het op een behoorlyken afſtand uit dat Middelpunt gehouden wordt.

Door middel van dit Inſtrument is het gewigt, dat door de ingedrukte Kragt bewogen moet worden, vryer om het ſamengepakte Vermogen te ontvangen, en te behouden, en heeft niets van het eerſte beletzel van den Slinger-boom, te weten de Vryving en Slyting van de Halzen, en is het laatſte maar onderhevig, namenlyk het beletzel van de lugt of van de Middel-ſtof, waardoor het bewogen wordt, welk beletzel ook minder is, omdat het touw, waaraan 't ge-

't gewigt hangt, dunner is dan de Armen of Spaken van den Slinger-boom, en dit is de reden, dat dit Inſtrument de ingedrukte Kragt veel langer bewaart dan 't andere (namenlyk de Slinger-boom), en langer blyft bewegen. Wanneer het aan de gang geholpen is, blyft het dikwyls verſcheiden uren agtereen bewegen, en indien de ſlangswyze Spaatzie, waarin het beweegt, gemeten werd, zouw ze al verſcheiden Mylen in lengte uitmaken. *Maar dewyl ik nog geen berigt gegeven heb van de gemeene of eenvoudige Slinger, kan ik van de Cirkel-Slinger niet meêr zeggen, voordat ik de eenvoudige verklaard heb.* V. Les.

26. Het laatſte van die Inſtrumenten, die ik nu voorheb te beſchryven, is de *Werp-ſlinger:* want de werking van den Boog hangt af van de 3de *Wet van Beweging*, en kan daarom niet wel verhandeld worden, voordat we die Wet verklaard hebben. De *Werp-ſlinger* dan is een Inſtrument, het welk dient, om door middel van touwen de ſterkte van een hand, die in een kleinen Cirkel beweegt, trapsgewys over te geven aan een lighaam, door die touwen vaſt gehouden, om te bewegen in een grooter Cirkel om het zelfde Middel-punt, totdat het 'er in vergaard of ſamengepakt hebbe al het Vermogen van de hand, of de beoogde Hoeveelheid van Vermogen, wanneer het dat lighaam afſchiet met een beoogden Streek en Bepaling. Dit Inſtrument heeft wat van den Slinger-boom en wat van de Cirkel-ſlinger: want het kan gelyk de Slinger-boom een Samenpakking van Vermogen krygen voor vele omdraaijingen, en 't is gelyk de Cirkel-ſlinger vry van de Vryving van Halzen; en daar wordt niets van de aangevoegde Kragt verloren buiten 't geen maar net genoegzaam is, om den Weêrſtand van de lugt te overwinnen.

Het zouw te lang vallen de verſcheiden manieren te beſchryven, waarop dit Inſtrument zoo van de oude als hedendaagſe Kunſtenaars toegeſteld en gebruikt is. Het is genoeg, dat we aanmerken, dat alle die verſcheiden manieren tot deze die de eenvoudigſte is, (de gemeene Werp-ſlinger namenlyk) gebragt konnen worden; en 't Vermogen en de uitwerking daarvan kan men zoowel en zoo gemakkelyk volgens de Meetkunſt uitrekenen, als van één van de andere reets gemelde Inſtrumenten. Daar is maar éene manier, die toepaſſelyk is op allen; welke is de Snelheid te vinden, die 't lighaam heeft op het oogenblik, dat de Aanbotzing geſchiedt, of 't Inſtrument zyn werk verrigt. (Zie de voorgaande 5de *Aanteek.*) Want, dewyl altyd onder-

V. Les. onderſteld wordt, dat het gewigt van 't lighaam of Inſtrument ons bekend is, heeft men niets anders te doen, dan dat gewigt te vermeenigvuldigen door de Snelheid, het welk de *gantſe Kragt* van ons bewogen lighaam zal geven (*Les* II. N. 2 en 3. *Bladz.* 44.) en daardoor de uitwerking aanwyzen, die het inſtaat is voort te brengen met op een ander lighaam te werken, met het te ſteuiten, voort te zetten, te breken of te ſtooten, zoodat het het geheel of een gedeelte ſchudde, bewege, of uit zyne plaats werke.

27. Al de moeijelykheid hierontrent beſtaat in 't vinden van de Snelheid van 't lighaam op 't oogenblik van Aanbotzing; maar dit kan geſchieden op de volgende manier, die we eerſt zullen aantoonen met betrekking op de Hei, of dat zware lighaam, dat men gebruikt om palen te heijen, omdat men ze gemakkelykſt kan beſchouwen in dat Inſtrument, en alle gevallen daarvan afleiden.

Pl. XXXIV. Fig. 8. De 8ſte *Figuur* van *Plaat* XXXIV. verbeeldt een Werktuig om palen te heijen. 'T beſtaat uit den Voet of de Stelling ABCDEF, de twee Priemen of ſtaande ſtukken GH en IH, de Beenen of Zyzwiepingen AH en BH en de agterſte Zwiepingen EK en DK, gepend in het ſtuk KH. De Hei L, die een zeerzwaar blok is van hard hout of yzer, glydt op en neêr tuſſen de Priemen of ſtaande ſtukken GH en IH, en wordt opgetrokken over de Rammel-ſchyf M door middel van de Reep MN, waaraan eenige dunner touwen ND zyn, de Lui-touwen genoemd, om de Hei tot een zekere hoogte op te halen, en dan eensklaps te laten vallen op den kop van de paal in O, om ze in den grond te dryven *. Onderſtel nu, dat de Hei

L 500

(6) Schoon de Proeven, door de verſtandige Hoogleeraars *Polenus*, *'s Gravefande*, *Muſſchenbroek* en anderen genomen, niet bewyzen, dat de *gantſe Kragten* van lighamen zyn gelyk de Maſſa vermeenigvuldigd door 't Vierkant van de Snelheid, om de redenen, gemeld in de *Filoſ. Transact.* waartoe ik gewezen heb, en om andere redenen, (die ik bewaar tot dat gedeelte van myn Werk, waarin ik van de Ontmoeting [*Congreſſ*] van lighamen zal handelen, en die ik hoop dat deze Heeren zelf voldoen zullen) doen ze egter veel dienſt, omdat ze zekerlyk bewyzen, dat het zelfde lighaam, met verſchillende Snelheden op zagte lighamen ſtootende, Indrukkingen in dezelven maakt naar Evenredigheid van de Vierkanten dier Snelheden; en daardoor ons een Regel geven, waarnaar we ons in de Praktyk

* [NB. *De Teekening en beſchryving van de Hei verſchilt eenigſints van die van* Dr. Desaguliers, *maar de uitrekening van de Kragt en werking is dezelfde.*]

L 500 ℔ weegt, en de hoogte van éénen voet valt, dan zal ze die hoogte vallen in een vierde van een Sekunde, en gevolgelyk een Snelheid hebben, die in ſtaat is, om ze (N. 15. *Gevolg* 3. *Bladz.* 353.) twee voet eenpariglyk te doen vallen in den zelfden tyd (dat is tegen 8 voet in een Sekunde) op het oogenblik, dat ze op de paal O komt. Wanneer men dan de Maſſa vermeenigvuldigt door de Snelheid, *nam.* 500 × 8, zal men 4000 hebben voor de *gantſe Kragt* van de Hei met zulk een val. Maar indien de Hei gerezen wordt tot de hoogte van 4 voet, zal ze die hoogte vallen in een half Sekunde, en op den tyd van Aanbotzing een Snelheid hebben om ze agt voet in een Sekunde te voeren zonder verder behulp van de Zwaarte-kragt; zoodat men 16 voet (de tegenwoordige Snelheid, omdat ze beweegt tegen 16 voet in een Sekunde) moet vermeenigvuldigen door 500 de Maſſa van de Hei, 't welk ons een dubbele *gantſe Kragt* geeft, waarmeê ze de paal zal ſtooten in dit laatſte geval: want 500 × 16 = 8000. Indien men een andere hoogte neemt, die de Hei valt (want men kan een Kaapſtand, Wind-as of Katrollen gebruiken, om de Hei tot een zeergroote hoogte te ligten, en ze dan door een toeſtel, die niet moeijelyk te maken is, van haren haak laten ſlippen) zal de *gantſe Kragt*, waarmeê ze de paal ſtoot, altyd zyn gelyk de vierkante Wortel van de hoogte, waarvan de Hei valt; dat is, gelyk de Snelheid, die het vallende lighaam heeft op 't end van zynen val. NB. *Ik kan niet zeggen, dat de paal ſomtyds niet verder in den grond gaat, dan in die Evenredigheid, maar de reden hiervan zal ik hier onder in de 6de Aanteekening geven.* V. Les.

28. In-

tyk van ſommige werkingen te ſchikken hebben, die tevoren niet genoeg bekend was. Overeenkomſtig met dien Regel zal een Hand-hamer op heet yzer ſlaande, wanneer hy viermaal zooveel Snelheid heeft als een Voor-hamer, die viermaal zwaarder is, tweemaal zooveel werk doen in 't ſmeden van 't yzer, ſchoon de *gantſe Kragt* in beide dezelfde zy; maar de inwyking of meêgeving van 't yzer is dezelfde niet in beide. Dus zal ook in 't heijen, wanneer de aarde evengelykelyk meêgeeft, indien men de Hei viermaal zoo hoog opligt, de paal viermaal gemakkelyker in den grond ſchieten; maar wanneer de paal (ſchoon met yzer beſlagen) op een rots ſtoot, of in ſteenige aarde geſlagen wordt, is 't het zelfde geval niet, maar in een gemengde Evenredigheid tuſſen die van de Maſſa vermeenigvuldigd door de Snelheid en van de Maſſa vermeenigvuldigd door 't Vierkant van de Snelheid.

Maar in den Storm ram zal de uitwerking grooter zyn, wanneer een groote Hoeveelheid van Stof beweegt met een kleine Snelheid, dan wanneer dezelfde *gantſe Kragt* voortgebragt wordt door een kleine Hoeveelheid van Stof, die met een groote Snelheid beweegt. De verklaring hiervan

V. Les. 28. Indien de paal ſcheuin ingedreven moet worden, moet het Werktuig zoo geſteld worden, dat de Priemen dezelfde ſcheuinte hebben, en dan zal de Slag nog in een Lood-lyn wezen op den kop van de paal; maar dan moet men de Kragt van den Slag niet ſchatten naar de lengte, maar naar de regtſtandige hoogte van de daling, gelyk we reets getoond hebben; omdat, hoe lang de hellende Vlakte ook zyn mogt, langs welke het lighaam valt, het lighaam egter geen meêr Snelheid verkregen heeft, dan het gehad zouw hebben, indien het maar in een Lood-lyn gevallen was van de hoogte van de Vlakte.

29. Om de Snelheid te vinden van den Storm-ram op dien tyd, dat hy ſtoot, moet men gadeſlaan, op wat voet zyne beweging verſnelle: want naar 't getal en de ſterkte van 't volk, dat hem bewerkt, kan hy meêr of minder verſnellen, dan Zwaarte-kragt hem verſnellen zouw, indien hy in een Lood-lyn neêrviel. Derhalven moet men de lengte nemen van den Stoot uit het punt, dat verſt af is van den muur (of dat gene, dat geramd moet worden) tot den muur toe, en in agt nemen, in hoeveel tyds de Stoot geſchiede (want wanneer het volk door wat handigheid de ſlag gekregen heeft van den Ram te ſlingeren, geſchieden alle de Stooten in den zelfden tyd). Indien de Stoot by voorbeeld 4 voet is, en in een vierde van een Sekunde geſchiedt, is de *gantſe Kragt* van den Ram evengelyk aan 't geen ze geweeſt

hiervan zal eenig ligt geven aan 't verſchil wegens het oude en nieuwe gevoelen. Want, indien we onderſtellen, dat A C D E (Pl. XXXIV. *Fig.* 9.) een ſtuk van een muur (waarvan een waterpas Snê hier vertoond wordt) geſtooten wordt door een Kanon-kogel of een Storm-ram in B, zal de uitwerking in 't eerſte geval deze zyn, dat de Kanon-kogel (onderſtellende dat hy genoegzame Snelheid heeft) door den muur zal gaan, en het gat *a b B c* in den muur maken, of op zyn meeſte het gat *d c B e*, het fatzoen van een geknotte Kegel, een weinig grooter gedeelte van den muur ſchuddende dan die deelen, die zeerdigt aan 't gat zyn, omdat de Snelheid zoogroot is, dat de beweging geenen tyd heeft, om heel ver meêgedeeld te worden, terwyl de Kogel paſſeert. Maar indien een Storm-ram met dezelfde *gantſe Kragt*, maar een Snelheid zooveel minder als hy meêr Stof heeft, den muur ſtoot in B, zal hy hem rondom ſchudden tot een grooten afſtand, omdat de beweging tyd heeft, om meêgedeeld te worden; en indien 'er de volgende ſtooten zoo kort op komen, dat de tweede geſchiedt, eer de ſchudding van de eerſte over zy, zal na eenige ſtooten een groot ſtuk muurs terneêr geworpen worden, by voorbeeld F G H I. Dit is 't geen de Ridder *Chriſtoph. Wren* dikwyls in 't werk geſteld heeft in 't ſlegten van oude gebouwen en peuinhoopen, om 'er nieuwe gebouwen in de plaats te maken, en hy verhaalt, dat hy geen gereeder middel gevonden heeft, om oude muren af te breken, welker Cement byna zoo hard was als de ſteen zelf.

Pl. XXXIV. Fig. 9.

In

geweeſt zouw zyn, indien hy 8 voet in een vierde Sekunde eenpa- V. Les.
riglyk bewogen was, of 32 voet in een geheel Sekunde. Deze Kragt zouw viermaal zoogroot zyn, als die de Zwaarte-kragt aan den vallenden Ram (of aan een Hei, die even zwaar was) in den zelfden tyd zouw konnen geven; dog maar evengelyk aan 't geen ze geven zouw in één Sekunde, of in viermaal zooveel tyd; en maar half zoogroot als Zwaarte-kragt zouw geven in twee Sekunden aan het zelfde lighaam, dat van een hoogte viel van iets meêr dan 64 voet. Indien de tyd, waarin de Stoot geſchiedt, tweemaal zoolang was geweeſt, of een half Sekunde, zouw de *gantſe Kragt*, of de Kragt van de Aanbotzing maar half zoogroot geweeſt zyn *enz.* dewyl de Aanbotzing met den zelfden Storm-ram altyd andersom [*inverſely*] is, dan de tyd, waarin hy verſneld wordt door dezelfde Kragt van volk.

30. Om de Snelheid (en gevolgelyk de *gantſe Kragt*) te vinden van een Hamer of Slegge op het oogenblik van Aanbotzing, moet men hem eerſt in de eenvoudigſte werking beſchouwen, als, wanneer hy opgeligt is, in een Boog van een Cirkel neêrvallende door zyne eigen Zwaarte. Dan moet men maar alleenlyk in agt nemen de hoogte, waarvan hy valt, en men zal uit het geen we gezegd hebben van lighamen, die in een Lood-lyn of langs een hellende Vlakte vallen,

In den Oorlog moet men het Geſchut zekerlyk den voorrang geven boven de oude Storm-rammen om verſcheiden redenen, waarvan we 'er eenigen in de II. *Les* N. 9. en in de 3de *Aanteek. Bladz.* 46 en 47. hebben voorgeſteld. En in die gevallen moet men weten, dat de Belegeraars ſcheuin ſchieten, willende de muren liever ſcheuin raken van verſcheiden Batteryen, ſchoon met minder *gantſe Kragt*, opdat de tweede Kogel terneêr zouw werpen het geen de eerſte had doen ſchudden, dewyl dit grooter uitwerking doet, dan dat men kleine gaten in den muur maakt met 'er regt in den Haak op aan te ſchieten. Om dit nog wat beter op te helderen, zal ik hier herhalen 't geen ik in de *Philoſoph. Transactions* N. 376. reets gezegd heb, te weten: „ Dat, indien op een „ deur, die half open is, en zeerligt op „ hare Hangen beweegt, een Piſtool-ko„ gel geſchoten wordt, dat de Kogel door „ de deur heen zal gaan, zonder datze „ uit hare plaats bewogen worde; maar „ dat, indien men een groot ſtuk Lood „ tegen dezelfde deur werpt met dezelfde „ Kragt, waarmeê de Piſtool-kogel be„ woog, dat de deur door dien ſtoot uit „ haren Stand zal wyken, en op hare „ Hangen omdraaijen, omdat in het eer„ ſte geval de beweging van den kogel „ maar aan weinige gedeeltens van de deur „ meêgedeeld wordt, en in 't laatſte over „ al verſpreid wordt. Ja de deur zal door „ den ſtoot bewogen worden, ſchoon 'er „ zelf een uitpuilend gedeelte aan 't ſtuk „ Lood zy, niet grooter dan een Piſtool„ kogel, om de deur in geen grooter Op„ pervlakte te raken, dan de Kogel ge„ daan had.

V. Les. vallen, weten, hoeveel Snelheid hy op 't end van zynen val hebbe. Dus kan men weten, met wat Kragt de zware Hamers, opgeligt door den As van een Water-rad, op yzeren of koperen Platen of Staven vallen, die in Yzer- of Koper-molens of Smederyen uitgeflagen worden. Wanneer de Hamer met de hand bewogen, of aangezet wordt door middel van een Veêr, en de Zwaarte-kragt te gelyk, zal hy ſchielyker bewegen, en de uitwerking zal naar Evenredigheid grooter wezen. Derhalven kan men in zulk een geval, den tyd van zynen val wetende, ook zyne Snelheid weten. NB. *Schoon een ligchaam, tweemaal zoo ſnel in den zelfden Cirkel bewegende, in ſtaat was, (volgens 't geen uit de XV. Ondervinding van deze Les bleek,) om viermaal zooveel gewigt te ligten; moet men zig egter niet verbeelden, dat een Hamer, tweemaal zoo ſnel bewogen, met viermaal zooveel* gantſe Kragt *zal ſlaan, dewyl een Hamer van het zelfde gewigt, tweemaal zoo ſnel bewegende, alleenlyk uit hoofde van een Steel, die tweemaal zoolang is, niet meêr dan tweemaal zooveel* gantſe Kragt *hebben zal volgens de XIII. Ondervinding: want het is maar de middelpunt-ſchuwende Kragt in den zelfden Cirkel, die gelyk het Vierkant van de Snelheid is, en niet de Slag, die langs de Raak-lyn geſchiedt. De uitwerking van de middelpunt-ſchuwende Kragt zal alleenlyk deze zyn, dat de man, die den Hamer houdt, viermaal zooveel Kragt zal voelen, die den Hamer uit zyne hand tragt te trekken; en maar tweemaal zooveel van die Kragt zouw voelen, indien de Snelheid maar tweemaal zoogroot was, omdat hy een Steel had, die tweemaal zoolang was.*

Men moet ook wel in agt nemen, dat het in 't gebruik van den Hamer beter is te ſlaan met dezelfde Maſſa van Stof met een dubbele Snelheid, dan met een dubbele Maſſa en een enkele Snelheid; omdat meêgevende ligchamen, gelyk heet yzer enz. *en Spykers, die in 't hout geſlagen worden, voor den Hamer wyken ten naaſten by volgens 't Vierkant van deszelfs Snelheid. Maar in den Storm-ram moet het andersom geſchieden, indien men zyne grootſte uitwerking wil hebben.* Zie de voorgaande 6de Aanteekening.

31. Indien men den Slinger-boom maar alleenlyk gebruikt, om een Slag te geven met éêne van deszelfs gewigten na eenige omdraaijingen, is de manier om deszelfs Snelheid en gevolgelyk deszelfs *gantſe Kragt* te vinden net op den tyd van den Slag, dezelfde die voor de Werp-ſlinger dient: want ſchoon de Slinger-boom veel meêr Vryving

PL. XXXIV.

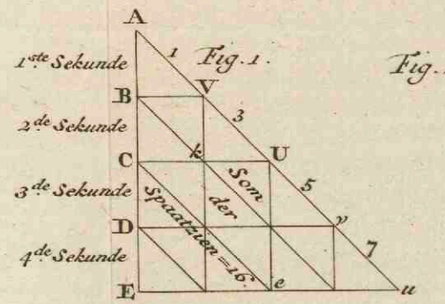


Fig. 1.

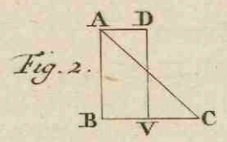


Fig. 2.

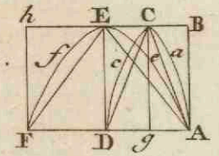


Fig. 3.

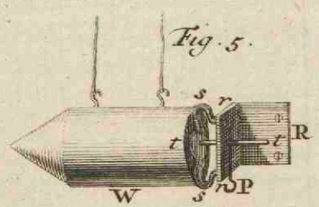


Fig. 5.

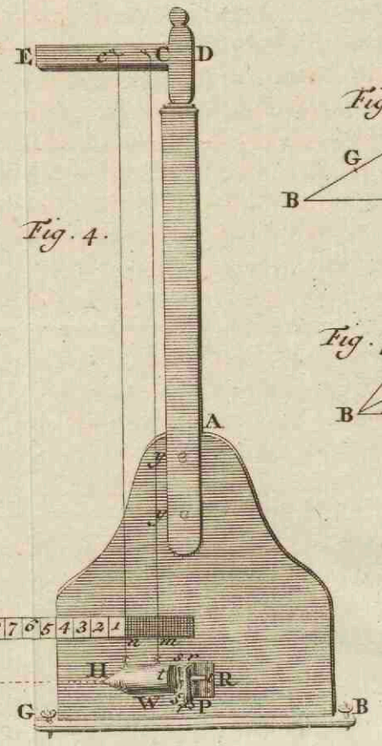


Fig. 4.

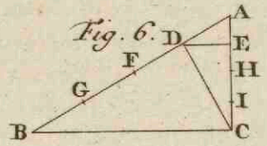


Fig. 6.

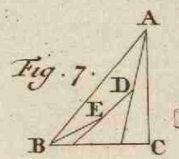


Fig. 7.

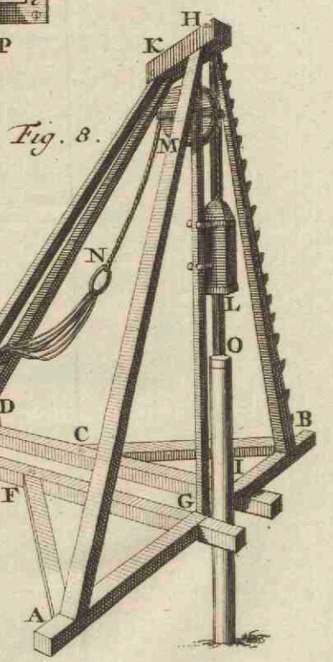


Fig. 8.

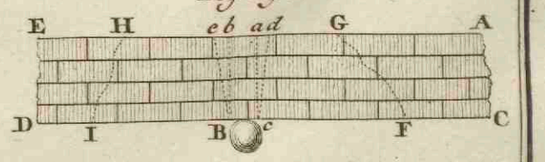


Fig. 9.







ving hebbe dan de Werp-ſlinger, moet men maar in agt nemen, wat V. Les.
Snelheid (zonder agt te geven op de beletzelen, die oorzaak zyn, dat de Snelheid zoogroot niet is, als ze zonder dezelven geweeſt zouw zyn) hy hebbe net op den tyd van den Slag, die men vinden kan met verſcheiden omwentelingen of gedeeltens van omwentelingen met elkander te vergelyken, waaruit men de Graad van Verſnelling kan weten.

32. Om nu te toonen, hoe men de Kragt moete uitrekenen van deze Inſtrumenten, wanneer ze gevoegd zyn aan andere eenvoudige Werktuigen (in de II. *Les* verklaard) zal ik aanwyzen, wat Kragt men geven kan met het Werktuig, het welk beſtaat uit den Slinger-boom en de Schroef, om de beelteniſſen op de Munt te drukken, dat we hiervoor aangeroerd hebben.

Onderſtel, dat de twee Armen van den Slinger-boom elk 15 duim lang zyn (te meten uit het Middel-punt van de gewigten tot den Beweeg as) dat de gewigten elk 50 ℔ zyn, en dat de As, die op de Neut drukt, éénen duim over 't Kruis is. Indien elke Zet [*Stroke*] in een half Sekunde geſchiedt, en de gewigten een halven Omtrek beſchryven, die in dit geval 4 voet zal wezen, zal de Snelheid op het oogenblik van den Zet tegen 8 voet in een Sekunde zyn, en derhalven zal de *gantſe Kragt* 800 zyn; maar dewyl de Armen van den Slinger-boom zooveel als Hefboomen zyn, waarvan één Arm 15 duim lang is, terwyl de ander (die de halve As is) maar van een halven duim is, moet men die Kragt nog door 30 vermeenigvuldigen, 't welk 24000 zal geven; een vervarelyke Kragt, evengelyk aan 100 ℔ gewigt 120 voet vallende, of ten naaſten by 3 Sekunden in tyd, of een lighaam van 750 ℔ $16\frac{1}{12}$ voet vallende of één Sekunde in tyd. Aan ſommigen dezer Werktuigen om enkele Kroonen te munten zyn de Armen van den Slinger-boom vyfmaal zoo lang, en de gewigten tweemaal zoo zwaar; en dan is de uitwerking tienmaal grooter.

NB. *We hebben hier niets afgetrokken voor de hellende Vlakte van de Schroef, omdat die ſcheuinte alleenlyk diende tot verſnelling van de Cirkel-beweging van de gewigten, daar we agt op gegeven hebben in 't nemen van den tyd, waarin de gewigten den halven Cirkel beſchryven.*

33. Daar zouw geen end aan zyn, indien we alle de gevolgen, die de twee reets verklaarde Wetten van beweging hebben in de Praktyk

V. Les. van Werktuigen, wilden aantoonen, en ze toepaſſen tot verklaring van allerlei ſoorten van bewegingen zoo van lighamen op de aarde als van de Dwaal- en Staart-ſterren in de Hemelen. We zullen 'er nog maar eenige voorvallen van bybrengen; maar vooraf moeten we aantoonen, hoever de Weêrſtand van de lugt (dien we tot nogtoe in onze Uitrekeningen hebben overgeſlagen) de uitwerkingen belette zoodanig te zyn, als men ze van hare oorzaken verwagten zouw buiten dien Weêrſtand.

Schoon de Weêrſtand van Middel-ſtoffen [*Mediums*] in dat gedeelte van myn Werk, dat van de Kunſt van waterwegen handelt, beſchouwd moete worden, konnen we egter niet voorby 'er hier zooveel van te zeggen, als noodig is, om regt te begrypen, hoeveel men af moete trekken voor de verhindering, die de Weêrſtand van Middel-ſtoffen aan bewegende lighamen geeft, 't zy hare beweging voortgebragt worde door de Zwaarte-kragt, 't zy door eenige andere oorzaak of oorzaken.

34. Wanneer een lighaam beweegt in een Vloei-ſtof, van wat ſoort ze ook wezen mag, of in een weêrſtand biedende Middel-ſtof, kan het niet voortgaan zonder de deelen van de Middel-ſtof vanéén te ſcheiden, om zig een weg te banen; en zooveel als het van zyne eigen beweging aan die deelen meêdeelt, zooveel moet het van zyne eigen beweging verliezen; zoodat het vertragen zal, indien deszelfs beweging tevoren eenparig was. Of indien het voortging met een verſnelde beweging, zal die Weêrſtand (of de beweging aan de deelen van de Middel-ſtof gegeven) de Verſnelling beletten zoogroot te zyn, als ze anders geweeſt zouw zyn, of (naar mate van hare Hoeveelheid) de Verſnelling te niet doen; dat is, de bygevoegde beweging te niet doen, zoo haaſt als ze aan 't lighaam door de verſnellende oorzaak gegeven wordt; zoodat het lighaam dan eenpariglyk zal bewegen; als of de verſnellende oorzaak ophield te werken, en 't lighaam bewogen werd in een ledige plaats zonder eenigen Weêrſtand.

35. Daar zyn twee ſoorten van Weêrſtand in Vloei-ſtoffen; de eerſte ontſtaande uit de Vaſthoudendheid of Kleverigheid [*Tenacity*], dat is, uit den Samenhang harer deelen; en die Weêrſtand is altyd gelyk de Snelheid van het lighaam in de Vloei-ſtof bewegende; want hoe het lighaam in zulk een Vloei-ſtof ſneller bewege, hoe het meêr deelen uit haren Samenhang te bewegen heeft in den zelfden tyd,

tyd, namenlyk naar mate, dat het door zoo veel grooter Spaatzie gaat. Die ſoort van Weêrſtand kan men verminderen met de Middel-ſtof vloeibaarder te maken, gelyk Oly, Honig, en Pik *enz.* met heetmaken vloeibaarder worden. NB. *Vloei-ſtoffen, die niet vaſthouden, hebben dezen Weêrſtand niet.* V. Les.

De andere ſoort van Weêrſtand ontſtaat uit de Hoeveelheid van Stof, die uit hare plaats bewogen moet worden, en die is altyd evenredig aan de Digtheid of de ſoort-onderſcheidende Zwaarte van de vloeibare Middel-ſtof. Dus is de Weêrſtand van water 850 maal grooter, dan die van lugt, omdat een lighaam, 't welk 'er in beweegt door een zekere Spaatzie, 850 maal meêr Stofs uit zyne plaats bewegen moet; en indien het in Kwik-zilver bewogen werd, zouw de Weêrſtand 11900 maal grooter zyn, omdat Kwik-zilver 11900 maal meêr Stofs in dezelfde Spaatzie heeft dan lugt. In opzigt van het zelfde lighaam, met verſchillende Snelheden in een Vloei-ſtof bewegende, is dees Weêrſtand altyd, gelyk 't Vierkant van de Snelheid. Een voorbeeld of twee met de getalen daarby zal de zaak duidelyker maken.

Onderſtel, dat het lighaam A (PL. XXXV. *Fig.* 1.) beweegt in een Middel-ſtof tegen twee duim in een Sekunde, of van A tot B, en dat het uit hare plaats moet ruimen de 4 Stof-deeltjes *a*, *b*, *c*, *d*, om voor zigzelve plaats te maken, welke deeltjes we onderſtellen zullen een duim over 't Kruis te wezen. Maar 't is niet genoeg, dat we aanmerken, dat deze deeltjes uit hare plaats bewogen moeten worden, maar we moeten ook onderzoeken, met wat Snelheid ze verſchoven worden, om de Hoeveelheid van beweging te vinden, die ze ontvangen. Laten we dan onderſtellen, dat elk van dezelven een duim verſchoven wordt in een Sekunde, of van de punten *d*, *a*, *b*, *c*, tot *e*, *f*, *g*, *h*, om ruimte te maken, dat 'er A tuſſen beide kan komen. En dewyl 't het zelfde is alle de vier deeltjes, op elkander gelegd, te bewegen van *d* tot *e*, als haar alle vier in verſchillende Lynen elk éénen duim te bewegen, is het klaarblykelyk, dat de Spaatzie *de*, of één duim, hare gemeene Snelheid is. Één dan vermeenigvuldigd door 4, het getal van de deeltjes, geeft 4 voor de *gantſe Kragt* van de Stof, uit hare plaats bewogen door 't lighaam A, 't welk bygevolg zooveel van zyne beweging verlieſt, als het meêgedeeld heeft; en derhalven zal de Weêrſtand hier wezen 4. Nog eens, laat het lighaam PL. XXXV. Fig. 1.

V. Les. haam onderſteld worden tweemaal zoo ſnel te bewegen, dat is, van
Pl. XXXV. Fig. 2. A tot B (Pl. XXXV. *Fig.* 2.) in een Sekunde. Dan moeten 'er agt deeltjes (dat is, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, of zooveel meêr Stof) in den zelfden tyd uit hare plaats bewogen worden; maar dewyl het lighaam tweemaal zoo ſnel beweegt, zal het elk van dezelven tweemaal zoo hard ſtooten, 't welk ze in den zelfden tyd zal doen wyken tot de punten *i*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, inplaats van de punten *r*, *s*, *t*, *u*, *v*, *w*, *x*, *y*; zoodat hare gemeene Snelheid twee duim zal wezen inplaats van één. Maar 8 deeltjes, vermeenigvuldigd door 2 geven 16, 't welk een *gantſe Kragt* is viermaal zoogroot, als de Stof van de Vloeiſtof te voren ontving. Een lighaam derhalven, tweemaal zoo ſnel in dezelfde Vloei-ſtof bewegende, deelt aan hare deelen viermaal zooveel beweging meê, en ontmoet gevolgelyk viermaal zooveel Weêrſtand. Dus zouw ook een lighaam, dat driemaal zoo ſnel bewoog, driemaal zooveel Stof in den zelfden tyd verſchuiven, en ze ook

(7) Laten we eens onderſtellen, dat een ſtuk hout, by voorbeeld een duims plank, van dezelfde ſoort-onderſcheidende Zwaarte is als water, en dat dezelfde dikte of diepte van water ſtaat op een Oppervlakte van klei, en onderzoeken, wat de uitwerking zal zyn van een kogel, het vaſte en 't vloeibare lighaam treffende. Laten we ook onderſtellen, dat de kogel, het water treffende met de Snelheid 1, door het zelve heen gaat, door zyne *gantſe Kragt* overwinnende den Weêrſtand 1, die uit de Digtheid van het water ontſtaat, en nog een anderen Weêrſtand 1, die uit de Vaſthoudendheid van 't water ontſtaat. Indien de kogel met dezelfde Snelheid het hout treft, welkes Weêrſtand uit hoofde van deszelfs Digtheid is 1, maar welkes Weêrſtand uit hoofde van de Vaſthoudendheid 9 is; dat is, welkes gantſe Weêrſtand 10 is; is het zeker, dat de kogel niet door het hout kan dringen met de Snelheid 1, maar de Snelheid 10 moet hebben, om den gemelden Weêrſtand te overwinnen.

Maar indien de kogel met dezelfde Snelheid 10 tegen het water komt, zal hy een Weêrſtand van 100 ontmoeten, uit hoofde van de Digtheid en ook den Weêrſtand 10, uit hoofde van de Vaſthoudendheid van 't water (N. 35 van deze *Les*) dat is, 110. Indien de kogel dan met dezelfde Snelheid het hout treft, en de Weêrſtand van het hout, uit hoofde van deszelfs Hoeveelheid van Stof, onderſteld wordt te vergrooten, gelyk 't Vierkant van de Snelheid, gelyk hy in 't water doet (ſchoon hy in zoogroot een Evenredigheid niet vergroote) zal de geheele Weêrſtand van het hout 190 zyn, dat is, 100 om deszelfs Digtheid en 90 om deszelfs Vaſthoudendheid. Hier is de geheele Weêrſtand van 't water tot den geheelen Weêrſtand van het hout, gelyk 110 tot 190, of gelyk 11 tot 19. Indien de Snelheid van den kogel verdubbeld wordt, dat is, 20 wordt, zal de geheele Weêrſtand van het water zyn 400 + 20 = 420; en de Weêrſtand van 't hout zal zyn 400 + 180 = 580. Dan zal de Weêrſtand van het water tot dien van het hout wezen, gelyk 12 tot 58, of 21 tot 29, welk verſchil nu kleiner is, dan 't voorgaande. Indien de Snelheid van den kogel 40 is, zal de Snelheid van 't water zyn 1600 + 40 = 1640, en die van 't hout 1600 + 360 = 1960; en dan zal de Weêrſtand van het water tot

ook driemaal verder ſtooten, en gevolgelyk negen maal meêr Weêr- V. Les.
ſtand ontmoeten. En dit gaat door in allerlei Graad van Snelheid van het bewogen lighaam: want de Hoeveelheid van Stof, in een zekeren tyd verſchoven, en de Snelheid, waarmeê die Stof bewogen wordt, geven altyd een *gantſe Kragt* in de vloeibare Middelſtof, en gevolgelyk een Weêrſtand, evenredig aan 't Vierkant van de Snelheid van 't lighaam, 't welk in die Middel-ſtof beweegt. NB. *Dees Weêrſtand, overeenkomſtig met het Vierkant van de Snelheid, is de eenige Weêrſtand, die in de Lugt gevonden wordt met Proeven van lighamen, die 'er in bewegen: en gevolgelyk heeft ze geene Vaſthoudendheid; waaruit volgt, dat hare deelen elkander niet raken.*

Hier komt het vandaan, dat een Vloei-ſtof ſomtyds zooveel Weêrſtand biedt, als een vaſt lighaam, ja meêr, wanneer de Snelheid van een lighaam, dat 'er tegen komt, zeergroot is, gelyk we door eenige voorbeelden hier onder in de 7. *Aanteekening* bewyzen.

L E E-

tot dien van het hout wezen gelyk 164 tot 196, of 41 tot 49, zynde het verſchil nog al minder. Derhalven komt de Weêrſtand van het water, wanneer de Snelheid van den kogel vergroot, gedurig nader aan den Weêrſtand van het hout. Indien het hout dan minder digt of minder geſloten is, dan het water, zal de Weêrſtand van het water (op 't vergrooten van de Snelheid van den kogel) wel haaſt grooter zyn, dan die van 't hout. Dus zal ook, ſchoon het hout zoo digt zy, als het water, indien deszelfs Weêrſtand uit hoofde van de Hoeveelheid van Stof zoo ſchielyk niet vergroote, als hy wel in 't water doet (gelyk ik gezegd heb, en de Proef ook bewyſt) zal, zeg ik, op het vergrooten van de Snelheid van den Kogel de Weêrſtand van het water dien van het hout wel haaſt overtreffen. De volgende Proef is tot beveſtiging van deze ſtelling genomen.

Daar werd een zeil geſpannen in een vyver ontrent derdalve voet onder de Oppervlakte van het water, en een Musket met een kleine Lading afgeſchoten ſcheuin op de Oppervlakte van het water, maar in den Haak op een halven duims vuren Deel of plank, boven 't zeil onder water vaſtgezet. De kogel ging door de Deel onder het water, en vervolgens ook door het zeil. De Proef werd op nieuw genomen met een grooter Lading, en de kogel ſtoote tegen de Deel, zonder 'er door te gaan, makende maar een kleine indrukking in het hout, maar zyne rondheid was meêr veranderd, dan de Weêrſtand van het hout ſcheen veroorzaakt te konnen hebben, waarom men oordeelde, dat de verplettering van het lood aan den Weêrſtand van het water toegeſchreven moeſt worden. Toen de Lading voor de derde maal vergroot was, viel de kogel op het zeil, zonder de plank te bereiken, en was zeerveel uit zyne gedaante geſtooten. Ten laatſten werd 'er een Lading op gezet ten naaſten by evengelyk aan de Proef (dat is, het gewigt van 't kruid evengelyk aan 't gewigt van den kogel) en toen werd de kogel in ſtukken geſchoten op de Oppervlakte van het water. NB. *Ik kan niet net zeggen, in wat Evenredigheid de Ladingen vergroot werden, omdat ik de Proef zelf niet bygewoond heb; maar ze is my verhaald door geloofwaardige menſen, die ze zelf gezien hebben.* Dat de Weêrſtand van 't water grooter was dan die van 't

hout

LEERING.

36. 'T geen we gezegd hebben wegens den val van lighamen in de lugt, en langs hellende Vlaktens, zal niet met de Proeven overeenkomen, omdat we 'er in de Beſchouwing den Weêrſtand van de Lugt niet hebben afgetrokken; maar wanneer men daar behoorlyke aftrekking voor maakt, zullen de Ondervindingen de Beſchouwing beveſtigen. Volgens de beſte Waarnemingen zouw een lighaam, in 't lugtledige vallende, 16 engelſe voet en vyf kwartier duims doorloopen in het eerſte Sekunde van zynen val; maar in de lugt moet het van die Spaatzie verliezen naar Evenredigheid van de beweging, die het aan de lugt geeft, die van deszelfs eigen beweging afgetrokken moet worden; zoodat, hoe het lighaam meêr Stofs hebbe, naar Evenredigheid van zyne Oppervlakte, waarmeê het de lugt ſtoot, hoe het minder van zyne eigen beweging verliezen zal. Dit zal beſt verklaard worden door 't verhaal van een Proef, die ik genomen heb met het waarnemen van den tyd van 't vallen van looden ballen, die ik liet vallen van den binnen-kant van den top van de Koepel in St. *Pauls* Kerk.

XVI. ONDERVINDING.

Ik nam eenige looden ballen van twee duim over 't Kruis, 2 ℔ *Troys* wegende, die ik liet vallen van een plank, twee voet over den top

hout bleek hieruit, dat, toen de Schoot gedaan werd op een anderhalf duims Deel in de lugt, de kogel 'er doorging, en wel zooveel te ligter, als de Lading vergroot werd.

Dees groote Weêrſtand van het water wordt beveſtigd door een geval, het welk ik zelf gehad heb.

Eenige jaren geleden ging de agtbare Kolonel *Samuel Horſey* met een gezelſchap van verſcheiden perſonen, waaronder ik my ook bevond, op een vreugde-dag op de *Teems* uit varen met een groote roeiſchuit van het Wynkoopers Gilde, alwaar we eenige Vuurwerken afſtaken. Onder anderen gebeurde het, dat een Water-bal (welkes eigenſchap is, dat hy eenige reizen onder water gaat, en weêr opkomt, en eindelyk boven op het water berſt) toen hy op het berſten ſtond, onder de Agter ſteven van de ſchuit opkwam. Hierdoor belet zynde tot boven op het water op te komen, en berſtende op die plaats, daar hy was, gaf hy de ſchuit zoogroot een ſchok, dat ze merkelyk opgeligt werd, het geen ik duidelyk voelde, dewyl ik regt boven de plaats was, en my verwonderde over de Kragt van zookleine Hoeveelheid van Kruid, dewyl 'er veel minder dan een Once Kruid in was, om te ſlaan. Een weinig daar na kwamen eenige Heeren en Juffers met een ſchuit, die nog

niet

top van de binnen Koepel vaſtgemaakt, en nam den tyd van haren val naaukeurig waar met een Inſtrument, het welk ik in 't vervolg zal beſchryven, en vond, dat ze tot beneden vielen in 4½ Sekunde, en een weinigje meêr. De hoogte was 272 voet. Maar volgens de Beſchouwing moeſten de ballen 52 voet verder gevallen zyn, dat is, 324 voet. Derhalven was de Weêrſtand van de lugt, gedurig iets afnemende van 't geen de Zwaarte kragt voegde by de beweging van het dalende lighaam, oorzaak, dat de Verſnelling zoo ſchielyk niet was, en daarom was het lighaam langer bezig, om die 272 voet te vallen, dan het geweeſt moeſt zyn: want dewyl het lighaam een voet valt het eerſte vierde van een Sekunde van zynen val, zal men, de vierkante Wortel (N. 15) van 272 nemende, 16½ Vierdens, dat is, 4 Sekunden en ¼ hebben voor den tyd, waarin een lighaam 272 voet zouw vallen in een lugtledige plaats. Onderſtel nu, dat de Weêrſtand van de lugt 5 duim afgenomen heeft van de Spaatzie, die het lighaam in het eerſte Sekunde gevallen moeſt hebben; dan moet gedurende het tweede Sekunde de Weêrſtand van de lugt grooter zyn in Evenredigheid van 't Vierkant van 't lighaams Snelheid; dat is, indien het lighaam dan door 3 Spaatziën ging, elk evengelyk aan die waardoor het het eerſte Sekunde ging, zouw de Weêrſtand van de lugt 9 maal grooter moeten wezen. Gevolgelyk zouw de Weêrſtand van de lugt 9 maal 5, dat is, 45 duim afnemen van de Spaatziên, die het lighaam doorging in het 2de Sekunde. Dus moet het lighaam in het 3de Sekunde 125 duim verliezen, in het 4de Sekunde 245,

V. Les.

niet half zoogroot was als de onze, ons op zy', en verzogten my eenige Waterballen tuſſen de twee ſchuiten af te ſteken, om derzelver beweging te beter te zien. Ik ſtak 'er eenigen af, maar eindelyk ſteuite 'er één in zyn laatſte opkomen midden onder hunne ſchuit, berſte aldaar, en maakte zulk een gat in den bodem van de ſchuit, dat het gezelſchap maar even tyds genoeg had, om in onze ſchuit over te komen, en dat de ſchuitevoerders werks genoeg hadden, om uit het midden van de *Teems* (te *Mortlack*, alwaar ze maar naauw is) aan land te roeijen, eer de ſchuit half vol water was. Omdat in het ſlaan van 't Kruid, welkes Snelheid, wanneer het uitzet, verbazend groot is, het water Weêrſtand bood, gelyk een vaſt lighaam, baande het Kruid zig een weg door den bodem van de ſchuit, welker planken niet heel dik, en zoo digt en vaſt niet waren, als het water.

Naderhand heb ik om de proef te nemen van de uitwerking van 't ſlaan van 't Kruid onder water, een Water-bal zoo gevuld, dat hy onder water moeſt berſten, en hem aangeſtoken hebbende wierp ik hem in een Vyver, die een halve margen gronds beſloeg: en hy maakte zulk een beweging, dat verſcheiden perſonen, die om het water ſtonden, dezelve gevoelden, als een korte Aardbeving.

V. Les. 245, en in het laatſte halve Sekunde over de 200; het welk ontrent 52 voet in 't geheel uitmaakt, overeenkomſtig met het geen in de Proef werd waargenomen.

NB. *Deze Uitrekening is niet naaukeurig, en wordt meêr tot een opheldering dan tot een Bewys gegeven, dewyl ze ruſt op een Onderſtelling, dat een lighaam maar 16 voet valt in het eerſte Sekunde van zynen val, welk getal genomen is, om Gebrokens te ontgaan.*

Men kan verſcheiden gevolgen trekken uit den Weêrſtand van de lugt met betrekking op lighamen, die 'er in bewegen, welke gevolgen door Ondervindingen beveſtigd worden. Het eerſte is, dat *de beweging van een zwaar lighaam niet altyd verſneld wordt, maar op een zekere hoogte gelykmatig en eenparig wordt in de lugt*; omdat de Weêrſtand, dewyl hy vergroot in dezelfde Evenredigheid als de Spaatziën vergrooten (en gevolgelyk in een door zigzelve vermeenigvuldigde Reden van de tyden of van de Snelheden) zoogroot kan worden, dat hy zooveel van de Snelheid te niet doet, als 'er voortgebragt wordt, en daardoor oorzaak is, dat de Snelheid van het bewegende lighaam niets meêr vergroot (N. 12 en 13. *Bladz.* 342 en 343.) net eveneens als of het lighaam op dien tyd ophield zwaar te zyn. Het tweede gevolg is, dat *de bewegingen van lighamen van verſchillende ſoort-onderſcheidende Zwaartens in dezelfde Middel-ſtof bewegende niet op dezelfde wys verſneld worden*, uit hoofde van 't verſchil van hare grootte, vergeleken met haar gewigt, het welk meêr of minder Weêrſtand ontmoet; omdat lighamen van grooter Beſlag, wanneer 't gewigt het zelfde is, meêr lugt voor zig wegdryven, dan die van kleiner Beſlag zyn.

Het derde is, Dat de *beweging van zware lighamen op een verſchillende wys verſneld wordt in verſchillende Middel-ſtoffen, en in de digtſte Middel-ſtof allerſchielykſt eenparig wordt*; omdat, hoe de Middel-ſtof digter zy, hoe ze meêr werks hebbe, om hare Omloopen [*Circulations*] te maken, en de beweging te ligter ſteuite.

Het vierde is, Dat *de kleinſte lighamen van dezelfde overal egale Stof met minder Snelheid vallen, en ſchielykſt tot een eenparigheid* [of eenparige beweging] *komen*; omdat een lighaam, 't welk een grooter Oppervlakte heeft, meer Weêrſtand ontmoet, dan 't geen een kleiner Oppervlakte heeft, en de kleine lighamen grooter Oppervlakte hebben dan de groote naar Evenredigheid van haar gewigt of

Vaſt-

Vaſtheid [*Solidity*]: want de Meet-kunſt leert ons, dat, indien een Teerling een Oppervlakte heeft van ééne voet by voorbeeld, dat een andere Teerling, die agt maal zwaarder weegt, een Oppervlakte van niet meêr dan vier voet zal hebben. Overeenkomſtig met dezen Regel zien we dat ſtof, 't welk opgeheven is, zeer langzaam valt, dat vogelen zig in de lugt ophouden door 't uitſpreiden van hare wieken, en dat een ſchoot hagel op geene ſtukken na zoover zal dragen, als een kogel van dezelfde zwaarte, uit dezelfden Snaphaan met even veel Kruid geſchoten, ſchoon ze beide met evengelyke Snelheid beginnen te bewegen. V. Les.

Het vyfde is, Dat *'er een bepaalde hoogte is, die in een zwaar lighaam de grootſte Snelheid veroorzaakt, die het in 't vallen verkrygen kan;* zoodat het van een hooger plaats vallende geen meêr Snelheid zouw verkrygen; het welk blykt uit het eerſte gevolg, waarin we gezegd hebben, dat de beweging van een zwaar lighaam niet gedurig verſneld wordt, maar dat ze op een bepaalde hoogte eenparig wordt.

Het zesde is, Dat *'er een bepaalde hoogte is, de hoogſte van alle die, waartoe de Snelheid, die een lighaam in 't vallen verkregen heeft, het zelfde lighaam weêr kan doen opryzen;* omdat 'er volgens het voorgaande gevolg een bepaalde hoogte is, die de grootſte Snelheid veroorzaakt, die een vallend lighaam verkrygen kan, en die Snelheid kan het maar weêr tot ontrent dezelfde hoogte doen ryzen.

Het zevende is, Dat *een lighaam naar boven geworpen met een Kragt, grooter dan de grootſte, die het in 't vallen verkrygen kan, langer werk moet hebben om te vallen, dan om te ryzen*; omdat de Snelheid van een lighaam, opgeworpen tot de ééne of de andere hoogte, hoedanig ze ook zouw mogen wezen, gedurig verminderd wordt; daar de Snelheid van het zelfde lighaam in zynen val maar vergroote, tot dat het tot zulk een hoogte gekomen zy, dewyl het zeker is, dat het lighaam, indien de Snelheid gedurig vergroote, net zoo lang werk zouw hebben, om te vallen, als om te ryzen.

Het agtſte is, Dat *indien een lighaam naar beneden geworpen met een Kragt, die grooter is dan de grootſte Kragt, die het in 't vallen verkrygen kan, het dan een vertraagde beweging zal hebben*; omdat volgens 't eerſte gevolg het lighaam, 't welk valt met de grootſte Snelheid, die zyn val het geven kan, een Weêrſtand in de lugt ontmoet, die evengelyk is aan zyne Zwaarte-kragt; en wanneer het dan met nog grooter Kragt gaat, wordt de Weêrſtand van de lugt ook nog

V. Les. grooter, en moet gevolgelyk een gedeelte van de beweging te niet doen, die dus verſlapt en vertraagd zal worden.

Dit laatſte gevolg leert ons, waarom de beweging van een Kanonkogel, naar beneden geſchoten, vertrage; omdat zulk een kogel in beweging gebragt wordt door de Kragt van 't Kruit, die hem een grooter Snelheid geeft, dan zyne eigen Zwaarte-kragt alleen hem gegeven zouw hebben in 't vallen. En het zevende gevolg leert de reden van die Ondervinding, die Vader *Merſennus* verhaalt in zyne *Baliſtica*, of Kunſt om zware lighamen te werpen, 13. *Stelling*.

Die Schryver zegt, dat hy door vele Proeven gevonden heeft, dat een Pyl, die drie Sekunden bezig was met klimmen, vyf Sekunden onder weg was in het dalen; en ſchoon hy 'er byvoege, dat een yzeren kogel van drie pond, in een Lood-lyn opgeſchoten uit een Mortier een voet lang, zooveel tyds in 't klimmen verdaan heeft als in het dalen, *nam.* zes Sekunden, volgt daar egter niet uit, dat dit altyd eveneens geſchieden moet, dewyl het verſchil zoo merkelyk niet is in een kogel, als in een Pyl, welkes beweging ſchielyker tot een Eenparigheid komt uit hoofde van zyne ligtheid.

Een gemeene Bom, van een gewone Lading Kruit geen grooter Snelheid krygende, dan de grootſte, die ze in 't vallen kan krygen, is zoo lang onderweg in 't neêrkomen, als in 't klimmen. Maar een kogel van ligt hout of kurk (die in een lugtledige plaats veel hooger en verder zouw gaan dan een Bom van dezelfde grootte, omdat hy van het Kruit in 't begin zooveel meêr Snelheid krygt, als hy minder Stof heeft) zal zoo hoog niet gaan, als een Bom, en ook langer op weg zyn in 't neêrkomen dan in 't opgaan, uit hoofde van den Weêrſtand van de lugt, die om de bovengemelde redenen op die ligte lighamen meêr uitwerking heeft.

NB. *Het is niet wiskunſtig waar, dat een lighaam, in de lugt vallende, ooit tot een eenparige beweging komt; maar, dewyl het 'er gedurig nader en nader toe komt, mag men dit in de Natuurkunde wel zoodanig ſtellen, en daarop voort redeneren.*

37. Na 't verklaren van de eerſte Wet van beweging toonde ik, hoever ze dienen kon, om ons kennis te geven van de beweging van de hemelſe lighamen, met aan te toonen, op wat wys de Zwaarte-kragt en de voortwerpende Kragt die lighamen in hare Wandelkringen houden; maar de kennis van de tweede Wet was noodig, om.

om regt te begrypen, hoe ze bewegen in langwerpige Ronden, die het Middel-punts lighaam in ééne van hare Navel-punten hebben, en hoe hare Snelheden dan verſneld, en dan weêr vertraagd worden. V. Les.

38. Maar eer ik tot de beſchouwing daarvan overga, moet ik eenige Kunſt-woorden van de Sterre-kunde verklaren, en aanwyzen, wat men verſta met dat zeggen, Dat *de Dwaal-ſterren en Staart-ſterren in opzigt van de Zon Perken* [Area's] *om dezelve beſchryven, evenredig aan de tyden; gelyk ook de Manen of Omloopers in opzigt van hare Hoofd-dwaalſterren* [primary Planets]. Dit is een Waarheid, bekend en toegeſtaan van alle hedendaagſe Sterrekundigen, hoezeer ze ook mogen verſchillen ontrent de oorzaken der hemelſe bewegingen.

Onderſtel, dat een hemels lighaam rondom een ander beweegt in een kromme Lyn, die in zigzelve wederkeert, gelyk een Cirkel of een langwerpig Rond, by voorbeeld de Maan om de Aarde, welker Wandel-kring we eerſt zullen aanmerken als cirkel-rond, ſchoon hy waarlyk langwerpig-rond zy. Indien we op zekeren tyd van een dag waarnemen, dat de plaats van de Maan in haren Wandel-kring is in L (Pl. XXXV. *Fig.* 3.), en den volgenden dag op den zelfden tyd de Maan bevonden wordt op een andere plaats te zyn, by voorbeeld in M, wordt de driehoekſe Spaatzie T L M (die omvat wordt van de Lyn of Straal T L, getrokken uit het Middel-punts tot het omloopende lighaam in de eerſte Waarneming, dezelfde Lyn in den Stand T M in de tweede Waarneming, en den Boog L M, van de Maan beſchreven gedurende den tuſſentyd der Waarnemingen) een *Sterre-kunſtenaars Perk* [*Aſtronomical Area*] genoemd, en de Straal T L, aangemerkt als ſlepende langs die Spaatzie, en de Maan met zig voerende, wordt de *Radius Vector* [Voer-ſtraal] of ſlepende Straal of Sleep-ſtraal genoemd. Indien men eenige dagen daarna, by voorbeeld 14 dagen, de Maan waarneemt in N, en den volgenden dag op het zelfde uur en Minuut haar vindt in O, zal het Perk T N O evengelyk zyn aan het eerſte Perk T L M, het welk beſchreven was van de Maan en den Sleep-ſtraal in den zelfden tyd: en dit is 't geen men verſtaat met dat zeggen, dat *omloopende lighamen* in de Hemelen *om de Middel-punts lighamen Perken beſchryven evenredig aan de tyden.* Pl. XXXV. Fig. 3.

39. Hier moet men waarnemen, dat de Driehoeken of Perken T L M en T N O niet alleen evengelyk maar ook gelykvormig zyn, en dat het lighaam L om die reden in dit geval de evengelyke Bogen

V. Les. LM en NO zoowel in evengelyke tyden beſchryft, als evengelyke Perken; zoodat de beweging van L rondom T eenparig is, nog verſneld nog vertraagd. Dusdanig zyn de bewegingen van de Manen van *Jupiter* om zyn Middelpunt, dewyl hare Wandel-kringen cirkelrond zyn (voor zooveel men tot nogtoe heeft waargenomen) uitgenomen zooveel als ze elkander verſchrikken door hare Zwaarte-kragt naar elkander, en zooveel ze verſchrikt worden van de Zon naar de verſchillende afſtanden van Jupiter uit de Zon, of van *Saturnus*, welkes Aantrekking merkelyk wordt in of digt by zyne Konjunkzie met *Jupiter*. Maar alle deze ongelykheden mag men hier wel voorbygaan; omdat, ſchoon ze wel zekere gevolgen zyn van de onderlinge Aantrekking van lighamen, ze evenwel niet groot genoeg zyn, om met Verrekykers waargenomen te worden.

40. Laten we nu eens onderſtellen, dat het lighaam T niet is in het Middelpunt van den Wandel-kring, gelyk de Aarde niet is in 't Middelpunt van den Wandel-kring van de Maan, maar dat het 'er van af is de geheele lengte CT (Pl. XXXV. *Fig.* 4). Indien de Maan of het omloopende lighaam waargenomen wordt in L en M, en dus bevonden wordt gegaan te zyn door den Boog LM in den tyd van éénen dag, en indien het dan weêr 14 dagen daarna waargenomen wordt in N, zal het den volgenden dag niet zyn in O (tot welk punt het in een dag gegaan zouw zyn, indien deszelfs Snelheid niet vergroot was) maar het zal geheel tot P gekomen zyn, omdat deszelfs Snelheid zoo vergroot, dat ze het zooveel grooter Boog doet beſchryven, als het nader aan 't Middelpunts lighaam T is. Anderſints zouw het Perk, dat laatſt beſchreven is, niet evengelyk zyn aan het Perk, dat eerſt beſchreven is: want zooveel TN, de afſtand uit het Middel-punts lighaam in 't begin van de Beſchryving van het laatſte Perk, kleiner is dan TL, den afſtand uit het Middelpunts lighaam in 't begin van de eerſte Beſchryving, zooveel moet de Boog, in de laatſte beſchreven, grooter zyn, opdat het geen dit laatſte Perk te kort komt in lengte vergoed worde door de breette.

Pl. XXXV. Fig. 4.

41. Indien het omloopende lighaam, inplaats van in een Cirkel, in een langwerpig Rond beweegt, in welkes éénè Navel-punt het Middel punts lighaam geplaatſt is (welk het geval van de Maan is om de Aarde, dog eigenlyker dat van de Dwaal-ſterren en Staart-ſterren in hare beweging om de Zon) en de geheele Kring-tyd van den

Omloop

Omloop van 't lighaam verdeeld wordt in evengelyke deelen, zal het lighaam (met den Sleep-ſtraal) in elk van deze tyds deelen een even-groot Perk beſchryven, maar geene dezer Perken zullen gelykvormig wezen, uitgezonderd die, die beſchreven worden aan weêrskanten van den As van 't langwerpige Rond in de overeenkomſtige deelen van de kromme Lyn op evengelyke afſtanden uit het Middelpunts lighaam. Laat ABCDEPFGHI (PL. XXXV. *Fig.* 5.) verbeelden één van de langwerpige Ronden, het welk beſchreven wordt door een Dwaal-ſter of Staart-ſter om de Zon; PS*s*A den As van 't langwerpige Rond, en S, *s* deszelfs Navel-punten; S de Zon, en A een Dwaal-ſter in 't *Aphelion* [verſte punt van de Zon] (dat is, in den grootſten afſtand van de Zon) en P dezelfde Dwaal-ſter in 't digtſte punt naar de Zon [*Perihelion*] (of kleinſten afſtand van de Zon); en de tyd van den Omloop verdeeld worden in tien evengelyke deelen. De Dwaal-ſter, afgaande van A naar B, zal, met haren Sleep-ſtraal AS, vervolgens aan beſchryven de tien evengelyke Perken ASB, BSC, CSD, DSE, ESP, PSF, FSG, GSH, HSI, ISA, waarvan maar elke twee, die op elkander ſlaan, gelykvormig zyn, gelyk BSC gelykvormig is aan ISH, DSE gelykvormig aan GSF *enz.* V. Les. PL. XXXV. Fig. 5.

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat het omloopende lighaam in een buitenmiddelpuntigen [*excentric*] Wandel-kring, gelyk een langwerpig Rond is, ſneller beweegt in 't *Perihelion*, digtſte punt naar de Zon (terwyl de Zon in één van de Navel-punten is) dan in 't *Aphelion*, verſte punt van de Zon; verſnellende zyne beweging van 't *Aphelion* tot het *Perihelion*, en vertragende dezelve van 't *Perihelion* tot het *Aphelion*.

II. GEVOLG.

Hieruit volgt ook, dat hoe 't langwerpige Rond meêr buitenmiddelpuntig (dat is, langer zy) hoe 't verſchil van de Snelheid in 't digtſte punt [*Perihelion*] en 't verſte punt [*Aphelion*] grooter zal zyn. Dit is 't geval der Staart-ſterren, die, in zeer buiten-middelpuntige langwerpige Ronden bewegende, door het onderſte gedeelte van hare Wandel-kringen met zeergroote Snelheid gaan, maar zeer langzaam bewegen digt aan hare *Aphelia*, verſte punten van de Zon.

III.

V. Les.

III. GEVOLG.

Dit leert ons, waarom een Dwaal-ſter, ſchoon ze veel ſterker aangetrokken worde in haar digtſte punt naar de Zon, dan in haar verſte punt van de Zon, egter niet in de Zon getrokken worde, *nam.* omdat ze een grooter middelpuntſchuwende Kragt verkrygt, wanneer hare Snelheid vergroot, en daardoor de vermeerderde Aantrekking van de Zon evenaart. Dus zal ook de Dwaal-ſter, van het *Perihelion* naar het *Aphelion* gaande, ſchoon de Aantrekking van de Zon vermindere, omdat de afſtand grooter wordt, egter niet uit haren Wandel-kring afvliegen; want terwyl de Snelheid vermindert, vermindert ook de middelpunt-ſchuwende Kragt. In het langwerpige Rond *Fig.* 5. is de Dwaal-ſter, wanneer ze in P is, zesmaal nader aan de Zon S, dan wanneer ze in A is, waarom ze 36 maal meêr aangetrokken wordt (L. I. N. 17. en *Aant.* 11. *Bladz.* 18); maar dewyl hare Snelheid dan ook zesmaal grooter is, wordt de middelpuntſchuwende Kragt, welke vergroot gelyk het Vierkant van de Snelheid (XV. ONDERVIND. *Bladz.* 337.) ook 36 maal grooter. Zoodat de Aantrekking of *verſnellende Kragt* (L. I. *Aant.* 11. *Bladz.* 18.) hoe zeer ze ook vergroote of vermindere uit hoofde van den verſchillenden afſtand, altyd geëvenaard worde door de middelpunt-ſchuwende Kragt van de Dwaal-ſter.

Pl. XXXV. Fig. 5.

IV. GEVOLG.

Hieruit konnen we zien, waarom de Dwaal-ſterren, die digtſt aan de Zon zyn, hare Omloopen in korter tyd volbrengen, dan die, die 'er verder af zyn; opdat namenlyk hare grooter Snelheid haar een genoegzame middelpunt-ſchuwende Kragt kan geven, om hare middelpunt-trekkende Kragt (of Weging [*Gravitation*]) naar de Zon te

(8) Ik zal de twee Bewyzen van den Ridder *Izak Newton* met zyne eigen woorden voorſtellen.

I. BOEK. 2. AFDEEL. 1. STELLING. 1. BESCHOUWING.

„ *De Perken, die omloopende ligbamen be-*
„ *ſchryven met Stralen, getrokken tot een*
„ *onbeweeglyk Middel-punt van Kragten,*
„ *zyn in dezelfde onbewegelyke Vlaktens, en*
„ *zyn evenredig aan de tyden, waarin ze*
„ *beſchreven worden.*

„ Want onderſtel, dat de tyd verdeeld
„ wordt in evengelyke deelen, en dat het
„ lighaam in het eerſte gedeelte van dien
„ tyd door zyne ingelyfde Kragt beſchryft
„ de

te evenaren; mits 'er ook agt gegeven worde op hare Hoeveelheid van Stof. (XII. ONDERV. *Bladz.* 336 en 337.) V. Les.

De Manen van Jupiter en Saturnus hebben ook korter Kring-tyden, naar mate dat ze digter zyn aan hare Hoofd dwaal-ſterren, gelyk we reets hebben aangeroerd. (N. 7. *Bladz.* 331.)

Schoon de Wandel-kringen der Dwaal-ſterren byna cirkel-rond zyn, is egter, dewyl de Navel-punten van een langwerpig Rond merkelyk ver van elkander af zyn, zelf wanneer de Bogt niet veel van dien van een Cirkel verſchilt, de Buiten-middelpuntigheid [*Excentricitas*] groot genoeg, om waargenomen te worden. Hier komt het van daan, dat ons winter halfjaar (in de noorder helft van onzen Aardkloot) waarin we door het *Perihelion*, digtſte punt naar de Zon, gaan, agt dagen korter is, dan het zomer half-jaar *enz.*

42. *Kepplerus* is de eerſte geweeſt, die ontdekt heeft, dat de Dwaal-ſterren met een Straal, uit dezelven getrokken tot de Zon, Perken beſchryven evenredig aan de tyden. Hy giſte, dat de reden hiervan was een Weging of Aantrekking naar de Zon, dog bewees het niet. Maar de Ridder *Izak Newton* heeft het in zyne *Principia* bewezen, toonende, dat, wanneer een middelpunt-trekkende Kragt een lighaam naar een ander dryft, en dat eerſte lighaam een Indrukking van een voortwerpende Kragt in een anderen Streek gekregen heeft, dat het om dit laatſte Perken zal beſchryven, evenredig aan de tyden; en *andersom*, indien een omwentelend lighaam met een Straal, getrokken tot het Middel-punts lighaam, Perken beſchryft evenredig aan de tyden, dat het bewerkt wordt door een middelpunt-trekkende Kragt. Daarenboven bewyſt hy (uit Waarnemingen ontrent de beweging van de Maan) dat de middelpunt-trekkende Kragt dezelfde is als de Zwaarte-kragt, die onze lighamen doet vallen met een verſnelde beweging digt aan de Oppervlakte van de Aarde. Zie zyne bewyzen en een verder berigt hieronder in de 8ſte *Aanteekening*.

43. Ik

„ de regte Lyn AB (PL. XXXV. *Fig.* 6).
„ In het tweede gedeelte van dien tyd
„ zouw het (volgens de 1ſte *Wet*) indien
„ 'er geen hinderpaal was, regtſtreeks
„ voortgaan tot *c*, langs de Lyn B*c* even-
„ gelyk aan AB; zoodat door de Stralen
„ AS, BS, *c*S, tot het Middel-punt ge-
„ trokken, beſchreven zouden worden
„ de evengelyke Perken ASB en BS*c*.
„ Maar onderſtel, dat een middelpunt-
„ trekkende Kragt, wanneer het lighaam
„ gekomen is tot B, met een groote
„ Voortſlooting eensklaps werkt, en het
„ lighaam doet afwyken van de regte Lyn
„ B*c*, en voort doet gaan in de regte
„ Lyn BC. Trek *c*C, evenwydig met
„ BS,

PL. XXXV. Fig. 6.

V. Les. 43. Ik zal hier op de verſtaanbaarſte wys tragten te verklaren, hoe de Zwaarte-kragt de Dwaal-ſterren hare buiten-middelpuntige Wandel-kringen

„ BS, ontmoetende BC in C; en op het
„ end van het tweede tyds gedeelte, zal
„ het lighaam (volgens het 1. *Gevolg* van
„ de *Wetten*) gevonden worden in C in
„ dezelfde Vlakte met den Driehoek
„ ASB. Voeg SC, en, omdat SB en
„ *c*C evenwydig zyn, zal de Drie-hoek
„ SBC evengelyk zyn aan den Drie-hoek
„ SB*c*, en gevolgelyk ook aan den Drie-
„ hoek SAB. Om gelyke reden, indien
„ de middelpunt-trekkende Kragt vervol-
„ gens aan werkt in C, D, E, *enz.* en het
„ lighaam in elk byzonder tyds gedeelte
„ doet beſchryven de regte Lynen CD,
„ DE, EF *enz.* zullen alle deze Lynen
„ in dezelfde Vlakte leggen, en de Drie-
„ hoek SCD zal evengelyk zyn aan den
„ Drie-hoek SBC, en SDE aan SCD,
„ en SEF aan SDE. Derhalven worden
„ in evengelyke tyden evengelyke Perken
„ beſchreven in één en dezelfde onbe-
„ wegelyke Vlakte. En door ſamenſtel-
„ ling zyn allerlei Sommen SADS, SAFS
„ van die Perken tot elkander, gelyk de
„ tyden, waarin ze beſchreven worden.
„ Laat nu het getal van die Drie-hoeken
„ vermeerderd en hare breette vermin-
„ derd worden tot in 't oneindige; dan
„ zal (volgens het 4de *Gevolg* van het 3de
„ *Voorbewys*) haar buitenſte Omtrek [*Pe-
„ rimeter*] ADF een kromme Lyn we-
„ zen; en om die reden zal de middel-
„ punt-trekkende Kragt, waardoor het
„ lighaam gedurig te rug getrokken wordt
„ uit de Raak-lyn van deze kromme Lyn,
„ zonder ophouden werken; en allerlei
„ beſchreven Perken SADS, SAFS, die
„ altyd evenredig zyn aan de tyden van
„ Beſchryving, zullen in dit geval ook
„ evenredig zyn aan die tyden. W. T. B. S.

„ 1. *Gevolg.* De Snelheid van een lig-
„ haam, dat aangetrokken wordt naar een
„ onbeweeglyk Middel-punt, is in Spaat-
„ ziën, die geenen Weêrſtand bieden,
„ gelyk de Lood-lyn, uit dat Middel-
„ punt neêrgelaten op de regte Lyn, die
„ den Wandel-kring raakt: want de Snel-
„ heden in deze plaatzen A, B, C, D, E
„ zyn gelyk de Voet-ſteunen AB, BC,
„ CD, DE, EF van evengelyke Drie-
„ hoeken; en deze Voet-ſteunen zyn
„ overhands gelyk de Lood-lynen, die 'er
„ op vallen.

„ 2. *Gevolg.* Indien de Pezen AB, BC
„ van twee Bogen, na elkander in even-
„ gelyke tyden door het zelfde lighaam
„ beſchreven in Spaatziën, die geenen
„ Weêrſtand bieden, voltooid worden
„ tot den Raam ABCV, en de Hoek-
„ lyn BV van dezen Raam, in dien Stand,
„ dien hy op 't laatſte verkrygt, wanneer
„ die Bogen tot in 't oneindige vermin-
„ derd worden, aan weêrskanten verlengd
„ wordt, zal ze door het Middelpunt van
„ Kragt heen gaan.

„ 3. *Gevolg.* Indien de Pezen AB, BC,
„ en DE, EF van Bogen, in evengelyke
„ tyden beſchreven in Spaatziën zonder
„ Weêrſtand, voltooid worden tot de
„ Ramen ABCV, DEFZ, zyn de Krag-
„ ten in B en E tot elkander gelyk de
„ laatſte Reden van de Hoek-lynen BV,
„ EZ, wanneer die Bogen tot in 't onein-
„ digé verkleind zyn. Want de bewegin-
„ gen BC, en EF van het lighaam wor-
„ den (volgens het 1. *Gevolg der Wetten*)
„ ſamengeſteld uit de bewegingen B*c*,
„ BV en E*f*, EZ; maar BV en EZ, die
„ evengelyk waren aan C*c* en F*f*, werden
„ in 't Bewys van deze Stelling gemaakt
„ door de Voortſtootingen van de mid-
„ delpunt-trekkende Kragt in B en E,
„ en zyn derhalven evenredig aan deze
„ Voortſtootingen.

„ 4. *Gevolg.* De Kragten, waardoor lig-
„ haamen in Spaatziën zonder Weêrſtand
„ terug getrokken worden van regtlynige
„ bewegingen, en gezwenkt worden tot
„ kromlynige Kringen, zyn tot elkander,
„ gelyk de omgekeerde Hoek-maten van
„ Bogen,

kringen doe beſchryven met een beweging, die eenparig verſneld en vertraagd wordt: want ſchoon ik van elke zaak, die betrekking heeft tot V. Les.

„ Bogen, in evengelyke tyden beſchre-
„ ven; welke omgekeerde Hoek-maten
„ geſtrekt zyn naar het Middel-punt van
„ Kragt, en de Bogen in twee evengely-
„ ke deelen verdeelen, wanneer die Bo-
„ gen tot in 't oneindige verkleind wor-
„ den: want die omgekeerde Hoek-ma-
„ ten zyn de helften van de Hoek-lynen
„ in het 3de *Gevolg* gemeld.

„ 5. *Gevolg.* En derhalven zyn die Krag-
„ ten tot de Kragt van Zwaarte, gelyk
„ de gemelde omgekeerde Hoek-maten
„ tot de omgekeerde Hoek-maten, die in
„ 't Lood zyn met het Waterpas, van die
„ *paraboliſe* Bogen, die voortgeworpen
„ lighamen in den zelfden tyd beſchryven.

„ 6. *Gevolg.* Dit alles heeft ook plaats
„ (volgens het 5de *Gevolg der Wetten*) wan-
„ neer de Vlaktens, waarin de lighamen
„ bewegen, tegelyk met de Middel-pun-
„ ten van Kragt, die in die Vlaktens leg-
„ gen, niet in ruſt zyn, maar eenparig
„ in regte Lynen bewegen.

II. STELLING. II. BESCHOUWING.

„ *Alle lighaam, het welk beweegt in eeni-*
„ *ge kromme Lyn, in een Vlakte beſchreven,*
„ *en 't welk met een Straal, getrokken tot een*
„ *punt, 't zy onbeweeglyk 't zy eenparig*
„ *voortgaande met een regtlynige beweging,*
„ *om dat punt Perken beſchryft evenredig aan*
„ *de tyden, wordt gedrongen door een mid-*
„ *delpunt-trekkende Kragt, die naar dat punt*
„ *geſtrekt is.*

„ 1. *Geval.* Want alle lighaam, dat in
„ een kromme Lyn beweegt, wordt (vol-
„ gens de 1ſte *Wet*) afgedrongen van zy-
„ nen regtlynigen loop door de werking
„ van de ééne of de andere Kragt, die
„ het voortſtoot. En die Kragt, die het
„ lighaam uit zynen regtlynigen loop
„ dringt, en de zeerkleine evengelyke
„ Drie-hoeken SAB, SBC, SCD *enz.*
„ om het onbewegelyke punt S in even-
„ gelyke tyden doet beſchryven, werkt
„ in de plaats B in den Streek van een
„ Lyn, die evenwydig is met *c*C (vol-
„ gens de 4de *Stelling* van 't Iſte *Boek* van
„ *Euklides*, en volgens de 2de *Wet.*) dat
„ is, volgens of langs de Lyn BS; en in
„ de plaats C in den Streek van een Lyn,
„ die evenwydig is met *d*D, dat is, in
„ den Streek van de Lyn CS *enz.* En
„ derhalven werkt ze altyd in den Streek
„ van Lynen, die naar het onbewegelyke
„ punt S geſtrekt zyn. W. T. B. S.

„ 2. *Geval.* En (volgens het 5de *Gevolg*
„ *der Wetten*) is het evenveel, of de Op-
„ pervlakte, waarin een lighaam een
„ kromlynige Figuur beſchryft, in ruſt zy,
„ of tegelyk met het lighaam, de beſchre-
„ ven Figuur, en deszelfs punt S eenpa-
„ riglyk bewege in regte Lynen.

„ 1. *Gevolg.* In Spaatziën of Middel-
„ ſtoffen zonder Weêrſtand, indien de
„ Perken niet evenredig zyn aan de ty-
„ den, zyn de Kragten niet geſtrekt naar
„ het punt, waarin de Stralen byéén ko-
„ men, maar wyken daarvan af vooruit
„ [*in conſequentia*] dat is, naar dien kant,
„ naar welken de beweging geſchiedt, in-
„ dien de Beſchryving van de Perken ver-
„ ſneld wordt; maar agteruit [*in antece-*
„ *dentia*], indien ze vertraagd wordt.

„ 2. *Gevolg.* In weêrſtandbiedende Mid-
„ del-ſtoffen zelf, indien de Beſchryving
„ van de Perken verſneld wordt, wyken
„ de Streken der Kragten van het punt,
„ waarin de Stralen byéén komen, af naar
„ dien kant, naar welken de beweging
„ ſtrekt.

LEERING.

„ Een lighaam kan gedrongen worden
„ door een middelpunt-trekkende Kragt,
„ die uit verſcheiden Kragten wordt ſa-
„ mengeſteld. In dat geval is de zin van
„ de *Stelling*, dat de Kragt, die uit alle
„ de Kragten ſamengeſteld wordt, ſtrekt
„ naar het punt S, *enz.*

V Les. tot deze beweging, en de natuur van de kromme Lyn, geen berigt zal geven, dat naauwkeurig uit de Meet-kunſt is afgeleid, zal egter alles, wat ik beveſtig, een gevolg zyn van de twee reets verklaarde Wetten van Beweging en hare Gevolgen.

Het

Ik heb een Werktuig uitgedagt, het welk dit voor het oog vertoont, waarin een koper balletje, een Dwaal-ſter verbeeldende, in een langwerpig Rond beweegt om een lighaam, ('t welk de Zon verbeeldt in één van de Navel-punten van dat langwerpige Rond, beſchryvende met een Sleep-ſtraal Perken evenredig aan den tyd. NB. *Ik zal de beſchryving en afbeelding van het zelve op 't end van dit eerſte ſtuk van myn Werk meêdeelen.*

Dat de middelpunt-trekkende Kragt dezelfde is als Zwaarte-kragt, bewyſt de Ridder *Newton* in de 4de *Stelling* van het 3de *Boek* zyner *Principia.*

„ 4. STELLING. 4. BESCHOUWING.

„ *Dat de Maan weegt* [gravitates] *naar* „ *de Aarde, en door de Kragt van Zwaarte* „ *gedurig terug getrokken wordt van een* „ *regtlynige beweging, en in haren Wandel-* „ *kring gehouden wordt.*

Nadat Sir *Izak* in 't begin van deze Stelling een berigt gegeven had wegens den middelbaren afſtand van de Maan uit de Aarde volgens het gevoelen van verſcheiden Sterrekundigen, gaat hy dus voort. „ Laten we den middelbaren afſtand ne- „ men op 60 halve Middellynen [*van de* „ *Aarde*] in de Koppel-punten [*Syzygies*] „ en onderſtellen, dat één Omloop van „ de Maan in opzigt van de vaſte Sterren „ volbragt wordt in den tyd van 27 da- „ gen, 7 uren, 43 Minuten, gelyk van „ de Sterrekundigen geſteld wordt, en „ dat de omtrek van de Aarde beloopt „ 123249600 *paryſe* voeten, gelyk van de „ *Franſen*, die 't gemeten hebben, be- „ vonden is. Indien men zig dan ver- „ beeldt, dat de Maan, van alle bewe- „ ging beroofd zynde, losgelaten wordt, „ om naar de Aarde te dalen met alle die „ Kragt, waarmeê ze (volgens het 3de „ *Gevolg* van de 3de *Stelling*) in haren „ Wandel-kring gehouden wordt, zal ze „ in den tyd van een Minuut in haren val „ beſchryven $15\frac{1}{12}$ *paryſe* voeten. Dit ma- „ ken we op door een Uitrekening, die „ of op de 36 *Stelling* van het 1ſte *Boek*, „ of ('t geen op één uitkomt) op het 9de „ *Gevolg* van de 4de *Stelling* van 't zelfde „ *Boek* gegrond is. Want de omgekeerde „ Hoek-maat van dien Boog, dien de „ Maan in den tyd van één Minuut met „ hare middelbare beweging zouw be- „ ſchryven op den afſtand van 60 halve „ Aardkloots Middel-lynen, is ontrent „ $15\frac{1}{12}$ *paryſe* voeten, of nog naaukeuri- „ ger 15 voet, 1 duim, en $1\frac{4}{9}$ Lyn. „ Waarom een lighaam, dewyl die Kragt „ in 't naderen naar de Aarde vergroot in „ de overhandſe door zigzelve vermee- „ nigvuldigde Evenredigheid van den Af- „ ſtand, en uit dien hoofde aan de Op- „ pervlakte van de Aarde 60 × 60 maal „ grooter is dan aan de Maan, waarom, „ zeg ik, een lighaam in ons geweſt met „ die Kragt vallende in den tyd van één „ Minuut zouw moeten beſchryven 60 „ × 60 × $15\frac{1}{12}$ *paryſe* voeten, en in den tyd „ van één Sekunde $15\frac{1}{12}$ van die voeten; „ of nog netter, 15 voet, 1 duim, $1\frac{4}{9}$ Lyn. „ En juiſt met die Kragt vallen lighamen „ op de Aarde. Want een Slinger, die „ elke Slingering in een Sekunde doet op „ de Breette van *Parys*, is 3 *paryſe* voe- „ ten, en $8\frac{1}{2}$ Lyn lang, gelyk de Heer „ *Huigens* heeft waargenomen. En de „ Spaatzie, die een lighaam al vallende in „ den tyd van een Sekunde beſchryft, is „ tot de halve lengte van deze Slinger in „ een door zigzelve vermeenigvuldigde „ Reden van den Omtrek van een Cirkel

„ tot

Het langwerpige Rond, PL. XXXV. *Fig.* 5. afgebeeld; is meêr buiten-middelpuntig dan eenig van die, die van de Dwaal-ſterren beſchreven worden, dog zoo buiten-middelpuntig niet als die, die van de Staart-ſterren beſchreven worden. Ik heb het wat tuſſen beide geno- V. Les. PL XXXV. Fig. 5.

„ tot zyne Middellyn (gelyk de Heer *Huigens* ook getoond heeft) en is derhalven 15 *paryſe* voeten, 1 duim, en $1\frac{7}{8}$ Lyn. „ En gevolgelyk wordt de Kragt, waardoor de Maan in haren Wandel-kring „ gehouden wordt, tot de Oppervlakte „ van de Aarde komende, evengelyk aan „ de Kragt van Zwaarte, die we by ons „ beſpeuren. En derhalven is (volgens „ *Regel* 1 en 2.) de Kragt, waardoor de „ Maan in haren Wandel-kring gehouden „ wordt, die zelfde Kragt, die we gewoon zyn Zwaarte-kragt te noemen. „ Want indien Zwaarte-kragt een andere „ Kragt was en van deze onderſcheiden, „ zouden lighamen, met de ſamengevoegde Voortſtooting van beide deze „ Kragten naar de Aarde gaande, tweemaal ſneller dalen; en in den tyd van „ één Sekunde $30\frac{1}{4}$ *paryſe* voeten beſchryven, alles tegen de Ondervinding *enz.*

LEERING.

„ Het Bewys van deze Stelling kan dus „ omſtandiger verklaard worden. Onderſtel dat 'er verſcheiden Manen om de „ Aarde draaijen, gelyk in de weereld van „ Jupiter of Saturnus; dan zouden de „ Kring-tyden dezer Manen (*door Overbrenging van 't algemeene tot het byzondere*) dezelfde Wet opvolgen, die *Keplerus* gevonden heeft onder de Dwaalſterren ſtand te grypen; en derhalven „ zouden hare middelpunt-trekkende „ Kragten overhands wezen gelyk de „ Vierkanten van de Afſtanden uit het „ Middelpunt van de Aarde, volgens de „ eerſte *Stelling* van dit *Boek*. Indien dan „ de laagſte dezer Manen klein was, en „ zoo digt aan de Aarde, dat ze de kruinen van de hoogſte bergen byna raakte, „ zouw de middelpunt-trekkende Kragt, „ die haar in haren Wandel-kring hield, „ de Zwaartens van aardſe lighamen op „ de kruinen van die bergen byna evengelyk zyn, gelyk uit de voorgaande rekening blykt. Indien dan dat Maantje „ beroofd werd van de middelpunt-ſchuwende Kragt, waardoor het in zynen „ Wandel-kring voortgaat, en dus buiten „ ſtaat geſteld werd, om daarin voort te „ gaan, zouw het naar de Aarde dalen, „ en wel met dezelfde Snelheid, waarmeê lighamen waarlyk vallen op de „ kruinen van die zelfde bergen, om de „ Evengelykheid der Kragten, waarmeê „ ze dalen. En indien de Kragt, waarmeê dat Maantje zouw dalen, een andere Kragt was dan de Zwaarte-kragt, „ en indien dat Maantje ook zouw wegen „ naar de Aarde, gelyk de aardſe lighamen op de kruinen van de bergen gewoon zyn, zouw het door die twee „ ſamenſpannende Kragten tweemaal zoo „ ſnel dalen. Dewyl dan beide deze Kragten, dat is, de Zwaarte-kragt van lighamen, en de middelpunt-trekkende „ Kragten der Manen, naar 't Middelpunt „ van de Aarde ſtrekken, en elkander gelyk en evengroot zyn, moeten ze (volgens *Regel* 1 en 2*.) één en dezelfde „ oorzaak hebben. En gevolgelyk is de „ Kragt, die de Maan in haren Wandelkring houdt, die zelfde Kragt, die wy „ gewoon zyn Zwaarte-kragt te noemen; „ omdat dat kleine Maantje anderſints op „ den kruin van een hoogen Berg, of „ zonder Zwaarte-kragt zouw moeten „ wezen, of tweemaal zoo ſnel vallen, „ als zware lighamen gewoon zyn.

* Zie 't begin van het 3de *Boek* van den Ridder *Newton*.

V. Les. genomen; omdat, dewyl de Staart-ſterren en Dwaal-ſterren beide in hare Wandel-kringen gehouden worden, en in hare bewegingen volharden door dezelfde oorzaak, ééne verklaring voor beide tegelyk kan dienen.

Laat S de Zon verbeelden, A de Dwaal-ſter of Staart-ſter, die door Zwaarte-kragt (of de onderlinge Aantrekking van de Zon en 't omloopende lighaam) naar de Zon gedreven wordt in den Streek AS, en laat AM de Hoeveelheid van die Kragt verbeelden; dat is, de Spaatzie, welke die Kragt, indien ze alleen werkte, de Dwaal-ſter zouw doen doorloopen in een gegeven tyd. Onderſtel, dat de Dwaal-ſter A een voortwerpende Kragt gekregen heeft in den Streek A*a* in den Winkel-haak met AS. Indien A*b* de Spaatzie uitdrukt, die de voortwerpende Kragt alleen de Dwaal-ſter zouw doen beſchryven in den gemelden gegeven tyd, en de Hoeveelheid van die Kragt zoodanig is, dat ze, tegelyk met de Zwaarte-kragt werkende, de Dwaal-ſter (afgaande in de Hoek-lyn A*c* van den voltooiden Raam A*bc*M) doet beſchryven den Cirkel A*cd enz.* welkes Middelpunt is S, het Middel-punt van de Zon; zal een grooter ingedrukte Kragt, of voortwerpende Kragt, by voorbeeld A*a* (terwyl de Kragt van Zwaarte AM dezelfde blyſt) de Dwaal-ſter doen afgaan in de Hoek-lyn A*e* van den voltooiden Raam A*ae*M, en doen beſchryven een langwerpig Rond A*ef enz.*, welkes naaſte Navel-punt is S. Dan zal 't punt A het *Perihelion*, of digtſte punt naar de Zon worden inplaats van 't *Aphelion*, verſte punt van de Zon, en de beweging zal vertraagd worden van A af, totdat de Dwaal-ſter kome tot het *Aphelion* aan de andere Zyde van S; en dan van dat *Aphelion* verſnellen, totdat ze terug kome tot A, van waar ze begon te bewegen. Maar indien de voortwerpende Kragt minder is, dan we onderſteld hebben inſtaat te zyn, om de Dwaal-ſter te doen bewegen in een Cirkel, en indien ze uitgedrukt wordt door A*g* inplaats van A*b*, zal de Dwaal-ſter (hare beweging beginnende in de Hoek-lyn AB van den voltooiden Raam A*g*BM) beſchryven het langwerpige Rond ABCDEPFGHIA, en de Zon S in het verſte Navel-punt zyn, terwyl het naaſte Navel-punt in *s* zal wezen; zoodat A dan het *Aphelion*, en P het *Perihelion* zyn zal.

Om nu te toonen, hoe de Dwaal-ſter verſnelle in het gaan van 't *Aphelion* naar het *Perihelion*, zoo laat ons aanmerken, dat in 't eerſte

eerſte afgaan de Streek van de voortwerpende Kragt A*a* in den Winkel-haak is met den Streek van de Zwaarte-kragt (of de middelpunt-trekkende Kragt) A S. Wanneer de Dwaal-ſter door de ſamengevoegde werking der twee Kragten gekomen is tot B, heeft de voortwerpende Kragt haren nieuwen Streek langs de Raak-lyn B*h*, die een ſcherpen Hoek maakt met den nieuwen Streek van de Zwaarte-kragt, die nu B S is. Derhalven zal de Dwaal-ſter (volgens N. 13. *Bladz.* 344.) een langer Hoek-lyn beſchryven in den zelfden tyd, *nam.* B C, dat is, hare Snelheid zoo vergrooten, dat het Perk B C S met een breette, die naar Evenredigheid grooter is, evengelyk zy aan 't langer Perk A B S. Wanneer de Dwaal-ſter gekomen is tot C, maakt de Streek van de voortwerpende Kragt langs de Raak-lyn C*i* nog al een ſcherpen Hoek met C S, den Streek van de Zwaarte-kragt, waarom de twee ſamenſpannende Kragten de Dwaal-ſter nog al verſnellen, en van C tot D brengen in den zelfden tyd, dat ze eerſt van A tot B ging. Dezelfde Kragten nog al ſamenſpannende in hare Streken D*k* en D S, zullen de Dwaal-ſter, wanneer ze in D is, in een tyd, evengelyk aan den eerſten, brengen tot E. En eindelyk zullen de twee Kragten met hare ſamenſpannende Streken de Dwaal-ſter nog al verſnellen in hare beweging van E tot haar *Perihelion* P, alwaar hare Snelheid op haar grootſte is. In P het *Perihelion* is de Streek van de voortwerpende Kragt langs de Raak-lyn P*m*, en maakt een regten Hoek met P S, den Streek van de Zwaarte-kragt; en door de werking dezer twee Kragten zal de Dwaal-ſter gaan tot F. Wanneer ze in F is, maakt de Streek van de voortwerpende Kragt langs de Raak-lyn F*n* een ſtompen Hoek met F S, den Streek van de Zwaarte-kragt, en derhalven moet de beweging van de Dwaal-ſter (N. 13. *Bladz.* 344 en 345.) vertraagd worden, omdat de Hoek-lyn F G verkort wordt, wanneer de Hoek *n* F G wyder wordt, en de Kragten tegen elkander beginnen te werken. De gemelde Hoek zal nog meêr vergrooten in G, zoodat de Kragt van Zwaarte in den Streek G S de voortwerpende Kragt, die nu werkt in de Lyn *o* G, zal verhinderen, en de Dwaal-ſter nog meêr vertragen. Dewyl de Hoek ſtomp blyft in H en I, wordt de Dwaal-ſter nog al vertraagd, totdat ze kome tot A het *Aphelion*, alwaar hare beweging allertraagſt is. *Men zal hier miſſchien tegen in brengen, dat, dewyl de Hoeken g* A S, *h* B S, *i* C S enz. V. Les.

niet

V. Les. *niet meêr dan halver weg van* A *tot* P *verkleinen, en de Hoeken* SP*m*, SF*n*, SG*o* enz. *maar halver weg van* P *tot* A *vergrooten* (9), *de Dwaal-ſter dalende naar het* Perihelion *hare Snelheid niet moeſt vergrooten, nadat ze halfwegen gekomen was, omdat de Hoeken, by voorbeeld* SE*l* enz. *dan weêr vergrooten; dat ze ook hare beweging niet moeſt vertragen, nadat ze halfwegen van* P *tot* A *bewogen was, omdat de Hoeken, door de Streken der Kragten gemaakt, niet langer vergrooten, maar van langzamer hand verkleinen. Maar men moet bedenken, dat 'er nog een andere oorzaak is van Verſnelling en Vertraging, die niet afhangt van de Hoegrootheid van den gemelden Hoek, maar blyft vergrooten nadat de Hoek ophoudt van te verkleinen in het dalen van de Dwaal-ſter naar de Zon, en op gelyke wys blyft die oorzaak afnemen in het klimmen van de Dwaal-ſter van het digtſte punt aan de Zon* [Perihelion] *tot het verſte punt van de Zon* [Aphelion], *zelf nadat de Hoeken van de Streken der Kragten ophouden te vergrooten. En die oorzaak is de verkleinde of vergroote Afſtand van het Middel-punts ligbaam (of de Zon* S) *terwyl het Vermogen van Aantrekking gedurig verandert in een overhandſe Evenredigheid van 't Vierkant van dien Afſtand. By voorbeeld, indien men*

(9) Dat de Hoeken *g* A S, *b* B S *enz.* niet verder dan tot halfwegen van A tot P verkleinen, en de Hoeken SP*m*, SF*n enz.* niet verder dan halver weg van P tot A vergrooten, zal duidelyk blyken, wanneer ik bewys, dat de Hoek, die gemaakt wordt van een Lyn, getrokken uit één van beide de Navel-punten tot het ééne of 't andere punt in den Omtrek van een langwerpig Rond, en de Raak-lyn van dien Omtrek in dat punt, allerkleinſt zal wezen, wanneer dat punt in één van de enden van den korten As is; dat is, SHT (Pl. XXXV. *Fig.* 7.) is kleiner dan S*l t*. Dit zullen we bewyzen door de twee volgende Voorbewyzen.

Pl. XXXV. Fig. 8.

Pl. XXXV. Fig. 7.

I. VOORBEWYS.

In alle vier-zydige Figuur, in een Cirkel ingeſchreven, is de Som van de twee regthoekige Ramen [Rectangles], *die van tegen elkander overgeſtelde Zyden gemaakt worden, evengelyk aan den regthoekigen Raam, die gemaakt wordt van de twee Hoek-lynen van die vier-zydige Figuur.*

Het is een bekende eigenſchap van den Cirkel, en die van *Ptolomeus* en anderen bewezen is, dat (zie *Fig.* 8.) $\overline{AC \times DB} + \overline{BC \times AD} = \overline{AB \times DC}$.

II. VOORBEWYS.

Indien een Boog van een Cirkel verdeeld wordt in twee evengelyke en in twee ongelyke deelen, zeg ik, dat de ſom van de Pezen van de twee evengelyke Bogen altyd grooter zal zyn dan de ſom van de Pezen van de twee ongelyke Bogen. Dat is, indien de Boog ACKB *verdeeld wordt in twee evengelyke deelen in* C, *en in twee ongelyke deelen in* K, *is* AC + CB *grooter dan* AK + KB.

Om dit te bewyzen; trek door C en 't Middelpunt *k* de Middellyn CD, en de Hoek-lynen en Pezen AB, DK, AD, BD.

Het

men een vergelyking wil maken tuſſen de Snelheid van de Dwaal-ſter in D *en in* E, *moet men den Raam* D*r*E*k voltooijen, van welken Raam de Zyden* D*r en* D*k de Kragt van Zwaarte en de voortwerpende Kragt verbeelden, wanneer de Dwaal-ſter in* D *is. Vervolgens moet men ook den Raam* E*t*P*l voltooijen, waarin* E*t grooter is dan* D*r in dezelfde Evenredigheid als de Zwaarte-kragt grooter is in* E *dan in* D. *Op gelyke wys moet* E*l grooter zyn dan* D*k naar Evenredigheid dat de voortwerpende Kragt door hare gedurige Verſnelling op die plaats grooter geworden is; en ſchoon de Hoek t*E*l grooter zy dan r*D*k, zal men grooter Hoek-lyn* E*P hebben uit hoofde van de grooter lengte van de Zyden in den Raam t*E*l*P. V. Les.

44. Om te doen zien, hoe overeenkomſtig de Weging [*Gravitation*] der Dwaal-ſterren en Staart-ſterren (want het geen we van de Dwaal-ſterren gezegd hebben is ook toepaſſelyk op de Staart-ſterren) om te doen zien, zeg ik, hoe overeenkomſtig hare Weging zy naar de Zon met de Weging van zware lighamen naar de Aarde, zullen we de 9de *Figuur* van de XXXVſte *Plaat* eens beſchouwen. Ze verbeelt een lang langwerpig Rond, of den Wandel-kring van een Staart- Pl. XXXV. Fig. 9.

Het is klaarblykelyk (volgens *Euklid.* III. B. 29ſte St.), dat AD=BD, en dat de ééne voor de andere gebruikt mag worden. Het is ook klaarblykelyk, dat DK altyd kleiner is dan CD (volgens *Euklid.* III. B. 15de St.) En volgens het eerſte Voorbewys is $\overline{AK \times DB} + \overline{KB \times AD} = \overline{AB \times DK}$, maar dewyl DK bewezen is kleiner te zyn dan DC, moet volgen, dat AB×DC grooter is dan AB×DK; derhalven is $\overline{AC \times DB} + \overline{BC \times AD}$ grooter dan $\overline{AK \times DB} + \overline{KB \times AD}$; en dewyl de werkers [*Factors*] DB en AD evengelyk zyn, moet volgen, dat AC+CB grooter is dan AK+KB.

Beſchryf in *Figuur* 7. een Cirkel, die door de punten S H *s* gaat. Het is (volgens *Euklid.* B. III. St. 21.) klaarblykelyk, dat de Hoeken S H *s* en S M *s* evengelyk zyn; en 't is klaarblykelyk volgens het 2de *Voorbewys*, dat S H + *s* H grooter is dan S M + M *s*. En volgens de eigenſchap van het langwerpige Rond is S I + I *s* altyd evengelyk aan S H + H *s*, als altyd evengelyk zynde aan A P; waaruit volgen moet, dat S I + I *s* grooter is dan S M + M *s*; waaruit blykt, dat het punt I buiten den Cirkel S H M *s* is; en derhalven is de Hoek S I *s* kleiner dan S M *s* of deszelfs evengelyken S H *s*. Maar volgens de eigenſchap van het langwerpige Rond, bewezen van alle Schryvers, die over de Kegels geſchreven hebben (zie *Elementa Conicorum Lud. Trevigar. Lib.* 2. *Prop.* 10.) zyn de Hoeken *s* I g en S I *t* evengelyk, en *s* H G is evengelyk aan S H T; en dewyl *s* I S kleiner is dan *s* H S, moet volgen, dat S I *t* grooter is dan S H T. En 't geen bewezen is van I, kan ook bewezen worden van 't punt F, of eenig ander punt in 't halve langwerpige Rond A H P. Derhalven is de waarheid van de gemelde Stelling bewezen.

V. Les Staart-ſter om de Zon S, en *p* verbeeldt het digtſte punt naar de Zon [*Perihelion*]. Het halve langwerpige Rond *pa* is de Lyn, waarin de beweging van de Staart-ſter eenpariglyk vertraagt, en het halve langwerpige Rond *ap* de Lyn, waarin de beweging van de Staart-ſter eenpariglyk verſnelt. Maar indien men inplaats van de Zon S in den Wandel-kring in te ſluiten, van den éénen kant van de Oppervlakte van de Zon P een lighaam zoo voortwierp naar boven, dat het klom tot A, zouw deszelfs beweging eenpariglyk vertragen, totdat het kwam tot A, alwaar het zyne minſte Snelheid zouw hebben. Dan zouw het terug keeren, en vallen in de Lyn A*b*, zyne beweging verſnellende, totdat het kwam tot *b*, net-zooveel tyds beſtedende in zyn klimmen, als in zyn dalen. En dit is 't geen we getoond hebben wegens de werking van Zwaarte-kragt op voortgeworpen lighamen, zonder den Weêrſtand van de lugt te rekenen.

45. Nu zullen we 'er den Weêrſtand van de lugt eens by nemen, en vergelyken met een weêrſtandbiedende Middel-ſtof, om te zien, hoe het met de Dwaal-ſterren zouw gaan, indien ze in zulk een Middel-ſtof bewogen.

We hebben N. 35. *Bladz.* 380—383. bewezen, dat lighamen, in de lugt bewegende, van hare beweging door den Weêrſtand van de lugt verliezen naar Evenredigheid van 't Vierkant van hare Snelheid; en dat die Weêrſtand vallende lighamen belet hare beweging zoo te verſnellen, als ze doen zouden, indien ze in een lugtledige plaats vielen; omdat die Weêrſtand, gedurig een gedeelte wegnemende van de Snelheid, die de Zwaarte-kragt by het vallende lighaam doet, de beweging van het lighaam gedurig nader en nader tot een eenparige beweging brengt. Maar indien de Dwaal-ſterren bewogen in een weêrſtandbiedende Middel-ſtof, gelyk de *hemelſe Stof*, die de *Karteſianen* onderſtellen, zouw de Weêrſtand van die Stof een Dwaal-ſter beletten in haar dalen naar het digtſte punt naar de Zon die Snelheid te verkrygen, die noodzakelyk is, om hare middelpuntſchuwende Kragt de Kragt van Zwaarte te doen evenaren; want deze

(10) Een omſtandige beſchryving van de Staart-ſterren en hare beweging kan men vinden in Dr. *Halley's* Traktaat van de Staart-ſterren, het welk eerſt op zigzelven gedrukt, en naderhand herdrukt is agter de engelſe Vertaling van de Sterrekunde van Dr. *Gregory*; als mede by den Ridder *Izak Newton* in het IIde *Boek* zyner *Beginzelen*, van 't begin van de 39ſte *Stelling* tot het end van de 42ſte, alwaar zyne

deze laatſte Kragt zouw altyd vergrooten naar Evenredigheid van V. Les.
't Vierkant van den verkleinden Afſtand, van wat natuur de Middelſtof, die de Zon omringt, ook wezen mogt; maar de middelpuntſchuwende Kragt zouw hare regte vergrooting niet hebben, indien de Dwaal-ſter hare vereiſte Snelheid niet had. Het gevolg hiervan zouw wezen, dat de Dwaal-ſter haren koers veranderen zouw, en nader aan de Zon komen, en in een langer langwerpig Rond omdraaijen. Den volgenden Omloop zouw de Dwaal-ſter, naar het digtſte punt naar de Zon [*Perihelion*] komende, en hare behoorlyke middelpunt-ſchuwende Kragt niet hebbende, nog nader aan de Zon gebragt worden door de Aantrekking (niet verminderd maar vergroot, omdat het *Perihelion*, of digtſte punt naar de Zon, dan nog nader zouw wezen). Dan zouw het langwerpige Rond nog weêr veranderd worden in een langer, en 't volgende *Perihelion* zouw nog weêr digter zyn; totdat de Dwaal-ſter, by gebrek van hare behoorlyke Snelheid in een Streek langs de Raak-lyn, elken Omloop nader en nader komende, eindelyk in de Zon zouw vallen.

En dewyl dit niet geſchiedt, is het klaarblykelyk, dat 'er zulk een weêrſtandbiedende Middel-ſtof, of *hemelſe Draaikolk-ſtof* niet is, gelyk de *Karteſianen* onderſtellen de oorzaak te zyn van de beweging der Dwaal-ſterren om de Zon. Ja dit is 'er zoover van daan, dat zulk een Vloei-ſtof de beweging der Dwaal-ſterren zouw te niet doen, gelyk we bewezen hebben.

Maar 't geen de *Karteſiaanſe* Onderſtelling (zoowel als het gevoelen van die oude Filoſofen, die van gedagten waren, dat 'er voor elke Dwaal-ſter een vaſte Ból was van Kriſtal, die haar omvoerde) geheel en al overhoop werpt, is de Waarneming van Staart-ſterren, die geene Verhevelingen [*Meteors*] zyn, gelyk ſommigen onder de Ouden haar onderſteld hebben, nog ook Dwaal ſterren, die van den éénen Draai-kolk in den anderen overloopen, gelyk de *Karteſianen* willen, maar Dwaal-ſterren, die in zeer buiten-middelpuntige Wandel-kringen bewegen, waarvan hier onder in de 10. *Aanteek.* omſtan-

zyne algemeene Leering of *Scholium* begint. De Lezer kan wegens de Staart-ſterren by die Schryvers naar zyn genoegen te regt raken. Evenwel zal 't hier niet kwalyk te pas komen een kort be igt by wyze van uittrekzel daarvan te geven.

Staart-ſterren zyn een ſoort van buiten-middelpuntige Dwaal-ſterren, die in zeer lange langwerpige Ronden bewegen om de Zon, die in één van de Navel-punten van

V. Les. ſtandiger geſproken wordt. Hier zullen we maar alleen aanmerken, dat ze vryelyk bewegen van en naar alle gedeeltens van de Hemelen; en

van die langwerpige Ronden is, en welker geheele Omloopen om de Zon zoolang werk hebben, dat dezelfde perſoon nog nooit tweemaal ééne en dezelfde Staart-ſter gezien heeft. Hierdoor is de kennis van den Loop der Staart-ſterren zeer laat tot eenige redelyke gronden gebragt uit gebrek van een genoegzaam getal van Waarnemingen: en de berigten van vorige eeuwen worden ons opgegeven van Hiſtorieſchryvers, en niet van Sterrekundigen; welke laatſten, terwyl ze zig hebben opgehouden met Waarnemingen ontrent de Dwaal ſterren en vaſte Sterren, op de Staart-ſterren, die in hunnen tyd verſchenen, niet naar behooren gelet hebben; omdat ze met dat gemeene gevoelen waren ingenomen, dat ze maar Verhevelingen waren digt aan de Aarde, en onder de hemelſe lighamen niet gerekend moeſten worden. In de voorgaande eeuw heeft men eerſt gevonden, dat de Staart-ſterren hooger zyn dan de Maan, en gevolgelyk tot de hemelſe lighamen behooren; en ontrent 70 jaren herwaarts zyn de Sterrekundigen zeer naarſtig geweeſt in 't waarnemen van die, die 'er verſchenen zyn. De Ridder *Izak Newton* heeft uit zyne eigen Waarnemingen en uit die van anderen een manier opgegeven, om zelf maar uit drie Waarnemingen van een Staart-ſter, op byzondere tyden in 't werk geſteld, te vinden dat geheele gedeelte van haren Wandel-kring, waarin ze voor ons zigtbaar zal blyven; en Dr. *Halley* is de eerſte geweeſt, die getoond heeft, dat dezelfde Staart-ſter na een zeker getal van jaren weêrom komt, en dat de geheele Wandel-kring langwerpig rond is. De Sterrekundigen en Hiſtorieſchryvers geven ons berigt van 25 verſchyningen van Staart-ſterren in de laatſte 400 jaren; ſchoon de Staart-ſterren, die tot onze weereld behooren, wel minder in getal mogten zyn; omdat dezelfde Staart-ſterren verſcheiden malen gezien zyn, zonder dat men wiſt, dat ze dezelfde waren, voor dat Dr. *Halley* het getoond, en een vaſte ſtelling gemaakt had ontrent de Wandelkringen van drie van dezelven, bewyzende, dat de Staart-ſter, in 't jaar 1661 gezien, ook tevoren gezien en waargenomen is den zelfden weg te gaan in 't jaar 1532; het welk haren Kring-tyd brengt tot 129 jaar. De Staart-ſter, in 't jaar 1680 en 1681 gezien, heeft zig ook tevoren vertoond in 't jaar 1106, zoodat haar Kring-tyd ontrent 575 jaar is. En de Staart-ſter van 1682 is gezien in 't jaar 1607 en 1531, waaruit blykt, dat haar Kring-tyd 75 jaar is. Zoodat het getal der Staart-ſterren, die in gemelden tyd gezien zyn, gebragt wordt tot 22. En indien volgens de gisſingen van den Heer *Whiſton* de Staart-ſter van 1682 zig ook vertoond heeft in 1456, en die van 1681 in 't jaar 532, als mede 44 jaren voor de Jaartelling van de Kriſtenen, gelyk de Ridder *Newton* en Dr. *Halley* ſedert ontdekt hebben, wordt het getal niet vergroot, omdat die Kringtyden komen voor de eerſte van de 25. Evenwel kan men niet zeggen, dat 'er maar 22 zyn, omdat 'er eenigen op zulk een afſtand van de Aarde geweeſt konnen zyn, dat ze de Waarneming ontſnapt zyn; gelyk de laatſte miſſchien gedaan zouw hebben, indien de veel geëerde Lord *Pairley* haar niet gevallig had ontdekt in 't jaar 1723, en 'er kennis van gegeven aan andere Sterrekundigen, om ze ook te konnen waarnemen.

De Staart-ſterren rekent men niet kleiner te zyn dan de Maan, en niet veel grooter dan Venus; en die zyn de kleinſte, die digtſt aan de Zon komen, opdat ze de Zon niet te veel ontroeren zouden, wanneer ze daar by komen in haar *Peribelion* of digtſte punt naar de Zon, en die Dwaal-ſterren, die digt by de Zon zyn, ook niet verwerren zouden. Dat ze niet zeer

PL. XXXV.

Fig. 1.

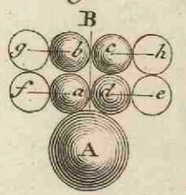


Fig. 2.

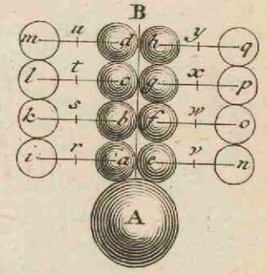


Fig. 3.

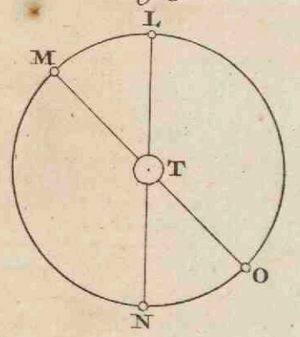


Fig. 4.

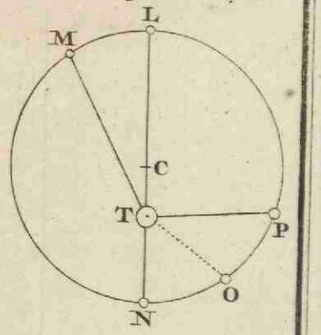


Fig. 5.

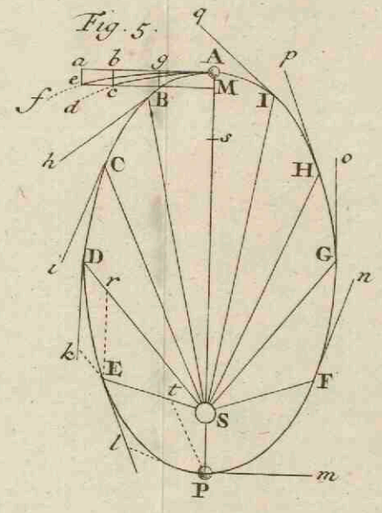


Fig. 6.

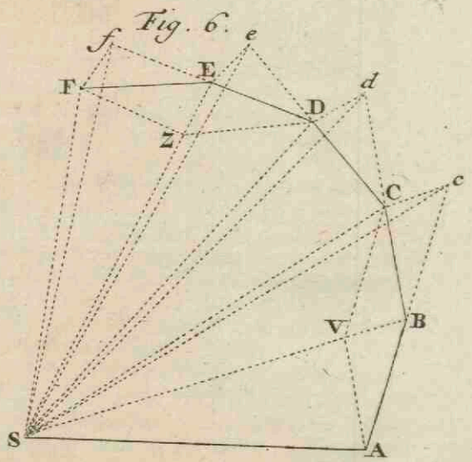


Fig. 7.

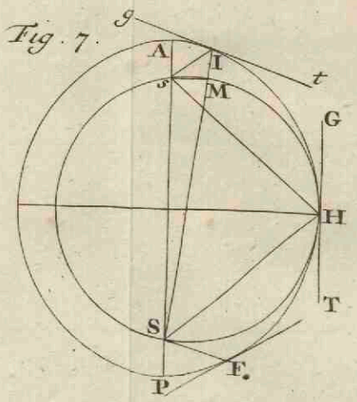


Fig. 8.

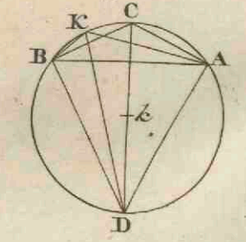
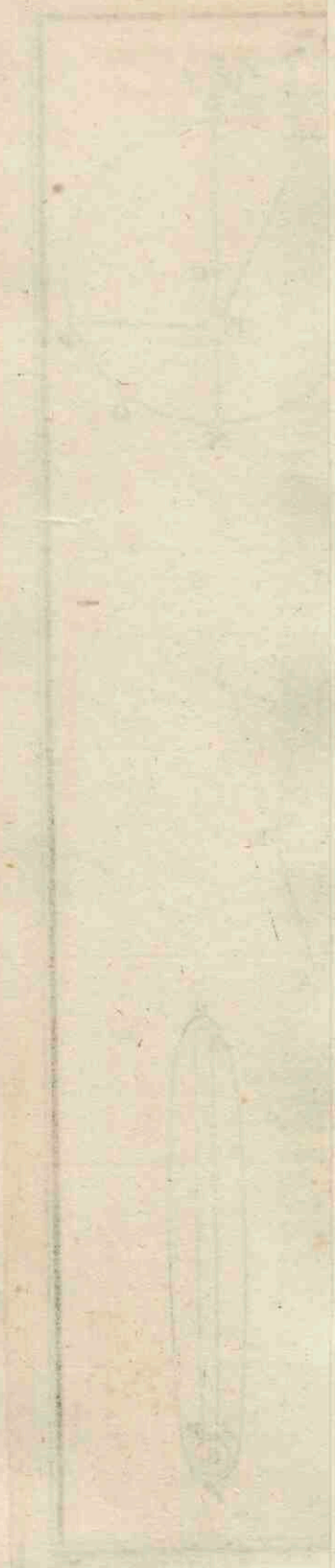


Fig. 9.





en gevolgelyk konnen 'er geene kriſtallyne Bóllen zyn, dewyl ze V. Les.
daar tegen zouden ſteuiten. Ook konnen 'er geene ſtoffelyke Draai-
kolken

zeer groot zyn, blykt, omdat ze niet zigtbaar zyn, voordat ze nader by ons komen, dan de Wandel-kring van Jupiter: want dewyl ze duiſtere lighamen zyn, die het ligt van de Zon terug kaatzen, moesten ze gezien zyn op den afſtand van Saturnus, indien ze zoogroot waren geweeſt als die Dwaal-ſter.

Daar alle de Dwaal-ſterren de Vlaktens van hare Wandel-kringen in of digt by de Vlakte van de *Ecliptika* [of Zonne-weg] hebben, makende de meeſt hellende een Hoek van maar weinig Graden; hellen de Wandel-kringen der Staart-ſterren op dien Zonne-weg met zeergroote Hoeken, terwyl ze naar alle gedeeltens van de Hemelen bewegen. En hierdoor loopen ze minſt gevaar van de Dwaal-ſterren te beroeren, omdat ze in éénen Omloop maar tweemaal in de Vlakte van den Zonneweg komen, en wanneer ze in hare *Apbelia* [of verſte punten van de Zon] zyn, zeerver van de Zon af, zyn ze ook ver van elkander af, en daardoor niet onderhevig, dat ze van elkander aangetrokken worden met genoegzame Kragt, om elkanders Wandel-kringen merkelyk te ontroeren: want dewyl ze in hare verſte punten van de Zon zeer langzaam bewegen, zouden ze anderſints ligtelyk uit haren gewonen Loop getrokken worden.

Staart-ſterren zyn merkelyk veel ylder van Stof dan Dwaal-ſterren: want indien ze zoo vaſt en geſloten waren, zouden ze die Staarten niet hebben, die we 'er aan beſpeuren, wanneer ze digt genoeg by de Zon komen, om verwarmd te worden met een graad van hitte, iets minder dan die van de Dwaal-ſter *Mars*; dewyl deze Staarten maar uitwaſemingen zyn, die uit haren Kern [*Nucleus*] of Kloot worden opgeheven, dat ze een grooten Dampkring [*Atmosphere*] maken, welkes deeltjes afgeſtooten van dien kánt, die van de Zon af is, die vertooning maken, die een *Staart* genoemd wordt, wanneer we ze in een Winkel-haak zien, of met een grooten Hoek, een *Baard*, wanneer we ze ſcheuin zien, en een *Paruik*, wanneer we ze zoo ſcheuin zien, dat we byna in de Lyn van haren As zyn, zoodat de uitwaaſſeming de Staart-ſter ſchyne te omringen als een Paruik. En deze drie Verſchyningen hangen af van de verſcheiden Standen van de Aarde in opzigt van de Staart-ſter: want een Staart van dezelfde grootte verandert voor 't gezigt naar den verſcheiden Stand van 't oog.

Daarenboven verandert de Staart zelf geduriglyk: want dikwyls begint de Ster zig te vertoonen zonder een Staart, die merkelyk is, en de Staart wordt van langzamer hand gemaakt, en groeit gedurig aan, naar mate dat de Staart-ſter nader aan de Zon kome, en is allergrootſt, wanneer de Ster het *Peribelion*, of digtſte punt naar de Zon, even gepaſſeerd is, dewyl ze dan hare grootſte graad van hitte gekregen heeft.

Indien de hemelſe ruimtens, waarin de Staart-ſterren bewegen, niet zonder Stof waren, zouw men hare Staarten niet konnen zien, omdat ze veel ylder zyn, dan onze lugt, dewyl men 'er de vaſte Sterren duidelyk door heen kan zien. Gelyk men het ligt van de Zon ziet weêrom kaatzen van die deeltjes, die in de lugt zweven, wanneer men een Zonne-ſtraal van een duim of twee in een donkere kamer inlaat, zoo wordt ook het ligt van de Zonne-ſtralen tot ons weêrom gekaatſt van de deeltjes van de Staarten der Staart-ſterren, omdat 'er geen andere gewaarwordelyke Stof ontrent haar is. Want indien 'er een hemelſe Stof rondom haar was, al was ze 50000 maal ylder dan onze lugt, zouw ze ligts genoeg weêrom kaatzen, om dat ligt, dat van de Staarten der Staart-ſterren weêrom gekaatſt wordt, tot een verward ſchitter-ligt te maken: zoodat Staart-ſter-

V. Les. kolken wezen, dewyl die haren Streek van tyd tot tyd zouden veranderen, en eindelyk byna in dezelfde Vlakte doen bewegen als de Dwaal-

ren in 't geheel geene, of op zyn meeſte maar kleine Staarten zouden vertoonen.

De deeltjes der uitwaſemingen, die den Staart maken, ſchynen in 't begin uit de Staart-ſter naar alle kanten uitgeſchoten te worden; maar aan die zyde, die naar de Zon ſtrekt, keeren ze terug in *paraboliſe* Lynen, zoodat ze naar den anderen kant voortgaan, en den Staart aan die zyde, die van de Zon is afgewend, helpen vergrooten, even eens of de Stralen van de Zon haar voortſtieten, en dien weg uit dreven. De eerſte *Figuur* van de Pl. XXXVI. Fig. 1. XXXVIſte *Plaat* verbeeldt een Staart-ſter, en 't laagſte gedeelte van haren Staart, gelyk Dr. *Hook* haar door een Verrekyker heeft waargenomen digt aan 't *Perihelion* of digtſte punt naar de Zon, met het zuiverſte gedeelte van haren Damp-kring, zig in den Staart inwikkelende, en het nevelagtige gedeelte daarvan rondom het Middel-punts lighaam. Maar dewyl de Staart-ſter van 1680 en 1681 de merkwaardigſte geweeſt, en van den Ridder *Izak Newton* en vele andere Sterrekundigen op het naauwkeurigſte waargenomen is, zal het beſt zyn een verhaal van dezelve te doen, en de afteekening te geven van dat gedeelte van haren Wandel-kring, waarin ze by ons te zien was, zoodanig als de Ridder *Newton* in den laatſten druk van zyne *Beginzelen* dit beſchreven heeft. En dewyl ik zyne meening niet beter dan met zyne eigen woorden kan uitdrukken, zal ik de vryheid nemen, om my van dezelven te bedienen.

„ Ik heb een ware afbeelding gegeven
„ van den Wandel-kring, dien deze Staart-
„ ſter beſchreven heeft, en van den Staart,
„ dien ze op elke plaats uitſchoot, in de
„ Vlakte van den Wandel-kring geteek-
Pl. „ kend in de 2de *Figuur* van de XXXVI.
XXXVI. „ *Plaat*. A B C verbeeldt den Wandel-
Fig. 2. „ kring [*Trajectory*] van de Staart-ſter,
„ D de Zon, D E den As van den Wan-
„ del-kring, D F de Lyn van de Sny-
„ punten [*Nodes*], G H de Snyding van
„ den Kloot van den Wandel-kring van
„ de Aarde met de Vlakte van den Wan-
„ del-kring van de Staart-ſter, I de plaats
„ van de Staart-ſter op den 4. *November*
„ 1680, K hare plaats op den 11. *Nov.*,
„ L hare plaats op den 19. *Nov.*, M hare
„ plaats op den 12. *Dec.*, N hare plaats
„ op den 21. *Dec.*, O hare plaats op den
„ 29. *Dec.*, P hare plaats op den 5. *Jan.*
„ daaraanvolgende, Q hare plaats op den
„ 25. *Jan.*, R hare plaats op den 5. *Febr.*,
„ S hare plaats op den 25. *Febr.*, T hare
„ plaats op den 5. *Maart*, en V hare plaats
„ op den 9. *Maart*. In 't bepalen van ha-
„ ren Staart heb ik my van de volgende
„ Waarnemingen bediend.

„ Op den 4. en 6. *Nov.* vertoonde de
„ Staart zig nog niet. Op den 11. *Nov.*
„ was de Staart, zigtbaar beginnende te
„ worden, niet langer dan een halve
„ Graad, door een Verrekyker van 10
„ voet gezien. Op den 17. *Nov.* was de
„ Staart, volgens de Waarneming van
„ *Ponthæus*, langer dan 15. Graden, *enz.*

Vervolgens doet Sir *Izak* een verhaal van alle de veranderingen van den Staart in zyn aanwaſſen en afnemen, zoo als ze in verſcheiden landſchappen van verſcheiden perſonen en van hem zelf zyn waargenomen, en gaat eindelyk dus voort.

„ Op den 25. *Febr.* had de Ster geenen
„ Staart meêr, en bleef zonder, totdat ze
„ verdween.

„ Indien men nu zyne gedagten laat
„ gaan over den beſchreven Wandel-
„ kring, en de andere Verſchynzelen van
„ deze Staart-ſter, zal men ligtelyk kon-
„ nen beſluiten, dat de lighamen der
„ Staart-ſterren, vaſte, geſloten, geene
„ vlugge maar beſtendige lighamen zyn,
„ gelyk de lighamen der Dwaal-ſterren.
„ Want indien ze niets anders waren dan
„ dampen of uitwaſemingen van de Aarde,

„ de

Dwaal-ſterren, welker Wandel-kringen alle hare Vlaktens hebben in de breette van een Riem van weinig Graden. Maar allerſtrydigſt met V. Les.

„ de Zon en Dwaal-ſterren, zouw deze „ Staart-ſter, toen ze digt voorby de „ Zon ging, terſtond verdwenen moeten „ zyn. Want de hitte van de Zon is, „ gelyk de digtheid van de Stralen, dat „ is, overhands gelyk het Vierkant van „ den Afſtand der plaatzen van de Zon. „ Derhalven was op den 8. *Dec.*, toen de „ Afſtand van de Staart-ſter, die op dien „ tyd was in haar *Peribelion* of digtſte punt „ naar de Zon, uit het Middel-punt van „ de Zon was ontrent gelyk 6 tot 1000, „ de hitte van de Zon op de Staart-ſter „ tot onze Zomer-hitte, gelyk 1000000 „ tot 36, of gelyk 28000 tot 1. Maar de „ hitte van kokend water is ontrent drie- „ maal grooter dan de hitte, die de Zon „ in den Zomer aan drooge aarde geeft, „ gelyk ik ondervonden heb; en de hitte „ van gloeijend yzer (indien myne giſſing „ goed is) is ontrent drie of viermaal „ grooter dan de hitte van kokend water. „ Derhalven moet de hitte, die drooge „ aarde op de Staart-ſter, toen ze in „ haar *Peribelion* of digtſte punt naar de „ Zon was, van de Zonne-ſtralen gekre- „ gen had, ontrent 2000 maal grooter ge- „ weeſt zyn, dan de hitte van gloeijend „ yzer. Maar door zoo vreeſſelyk een „ hitte moeſten dampen, uitwaſemingen „ en allerlei vlugge ſtof terſtond verteerd „ en verdwenen zyn.

„ Deze Staart-ſter moet dan een onge- „ meene hitte van de Zon gekregen heb- „ ben, die ze zeer lang kan behouden. „ Want een yzeren kloot van een duim „ over 't Kruis, gloeijend in de open lugt „ geſteld, zouw zyne hitte in den tyd „ van een uur naauwelyks verliezen; maar „ een grooter kloot zouw zyne hitte lan- „ ger behouden, naar Evenredigheid dat „ hy grooter over 't Kruis was, omdat de „ Oppervlakte (in welker Evenredigheid „ hy verkoelt door de lugt, die 'er rond- „ om is) in deze Evenredigheid kleiner „ is in opzigt van de verhitte Stof, die „ ze bevat. Derhalven zouw een gloei- „ jende yzeren kloot, zoogroot als onze „ Aarde, dat is, ontrent 40000000 voet „ over 't Kruis, naauwelyks in een gelyk „ getal van dagen, of 50000 jaar verkoe- „ len. Maar ik heb vermoeden, dat de „ duurzaamheid van de hitte in een klei- „ ner Evenredigheid vergroot dan in die „ van de Middel-lyn, en ik wenſte wel, „ dat de ware Evenredigheid door Proe- „ ven onderzogt werd.

„ Verder heeft men aan te merken, dat „ de Staart-ſter in de maand van *December*, „ toen ze even door de Zon verhit was, „ een veel langer en helderder Staart uit- „ ſchoot, dan tevoren in de maand van „ *November*, toen ze haar *Peribelion*, of „ digtſte punt naar de Zon nog niet be- „ reikt had. En in 't algemeen hebben de „ Staart-ſterren de langſte en helderſte „ Staarten, even nadat ze de Zon gepas- „ ſeerd zyn. Derhalven hangt de groot- „ heid van den Staart af van de hitte, die „ de Staart-ſter verkrygt. En hieruit „ dunkt my, dat ik beſluiten mag, dat de „ Staart niets anders is, dan een zeer „ dunne uitwaſeming, die 't Hoofd, of „ de Kern van de Staart-ſter door hare „ hitte uitgeeft, *enz.*

Hierop ſtelt onze weêrgalooze Schry- ver drie byzondere gevoelens voor we- gens de Staarten der Staart-ſterren, en nadat hy 'er twee van weêrlegd heeft, gaat hy voort, om het derde ('t welk zyn eigen gevoelen is) te bewyzen, met deze woor- den —

„ Dat de Staarten uit de hoofden der „ Staart-ſterren haren oorſprong nemen, „ en zig uitſtrekken naar dien kant, die „ van de Zon is afgekeerd, blykt uit de „ Wetten, die ze opvolgen. Teweten, „ dat ze leggende in de Vlaktens van de „ Wandel-kringen der Staart-ſterren, die „ door de Zon gaan, altyd afwyken van

„ een

V. Les. met de *karteſiaanſe* Onderſtelling is de beweging van een teruggaande [*retrograde*] Staart-ſter, gelyk die van 't jaar 1682, die van 't Oosten

„ een Stand, waardoor ze met de Zon in „ een regte Lyn zouden wezen naar dat „ gedeelte, dat de Hoofden der Staart- „ ſterren in haren voortgang in die Wan- „ del-kringen verlaten hebben. Dat ze „ voor een aanſchouwer, die zig in die „ Vlaktens bevindt, zig vertoonen in die „ gedeeltens, die regtſtreeks van de Zon „ zyn afgewend; maar wanneer de aan- „ ſchouwer uit die Vlaktens gaat, hare „ afwyking allengskens gemerkt, en van „ dag tot dag grooter wordt. Dat de af- „ wyking, de reſt eveneens zynde [*cæte- „ ris paribus*] minder is, wanneer de Staart „ een grooter Scheuinheid maakt met den „ Wandel-kring van de Staart-ſter, als „ mede wanneer het Hoofd nader aan de „ Zon komt; inzonderheid indien de Hoek „ van Afwyking gemeten wordt digt aan „ 't Hoofd van de Staart-ſter. Dat de „ Staarten, die niet afwyken, zig regt „ vertoonen, maar dat die, die afwyken, „ gekromd zyn. Dat de Kromte grooter „ is, wanneer de Afwyking grooter is; en „ merkelyker, wanneer de Staart, al 't „ overige even eens zynde, langer is: „ want in de korte Staarten wordt men „ de Kromte naauwelyks gewaar. Dat „ de Hoek van Afwyking kleiner is digt „ aan 't Hoofd van de Staart-ſter, maar „ grooter aan 't andere end van den Staart, „ en dat wel, omdat de Staart met hare „ bolle [*convexe*] Zyde gekeerd is naar die „ gedeeltens, van welke de Afwyking ge- „ ſchiedt, en die in een regte Lyn leg- „ gen, welke uit de Zon door het Hoofd „ van de Staart-ſter getrokken, en in 't „ oneindige voortgehaald wordt. En dat „ de Staarten, die lang en breed zyn, „ en een ſterker ligt geven, aan de bolle „ zyden ligter zyn, en zooveel niet ſmet- „ ten (of ſcherper kant hebben) dan aan „ de holle zyden. Hieruit blykt duide- „ lyk, dat de Verſchynzelen van de Staar- „ ten der Staart-ſterren af hangen van de „ bewegingen harer Hoofden, en geen- „ ſints van de plaatzen in de Hemelen, „ waarin men hare Hoofden ziet; en ge- „ volgelyk dat de Staarten niet gemaakt „ worden door Straal-breking [*Refraction*] „ van de Hemelen, maar dat ze haren „ oorſprong hebben uit hare eigen Hoof- „ den, die de Stof voor de Staarten ver- „ ſchaffen. Want gelyk in onze lugt de „ róók van een verhit lighaam opgaat, of „ regt op, indien 't lighaam in ruſt is, of „ ſcheuin, indien 't lighaam zy'lings uit „ bewogen wordt, zoo moeten ook in de „ Hemelen, alwaar de lighamen naar de „ Zon wegen [*gravitate*], de róóken en „ dampen ook van de Zon opgaan (gelyk „ reets gezegd is) of regt op, indien het „ rookende lighaam in ruſt is, of ſcheuin, „ indien het lighaam door zyne beweging „ gedurig die plaatzen verlaat, van waar „ de bovenſte gedeeltens van den róók te „ voren waren opgegaan. En die ſcheuin- „ heid zal altyd minder zyn, alwaar de „ róók of damp met meêr Snelheid bewo- „ gen wordt, namenlyk digt aan 't roo- „ kende lighaam, en wanneer dat digtſt „ by de Zon is. Maar dewyl de ſcheuinte „ verandert, moet de kolom van róók „ gekromd worden, en omdat de damp „ in de vooruitgaande zyde van de kolom „ wat verſer is, dat is, wat later van „ het lighaam is opgegaan, zal ze aan die „ zyde ook wat digter wezen, en uit dien „ hoofde meêr ligt weêrom kaatzen, en „ minder ſmelten, of ſcherper kant heb- „ ben.

Nadat Sir *Izak* vervolgens getoond heeft, hoe yl onze lugt moet zyn op den afſtand van éene halve Middel-lyn van de Aarde boven hare Oppervlakte, bewyſt hy daaruit, dat een zeerkleine Hoeveelheid van lugt en damp overvloedig genoeg is, om alle de vertooningen van de Staarten der Staart-ſterren te maken. Hierop gaat hy bewyzen — „ Dat men ten

„ naaſten

ten naar het Weſten bewegende, regtſtreeks tegen den onderſtelden Stroom van hemelſe Stof opvoer; en inplaats van hare beweging eerſt V. Les.

„ naaſten by bepalen kan den tyd, waarin „ de damp van het Hoofd van de Staart- „ ſter tot het end van haren Staart ge- „ klommen is, wanneer men een regte „ Lyn trekt van het end van den Staart „ tot de Zon, en de plaats merkt, alwaar „ die regte Lyn den Wandel-kring van „ de Staart-ſter ſnydt. Want de damp, „ die in het end van den Staart is, indien „ ze Lood regt van de Zon opgaat, moet „ begonnen hebben op te gaan van 't „ Hoofd op dien tyd, dat het Hoofd in „ 't punt was, waarin die Lyn den Wan- „ del-kring ſnydt. 'T is waar, de damp „ gaat niet in een regte Lyn van de Zon „ op, maar behoudende de beweging, „ die hy van de Staart-ſter gekregen had, „ eer hy opging, en die beweging veree „ nigende met zyne beweging van op- „ klimming, gaat hy ſcheuin op. En hier- „ om kan men dit Voorſtel naauwkeuri- „ ger oploſſen, indien men de Lyn, die „ den Wandel-kring ſnydt, evenwydig „ trekt met de lengte van den Staart, of „ liever (omdat de beweging van de Staart- „ ſter in een kromme Lyn geſchiedt) een „ weinig afwykende van de Lyn of lengte „ van den Staart. Op dezen grond heb „ ik gevonden, dat de damp, die op den „ 25. *January* in het end van den Staart „ was, van 't Hoofd had begonnen op te „ gaan voor den 11. *Dec.*, en gevolgelyk „ in zyne geheele opklimming over de „ 45 dagen doorgebragt had. Maar de ge- „ heele Staart, die zig op den 10. *Dec.* „ vertoond had, had zyne opklimming „ volbragt in die twee dagen, die verloo- „ pen waren van den tyd, dat de Staart- „ ſter in haar *Peribelion*, of digtſte punt „ naar de Zon was. Derhalven ging de „ damp in 't begin in de nabuurſchap van „ de Zon allerſnelſt op, en bleef vervol- „ gens opgaan met een beweging, door zy- „ ne eigen Zwaarte gedurig vertragen- „ de, en hoe hy hooger opging, hoe de „ Staart langer werd. En zoo lang de „ Staart gezien werd, beſtond hy byna „ uit al dien damp, die opgegaan was „ van dien tyd af, dat de Staart-ſter in „ haar *Peribelion*, of digtſte punt naar de „ Zon geweeſt was, en die damp, die „ eerſt was opgegaan, en het end van den „ Staart uitmaakte, verdween niet, voor- „ dat hy, om zynen altegrooten afſtand „ zoo van de Zon als van onze oogen, „ niet meêr gezien kon worden. Hier „ komt het ook vandaan, dat de Staarten „ van andere Staart-ſterren, die kort zyn, „ van hare Hoofden niet opgaan met een „ ſnelle en gedurige beweging, en kort „ daaraan verdwynen, maar beſtendige „ kolommen van dampen en uitwaaſle- „ mingen zyn, die van de Hoofden op- „ gaande met een langzame beweging van „ vele dagen, en deel hebbende met de „ beweging van de Hoofden, die ze in 't „ begin hadden, tegelyk met de Hoofden „ door de Hemelen blyven voortgaan. „ Hieruit kan men weêr opmaken, dat de „ hemelſe ruimtens geenen Weêrſtand „ bieden, omdat in dezelve niet alleen „ de vaſte lighamen van Dwaal en Staart- „ ſterren, maar ook de zeer yle dampen „ van de Staarten der Staart-ſterren hare „ zeerſnelle bewegingen vryelyk volbren- „ gen, en zeerlang behouden.

Vervolgens getoond hebbende, hoe de Staarten der Staart-ſterren, wanneer ze zeer digt by de Zon zyn, tot zulk een onverbeeldelyke hoogte van hunne Hoof- den opgaan, en egter hunne Hoofden in 't bewegen van de Staart-ſterren niet ver- laten, gaat hy dus voort.

„ Derhalven zullen de Staarten, die in „ de *Peribelions*, of digtſte punten der „ Staart-ſterren naar de Zon, met hunne „ Hoofden in zeer ver afgelegen gewes- „ ten meêgaan, en van daar af tot ons „ wederkeeren na verloop van vele jaren, „ of liever, aldaar verdund zynde, al-

V. Les. eerſt te verminderen, en dan geheel op te houden, en vervolgens terug gevoerd te worden in een tegenſtrydigen Streek (het welk volgen moet, wanneer een lighaam, dat van het Ooſten naar het Weſten beweegt, valt in een Draai-kolk, welkes Stof van het Weſten naar

„ lengskens verdwynen. Want naderhand
„ moeten 'er in het dalen van de Hoof-
„ den naar de Zon nieuwe korte Staarten
„ met een langzame beweging van de
„ Hoofden uitgaan; en die Staarten moe-
„ ten van langzamer hand onbedenkelyk
„ vergroot worden, inzonderheid in die
„ Staart-ſterren, die in hare *Peribelions*,
„ of digtſte punten naar de Zon, zoo laag
„ dalen, dat ze in den Damp-kring van
„ de Zon komen. Want alle damp wordt
„ in die vrye ruimtens gedurig veryld en
„ uitgezet. En hier komt het vandaan,
„ dat de Staarten van alle Staart-ſterren
„ aan hunne bovenſte enden breeder zyn,
„ dan digt aan de Hoofden. En 't is niet
„ onwaarſchynelyk, dat de damp, dus ge-
„ durig veryld en uitgezet, ten laatſten
„ verſtrooid en verſpreid wordt door de
„ gantſe Hemelen, en van tyd tot tyd
„ door zyne Zwaarte van de Dwaal-ſter-
„ ren aangetrokken, en met haren Damp-
„ kring vermengd wordt. Want gelyk de
„ Zeen tot de geſteltenis van onze aarde
„ noodzakelyk zyn, opdat de Zon door
„ hare hitte uit dezelven genoegzame
„ dampen doe opgaan, die of; tot wolken
„ vergaard, in regen nedervallen, om de
„ aarde te beſproeijen, en vrugtbaar te
„ maken, om Gewaſſen voort te brengen,
„ of op de toppen van de bergen door de
„ koude inééngepakt (gelyk eenige Filo-
„ ſofen oordeelen) in Fonteinen en Ri-
„ vieren afloopen; zoo ſchynen de Staart-
„ ſterren ook noodzakelyk tot onderhoud
„ der Zeen, en vogten in de Dwaal-ſter-
„ ren, om door hare dampen en uitwaas-
„ ſemingen, byeen gepakt, 't verlies van
„ de vogten der Dwaal-ſterren, tot voe-
„ ding en verrotting beſteed, en in drooge
„ aarde veranderd, gedurig te vergoeden,
„ en te herſtellen. Want alle Gewaſſen
„ hebben haren geheelen groei van vog-
„ ten, en worden naderhand door verrot-
„ ting voor een groot gedeelte in drooge
„ aarde veranderd, en uit verrotte vog-
„ ten zet zig altyd op den grond een ſoort
„ van ſlibbe. Hieruit moet volgen, dat
„ de grootte van de drooge of vaſte aarde
„ gedurig vergroot, en dat de vogten, in-
„ dien ze niet van elders toegevoerd wer-
„ den, gedurig zouden verminderen, en
„ eindelyk ontbreken. Ook heb ik ver-
„ moeden, dat die Geeſt, die wel het
„ kleinſte, maar ook het fynſte en beſte
„ gedeelte van onze Lugt, en tot het le-
„ ven van alle dingen zoo noodzakelyk
„ is, voornamenlyk uit de Staart-ſterren
„ voortkomt.

„ De Damp-kringen der Staart-ſterren
„ worden in haar dalen naar de Zon, door
„ haar uitſchieten in de Staarten, ver-
„ kleind, en worden enger, ten minſten
„ aan die zyde, die naar de Zon gekeerd
„ is, en in haar afwyken van de Zon,
„ wanneer ze minder in de Staarten uit-
„ ſchieten, worden ze weêr vergroot,
„ indien *Hevelius* hare Verſchynzelen
„ maar wel heeft aangeteekend. Maar al-
„ lerkleinſt vertoonen ze zig, even nadat
„ de Hoofden meeſt door de Zon verhit
„ zyn, en daardoor de langſte en helder-
„ ſte Staarten uitſchieten, en miſſchien
„ worden de *Nuclei* [*Kernen*] op dien tyd
„ met een dikker en zwarter róók om-
„ ringd in de laagſte gedeeltens van ha-
„ ren Damp kring. Want alle róók, die
„ door een overgroote hitte veroorzaakt
„ wordt, is gemeenelyk dikker en zwar-
„ ter. Dus heeft het Hoofd van de Staart-
„ ſter, die we beſchreven hebben, op
„ evengelyke afſtanden zoowel van de
„ Zon als van de aarde, zig duiſterder
„ vertoond, nadat ze haar *Peribelion*, of
„ digtſte

naar het Ooſten beweegt) hare beweging verſnelde in haar dalen naar de Zon. V. Les.

46. Schoon men de Middel-ſtof, waarin de Dwaal-ſterren bewegen, zeerwel een *Vacuum*, of ydele of ledige ruimte kan noemen; moet

„ digtſte punt naar de Zon, gepaſſeerd „ was, dan tevoren. Want in de maand „ van *December* werd het gemeenelyk ver„ geleken met de Sterren van de derde „ Grootte, maar in *November* met die „ van de eerſte of tweede Grootte. En „ die beide de Verſchyningen gezien heb„ ben, hebben de eerſte beſchreven als „ een andere en grooter Staart-ſter.

Dit beveſtigt de Ridder *Newton* door de Waarnemingen van verſcheiden Sterrekundigen, en geeft vervolgens een Voorſtel wegens den Wandel-kring van een Staart-ſter (waartoe en tot alles, wat we van 't zyne hebben overgeſlagen, we den wiskundigen Lezer wyzen) en eenige Tafels van Waarnemingen van de plaatzen der Staart-ſterren; en eindelyk ſpreekt hy van de Staart-ſterren in 't algemeen met de volgende woorden.

„ De Staart-ſterren moeten om haar „ groot getal, om den grooten afſtand van „ hare *Aphelions* van de Zon, en om de „ traagheid harer bewegingen in de *Aphe„ lions*, door hare onderlinge Zwaarte„ kragten wat verward worden, of ver„ ſchrikken, en hare Buiten-middelpun„ tigheden, en tyden harer Omloopen „ ſomtyds wat vergroot, en ſomtyds wat „ verkleind worden. Derhalven moet „ men niet verwagten, dat dezelfde Staart„ ſter net in den zelfden Wandel-kring „ en in dezelfde Kring-tyden weêrom zal „ komen. Het moet genoeg zyn, indien „ men geen grooter veranderingen ont„ dekt, dan van de gemelde oorzaken „ afhangen.

„ En hieruit kan men de reden zien, „ waarom de Staart-ſterren niet binnen „ den *Zodiak*, of Dieren-riem, blyven, „ maar daar buiten gaan, en door ver„ ſcheiden bewegingen naar alle gewes„ ten van de Hemelen gevoerd worden; „ namenlyk opdat ze in hare *Aphelions*, „ of verſte punten van de Zon, alwaar „ hare bewegingen zeer langzaam zyn, „ ver van elkander af zouden wezen, en „ door onderlinge Aantrekking minder „ verwarring of verſchrikking onderhe„ vig zyn. En hier komt het ook van„ daan, dat de Staart-ſterren, die 't laag„ ſte dalen, en daarom in hare verſte „ punten van de Zon langzaamſt bewe„ gen, ook het hoogſte moeten klimmen.

„ De Staart-ſter, die zig in 't jaar 1680 „ vertoond heeft, was in haar digtſte punt „ naar de Zon, minder van de Zon af „ dan een zesde deel van de Zons Mid„ del-lyn; en moet om hare ongemeene „ Snelheid in die nabyheid aan de Zon, „ en om eenige digtheid of dikte van den „ Damp-kring van de Zon, eenigen „ Weêrſtand en Vertraging ondergaan „ hebben, en een weinig digter aan de „ Zon naderen: en elken Omloop wat „ nader aan de Zon komende, zal ze ein„ delyk op het lighaam van de Zon neêr„ vallen. Ook kan ze in haar verſte punt „ van de Zon, alwaar ze langzaamſt be„ weegt, door de Aantrekking van an„ dere Staart-ſterren wel eens wat ver„ traagd worden, en daardoor met 'er tyd „ op de Zon vallen. Dus konnen ook „ vaſte Sterren, die door haar uitgegeven „ ligt en dampen allengskens bezwyken, „ door Staart-ſterren, die 'er op vallen, „ weêr herſteld worden, en door dat „ nieuwe voedzel weêr beginnende te lig„ ten wel eens voor nieuwe Sterren door„ gaan. Van dat ſoort zyn die vaſte Ster„ ren, die ſchielyk te voorſchyn komen, „ en in 't begin zeer helder ſchynen, en „ dan allengskens weêr verdwynen.

V. Les moet 'er evenwel, dewyl 't ligt door alle de hemelſe ruimtens voortgezet wordt, en 'er eenige fyne Uitvloeizels van de Dwaal- en Staartſterren afgeſcheiden konnen worden, (indien men naaukeurig ſpreken zal) eenige Weêrſtand geboden worden aan de bewegingen der Dwaal-ſterren, ſchoon op vele duizend deelen na zooveel niet, als door middel van onze lugt geſchieden zouw; en die Weêrſtand moet na verloop van vele jaren de beweging der Dwaal-ſterren zoo veranderen, dat ze de herſtellende hand van den Schepper aller dingen vannooden hebben *. Indien 'er eenige Verſchrikking in hare Wandel kringen gevonden wordt, hoe klein ze ook wezen mag, ſedert Sterrekundigen begonnen hebben naauwkeurige Waarnemingen te doen (gelyk velen ſtaande houden dat 'er waarlyk is) is dat genoegzaam om te bewyzen, dat de weereld niet *eeuwig* is, ſchoon 'er al geene andere bewyzen tegen hare eeuwigheid waren.

Men heeft waargenomen, dat de Zon een aanmerkelyken Dampkring heeft. Dewyl hare Oppervlakte om de onverbeeldelyke hitte altyd Uitvloeizels moet uitwerpen, moeten die Uitvloeizels (uitgezonderd zulke, die klein genoeg zyn, om Ligt-deeltjes te worden, en met een ongemeten Snelheid uitgeſchoten worden) om het ligchaam van de Zon zwevende, een Middel-ſtof maken ten minſten zoo digt als onze lugt. Indien 'er dan een Staart-ſter digt genoeg komt, om in 't bereik van den Damp-kring van de Zon te geraken, moet ze, om den Weêrſtand, dien ze ontmoet, elken Omloop nader en nader aan de Zon komen, en 'er eindelyk invallen. Dit kon met 'er tyd het lot wel wezen van de Staart-ſter, die in 't jaar 1680 gezien is, die zoo digt aan de Zon kwam, dat ze in haar digtſte punt naar de Zon, of haar *Perihelion*, niet verder van de Zons Oppervlakte af was, dan een zesde deel van de Zons Middel-lyn. En wat weten we, of 'er niet al meenige Staart-ſter buiten onze kennis en Waarneming in de Zon gevallen zy. En miſſchien dienen deze ligchamen, tot vergoeding van 't verlies, dat de Zon ondergaat met hare weereld ligt te verſchaffen: want ſchoon hier tegen ingebragt zy, dat een Staart-ſter maar een geringe onderſtand zouw wezen, zal ze evenwel, indien ze zoogroot is als de Aarde, in Middel-lyn het

* *Dit is 't gevoelen van den Ridder* Izak Newton. *Zie de Vragen agter zyne* Optica *of Ligt-kunde.* [de laatſte Vraag in de latynſe Druk pag. 345 en 346.]

het 100ſte gedeelte van de Middel-lyn van de Zon uitmaken, dat is, V. Les.
in lighamenlykheid [*Solidity*] het tien honderd duizendſte gedeelte; en dat kan wel zooveel zyn als de Zon in vele jaren in ligt verlieſt. Ja ſchoon de Staart-ſter niet grooter zy dan de Maan (gelyk de meeſte Staart-ſterren onderſteld worden van die grootte te wezen) zouw ze egter een genoegzame toevoer konnen zyn voor het verlies van ligt.

47. Schoon dit maar giſſingen zyn, zal het den Lezer evenwel niet onaangenaam wezen met een Figuur te toonen, hoe een Staart-ſter, wanneer ze eens in den Damp-kring van de Zon gekomen is, daar eindelyk in moete vallen.

Laat A B P *p* (Pl. XXXVI. *Fig.* 3.) de Wandel-kring van een Pl. XXXVI. Staart-ſter zyn, S en F deszelfs Navel-punten, S de Zon, en D *a* C Fig. 3. de Damp-kring van de Zon. Wanneer de Staart-ſter van 't verſte punt van de Zon, of *Aphelion* A, naar 't *Perihelion* toe gekomen is tot B, zal de Aantrekking van de Zon, omdat de Weêrſtand van den Damp-kring van de Zon wat hinderlyk is aan de Verſnelling, die de Staart-ſter moeſt hebben, een grooter kromte aan haren Wandel-kring geven in 't *Perihelion*, hem digter naar zig zelven toebrengen, en tot *b* inplaats van *p* doen komen, wanneer de Staart-ſter weêr van de Zon af gaat; zoodat haar Wandel-kring dan kleiner kromte zal hebben, omdat de Aantrekking van de Zon, wanneer 'er de Staart-ſter van afgaat, regtſtreekſer werkt tegen den Streek van de voort-werpende Kragt. Dit zal het langwerpige Rond langer maken, het *Aphelion* brengen tot *d*, en het Navel-punt in *e* verder van de Zon doen afzyn, dan toen het in F was. In den volgenden Omloop, wanneer de Staart-ſter neêrkomt tot B, zal ze in haar *Perihelion* nog nader aan de Zon komen, en haar verlaten in *a* in een nieuwen Streek, zoodat ze voort zal gaan in een langwerpig Rond, dat nog langer is, welkes verſte Navel-punt is in *f* en 't Aphelion in *g*; en zoovoort, totdat ze ten laatſten neêkome tot de Zon in de Lyn *g* S. Maar indien een Staart-ſter of Dwaal-ſter beweegt in den Wandel-kring *b c*, welkes Navel-punten zyn in de Zon S en in *k*, en welkes *Perihelion c* geheel buiten den Damp-kring van de Zon is, zal de beweging van het omloopende lighaam in vele duizend jaren niet verſchrikt worden.

Andere zaken, die tot de Sterrekunde behooren, kan men niet wel verſtaan, voordat we verklaard hebben

V. Les.

De derde WET van Beweging.

48. *Alle Werking heeft altyd een gelyke Tegenwerking; of de onderlinge Werkingen van twee lighamen op elkander zyn evengelyk, en in tegenſtrydige Streken.*

Al wat iets anders trekt of drukt, wordt van dat andere evenveel getrokken of gedrukt. Indien een man een ſteen drukt met den vinger, wordt de vinger ook van den ſteen gedrukt. Indien een paard een ſteen trekt, aan een touw geſpannen, wordt het paard (indien ik die uitdrukking gebruiken mag) evenveel terug getrokken naar den ſteen: want het geſpannen touw zal, door dezelfde poging om zig zelven te verſlappen en te ontſpannen, het paard zooveel naar den ſteen trekken, als het den ſteen naar het paard trekt, en den voortgang van 't ééne zooveel beletten, als dien van 't andere bevorderen. Onderſtel, dat een paard inſtaat is, om een hinderpaal te boven te komen, die evengelyk is aan 1000 ℔, wanneer 't 'er met de Borſt tegen drukt. Indien het paard dan een ſteen van 100 ℔ trekt, zal 't maar inſtaat zyn, om een hinderpaal van 900 ℔ te boven te komen, dewyl de ſteen zooveel van de Kragt van 't paard wegneemt, als noodig is, om zigzelven vooruit te brengen. Men moet derhalven het woord *zooveel* wel verſtaan, en onderſcheiden van *zoover*. Indien een lighaam op een ander ſlaat, en door zyne Kragt de beweging van het andere verandert, zal dat lighaam ook (uit hoofde van de Evengelykheid van de onderlinge Drukking) een evengelyke verandering ondergaan in zyne eigen beweging naar den tegenſtrydigen kant. De veranderingen, door deze Werkingen gemaakt, zyn evengelyk, niet in de Snelheden (uitgezonderd in zulke gevallen,

(11) Dus is de Aantrekking tuſſen de Aarde en hare deelen evengelyk: want indien men onderſtelt, dat de Aarde FEHIKG (Pl. XXXVII. *Fig.* 2.) in twee evengelyke deelen verdeeld is, is het klaarblykelyk, dat die deelen met evengelyke Kragten tot elkander zouden komen. Maar indien ze verdeeld wordt in twee ongelyke deelen, by voorbeeld EFG, en EIG door een Vlakte EG, zullen ze elkander ook aantrekken, of tegen elkander drukken met evengelyke Kragten (zie *Les* I. N. 11. *Bladz.* 15. *en Aanteekening* 11. *Bladz.* 18 *en volg.*) want indien men van het ſtuk EIG afſnydt het kleiner ſtuk HIK evengelyk aan EFG, zal het grooter ſtuk EHKG de hinderpaal worden, waartegen de twee evengelyke Hoeveelheden van Stof EFG en HIK drukken, terwyl het 'er zelf tuſſen beiden in Evenwigt blyft. Indien men onderſtelde, dat EFG afgeſcheiden was van EIG, zouw

Pl. XXXVII. Fig. 2.

in

PL. XXXVI.

Fig. 1.

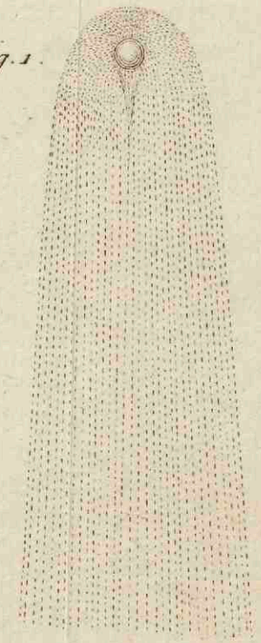


Fig. 3.

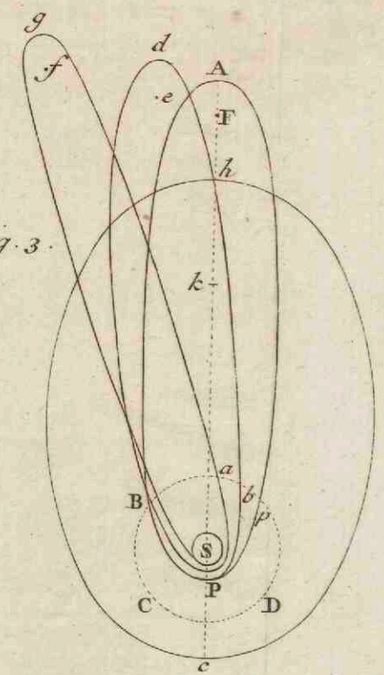
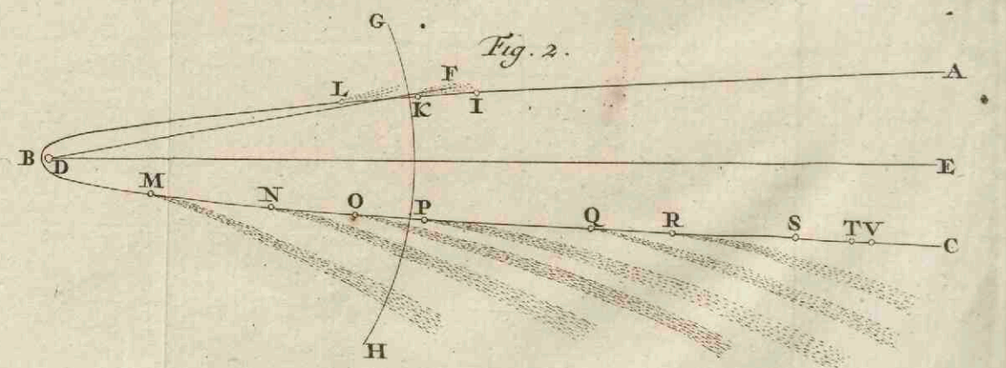
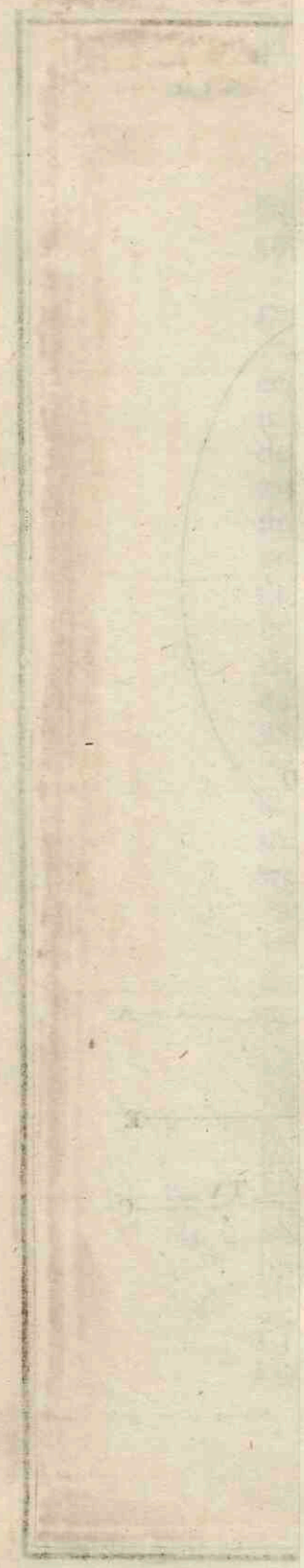


Fig. 2.





len, waarin de twee lighamen dezelfde Hoeveelheid van Stof hebben) maar in de bewegingen of gantſe Kragten [*Momenta*] van de lighamen; dat is te zeggen, indien de lighamen door geen andere beletzelen verhinderd worden. Want, dewyl de Bewegingen even-veel veranderd worden, zyn de veranderingen der Snelheden, naar tegenſtrydige wegen veranderd, overhands evenredig aan de lighamen. *Deze Wet heeft ook plaats in Aantrekkingen.* V. Les.

49. Wanneer men in een vat met water A B (PL. XXXVII. *Fig.* 1.) een Zeilſteen L *l* op een ſtuk kurk laat dryven, en een ſtuk yzer of ſtaal I *i* van 't zelfde gewigt op een ander ſtuk kurk laat dryven, zullen ze naar elkander komen, en elkander ontmoeten in C, het midden van haren afſtand; waaruit blykt dat de Aantrekking onderling geſchiedt tuſſen den Zeil-ſteen en het yzer. PL. XXXVII. Fig. 1.

Het is bekend, dat een lang ſtuk ſtaal, welkes enden over de Polen van den Zeilſteen geſtreken zyn, met het ééne end die Pool zal aantrekken, die het bekragtigd had, maar de andere Pool wegdryven; en op gelyke wys met het andere end. Indien dan I *i* het geſtreken ſtuk ſtaal is, welkes end I zyne kragt gekregen heeft van de Pool L van den ſteen, en *i* van de Pool *l*; zal het ſtaal en de ſteen op de voorſchreven wys byéén komen, wanneer I gelegd wordt naar L. Maar indien of 't end *i* van 't ſtaal gelegd wordt naar de Pool L van den Steen, of de Pool *l* van den Steen naar 't end I van 't ſtaal, en men ze zoo digt naar C brengt, als de ſtukken kurk, waarop ze dryven, toelaten, zal de Steen en 't ſtaal, zoohaaſt ze op zigzelven gelaten worden, elkander wegdryven; waaruit blykt, dat Werking en Tegenwerking evengelyk zyn en in tegenſtrydige Streken, zoowel in de Wegdryvingen als Aantrekkingen (11).

50. A G

in hare neiging naar elkander door hare Zwaarte-kragt het kleine zooveel ſneller naar het groote bewegen, als het minder Stof had dan het groote; zoodat de *gantſe Kragt* in beide evengelyk zynde zy, elkander ontmoetende, tot ruſt zouden komen, elkanders beweging vernietigende. Want indien het groote meêr Kragt had, zouw het in 't oneindige voortgaan, E F G voor zig uit voerende in den Streek I F.

Om de Wet *van* Werking *en* Tegenwerking *te beter te verklaren heb ik het niet ondienſtig geagt hier een voorſtel te laten volgen, 't welk een goed Vriend my meégedeeld heeft.*

VOORSTEL.

Te vinden, welke de Kragt zy, waarmeé gewerkt worde op den Broek van een Stuk Geſchut, wanneer het een Kogel van 24 ℔ ſchiet.

Volgens *Merſennus* geeft een vierentwintig Ponder, 6400 ℔ wegende, zynen Kogel

V. Les. 50. AG en BF (Pl. XXXVII. *Fig.* 3.) zyn twee ſchuitjes van dezelfde grootte en gewigt, dryvende op het water, en in ruſt op den afſtand GF. Een man, die in één van dezelven in G aan een touw trekt, dat vaſtgemaakt is in F, zal door dat trekken de ſchuitjes by-één brengen, en ze zullen elkander ontmoeten in C, het gemeene Zwaarte-punt, het welk hier (omdat ze evengelyk zyn) ook wezen zal op het midden van haren Afſtand (*Les* II. N. 31. *Bladz.* 68.) Wanneer de ſchuiten by elkander zyn in C, en de man de ſchuit FB van zig ſtoot, zal die ſchuit en zyne eigen van elkander afwyken tot evengelyke afſtanden van C. Maar indien de ſchuit FB tweemaal zoogroot was geweeſt (by voorbeeld indien ze geweeſt was FBH) en het gemeene Zwaarte-punt van de twee ſchuiten geweeſt was in *c*, terwyl de afſtand van de ſchuiten geweeſt was GF; zouden door het trekken van den man de ſchuiten elkander ontmoet hebben in *c*, terwyl

Pl. XXXVII. Fig. 3.

Kogel een eenparige Snelheid van 600 *paryſe* voeten in een Sekunde, 't welk 640 *engelſe* voeten maakt. Laat dan 't gewigt van het Stuk genoemd worden $=c=6400$ ℔, 't gewigt van den Kogel $=b=24$ ℔, en de eenparige Snelheid, die 'er 't Kruit aan geeft, $=V=640$ voet in een Sekunde, de Snelheid van het Stuk $=u$. De *gantſe Kragten* van 't Stuk en den Kogel, gegeven door dezelfde Kragt van 't Kruit, zullen evengelyk zyn; derhalven is $cu=bV$; gevolgelyk, $6400 : 24 :: 640 : 2,4 = u =$ de Snelheid van het Stuk Geſchut, indien het agteruit ſprong op een volmaakt gladde waterpas Vlakte. Maar indien het Stuk niet terug kan ſpringen, zal de Kragt van 't Kruit, alleen by wyze van Drukking werkende, aan 't Stuk een Schok geven met een Kragt van $15630 = 6400 \times 2,4$. Derhalven, wanneer een Stuk terug ſpringt, wordt een gedeelte van de Kragt van 't Kruit beſteed, om het een Snelheid te geven van 2, 4 voet in een Sekunde, en 't overige gedeelte werkt op 't Stuk by wyze van Drukking. Hoeveel de geheele Drukking 15630 verminderd worde, wanneer het terug ſpringen is 2, 4 voet in een Sekunde, wordt dus gevonden. Dewyl de geheele Drukking is tot haar gedeelte, gelyk de geheele Snelheid tot haar gedeelte, zullen de twee deelen zyn tot elkander, gelyk $640 - 2,4$: is tot 2, 4; of gelyk 637, 6 : is tot 2, 4; of gelyk 796 : 3. Derhalven moet men 15630 in dezelfde Evenredigheid verdeelen, makende $797 : 3 :: 15630 - x : x$; gevolgelyk $797 + 3\,(800) : 3 :: 15630 : x = 57,6$; welke Hoeveelheid, afgenomen van 15630, overlaat een Drukking van 15572, 4, wanneer het Stuk vryelyk terug ſpringt. Maar dewyl de Bedding [*Plat-form*] voor 't Geſchut niet volmaakt glad is, en gemeenelyk naar agteren wat ryzende, zal het terug ſpringen van het Stuk, dat in dat geval moet ryzen, zoo gering wezen, dat men ten naaſten by de geheele Kragt van 15630, wel mag nemen voor de Kragt, die op het Stuk werkt, en op het geen 't belet terug te ſpringen.

Maar dewyl het niet genoeg is, alleenlyk de gewigten en de Snelheden van den Kogel en 't Stuk Geſchut met elkander te vergelyken (omdat de Kragt, die uitgedrukt wordt door het getal 15630, door eenig ander getal uitgedrukt had konnen worden, gelyk ze uitgedrukt geweeſt zouw zyn door 184320, indien men genomen had 7680 duim inplaats van 640 voet in een

wyl de grootſte ſchuit maar de helft van de lengte doorgegaan was, V. Les.
die de kleinſte doorging. Op gelyke wys, indien ze van elkander af geſtooten werden uit het punt *c*, zouw de Snelheid van hare afwyking overhands evenredig zyn aan hare Maſſaas; dat is, A G zouw tweemaal zoover afwyken als F B H, blyvende het gemeene Zwaartepunt in beide de gevallen in ruſt (*Les* II. N. 32. *Bladz.* 68). Het is hier klaarblykelyk dat de *gantſe Kragten* van beide de ſchuiten altyd evengelyk zyn, ſchoon hare Snelheden alleenlyk dan evengelyk zyn, wanneer de ſchuiten evengelyk zyn; en deze evengelyke *gantſe Kragten*, waardoor de ſchuiten naar tegenſtrydige wegen gevoerd worden, bewyzen, dat Werking en Tegenwerking in alle gevallen, waarin lighamen op elkander werken, evengelyk en tegenſtrydig zyn. Indien de ſchuit A G digt tegen een groot ſchip aan gelegen had, en de man zyne ſchuit had afgeſtooten, zouw hy aan 't ſchip zooveel bewe-

een Sekunde voor de Snelheid van den Kogel) moeten we toonen, wat voor een gewigt, uitgedrukt in getal van ponden op het Stuk drukkende als een gewigt, dat 'er opgelegd was, evengelyk zy aan de Kragt, waarmeê het Kruit het Stuk van binnen drukt, wanneer het den Kogel uitſchiet; 't welk dus gevonden wordt. Laten we onderſtellen, dat de lengte van het Stuk van binnen 12 voet is, en dat het Kruit, wanneer het door 't losbranden uitzet, den Kogel uitdryft met een Snelheid, eenpariglyk verſneld, zoodat de Kogel, wanneer hy buiten 't Stuk is, met een eenparige Snelheid 24 voet in den zelfden tyd bewege, dat hy 12 voet bewoog in het Stuk door de verſnelde Snelheid. Dewyl dan de Kogel door die eenparige Snelheid 640 voet in een Sekunde beweegt, verdoet hy maar $\frac{1}{26\frac{2}{3}}$ en $\frac{3}{4}$ van een Sekunde in 24 voet te bewegen, en verdoet gevolgelyk maar $\frac{1}{20\frac{2}{3}}$ in de lengte van den binnen kant van het Stuk door te loopen. En dewyl de Spaatziën, met verſnelde Snelheden doorgeloopen, zyn gelyk de Vierkanten van de tyden, zal $\left|\frac{1}{26\frac{2}{3}}\right|^2$ zyn: tot $\left|1\text{ Sekunde}\right|^2$; of, 1 : tot $\left|20\frac{2}{3}\right|^2$ (= $711\frac{1}{9}$) :: 12 voet tot $8532\frac{1}{2}$ voet, die de Kogel in een Sekunde gaan zouw met de verſnelde Snelheid, die hy in het Stuk had. Indien derhalven de Zwaarte-kragt met een verſnelde Kragt van 16 voet * in een Sekunde den Kogel een Kragt geeft van 24 ℔ gewigt; moet de Werking van het Kruit, die inſtaat is, om hem in den zelfden tyd een Snelheid te geven van $8533\frac{1}{3}$ voet in een Sekunde, hem een *gantſe Kragt* [*Momentum*] geven, of een Kragt tegen het Stuk Geſchut, die evengelyk is aan een gewigt van 12800 ℔; omdat 16 voet is: tot 24 ℔ :: $8533\frac{1}{3}$ voet: 12800 ℔, dewyl *Werking* en *Tegenwerking* evengelyk zyn.

Indien men eenig merkelyk terug ſpringen voor het Stuk ſchikt, moet de uitwerking van de Drukking van het Kruit verminderd worden volgens dezelfde Evenredigheids Rekening, als we in de eerſte beſchouwing de *gantſe Kragt* verminderden.

* *We hebben* 16 *voet genomen inplaats van* 16, 1, *om Gebrokens te ontgaan.*

V Les. beweging gegeven hebben als aan de ſchuit, ik zeg, dat het ſchip *zooveel* bewogen zouw zyn, maar niet *zoover;* omdat de Snelheid van het ſchip zooveel minder zynde, als het ſchip grooter is dan de ſchuit, voor 't gezigt niet merkelyk geweeſt zouw zyn. En hierom beeldt het gemeen zig in, dat het ſchip in 't geheel niet beweegt; en nog veel minder kan 't zig verbeelden, dat, wanneer een man tegen het land ſtoot, om zyne ſchuit af te duwen, dat hy de geheele Aarde zooveel beweegt, als zyne ſchuit bewogen wordt; ſchoon het een zekere waarheid zy. In 't afſteken van een ſtuk Geſchut ſtoot de uitzetting van het Kruit het Stuk zooveel agteruit, als het den Kogel vooruit ſtoot. Alleenlyk, omdat de Hoeveelheid van Stof in 't Stuk Geſchut zeerveel grooter is, dan in den Kogel, is het terug ſpringen maar van eenige weinige voeten, terwyl de Kogel ſomtyds 10000 voet ver loopt. In 't beſchouwen van het terug ſpringen van het Stuk moet men 'er bydoen de Vryving van 't Roopaard van 't Stuk tegen de aarde, het welk de Snelheid van de beweging van het Stuk nog meêr verminderen zal. Indien het Stuk vaſtgemaakt is aan een ſchip, voelt men maar een ſchok, wanneer men in 't ſchip ſtaat, terwyl het Stuk wordt afgeſtoken, omdat, de gantſe Stof van het ſchip by het terug ſpringende Stuk gevoegd wordende, de Snelheid vermindert naar Evenredigheid van de Stof, die by het Stuk gevoegd wordt, 't welk oorzaak is, dat men het op 't gezigt niet merkt, en alleen door een Schok gevoelt.

51. Werking en Tegen-werking zyn zeer duidelyk te zien in 't roeijen, zwemmen en vliegen. Byvoorbeeld wanneer de man K (Pl. XXXVII. *Fig.* 4.) in de ſchuit IK den Riem naar zig haalt, dryft hy 't water naar H, en 't water dryft de ſchuit evenveel naar D. In 't zwemmen, 't welk niets anders is dan roeijen met handen en voeten, wordt men door het water zooveel voortgeſtooten, als men 't water agteruit ſtoot. Dit zelfde verklaart het vliegen van vogelen, die vooruit geſtooten worden door de Tegen-werking van de lugt tegen hare uitgeſpreide wieken, wanneer ze de lugt met dezelven ſlaan. Byvoorbeeld, indien een vogel de lugt met zyne wieken naar beneden ſlaat met een Kragt, die 10 pond zouw ligten, zal de Tegen-werking van de lugt hem met dezelfde Kragt opwaarts ſtooten; maar indien de vogel één pond weegt, zal de uitwerking van de Tegen-werking van de lugt den vogel maar met een Kragt van 9 pond

Pl. XXXVII. Fig. 4.

pond doen ryzen; dat is, de vogel zal ryzen net gelyk één pond zouw doen, vaſtgemaakt aan een touw over een Schyf loopende, door de Kragt van het dalen van 10 pond aan het andere end van 't touw. Indien de vogel de lugt maar ſloeg met een Kragt, evengelyk aan zyn eigen gewigt, zouw hy voor een tyd in de lugt blyven hangen zonder beweging, gelyk we dikwyls zien van Kuiken-dieven, Valken en andere Roof-vogels. V. Les.

52. De gemelde Wetten van Beweging eens wel verſtaan zynde, kan men de Verſchynzelen van de Getyden ligtelyk oploſſen; maar om de zaak nog duidelyker te maken, zullen we de volgende Aanmerking of Voorbewys vooraf laten gaan.

Indien op drie ligbamen, die agter elkander bewegen den zelfden weg uit met dezelfde Snelheid, een bygevoegde Kragt in elk van dezelven ingedrukt wordt, maar grooter in 't eerſte, kleiner in het tweede, en nog kleiner in het derde; zullen hare afſtanden van elkander gedurig vergrooten, ſchoon ze alle den zelfden weg uit blyven bewegen, en alle Sneller dan ze tevoren deden.

Laten we onderſtellen, dat de drie ſchuiten AG, FB *en* IK (PL. XXXVII. Fig. 3 *en* 4.) *varen langs een Stroom van* L *naar* D, *naar beneden dryvende met een evengelyke Snelheid, en dat 'er maar één man is om de ſchuit* AG *te roeijen, twee man om de ſchuit* FB *te roeijen, en vier man om de ſchuit* IK *te roeijen. Terwyl dan niemand van de roeijers roeit, blyven de ſchuiten, door den Stroom naar beneden dryvende, evenver van elkander af; zoodat, indien een man, in de middelſte ſchuit zittende in* B, *met een langen ſtok bereiken kan de Voor-ſteven van de agterſte ſchuit in* G, *en de Agter-ſteven van de voorſte ſchuit in* I, *hy dat zal konnen blyven doen, zoolang de roeijers niet roeijen; maar indien we onderſtellen, dat alle de roeijers tegelyk beginnen te roeijen, zal de beweging van alle de ſchuiten naar* D *verſneld worden, maar verſcheidenlyk, want de vier roeijers in de voorſte ſchuit zullen ze ſchielyker verſnellen naar* D, *dan de twee roeijers in de middelſte ſchuit, en deze twee laatſte zullen hunne ſchuit ſneller doen gaan, dan de één man in de agterſte ſchuit* AG; *zoodat de man, die in de middelſte ſchuit* FB *een ſtok heeft, niet langer in ſtaat zal zyn om de ſchuit, die voor hem gaat, of die, die agter hem komt, te bereiken; maar zig ligtelyk zal konnen verbeelden (indien hy geen agt geeft op zyne eigen beweging) dat de ſchuit, die voor hem is, ſnel van hem afvaart, en dat die, die agter hem is, terug gaat.* PL. XXXVII Fig. 3 en 4.

V. Les. Deze aanmerking zal ons van dienſt zyn, om de oorzaak van de Getyën te verklaren.

53. Indien de Aarde volmaakt glad was zonder bergen of valeien, zouw de Zee om dezelve een Schors van water maken, welke Schors één-middelpuntig met de Aarde zouw wezen, indien 'er geen ligchaam digt by was, om de gedaante van die Vloei-ſtof door Aantrekking te veranderen. Laat *abcd* (Pl. XXXVII. *Fig.* 5.) in zulk een onderſtelling de Aarde verbeelden, C haar Middelpunt, en ABDE de Oppervlakte van de Zee, die één-middelpuntig is met de Aarde, als evengelykelyk naar het Middelpunt van de Aarde in elk gedeelte wegende. Laten we nu eens onderzoeken, wat uitwerking de Maan in M (zynde CM een afſtand van 60 halve Middellynen van de Aarde) hebben moete. Dewyl Werking en Tegenwerking evengelyk zyn, weegt de Zee zooveel naar de Maan, als de Maan naar de Zee in D weegt [*gravitate*]; maar dewyl de Zee ook weegt naar C, het Middelpunt van de Aarde, met veel meêr Kragt (dewyl ze 40 maal meêr Stof heeft, en 60 maal nader is) kan de Maan, op den afſtand MD haar in een tegenſtrydigen Streek aantrekkende, van de Weging of Aantrekking naar de Aarde maar zooveel afnemen, als hare verſnellende Kragt op dien afſtand MD beloopt. Dit zal het water in D doen opzwellen tot *e*; en op den zelfden tyd zal 't Hoog-water zyn in A, het water ook opzwellende tot *f* aan den anderen kant van de Aarde, terwyl het water in B en E valt, om toevoer te verſchaffen voor het waſſen in *e* en *f*. Indien men 't water beſchouwt in D, de Aarde in C (al haar gewigt brengende tot haar Zwaarte-punt, dewyl het geene Vloei-ſtof is, die hare gedaante kan veranderen) en by de Tegen-voeters [*Antipodes*] van D het water in A, zal men tot het geval komen van de drie ligchamen, of de drie ſchuiten in 't voorgaande Voorbewys: want alle deze drie wegen naar de Maan in M; maar verſcheidenlyk naar mate van haren Afſtand in de volgende Evenredigheden. Het water in D is van de Maan M af 59 halve Aartkloots Middel-lynen, maar het Middel-punt van de Aarde C is van de Maan af 60 halve Middel-lynen. Derhalven zooveel 3600, het Vierkant van de Maans afſtand uit het Middel-punt van de Aarde, grooter getal is dan 3481 het Vierkant van 59, of de Maans afſtand van de Zee in D; zooveel grooter is de Aantrekking van de Maan (dat is, de verſnellende Kragt naar de Maan)

Pl. XXXVII Fig. 5.

Maan) op de Zee in D, dan op de Aarde in C, 't welk de Zee V. Les.
meêr voorwaarts doet komen in *e*; of met andere woorden, dit maakt Hoog-water in *e* onder de Maan. Op gelyke wys is 'er op den zelfden tyd Hoog-water by de Tegen-voeters, of aan den anderen kant van de Aarde in *f*; omdat het water aldaar minder aangetrokken wordende, dan het Middel-punt van de Aarde (in de overhandſe Evenredigheid van 't Vierkant van de Afſtanden, dat is, zooveel als 3600, het Vierkant van den Afſtand van 't Middel-punt van de Aarde, kleiner getal is dan 3721, het Vierkant van AM = 61, den afſtand van de Zee, by de Tegen-voeters, van de Maan) waſſen moet in *f*, als agtergelaten wordende, of zoo ſchielyk niet naar de Maan vorderende als het Middel-punt van de Aarde. Want dewyl de drie ligchamen D, C en A alle naar de Maan neigen, maar D met meêr Kragt dan C, en C met meêr Kragt dan A, moet de afſtand CD zoowel als de afſtand CA vergrooten door die ongelykheden van Kragt den zelfden weg uit werkende.

54. Ik heb dikwyls hooren tegenwerpen, dat het niet waarſchynelyk voorkwam, dat de Maan het water opheſte aan den éénen kant van de Aarde, by voorbeeld in D, door het water meêr aan te trekken dan de Aarde; en het op den zelfden tyd ook opheſte aan den anderen kant van de Aarde in A, door het zelve minder aan te trekken dan de Aarde. Maar deze Tegenwerping verdwynt geheel en al, wanneer men den zin verklaart van 't woord *opheffen*, dat hier wat dubbelzinnig is. In opzigt van de Aarde wordt datgene, dat verder uit het Middel-punt van de Aarde verſchoven wordt, gezegd *opgeheven* of *gerezen* te worden, en in dien zin wordt het water in *f* zoowel *gerezen* als in *e*; maar in opzigt van de Maan in M, zouw het water, indien 't gezegd wordt in D *gerezen* te worden, omdat het komt tot *e* nader aan de Maan, zouw, zeg ik, het water in A, naar *f* gaande, verder van de Maan af, beter gezegd worden *neêrgedrukt*, of agtergelaten te worden, als minder aangetrokken wordende, dan de Aarde. Indien men de Aarde beſchouwt als getrokken naar M, zoodat het gedeelte *ghi* van hare Oppervlakte gebragt worde tot *kal*, terwyl het water blyſt in A, of naar M komt langzamer, dan de Oppervlakte *kal*, zal 't voor een inwoonder in *a* het zelfde wezen, als of het water (zonder agt te geven op de Maan) in A gerezen was van A tot *f*. Om dit nog duidelyker te maken, zullen

V. Les. we onderſtellen, dat een inwoonder van de Aarde in A in Zee ſtaat digt aan Straud, tot zynen middel toe in 't water, met zyne voeten naar *a* en met zyn hoofd naar Z, het *Zenith*, of 's Hemels Top-punt. Indien de Maan in 't *Nadir*, of Voet-punt, is in N (dat is, onder de Aarde in opzigt van den man in A) zal de Aarde, waarop de man ſtaat neêrgetrokken worden, terwyl de Oppervlakte van 't water zoo ſchielyk niet daalt. 'T gevolg hier van zal wezen, dat de man tot zynen hals in 't water zal raken, daar hy 'er te voren maar tot zynen middel toe in was. En indien hy niets weet van de Werking van de Maan in het neêrtrekken van den grond, waarop hy ſtaat, zal hy zeggen, dat het het water is, dat ryſt — en dit is wezentlyk het geen wy noemen het inkomen van het Ty', wanneer we de Maan by onze Tegen-voeters hebben.

55. Ten gevalle van Lezers, die niet voldaan mogten zyn met het geen tot dusver van de Getyën gezegd is, zal ik 'er een Oplosſing van geven volgens de Water-weging, alleenlyk ééne duidelyke Stelling van de Water-weging vooraf aannemende, namenlyk, dat *alle vogten van dezelfde ſoort-onderſcheidende Zwaarte *, die, in verſcheiden vaten bevat, gemeenſchap met elkander hebben, op dezelfde hoogte ſtaan; maar indien 'er in eenige van de vaten een vogt is, in ſoort-onderſcheidende Zwaarte ligter, dan de anderen, dat die vogt zooveel hooger zal ryzen, als ze in ſoort-onderſcheidende Zwaarte ligter is, om't Evenwigt te herſtellen.* Men moet dan aanmerken, dat de punten D, E, A, B, even ver uit het Middel-punt van de Aarde C zynde, even hoog zyn, en dat de wateren op die plaatzen, die we onderſtellen gemeenſchap met elkander te hebben, wegen naar het Middelpunt van de Aarde in de Lynen DC, EC, AC en BC in de evengelyke kolommen D*c*, E*d*, A*a* en B*b*, terwyl 'er geen ander lighaam dan de Aarde de wateren aantrekt. Maar wanneer de Maan in M is, worden de water kolommen in D*c* minder zwaar naar C, dan ze te voren waren, omdat de Maan haar aantrekt in een tegenſtrydigen Streek (*nam.* van D naar M) 't welk dezelfde uitwerking zal hebben, als of het water aldaar in ſoort-onderſcheidende Zwaarte ligter was, gelyk

* *Een lighaam wordt gezegd in ſoort-onderſcheidende Zwaarte* [ſpecifical'y] *zwaarder te wezen dan een ander, wanneer het meer Stof bevat onder dezelfde grootte, of evenveel Stof onder een kleiner grootte.*

gelyk het wezen zouw, indien het zyne Zoutheid verloor. Maar de kolommen in B en E worden niet minder zwaar naar C, omdat de Maan, in den Haak trekkende aan BC en EC, de neiging van de wateren in B en E naar C niet vermindert; waarom ze hare volle Zwaarte behouden, 't welk haar zwaarder doet zyn dan de kolommen in D, die wat van hare Zwaarte naar C verloren hebben. Hierom zullen de wateren vallen in B en E, en waſſen in D, totdat ze, van D opkomende tot *e*, zooveel in Hoeveelheid daarby gedaan hebben, als ze in ſoort-onderſcheidende Zwaarte verloren hadden; waardoor het Evenwigt herſteld zal worden. Op gelyke wys worden de kolommen van water in A, die minder neiging [*Tendency*] hebben naar C dan de wateren in B en E, ook als ligter in ſoort-onderſcheidende Zwaarte; en derhalven moeten ze, om het Evenwigt te behouden, een bygevoegde Hoeveelheid van water krygen van B en E, die haar doen waſſen tot *f*. V. Les.

56. Ik zie hier een Tegenwerping te gemoet, die in 't begin van groote Kragt ſchynt; *nam.* dat, dewyl de wateren in D door de Aantrekking van de Maan een Neiging hebben naar de Maan in den Streek DM, de wateren in A ook een Neiging naar de Maan moeten krygen in den Streek AM door de Werking van de Maan, ſchoon die Werking in A geringer zy dan in D; en gevolgelyk dat, inplaats dat hare Zwaarte of Neiging naar C verminderd zouw worden, vermeerderen moet, hoe klein de byvoeging ook wezen mag; en daarom meêr moeten drukken naar C, dan de wateren in B en E, en dus lager moeten zyn in A, inplaats van te waſſen tot *f*.

Om deze tegenwerping te beantwoorden moet men bedenken, dat, dewyl de Aarde in C meêr aangetrokken wordt naar de Maan, dan het water in A, dit het zelfde is, als of het Zwaarte-punt van de Aarde van C gebragt werd tot *m*, en hierdoor zal het water in A zooveel minder aangetrokken worden naar C, uit hoofde van den grooter afſtand *Am* inplaats van AC (*Les* I. N. 17. *Bladz.* 18.) dat het zelf met de bygevoegde Kragt, die de Maan geeft in den zelfden Streek, minder Neiging naar het Middel-punt van de Aarde zal hebben, dan het water in B en E, en gevolgelyk moet het waſſen tot *f* door den vloed van water van B en E.

57. Daar is een andere tegenwerping, die den gantſen grondſlag van deze redenering over de Getyën ſchynt omver te werpen, en 't

geval

V. Les. geval geheel te doen verſchillen van het voorbeeld van de drie ſchuiten, 't welk we tot opheldering voorſtelden. Teweten, indien de Aarde C en de wateren in D en A (gelyk in 't geval van de drie ſchuiten) alle naar de Maan gevoerd werden, dat de Aarde en de Maan dan met 'er tyd by elkander moeſten komen; maar dat men de minſte nadering niet beſpeuren kan, dewyl de afſtanden van de Aarde en de Maan alleenlyk veranderen overeenkomſtig met de natuur van de kromme Lyn, waarin de Maan beweegt, en de vereenigde Werkingen van de Zon en de Aarde volgens den verſcheiden Stand van die drie lighamen, en den verſcheiden afſtand van de Aarde uit de Zon, voor zooveel ze om dezelve loopt in een langwerpig-ronden Wandel-kring.

Hierop antwoorden we, dat men bedenken moet, dat het een onloochenbaar gevolg is van de onderlinge Aantrekking van alle lighamen, en van de 3de *Wet*, dat de Aarde zoowel naar de Maan moet wegen of aantrekken, als de Maan naar de Aarde. Maar men moet niet verwagten, dat men de Aarde digter naar de Maan zal zien gaan, omdat een andere oorzaak die uitwerking teniet doet. Want de Maan en de Aarde (gelyk we *Les* II. N. 32. *Bladz.* 68 en 69. hebben aangemerkt) gelykvormige langwerpige-ronden om haar gemeene Zwaarte-punt beſchryvende, verkrygen door de Snelheid van hare beweging zulk een middelpunt-ſchuwende Kragt, als hare middelpunt-trekkende Kragt naar het gemeene Zwaarte-punt evenaart, of de uitwerking daarvan wegneemt. Hierdoor wordt maar alleen een Neiging [*Tendency*] overgelaten, en geen zigtbare uitwerking in de Aarde zelf. Maar in opzigt van de wateren moet die Neiging een zigtbare uitwerking voortbrengen, ſchoon ze de Aarde niet verlaten; omdat 'er een gemeenſchap is van 't water in B en E met het water in D en A. En dewyl we reets bewezen hebben, dat de wateren in D en A een minder Neiging hebben naar C het Middelpunt van de Aarde, dan de wateren in B en E; zal de uitwerking van die Neiging zyn, dat de wateren moeten waſſen in A en D, en vallen in B en E, om 't Evenwigt te behouden. Maar, indien 'er geene gemeenſchap was tuſſen B, E, A en D, zouw 'er geen zigtbare uitwerking wezen; dat is, het water zouw in D en A niet waſſen, gelyk het ook waarlyk niet doet in Meren en Zeen, die geene gemeenſchap hebben met den Oceaan, of ze moeten van een zeergroote uitgeſtrektheid wezen.

58. Het

58. Het geen we vervolgens te bewyzen hebben in opzigt van de Getyën is het beurtelings waſſen en vallen van 't water op elke plaats. By voorbeeld, indien het te *Portsmouth* 's middags Hoog-water is, zal 't 'er 's avonds een weinig na zeſſen Laag-water wezen; vervolgens ontrent midder-nagt of zes uren daarna weêr Hoog-water; 's morgens ten zeſſen Laag-water; en den volgenden dag ontrent den middag weêr Hoog-water, *enz.* Uit het gezegde blykt, dat de wateren om de Aarde door de Aantrekking van de Maan zig tot een langwerpig ból-agtig Rond [*Sphæroïd*] ſchikken, welkes langſte As, verlengd zynde, door het Middel-punt van de Maan gaat; gelyk het ból-agtig Rond *e E f B*, welkes As is *ef*, en die verlengd zynde door het Middel-punt van de Maan in M gaat. Laten we nu onderſtellen, dat D een Zee-haven is aan den Oceaan, by voorbeeld op *Lukajo*, ééne der *Bahamaa's* Eilanden, op 27 Graden noorder Breette, en dat C zoowel de As als 't Middel-punt van de Aarde is; en dat *Lukajo* op den middag is in D, alwaar het water onder de Maan M is. Dewyl de Aarde van het Weſten naar het Ooſten draait, zal *Lukajo* in zes uren gebragt zyn tot B, alwaar het water laag is (want het ból-agtige Rond van 't water zal onbewegelyk blyven in opzigt van de Maan, die we in ruſt onderſtellen in M, terwyl alle landſchappen van de Aarde rond gaan in den Cirkel D B A E, of andere Cirkels, die met dezen evenwydig zyn), in de volgende zes uren zal *Lukajo* komen tot A, alwaar het Hoog-water zal hebben; zes uren daarna zal het in E zyn, alwaar het water laag is; en eindelyk zal het weêr keeren tot D des anderen daags 's middags, en dus Hoog-water hebben.

De waarheid van de zaak is, dat, indien het dezen dag 's middags ergens Hoog-water is, dat het morgen geen Hoog-water zal wezen voor 53 Minuten, dat is, byna een uur na den middag. De oorzaak hiervan is, dat de Maan in de Hemelen niet in ruſt blyft, gelyk we nu onderſteld hebben, maar in haren Wandel-kring 13 Graden en 10½ Minuten beweegt, byvoorbeeld door den Boog M *m* (Pl. XXXVII. *Fig.* 6.) in den tyd van 24 uren, zoodat, wanneer de ééne of de andere plaats van de Aarde, byvoorbeeld *Lukajo*, gegaan is van *a* tot *b*, vervolgens tot *c* en tot *d*, en eindelyk tot dezelfde plaats op het zelfde uur in *a*, de Maan niet langer in M maar in *m* zynde, het Hoog-water met de Maan van plaats veranderd zy, en de lange As van het ból-agtige Rond niet meêr *ac* maar *ef* zy; en daarom moet Pl. XXXVII. Fig. 6.

V. Les. *Lukajo* bewegen geheel tot *f*, alwaar het Hoog-water is naar de Maan toe, wordende het ból-agtige Rond van 't water nu verbeeld door het geſtipte langwerpige Rond, welkes As, verlengd zynde, is *efm*; en de tyd van die beweging zal ontrent 53 Minuten zyn, tegen 15 Graden in een uur, die elk landſchap van de Aarde beweegt van 't Weſten naar 't Ooſten.

59. Behalven dit beurtelings waſſen en vallen van 't water tweemaal in 24 uren, heeft men ook waargenomen, dat op den tyd van volle of nieuwe Maan de Ty'en (die men dan *Spring-ty'en* noemt) grooter zyn dan op den tyd van de Kwartieren, dat is, wanneer de Maan zig aan ons gehalveerd vertoont; en gelyk de Vloed hooger gaat, gaat de Ebbe ook lager, wanneer de Maan vol, en wanneer ze nieuw is. Die Ty'en, die men op de Kwartieren heeft, worden *doode Ty'en* genoemd. En de oorzaak van beiden is de vereenigde Werking van de Zon en de Maan.

Indien men de Werking van de Zon op de wateren, en de Tegenwerking van de wateren beſchouwt, gelyk we in opzigt van de Maan gedaan hebben, zal men (om dezelfde redenen) bevinden, dat de wateren waſſen moeten onder de Zon en by de Tegen-voeters; maar dewyl de Aantrekking van de Zon, uit hoofde van haren grooten Afſtand, ruim vyfmaal minder is, dan die van de Maan *, moeten alle de uitwerkingen, de reſt eveneens zynde, ruim vyf maal minder zyn. En dewyl de Maan en Zon beide op de wateren werken, waſt het water, wanneer hare Werkingen zig vereenigen (gelyk ze doen met *volle* en *nieuwe* Maan) een vyfde hooger, en valt een vyfde lager; en wanneer hare Werkingen met elkander ſtryden (gelyk ze doen in de Kwartieren) waſſen en vallen de Ty'en een vyfde minder. De Ridder *Izak Newton* heeft (in zyne *Beginzelen* III. B. 38. St.) bewezen, dat de Maan in ſtaat is, om het water van den Oceaan

* *De zigtbare Oppervlakte van ligbamen vermindert, gelyk de Vierkanten harer Afſtanden vergrooten, en 't Vermogen van de Aantrekking van ligbamen (dat is, hare* verſnellende Kragt) *vermindert in dezelfde Reden* (Les I. Aant. 11. Bladz. 18.) *Indien derhalven de Zon en de Maan van dezelfde Digtheid en Vaſtheid* [Denſity] *waren, zouden hare Aantrekking op de Aarde en Zeen evengelyk zyn, wanneer hare ſchynbare Middel-lynen evengelyk zyn. Maar dewyl de Zon ontrent 5 maal minder Stof heeft, dan een Maan van dezelfde grootte zouw hebben (dat is, dewyl ze 5 maal minder digt en geſloten* [denſe] *is, heeft ze 5 maal minder Kragt op zig zelve* [abſolute Force], *en moet daarom 5 maal minder Vermogen hebben, om de Zee te bewegen.*

Oceaan 10 voet op te heffen, en dat de Zon het maar 2 voet doen kan. Derhalven zal het water, wanneer hare Werkingen zig vereenigen, 12 voet waſſen; en wanneer hare Werkingen tegen elkander ſtryden, zal het water maar 8 voet waſſen. Maar dit zal door een Figuur beter verſtaan worden. V. Les.

ACB (Pl. XXXVII. *Fig.* 7.) is de Aarde, welker Middel-punt is in C, M of *m* de Maan, welker Werking het water brengt tot het langwerpige ból-agtige Rond *abcd*, welkes As verlengd wordende door de Maan gaat. S is de Zon, die, indien 'er geene Maan geweeſt was, het water opgeheven zouw hebben tot *e*, en aan den anderen kant tot *f*, zoodat het gebragt zouw zyn tot het ból-agtige Rond *efgh*, minder langwerpig dan dat van de Maan [*dat is, dat door de Maan veroorzaakt zouw worden*]. Maar indien de Zon en de Maan in dezelfde Lyn zyn, (gelyk met volle Maan in M en met nieuwe Maan in *m*) vallen de Aſſen van de twee ból-agtige Ronden op elkander, zoodat het water, dat door de Maan maar tot *c* en *a* opgeheven zouw zyn, door de bygevoegde Kragt van de Zon opgeheven zal worden tot *i* en *k*, 12 voet inplaats van 10 voet, en gevolgelyk zooveel lager neêrgedrukt zal worden in *d* en *b*. Maar indien de Zon, terwyl de Maan in M of *m* is, in *s* of *t* was (dat is, in de Kwartieren, wanneer de Maan zig half vertoont) zouw de Werking van de Zon in ſtaat zyn, om het water op te heffen tot *g* en *h*, indien ze alleen werkte. Maar dewyl de Maan op den zelfden tyd het water in *c* en *a* opheft, zal alle de uitwerking van de Kragt van de Zon alleenlyk het water beletten zoo hoog te waſſen onder de Maan, en aan den anderen kant van de Aarde, als de Maan het zonder dat beletzel veroorzaakt zouw hebben; zoodat het water, in plaats van te waſſen tot *c* en *a*, maar waſt tot *e* en *f*, 8 voet inplaats van 10 voet, en maar neêrgedrukt wordt tot *g* en *h*, inplaats van te vallen tot *d* en *b*. Dus worden de *doode Tyën* veroorzaakt door de tegenſtrydige, gelyk de *Spring-tyën* door de vereenigde Werkingen van de Zon en Maan. Pl. XXXVII. Fig. 7.

Dewyl de Zee-ſtranden zeer onregelmatig zyn, de Zee van verſcheiden diepte is, en de Rivieren ſneller of langzamer in Zee loopen met en tegen Ty', en 't water niet eveneens loopt in Baaien, Zeeboezems en Straten of Zee-engtens, moet men dezelfde regelmatigheid van Tyën, waarvan we geſproken hebben, niet overal verwagten, gelyk in den ruimen Oceaan; maar, indien men de Ondervin-

V. Les. dingen en hare omſtandigheden regt onderzoekt, kan men alle de Verſchynzelen, die de Tyën betreffen, uit de verklaarde beginzelen oploſſen. Die geleerde en onvermoeide Sterrekundige, Dr. *Halley*, heeft dit getoond in het eerſte Stuk van de *Miſcellanea curioſa*, en de *Filoſ. Transactien*, N. 162., alwaar hy de Beſchouwing [*Theory*] van den Ridder *Izak Newton* uitgebreid, en op vele gevallen toegepaſt heeft, waarvan men buiten dat geene reden zouw konnen geven; bewyzende door een Oplosſing van zeer moeijelyke Verſchynzelen, dat de Beſchouwing zig uitſtrekt tot alle bekende gevallen, en die getrouwelyk verhaald worden. Die begerig zyn hier meêr van te weten, wys ik tot de 37ſte *Stelling* van het 3de *Boek* van den Ridder *Izak Newton's Beginzelen*, en de gemelde Redenvoering van Dr. *Halley*. Daar zullen ze vinden, hoe het water op eenige plaatzen tot vervarelyke hoogtens waſſe, van 40, 50, ja boven de 60 voet, gelyk te *Chepſtow* boven *Briſtol*, te *St. Malo*, te *Avranches* in *Normandyen*, *Cambaja en Pegu in Ooſt-indien*. — waarom 'er op ſommige plaatzen geene merkelyke Tyën zyn, gelyk in de *middellandſe* Zee, de *kaspiſe* Zee, de *zwarte* Zee, en in Meren. — waarom de Tyën zoo buitengewoon zyn te *Tonkin* in *China*, alwaar men maar ééne Vloet en Ebbe heeft in 24 uren, en tweemaal elke maand in 't geheel geen Ty'. — waarom de Maan op ſommige plaatzen een weinig door het Zuiden moet zyn, om Hoog-water te maken, en waarom de hoogſte Spring-tyën niet net zyn op de *Volle-* en *Nieuwe*-Manen, nog de *Doô-tyën* op de Kwartieren, maar gemeenelyk de derde Tyën daarna, uit hoofde van den Weêrſtand, dien het water ontmoet, en die het belet de Maan zoo ſchielyk te volgen, als het doen zouw, indien het boven de Oppervlakte van een gladde Aarde ſtond. Ik zal nog maar ééne zaak verklaren, eer ik van dit onderwerp affcheide, *nam.* de Verſchynzelen van de Tyën in den tyd van de Gelykheden van dag en nagt [*Æquinoctial Tides*], welke Tyën, ontrent de Gelykheden van dag en nagt van de Lente en van den Herfſt hooger zyn dan op eenigen anderen tyd; en minſt hoog van alle op den tyd van de Stil-ſtanden van de Zon [*Solſtices*].

Pl. XXXVII. Fig. 8. 6o. Laat 1C2D (Pl. XXXVII. *Fig.* 8.) den Wandel-kring van de Aarde verbeelden, en S de Zon in 't midden van den zelven; 1 en 2 de Aarde op den tyd van den ſomerſen en winterſen Stil-ſtand van de Zon; 3 en 4 de Aarde in den tyd van de Gelykheid van dag en

en nagt. Laten we vooreerſt eens onderzoeken, wat 'er op eenige byzondere plaats, by voorbeeld *Lukajo*, hiervoor gemeld, gebeuren zal, wanneer het voor dat geweſt ſomerſe Stil-ſtand van de Zon is, gelyk in 1. Indien de Maan is in de Lyn A S, dat is, wanneer ze vol of nieuw is, in de Koppel-punten [*in the Syzygy*] gelyk de Sterrekundigen ſpreken, zal A L de lange As zyn van het ból-agtige Rond van 't water, en de wateren zullen hoogſt zyn in L en A. *Lukajo* dan op den middag in L zynde zal Hoog-water hebben, en dat op een plaats, alwaar het ból-agtige Rond hoogſt is; maar middernagt zal *Lukajo* komen tot E, alwaar het wel Hoog-water zal hebben, maar op ver nog na zoo hoog niet, als dat het geweeſt was in A de Tegen-voeters van L. Dewyl de evenwydige Cirkel van *Lukajo*, dat is, de Vlakte van dien Cirkel (zoowel als alle andere evenwydige Cirkels, waarin de byzondere landſtreken van de Aarde om den As van de Aarde omloopen) een Hoek maakt met den As van het ból-agtige Rond van water, is de omdraaijing van de Oppervlakte van de Aarde ſcheuin met de beweging van 't water, door de werking van de Zon en de Maan veroorzaakt, en gevolgelyk wordt het waſſen van 't water verminderd door de Stranden, die het een anderen weg heen voeren. In den winterſen Stil-ſtand van de Zon, wanneer de Aarde in 2 is, heeft *Lukajo*, des middags in F zynde, wel Hoog-water, maar 't water is op ver nog na zoo hoog niet als in G, by de Tegen-woonders * [*Antoeci*] van *Lukajo*; maar middernagt is *Lukajo* gebragt tot H, alwaar het een zwaar Ty' heeft, omdat het water daar op de hoogſte plaats van het ból-agtige Rond is. V. Les.

G E V O L G.

Hieruit volgt, dat de noordelyke landſchappen in den ſomerſen Stil-ſtand van de Zon den Vloed by dag hooger hebben dan by nagt; maar anders-om in den winterſen Stil-ſtand van de Zon: en 't zelfde geſchiedt in de zuidelyke landſchappen in de tegengeſtelde maanden.

Wan-

* [Antoeci zyn volkeren die wel opden zelfden Middag-cirkel maar in tegengeſtelde evenwydige Cirkels wonen, of de ééne zoover noordelyk van den Linie-cirkel als de andere zuidelyk, dog beide op den zelfden Middagcirkel of de zelfde Graad van Lengte.]

V. Les. Wanneer de Aarde in 3 of 4 is, alwaar men de Gelykheden van dag en nagt heeft, is het water hoogſt in C en D, omdat de Zon dan in de Vlakte van den Linie-cirkel [*Æquator*] IK is; zoodat elk landſchap, dat Hoog-water gehad heeft over dag, gelyk in 't halve Aard-kloots Rond I4KC, even hoog water zal hebben in den nagt 12 uren en een halfdaarna, gelyk in 't halve Aard-kloots Rond I3KD. De middelpunt-ſchuwende Kragt van elke plaats helpt het water ook waſſen, omdat elke evenwydige Breettens-cirkel zyne Vlakte evenwydig heeft met den As van het ból-agtige Rond. Maar dit zal nog duidelyker blyken door de 9de *Figuur*, alwaar P*p* de As van de Aarde is, ÆQ de Linie-cirkel, ÆN *pn*QP het ból-agtige Rond van 't water, gerezen door de Zon S en de *nieuwe Maan* M, wanneer L *Lukajo* 's middags Hoog-water heeft. Het is klaarblykelyk, dat *Lukajo*, tot *l* gekomen zynde, middernagt ten naaſten by zoo hoog water zal hebben, als het 's middags gehad had. Het zelfde kan men van eenige andere plaats ook zeggen, gelyk van de Tegen-woonders [*Antoeci*] van *Lukajo* in N, die, middernagt gekomen zynde tot *n*, ten naaſten by zoo hoog water zullen hebben, als ze 's middags hadden in N. Op gelyke wys zullen die genen, die in Æ wonen in den tyd van twaalf uren en een half het water even hoog vinden in Q.

Pl. XXXVII. Fig. 9.

NB. *Dewyl de Zon digtſt aan de Aarde is in den winter, hebben we de hoogſte Tyën in dien Stil-ſtand van de Zon, die den Winter maakt in onze noordelyke landen; en hieruit volgt ook, dat de grootſte Spring-tyën niet net zyn op den tyd van de Gelykheden van dag en nagt, maar een weinig voor de Gelykheid van dag en nagt in de Lente, en een weinig na die van den Herfſt.*

Van de SLINGERS.

61. Een Slinger is een zwaar lighaam van allerlei ſoort, het welk vaſtgemaakt aan een ſnoer of getrokken Draad neêr hangt uit een punt, waaraan het opgehangen wordt, gelyk de Slinger P (Pl. XXXVIII. *Fig.* 1.) hangt uit het Middel-punt C aan den draad CP. Indien nu zulk een lighaam uit zyn laagſte punt P gehaald wordt tot een ander punt, byvoorbeeld A; zal het, zoohaaſt het los gelaten wordt, niet alleen weêr neêrkomen tot P, van waar het gekomen was, maar voortgaan, totdat het opgerezen zy tot B, tot een hoogte even-

Pl. XXXVIII. Fig. 1.

PL. XXXVII.

Fig. 1.

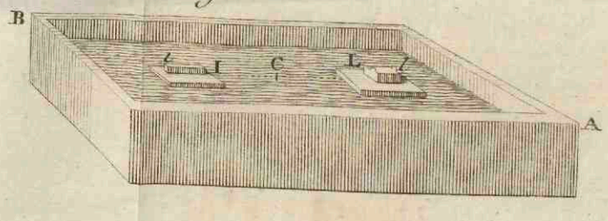


Fig. 2.

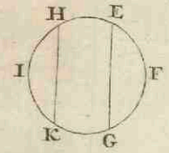
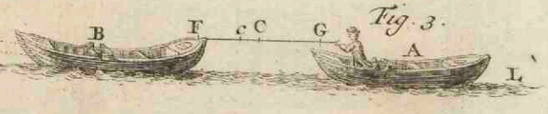


Fig. 4.



Fig. 3.



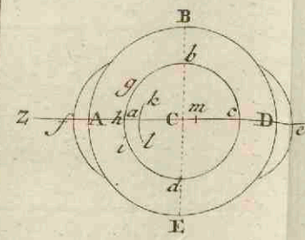
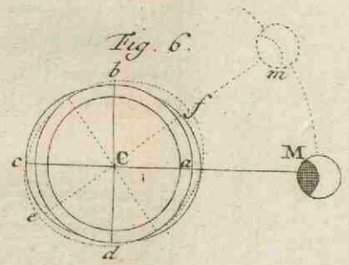


Fig. 5.

Fig. 6.



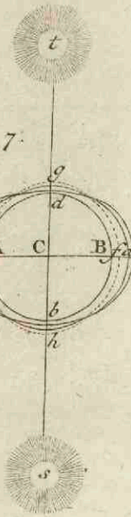


Fig. 7.

Fig. 8.

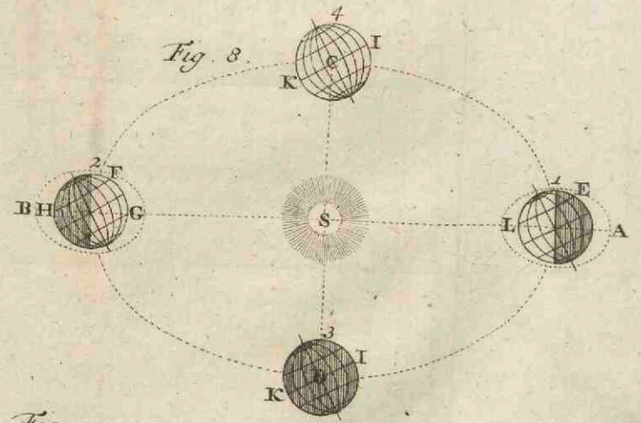


Fig. 9.





evengelyk aan die, waarvan het gevallen was, op zooveel na, als het belet wordt door den Weêrſtand van de lugt en de Vryving in C. Buiten dat zouw het voor- en agter-uit bewegen voor altoos. Dat dalen en ryzen van den Slinger, byvoorbeeld van A tot B noemt men een *Slingering*. V. Les.

'T gebruik van de Slingers is velerlei; maar men gebruikt ze wel meeſt tot het meten van den tyd. De gantſe Wetenſchap van de Slingers, dat is, alles wat tot hare Verſchynzelen behoort, volgt natuurlyk uit het geen we wegens het vallen van lighamen gezegd hebben.

62. Ik heb reets bewezen, dat, indien 'er een hellende Vlakte is, byvoorbeeld AB (PL. XXXVIII. *Fig.* 2.), welker hoogte is AC, en de Voet-ſteun CB, een lighaam, langs de hellende Vlakte vallende van A, niet verder komen zal dan tot D, in den tyd, dat een ander lighaam, van het zelfde punt A afgaande, neêrgekomen is tot C, de geheele hoogte van de Vlakte; en dat het punt D gevonden wordt door het trekken van een Lyn uit C (het onderſte van de Lood-lyn, die de hoogte van de Vlakte meet) die in 't Lood komt op de Vlakte. Zie N. 18. *Bladz.* 366, 367 en 368. Indien 'er dan verſcheiden andere hellende Vlaktens zyn uit het punt A tot aan de waterpas Lyn CB, byvoorbeeld AE, AF, AG *enz.*, zullen de Loodlynen CH, CI, CK de punten op die Vlaktens aanwyzen, waartoe een lighaam, vallende van A in den zelfden tyd komen zal. En dewyl alle de Hoeken in een halven Cirkel regte Hoeken zyn, kan men op de Lyn AC met den Afſtand AP (de helft van AC) om het punt P een halven Cirkel beſchryven, die door de Hoek-punten D, H, I, K *enz.* zal heen gaan. Laat de geheele Cirkel voltooid worden. De vervangen [*intercepted*] gedeeltens van de Lynen (of Vlaktens) AB, AE, AF, AG, namenlyk AD, AH, AI, AK zyn nu Pezen van den Cirkel. Trek in den anderen Halven-cirkel de Lynen OC, NC, MC, LC, evenwydig met de gemelde Pezen, elk met de hare, die daarom evengelyk zullen zyn, en evenveel zullen hellen. Uit het gezegde nu is het klaarblykelyk, dat een lighaam door alle deze laatſte Pezen zal vallen in den zelfden tyd als door de eerſte. Derhalven, indien men een Cirkel overend zet, en een meenigte van Pezen trekt tot het onderſte gedeelte van de Middel-lyn, zal een lighaam in de Middellyn (hare geheele lengte) en in de ééne of de andere der Pezen vallen in

PL. XXXVIII. Fig. 2.

V. Les. in den zelfden tyd, dewyl die Pezen, die het meeſte hellen, de kortſte zyn, en, die 't minſte hellen, de langſte. En dewyl kleine Bogen van Cirkels maar weinig verſchillen van hare Pezen, zullen lighamen, die in kleine Bogen van Cirkels, inplaats van in hare Pezen, vallen, die Bogen beſchryven in tyden, die oogenſchynelyk [*ſenſibly*] dezelfde zyn. * Byvoorbeeld laat een ſlingerig lighaam C aan een draad CP hangen in P het Middel-punt van den Cirkel. Laat het dan geligt worden van C tot M, of een ander punt tuſſen C en M, (of even hoog aan de andere zyde van C) dan zal het, zoo haaſt men het loslaat, vallen tot C in een Boog van den Cirkel, inplaats van in de Pees, en oogenſchynelyk in den zelfden tyd, 't zy het valle van L, K of I, omdat de Pees LC, of IC van haren Boog LC of IC weinig meêr verſchilt, dan de Pees CK van haren Boog CK verſchilt. Maar indien de Slinger moeſt vallen in den Boog NMC of MLC, zouw hy wat langer op weg zyn, om tot beneden in C te komen, dan dat hy maar van K gevallen was, omdat de Boog NMC of MLC de Pees NC of MC in lengte veel meêr te boven gaat, dan de Boog CK de Pees CK te boven gaat. Maar indien de Slinger, vallende van M, in zyne beweging alleenlyk verhinderd wordt door de lugt, zal hy ten naaſtenby opryzen tot H, 't welk zoohoog is als M, en dan zal 'er naauwelyks eenig verſchil wezen tuſſen den tyd van de ryzing en den val van den Slinger.

I. GEVOLG.

Hieruit volgt, dat, indien men een Slinger doet ſlingeren in groote Bogen

* *Ik verſta hier niet door, dat een lighaam in de Bogen in den zelfden tyd zal vallen, dat het in de Pezen valt; maar dat een lighaam in Bogen, die niet zeer ongelyk zyn, oogenſchynelyk in den zelfden tyd zal vallen. Want een lighaam zal in een Boog ſchielyker vallen dan in deszelfs Pees, omdat het in een grooter Steilte afgaat; zynde den tyd van den val in een Boog tot den tyd van den val in de Pees ten naaſten by in de Evenredigheid van* 785 *tot* 1000. *Dewyl het dalen langs de Pees in den zelfden tyd geſchiedt, als het dalen langs de Middel-lyn, moet daaruit volgen, dat de gehee:e Slingering, of de valling en ryzing in twee Pezen, tweemaal zooveel tyd wegnemende, volbragt moet worden in den zelfden tyd, dat een lighaam 4 Middel-lynen zouw vallen, of agt maal de lengte van den Slinger. Maar de Wiskunſtenaars hebben bewezen, dat de tyd, waarin een Slinger in een Boog van een Cirkel ſlingert, is tot den tyd, waarin hy de 4 gemelde Middel-lynen zouw vallen, gelyk de Omtrek van dien Cirkel tot die 4 Middellynen; of, de tyd van den val in een Boog: is tot den tyd van den val in een Pees :: gelyk een vierde deel van een Cirkel : tot deszelfs Middel-lyn; dat is, ten naaſten by, gelyk* 785 *: tot* 1000.

Bogen van een Cirkel, en hy op zigzelven gelaten zyne Slingeringen gedurig vermindert door den Weêrſtand van de lugt, de tyden der Slingeringen in 't begin een weinig langer zullen zyn dan op 't laatſte; maar indien het lighaam in 't begin maar kleine Bogen maakt, mag men alle deszelfs Slingeringen zonder eenigen merkelyken Misſlag wel gelyk-tydig [*iſochronal*] rekenen, (dat is, volbragt in den zelfden tyd) totdat het tot ruſt kome. V. Les.

II. GEVOLG.

Hieruit volgt ook, dat wat ſoort van Metaal of van wat ſlag het lighaam wezen mag, waarvan men den Slinger maakt, mits de Draad van dezelfde lengte zy, alle de Slingeringen, indien ze klein zyn, volbragt zullen worden in den zelfden tyd (dewyl alle lighamen, volgens *Les* I. N. 8. *Bladz.* 12. genegen zyn te vallen met dezelfde Snelheid) en dat men door het tellen van de Slingeringen den tyd zeer net kan meten. Want ſchoon die lighamen, die in ſoort-onderſcheidende Zwaarte ligter zyn dan anderen, ſchielyker tot ruſt zullen komen door den Weêrſtand van de lugt, en dus minder Slingeringen zullen hebben, zal egter elke dezer Slingeringen volbragt worden in den zelfden tyd.

NB. *Dit en 't geen we tevoren gezegd hebben zal duidelyker worden door Proeven.*

XVII. ONDERVINDING.

63. ECD (Pl. XXXVIII. *Fig.* 3.) is een drie-hoekig houten Bord, overend gezet, met een Boog van een Cirkel, getrokken om het Middel-punt *b* van *o* tot 9, en een anderen Boog, getrokken om het Middel-punt *a* van *o* tot 9 aan de andere zyde, en de verdeelingen zyn aan weêrskanten evengelyk. Laat uit *a* en *b* de twee Ballen of Slingers zoo hangen, dat ze elkander even raken, wanneer ze op haar laagſte zyn, 't welk ze doen zullen, indien de punten *a* en *b* net van elkander af zyn den afſtand van de Middel-punten van de Ballen. Indien de Bal A opgeligt wordt tot 7, 8 of 9, en de Bal B tot 1, 2 of 3; en men ze beide op den zelfden tyd laat gaan, zullen ze byeen komen net in *o*, ſchoon ze ongelyke Bogen beſchreven hebben; en dit zullen ze doen, laten de Bogen zooveel verſchillen, als op dit Pl. XXXVIII. Fig. 3.

V. Les. Inſtrument geſchieden kan, ten minſten zoover men met het oog kan bepalen, wanneer de grootſte Boog niet boven de 20 Graden is, gelyk hy op dit Inſtrument ook niet grooter zyn kan.

XVIII. ONDERVINDING.

Pl. XXXVIII. Fig. 4. 64. Neem drie Ballen A, B en C (Pl. XXXVIII. *Fig.* 4.) éénen van lood, éénen van ivoor, en éénen van kurk, en laat ze, nadat ge haar elk aan draden van evengelyke lengte vaſtgemaakt hebt, hangen van den getrokken Draad W, waterpas ſtekende aan den Top van den Standerd S*s*. Ligt ze dan alle op tot evengelyke Hoogtens, en ze zullen, indien ze op den zelfden tyd worden los gelaten, hare Slingeringen in den zelfden tyd volbrengen: want ſchoon de kurk ſchielyker tot ruſt zal komen, dan 't ivoor, en 't ivoor dan het lood; en, terwyl het lood nog ſlingert in den Boog AD, het ivoor maar ſlingere in den kleiner Boog BE, en de kurk in een Boog, die nog kleiner is, *nam.* CF, kan men egter waarnemen, dat ze altyd in het onderſte gedeelte van hare Slingering komen op den zelfden tyd.

XIX. ONDERVINDING.

Pl. XXXVIII. Fig. 5. 65. Laat de Slinger P (Pl. XXXVIII. *Fig.* 5.) om de Pen C, voor een Middel-punt genomen, ſlingeren, nadat ge hem eerſt opgeligt hebt van F tot P, en hy zal beſchryven den Boog PF*e*, opklimmende tot *e* oogenſchynelyk zoo hoog als P in de waterpas Lyn P*e*. Steek dan in 't punt A, het midden van de gemelde waterpas Lyn, de Pen A, en de Draad van den Slinger zal belet en geſteuit worden door die Pen; maar het overige gedeelte van den Draad van onderen van A tot F zal vry zyn, zoodat het den Slinger zal laten opklimmen tot B, een punt in de gemelde waterpas Lyn, in een Boog van een Cirkel, welkes Straal is AF. Indien men de Pen ſteekt in *a*, zal de Slinger ryzen in de kromme Lyn FD; en, indien men twee Pennen ſteekt in *b* en *c*, zal de Slinger ryzen in de kromme Lyn FE, uit drie byzondere Bogen beſtaande; waarvan de eerſte zyn Middel-punt heeft in C, de volgende in *b* en de laatſte in *c*. Dit bewyſt (gelyk reets verklaard is) dat, *in wat voor een kromme Lyn of kromme Lynen een Slinger ryzen mag na zyne daling, dat hy tot dezelfde hoogte zal opgaan, waarvan hy gevallen was, op zooveel na, als men voor*

voor den Weêrſtand van de lugt moet aftrekken; dewyl de Snelheid van den Slinger in het laagſte punt F dezelfde is, die hy gekregen zouw hebben, indien hy regtſtreeks van A gevallen was: en dat die Snelheid inſtaat is, om het lighaam (in zulk een Streek, dat 'er de Zwaarte-kragt niet tegen kan werken) tweemaal de Spaatzie AF te voeren met een eenparige beweging in den zelfden tyd, dat het valt door de Spaatzie AF met een verſnelde beweging, gelyk N. 15. *Bladz.* 352 reets bewezen is; maar het zal zigtbaar worden door de volgende Ondervinding. V. Les.

XX. ONDERVINDING.

66. Hang aan een Draad ontrent 40 voet lang uit het Middel-punt C (PL. XXXVIII. *Fig.* 6.) den Slinger P, die vry zynde neêr zal hangen tot A, en ſlingeren in den Boog AB. Meet uit het laagſte punt A op den Boog AB twee voet, of den Boog AD, die een Lyn zal wezen oogenſchynelyk waterpas, dewyl de omgekeerde Hoek-maat van zulk een Boog maar ontrent een halve duim is. Maak op den Afſtand van de halve Middel-lyn van den Slinger buiten D een regtſtandigen hinderpaal vaſt, of een houten Vlakte DO, en een dergelyke aan de andere zyde van A, op den afſtand van ontrent anderhalve voet, maar in een waterpas Stand, zoodat hare Oppervlakte gelyk kome met het onderſte van den Slinger, namenlyk in de Lyn AD. Steek de pen E in den Winkel-haak met den Draad (dat is, in een waterpas Stand) op de hoogte van éénen voet boven A. Ook moet men een merk of een grof punt in *a* maken op den muur of de Vlakte agter den Draad van den Slinger een weinig boven A. Laat dan den Slinger, nadat ge hem opgeligt hebt tot P in de Lyn H*b*, dat is, net éénen voet hoog, weêr gaan, en let op het nette tyd-ſtip, dat een teikentje *b* in den Draad komt tot het punt *a*, om dan net het lighaam H van de waterpas Lyn H*b* te laten vallen op den hinderpaal M; en ge zult bevinden, dat de Bal H op het zelfde oogenblik op M ſtoot, dat P op den hinderpaal OD ſtoot in D, P waterpas bewegende de Spaatzie AD, die twee voet is, terwyl H de hoogte HM valt, die maar één voet is. Dit kan zoo net gedaan worden, dat het geluit van de twee ſtooten maar als één eenig geluit zal wezen. PL. XXXVIII. Fig. 6.

 67. Men

V Les. 67. Men heeft waargenomen, dat een Slinger, welkes lengte is 39 duim en 2 tienden (engelſe Maat) (12) van 't Middel-punt van den Bal tot het Hang-punt, ééne Slingering zal volbrengen in één Sekunde tyds, dat is, 3600 in een uur. Men heeft de Proef genomen met een Slinger van 50 ℔ gewigt, van een Linzen [*lenticulaire*] gedaante, [*of als een Vergroot-glas, dat aan weêrskanten geſlepen is*] om de lugt te beter te ſnyden, en men gebruikte een ſtalen Draad, inplaats van een ſnaar of ſnoer; en met zulk een Inſtrument duurden de Slingeringen een gantſen dag. Hierom konnen Slingers dienen, om den tyd evengelykelyk en naaukeurig te meten, mits men agt geve op de lengte van den Slinger, laat het zulk een ſoort en grootte van gewigt wezen, als het wil.

68. Hoe de Slingers korter zyn, hoe de tyd van hunne Slingeringen ook korter zyn zal; ſchoon de tyden van Slingering niet zyn, gelyk de lengte van de Slingers, maar gelyk de vierkante Wortels harer lengtens. Byvoorbeeld een Slinger van 13 voet en ontrent éénen duim (dat is, 156,8 duim) die viermaal langer is, dan een Slinger, die Sekunden ſlingert, zal zyne Slingeringen in 2 Sekunden doen. En indien men een Slinger wilde hebben, die tweemaal zoo ſnel gaat, als de Sekunde-ſlinger, dat is, die tweemaal in een Sekunde ſlingert, moet men hem viermaal korter maken; dat is, 9 duim en 8 tienden. De reden hier van zal duidelyker blyken uit het volgende

B E W Y S.

Pl. XXXVIII. Fig. 7. AEBG (Pl. XXXVIII. *Fig.* 7.) en DFB zyn twee Cirkels, welker Middel-lynen AB en DB tot elkander zyn, gelyk 4 tot 1. Nu, 't is (N. 15. van deze *Les*, *Bladz.* 352.) bewezen, dat, indien een lighaam valt door een zekere Spaatzie, byvoorbeeld AB, in een bepaalden tyd, dat het maar door ¼ van die Spaatzie zal vallen, gelyk DB, in de helft van dien tyd. Maar 't is ook bewezen, dat lighamen in een Pees van een Cirkel vallen zullen in den zelfden tyd, dat ze

(12) Die lengte (naar een Maat, die midden door genomen is van twee vaſtgeſtelde Maten van een engelſe Yard, waarvan 'er ééne op 't Stadhuis en de andere in de *Exchequer* bewaard wordt) is te veel, dewyl 39, 13 duim de lengte is van een Sekunde-ſlinger, gelyk men gevonden heeft door vele Proeven met elkander te verge-

ze in de Middel-lyn vallen (N. 59). Derhalven zal een lighaam in E v. Les.
door de Pees E B in tweemaal zooveel tyd vallen, als een lighaam in F vallen zal door de Pees F B. Maar dewyl de Pees E B verſchilt van den Boog E B (of korter is) in dezelfde Evenredigheid als de Pees F B verſchilt van haren Boog F B (beide onderſteld zynde Bogen te wezen van het zelfde getal van Graden) zal 't verſchil ook evenredig wezen in het dalen van de twee Slingers C E en *c* F. Gevolgelyk zal E tweemaal zoo lang werk hebben, om neêr te komen tot B, als F, om neêr te komen tot B; maar de geheele Slingering, die E tot G opbrengt, en F tot *g*, zal in beide het dubbeld zyn van den tyd van elks val. Derhalven moet een Slinger, om tweemaal zoo ras te ſlingeren als een ander, viermaal korter zyn. W. T. B. S.

XXI. ONDERVINDING.

Hang aan den waterpas Draad W van den Standerd van *Figuur* 4, welkes bovenſte gedeelte nu *Figuur* 8 is, een Slinger C P, welkes Pl. lengte is 39, 2 duim, en hang aan den zelfden getrokken Draad W XXXVIII. een weinig naar voren den Slinger *cp*, die maar een vierde van de lengte van C P heeft. Laat beide de Slingers op het zelfde oogenblik vallen van eenige hoogte, waartoe ze opgeligt waren, byvoorbeeld P en *p*, en ge zult vinden, dat *p* gekomen zal zyn tot *f* (zyne geheele Slingering volbragt hebbende) wanneer P maar gekomen is tot B. Wanneer P gekomen is tot F, is *p* al weêr van *f* terug gekomen tot *p*. Wanneer P terug gekomen is tot B, is *p* al weêr tot *f* gekomen. En eindelyk, wanneer P terug gekomen is tot P, zal *p* ook weêr gekomen zyn tot *p*, van waar hy eerſt afging; zoodat de twee Slingers tegelyk zullen beginnen te vallen om de andere Slingering, de kortſte in halve Sekunden ſlingerende, terwyl de lange in heele Sekunden ſlingert.

XXII. ONDERVINDING.

Neem een yzeren Staaf, zynde het evenveel of zy rond en of ze vier-

Fig. 8.

vergelyken, waarvan 'er geene de lengte gaf boven 39, 133, nog minder dan 39, 125. Maar ik heb 39, 2 duim genomen, omdat men het in 't gemeen de ware lengte gerekend heeft, totdat 'er naaukeuriger Proeven genomen zyn van den Heer *George Graham* en anderen ſedert 15 of 20 jaren.

V Les. 67. Men heeft waargenomen, dat een Slinger, welkes lengte is 39 duim en 2 tienden (engelſe Maat) (12) van 't Middel-punt van den Bal tot het Hang-punt, ééne Slingering zal volbrengen in één Sekunde tyds, dat is, 3600 in een uur. Men heeft de Proef genomen met een Slinger van 50 ℔ gewigt, van een Linzen [*lenticulaire*] gedaante, [*of als een Vergroot-glas, dat aan weêrskanten geſlepen is*] om de lugt te beter te ſnyden, en men gebruikte een ſtalen Draad, inplaats van een ſnaar of ſnoer; en met zulk een Inſtrument duurden de Slingeringen een gantſen dag. Hierom konnen Slingers dienen, om den tyd evengelykelyk en naaukeurig te meten, mits men agt geve op de lengte van den Slinger, laat het zulk een ſoort en grootte van gewigt wezen, als het wil.

68. Hoe de Slingers korter zyn, hoe de tyd van hunne Slingeringen ook korter zyn zal; ſchoon de tyden van Slingering niet zyn, gelyk de lengte van de Slingers, maar gelyk de vierkante Wortels harer lengtens. Byvoorbeeld een Slinger van 13 voet en ontrent éénen duim (dat is, 156,8 duim) die viermaal langer is, dan een Slinger, die Sekunden ſlingert, zal zyne Slingeringen in 2 Sekunden doen. En indien men een Slinger wilde hebben, die tweemaal zoo ſnel gaat, als de Sekunde-ſlinger, dat is, die tweemaal in een Sekunde ſlingert, moet men hem viermaal korter maken; dat is, 9 duim en 8 tienden. De reden hier van zal duidelyker blyken uit het volgende

B E W Y S.

Pl. XXXVIII. Fig. 7. AEBG (Pl. XXXVIII. *Fig.* 7.) en DFB zyn twee Cirkels, welker Middel-lynen AB en DB tot elkander zyn, gelyk 4 tot 1. Nu, 't is (N. 15. van deze *Les*, *Bladz.* 352.) bewezen, dat, indien een lighaam valt door een zekere Spaatzie, byvoorbeeld AB, in een bepaalden tyd, dat het maar door ¼ van die Spaatzie zal vallen, gelyk DB, in de helft van dien tyd. Maar 't is ook bewezen, dat lighamen in een Pees van een Cirkel vallen zullen in den zelfden tyd, dat ze

(12) Die lengte (naar een Maat, die midden door genomen is van twee vaſtgeſtelde Maten van een engelſe Yard, waarvan 'er ééne op 't Stadhuis en de andere in de *Exchequer* bewaard wordt) is te veel, dewyl 39, 13 duim de lengte is van een Sekunde-ſlinger, gelyk men gevonden heeft door vele Proeven met elkander te verge-

ze in de Middel-lyn vallen (N. 59). Derhalven zal een lighaam in E V. Les.
door de Pees E B in tweemaal zooveel tyd vallen, als een lighaam in F vallen zal door de Pees F B. Maar dewyl de Pees E B verſchilt van den Boog E B (of korter is) in dezelfde Evenredigheid als de Pees F B verſchilt van haren Boog F B (beide onderſteld zynde Bogen te wezen van het zelfde getal van Graden) zal 't verſchil ook evenredig wezen in het dalen van de twee Slingers C E en *c* F. Gevolgelyk zal E tweemaal zoo lang werk hebben, om neêr te komen tot B, als F, om neêr te komen tot B; maar de geheele Slingering, die E tot G opbrengt, en F tot *g*, zal in beide het dubbeld zyn van den tyd van elks val. Derhalven moet een Slinger, om tweemaal zoo ras te ſlingeren als een ander, viermaal korter zyn. W. T. B. S.

XXI. ONDERVINDING.

Hang aan den waterpas Draad W van den Standerd van *Figuur* 4, welkes bovenſte gedeelte nu *Figuur* 8 is, een Slinger C P, welkes PL. lengte is 39, 2 duim, en hang aan den zelfden getrokken Draad W XXXVIII. een weinig naar voren den Slinger *cp*, die maar een vierde van de Fig. 8. lengte van C P heeft. Laat beide de Slingers op het zelfde oogenblik vallen van eenige hoogte, waartoe ze opgeligt waren, byvoorbeeld P en *p*, en ge zult vinden, dat *p* gekomen zal zyn tot *f* (zyne geheele Slingering volbragt hebbende) wanneer P maar gekomen is tot B. Wanneer P gekomen is tot F, is *p* al weêr van *f* terug gekomen tot *p*. Wanneer P terug gekomen is tot B, is *p* al weêr tot *f* gekomen. En eindelyk, wanneer P terug gekomen is tot P, zal *p* ook weêr gekomen zyn tot *p*, van waar hy eerſt afging; zoodat de twee Slingers tegelyk zullen beginnen te vallen om de andere Slingering, de kortſte in halve Sekunden ſlingerende, terwyl de lange in heele Sekunden ſlingert.

XXII. ONDERVINDING.

Neem een yzeren Staaf, zynde het evenveel of zy rond en of ze vier-

vergelyken, waarvan 'er geene de lengte | kend heeft, totdat 'er naaukeuriger Proe-
gaf boven 39, 133, nog minder dan 39, 125. | ven genomen zyn van den Heer *George*
Maar ik heb 39, 2 duim genomen, omdat | *Grabam* en anderen ſedert 15 of 20 jaren.
men het in 't gemeen de ware lengte gere-

V. Les. vierkant zy, mits ze overal van dezelfde dikte zy, welker lengte zyn moet 58, 8 duim, gemeten uit een klein gaatje, om den getrokken Draad van den Standerd aan zyn end in te nemen. Steek den getrokken Draad door het gat in A (Pl. XXXIX. *Fig.* 1.) en hang een Sekunde-slinger in C. Laat ze beide neêrgaan van P en B op het zelfde oogenblik, en hunne Slingeringen zullen gelyk-tydig [*isochronal*] wezen, dat is, in den zelfden tyd volbragt worden. Dit bewyst, dat een regte gladde Roê, vierkant of rond, van wat Metaal ze ook zouw mogen wezen, hare Slingeringen volbrengen zal in den zelfden tyd, dat een Slinger van $\frac{2}{3}$ van de lengte slingert, als of de geheele Stof van de Staaf byeen vergaard was in het punt *p*, 't welk daarom het *Middel-punt van Slingering* [*Center of Oscillation*, in 't kort *Slinger-punt*] genoemd wordt.

Pl. XXXIX. Fig. 1.

NB. *Indien iemand een Staaf, byvoorbeeld* AB, *aan 't end* A *vasthoudende, daar een slag meê wilde geven, zouw de grootste slag, die met dezelfde sterkte mogelyk was, gedaan worden, wanneer het punt* p *tegen den hinderpaal slaat. Om die reden mag dat punt, 't welk hier het* Slinger-punt *is, ook wel het* Middel-punt van Aanbotzing [Center of Percussion, *of* Aanbotzing-punt] *genoemd worden* *.

69. Een Slinger wordt met veel vrugt aangevoegd in Uur-werken, om evengelyken tyd te meten, gelyk men ziet, wanneer men maar in een Uurwerk kykt. Maar om te toonen, hoe hy de beweging leide, zal één voorbeeld genoeg zyn, 't welk ik hier opgeef in 't beschryven van een Uurwerkje of Tyd-meter [*Chronometer*], 't welk de Heer *George Graham* eenige jaren geleden voor my bedagt en gemaakt heeft, zoo naaukeurig, dat het een klein gedeelte tyds zeer net afmeet, zelf tot een 16de deel van een Sekunde.

Aan één end van een waterpas As is gehegt een Kroon-rad, en aan 't andere end is een Tonnetje, het welk op zynen buiten-kant opneemt den draad van een gewigtje, om het Rad te doen draaijen. Het Rad beweegt met zyne Tanden een waterpas Rondzel van 15 Bladen (of Tanden), het welk gehegt is onder aan een regtstandigen As, aan welkes boven-end het Schakel-rad is, het welk een Kroon-

* *In sommige soorten van lighamen is het* Slinger-punt *en 't* Aanbotzing-punt *het zelfde niet; maar dewyl het onderzoek van dat onderwerp buiten myn tegenwoordig oogmerk is, zal ik 'er hier niets meér van zeggen.*

PL. XXXVIII.

Fig. 1.

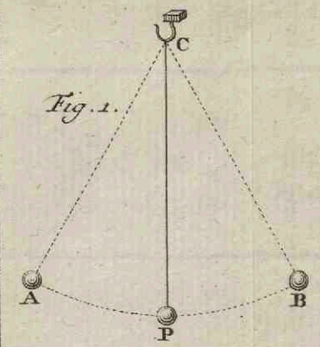
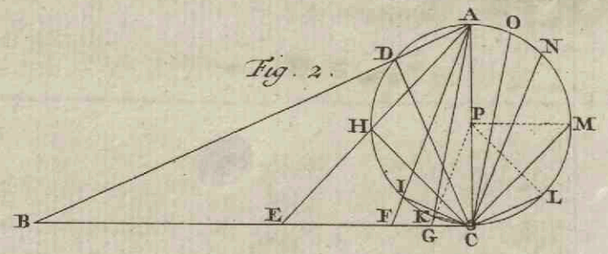


Fig. 2.



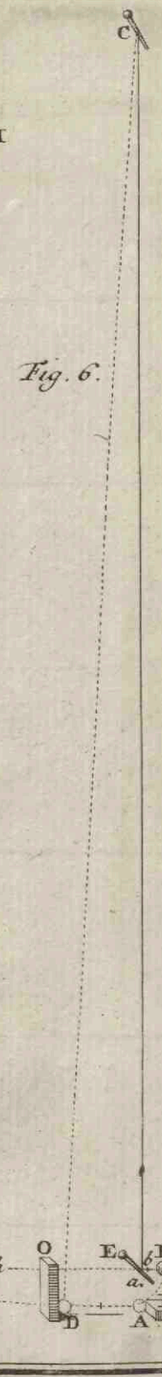


Fig. 6.

Fig. 3.

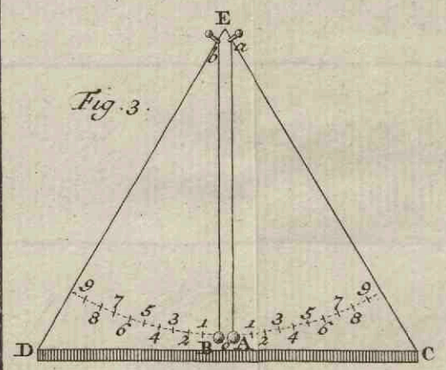


Fig. 4.

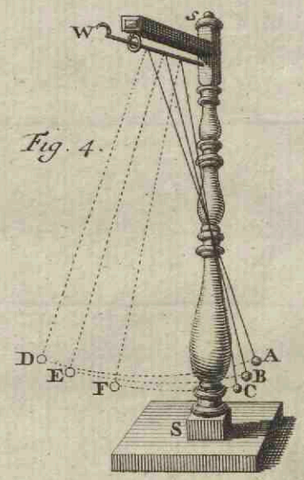


Fig. 7.

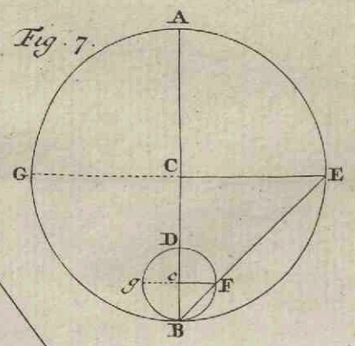


Fig. 8.

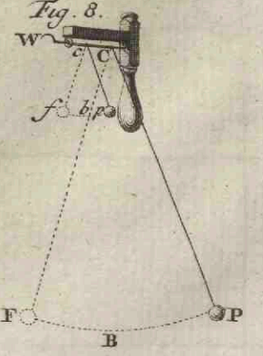
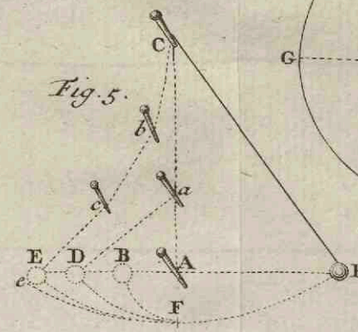
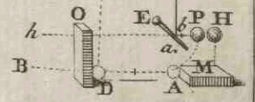


Fig. 5.







Kroon-rad is met 15 Tanden, die ſcheuin geſneden zyn; dat is, V. Les.
ééne zy' van elken Tand is in den Winkel-haak met de Vlakte van het Rad, en de andere zy' is ſcheuin geſneden met een holte, of wat hol uit. Net boven dit laatſte Rad is een Asje, of ſtalen Roedje, waterpas geplaatſt, het welk twee Lepeltjes heeft, die met elkander in den Haak zyn, zoo geſteld, dat ze by beurten aangeſtooten worden van de ſcheuine Tanden aan de andere zyden van het Schakel-rad, op zulk een wys, dat niet één van de Tanden van dat Rad voorby kan gaan, zonder een ſtoot te geven tegen elk Lepeltje, om den gemelden As een vierde gedeelte te doen omdraaijen. Aan het andere end van dezen As is gehegt een getrokken Draad, aan welkes end een koperen Gewigtje is, welkes Zwaarte-punt van den waterpas As af is 2, 45 duim, dat is, byna twee en een halven duim, of het 16de gedeelte van de lengte van een Slinger, die Sekunden ſlingert. Derhalven moeten de ſcheuine Tanden van het Schakel-rad, wanneer 't gewigt het Rader-werk doet omgaan, ſtooten tegen de Lepeltjes, gehegt aan den waterpas As, om welken het Slingertje beweegt. En dewyl die Slinger uit hoofde van zyne lengte viermaal in een Sekunde ſlingert (N. 67, 68) en 'er twee ſtooten moeten wezen tegen de Lepeltjes voor elken Tand, die 'er in 't Schakel-rad voorby gaat, moeten 'er ook twee Slingeringen van den Slinger, of een half Sekunde tyds wezen voor elken Tand van het groote Rad, dat voortgedreven wordt door het Rondzel (welkes getal van Tanden evengelyk is aan dat van het Schakel-rad) en dewyl het groote Rad 120 Tanden heeft, moeten 'er 240 Slingeringen van den Slinger volbragt worden, terwyl het groote Rad rond gaat. Derhalven zal een Wyzer, aan het groote Rad gehegt, rond gaan in één Minuut, wyzende op 60 groote verdeelingen voor Sekunden op de Wyzerplaat, welke verdeelingen weêr verdeeld zyn in 4, om de Kwartieren van Sekunden te wyzen. Maar behalven dit is 'er nog een Kwadrant van een Cirkel, welkes Straal evengelyk is aan de lengte van den Slinger, het welk in 4 deelen verdeeld is door 5 koperen pennetjes, gehegt aan een waterpas As; welk Kwadrant niet alleen verſtrekt voor een Stut [*Detent*], om 't Werktuig aan de gang te helpen in een 16de gedeelte van een Sekunde, maar metéén ook om het te ſteuiten, ſteuitende de pennetjes den Slinger in allerlei vierde gedeelte van zyne Slingering: want in het ſteken van de pennetjes is agt gegeven

V. Les. geven op elk vierde gedeelte van de Slingering, dewyl de 2 Spaatziën tuſſen de pennetjes naaſt aan het onderſte gedeelte van het Kwartier van den Cirkel, het welk de Slinger in ¼ van een Sekunde ſlingert, zooveel grooter zyn, als de Slinger ſchielyker beweegt in dat gedeelte van zyne Slingering.

Dees Tyd-meter is zeer dienſtig in het meten van kleine gedeeltens van tyd in Waarnemingen in de Sterre-kunde, den tyd van 't vallen van lighamen, de Snelheid van loopende waters, en bekwaam tot vele andere einden, wanneer men een klein gedeelte van tyd zeer naaukeurig te meten heeft, gelyk van 3 of 4 Sekunden tot een Minuut of twee; maar hy is niet goed, om een langen tyd zeer naaukeurig te meten; om dat, ſchoon hy wel elke Slingering net een vierde deel van een Cirkel ſchyne te ſlingeren, hy 't evenwel niet net doet, en 't verſchil van de lengte der Slingeringen in zulke groote Bogen een verſchil in den tyd maakt. En hoe klein dat verſchil ook zyn mag, maken egter vele zulke verſchillen een merkelyken Misſlag. In dit Werktuig is ſomtyds een Misſlag van ¼ van een Sekunde in 14 Sekunden. Dit 's een gebrek van alle Uur-werken met korte Slingers, die groote Bogen van Cirkels Slingeren.

70. Maar daar is een kromme Lyn, die nog een Cirkel nog een Lang-

Pl. XXXIX. Fig. 3. (13) Laat de Lyn BC (Pl. XXXIX. *Fig.* 3.) een gedeelte verbeelden van de Oppervlakte van de Aarde, waarop een Rad, of *trekkende* Cirkel rollende, met een punt van zynen Omtrek een Cirkeltrek beſchryft, gelyk we aangewezen hebben. Het is zeker, dat men zoo klein een gedeelte van de Oppervlakte van de Aarde, dat een Rad in éénen Omloop overloopt, wel als een Vlakte mag aanmerken; als mede dat de *trekkende* Cirkel, indien hy liep langs den onder-kant van de Lyn CB, met een punt van zynen Omtrek, eerſt aangevoegd aan 't ééne end C, dezelfde ſoort van kromme Lyn, of den Cirkel-trek CGB zouw beſchryven, als of hy boven de Lyn geloopen had, welke kromme Lyn zouw eindigen in B, zynde de Voet-ſteun van den Cirkel-trek CB evengelyk aan den Omtrek van den *trekkenden* Cirkel, en de kromme Lyn CGB evengelyk aan 4 maal de Middel-lyn. Maar indien de trekkende Cirkel liep langs de binnenſte Oppervlakte van een Ból, gelyk van het punt *c* tot het punt *b*, inplaats van te loopen van *c* tot K langs een Raak-lyn van evengelyke lengte met de kromme Lyn *c A b*, zouw de Cirkel-trek *c G b* korter en minder krom zyn, dan dat zyn Voetſteun *c A b* regt geweeſt was, gelyk men zien kan, wanneer men hem vergelykt met den Cirkel-trek CGB, gemaakt door den zelfden trekkenden Cirkel. Dees wordt een *Binnen-cirkeltrek* [*Epicycloïd*] genoemd. Indien men dan onderſtelt, dat een groot Rad, of een trekkende Cirkel, zoogroot is, dat deszelfs Middel-lyn een merkelyke Evenredigheid heeft tot de Middel-lyn van de Aarde, zouw deszelfs Omloop onder de Oppervlakte van de Aarde zulk een Cirkel-trek maken. En indien de trekkende Cirkel half zoo groot was,

Langwerpig-rond is, waarin alle de Slingeringen van den zelfden Slinger, 't zy kort 't zy lang, in den zelfden tyd volbragt worden, en wanneer een Uur-werk geleid wordt door een Slinger, in die Lyn bewegende, kan men een langen tyd zeer naaukeurig meten. Deze kromme Lyn wordt een Cirkel-trek [*Cycloïd*] genoemd, waarvan de beſchryving hier volgt. V. Les.

71. Indien een Cirkel regt overend rolt langs de waterpas Lyn AB, Pl. XXXIX. *Fig.* 2. (gelyk het Rad van een Wagen op den grond loopt) totdat hy éénen Omloop gedaan hebbe, zal dat punt van den Cirkel, hier A, 't welk de Vlakte raakt, van de Lyn opgaan, en in *a* zyn, wanneer de Cirkel halfwegen gerold heeft, beſchreven hebbende de kromme Lyn A*a*, van waar het (wanneer de Cirkel voortgaat) neêrgaat in de zelfde ſoort van kromme Lyn, totdat het de Lyn AB rake in B; zynde het punt C, 't welk om hoog was in het begin van de beweging, beneden geweeſt in *c*, toen A was in *a*, en nu wedergekeert zynde tot *k*, wanneer de Cirkel in den zelfden Stand is, waarin hy voor zynen Omloop was. De geheele kromme Lyn A*a*B, op deze wys beſchreven, wordt een *Cirkel-trek* genoemd, en de Cirkel AC, de *trekkende* [generating] *Cirkel*, en de Lyn AB de *Voet-ſteun van den Cirkel-trek* (13). Pl. XXXIX. Fig. 2.

Het

was, als de Middel-lyn van de Aarde, gelyk de Cirkel DE, zouw het punt D door 't rollen van den trekkenden Cirkel langs den halven Ból, of halven Cirkel DAF, beſchryven DF een Middel-lyn van de Aarde, zoodat de Cirkel-trek zouw verbaſteren in een regte Lyn. En in alle deze Binnen-cirkeltrekken zullen de Slingeringen van een Slinger, of van een zwaar lighaam, ſlingerende aan weêrskanten van het Middel-punt G of E *enz.*, gelyk-tydig zyn. Want ſchoon we N. 73 bewyzen, dat de reden, waarom een lighaam ſchielyker valt in een Cirkel-trek, dan in een Boog van een Cirkel, of eenige andere ſcheuine Lyn, is omdat het lighaam in 't begin afgaat in den Streek, waarin Zwaarte-kragt werkt, en iemand zig dus zouw konnen verbeelden, dat de Binnen-cirkeltrekken, omdat ze minder krom zyn, dan de gemeene Cirkel trek, dat voordeel zouden verliezen van Steilte in 't begin: kan men egter bewyzen, dat in alle de Binnen-cirkeltrekken, binnen in de aarde onderſteld, gelyk *c*G*b*, en zelf in die, die een regte Lyn wordt, gelyk DF, lighamen hare beweging beginnen in den zelfden Streek als Zwaarte kragt, welker werking ſtrekt naar het Middel-punt E: want waar de trekkende Cirkel zynen Omloop ook beginnen mag, gaat een Lyn gelyk E*c*, getrokken uit het Middel-punt van de Aarde (waarin Zwaarte-kragt werkt) door het Middel-punt van den trekkenden Cirkel en 't beſchryvende of trekkende punt: daar we in den gemeenen Cirkel-trek onze Bewyzen bouwen op de Onderſtelling, dat de Lynen, waarin Zwaarte-kragt werkt, met elkander evenwydig zyn, welke Onderſtelling gants niet oneigen is, aangezien den grooten afſtand van het Middel-punt van de Aarde, waar naar deze

V. Les. Het is klaarblykelyk uit het maken van den Cirkel-trek, dat de Voetſteun van den Cirkel-trek evengelyk is aan den Omtrek van den trekkenden Cirkel. De Wiskunſtenaars (onder anderen Dr. *Wallis*, *Craig*, *Ditton*, en *Bernoulli*) hebben vele andere eigenſchappen van den Cirkel trek bewezen. Dewyl het verdrietig zouw vallen hunne Bewyzen hier te herhalen, zullen we dezelven voor bewezen houden, en ze bybrengen, wanneer ze in onze beſluiten ontrent de Slingers te pas komen.

72. Laten we nu den Cirkel-trek omkeeren, dat de Voet-ſteun AB (Pl. XXXIX. *Fig.* 4) boven, en de Cirkel-trek onder kome. Men heeft bewezen, dat, indien 'er van eenig punt in den Cirkel-trek, byvoorbeeld E of *p*, een Lyn getrokken wordt evenwydig met den Voet-ſteun, en van dat punt, waarin die Lyn den trekkenden Cirkel ſnydt, wanneer hy zynen halven Omloop volbragt heeft, (dat is, wanneer hy in G is) een Pees getrokken wordt, gelyk *e*D of *q*D, de vervangen Boog van den Cirkel-trek ED of *p*D het dubbel zal zyn van de Pees *e*D of *q*D; en dus zal ééne helft van den Cirkel-trek, gelyk AD het dubbel zyn van de Middel-lyn GD van van den trekkenden Cirkel. En dewyl het bewezen is, dat een lighaam in den zelfden tyd zal vallen in de Middel-lyn GD, en in de Pezen *q*D, *e*D, moet een lighaam in de Bogen AD, *p*D en ED in evengelyke tyden vallen; omdat elk van dezelven het dubbel is van de gemelde Lynen GD, *q*D en *e*D, maar wel inzonderheid omdat de Raak-lynen overal evenwydig zyn met de overeenkomſtige Pezen;

Pl. XXXIX. Fig. 4.

deze Lynen tot elkanderen toeſchieten.

We hebben in de 11. *Aanteekening* op de I. Les, *Bladz.* 19 en 20 bewezen, als een gevolg van de Aantrekking van de Aarde naar mate van hare Hoeveelheid van Stof, dat de Kragt van de Werking van Zwaarte grootſt is op de Oppervlakte van de Aarde, afnemende of verminderende, gelyk de Vierkanten van de afſtanden uit haar Middel-punt vergrooten, wanneer lighamen buitenwaarts verder en verder van de Oppervlakte van de Aarde verſchoven worden; en dat, indien lighamen binnen in de Aarde onderſteld worden digter naar het Middel-punt te komen, de Zwaarte-kragt op haar werkende, regtſtreeks zal afnemen, gelyk de afſtand uit het Middel-punt. Indien derhalven, (onderſtellende, dat de Aarde doordringelyk [*penetrable*] is) verſcheiden lighamen, byvoorbeeld 4, geplaatſt waren het ééne op de Oppervlakte van de Aarde in F (ontrent 4000 *engelſe* Mylen uit het Middel-punt E) een ander in G (2500 Mylen uit dat Middel-punt) een ander in H (2000 Mylen uit dat punt) en het vierde in L (maar 1000 Mylen daaruit) zouw de Zwaarte-kragt, op deze verſcheiden lighamen werkende, om ze naar het Middel-punt te dryven, zyn gelyk 4000, 2500, 2000 en 1000;

zen; zoodat de Slingeringen van een Slinger, die in een Cirkel-trek V. Les.
ſlingert, hoe ongelyk ze ook wezen mogen, gelyk-tydig zyn.

Om nu een Slinger te doen ſlingeren in een Cirkel-trek, heeft men cirkel-trekſe Steuit-plaatjes gemaakt aan weêrskanten van het Hang-punt, opdat de Draad zig daaraan voegende, of daar tegen aan komende, den afſtand van den Slinger uit het Hang-punt zouw verkorten, en hem een cirkel trekſen Boog inplaats van een cirkel-ronden te doen beſchryven. De cirkel-trekſe Steuit-plaatjes worden dus gemaakt. Laat de halve Cirkel-trek A D overgebragt worden tot C B, dat het punt D op B zy, en de halve Cirkel-trek B D overgebragt worden tot C A, dat het punt D op A zy. Indien men dan een paar Steuit-plaatjes heeft van hout of Metaal van buiten op zulk een wys rond gemaakt, dat ze in die halve Cirkel-trekken net paſſen, en indien een Slinger P van de lengte C D, het dubbel van de Middel-lyn G D, zyn Hang-punt heeft net tuſſen de gemelde Steuit-plaatjes in haar punt van aanraking C, zal zulk een Slinger niet meêr ſlingeren in den Boog H D I (welkes Middel-punt is C en de Straal de lengte van den Slinger) maar in den Cirkel-trek A *p* D F B door 't verkorten van den Draad, wanneer hy zig voegt tegen de cirkel-trekſe Steuit-plaatjes, gelyk in C S *p*.

Daar is nog een andere manier, om een Slinger te doen ſlingeren in Bogen, zoo na cirkel-treks, dat ze geenen misſlag hebben in hunne tyd-meting; teweten wanneer men den Slinger zeer lang neemt, en hem maar kleine Bogen doet ſlingeren. Byvoorbeeld laat C D een Sekunde-ſlinger zyn, dat is, 39, 2 duim lang, en laat hem maar

1000; dat is, gelyk hare Afſtanden uit E; en gevolgelyk zouden ze, op het zelfde tyd-ſtip afgaande, ook op het zelfde oogenblik in het Middel-punt komen. Indien 'er dan een gat was door de Aarde langs hare Middel-lyn, byvoorbeeld D F, zouw een lighaam van F vallende, het welk naar de Uitrekening van den Heer *Whiſton* van de Oppervlakte tot het Middel punt zouw komen in 21 Minuten en 9 Sekunden, gaan van F tot D in twee maal zooveel tyd, en dus agteruit en vooruit ſlingeren in de Middel-lyn F D, gelyk een Slinger. En indien het zyne beweging begon in H, zouw het evenveel tyd noodig hebben, om te gaan tot I, agteruit en vooruit (of liever op en neêr) ſlingerende in de Lyn H I. *Derhalven, indien de gelyk-tydige Slingering in een Middel-lyn van de Aarde, welke volgt uit een Onderſtelling van de Aantrekking van de Aarde, die evenredig is aan hare Hoeveelheid van Stof, ook een gevolg is van de gelyk-tydige Slingeringen van Slingers in een Cirkel-trek ('t welk wiskunſtig en met de Proef bewezen is) moet ook volgen, dat die Onderſtelling goed is* — ſchoon het ook op verſcheiden andere wyzen bewezen kan worden.

V. Les. maar ſlingeren van P tot *a*, ontrent 4 of 5 Graden. Het is klaarblykelyk, dat de Cirkel en Cirkel-trek op elkander vallen in D, en eenige Graden aan weêrskanten. Derhalven mag de Slinger, die in den cirkel-ronden Boog H D I ſlingert, beſchryvende maar deszelfs gedeelte P *a*, wel aangemerkt worden als ſlingerende in een cirkel-trekſen Boog; en ſchoon hy ſomtyds maar van D tot *b* ging, zouw hy dat Boogje in den zelfden tyd beſchryven als den grooter Boog D *a*. NB. Men doet beter, dat men den langen Slinger gebruikt, dan de cirkel-trekſe Steuit-plaatjes; omdat, indien de draad of getrokken Draad, waaraan de Slinger hangt, wat hard tegen de cirkel-trekſe Steuit-plaatjes ſlaat, de Tegen-werking van die Plaatjes, die eeniger mate veêragtig zyn, wat by zullen doen by de Zwaarte-kragt, waardoor de Slinger alleen moeſt ſlingeren, om zyne Slingeringen gelyk-tydig te hebben in een Cirkel-trek, waardoor de Slingering, wanneer 'er zulk een Schok komt, te ſnel zal wezen. Maar de lange Slinger zal zonder een zeer grooten Schok (die hem tot *p* zouw doen opgaan) zoo merkelyk niet buiten den Cirkel-trek ſlingeren, dat hy een misſlag in de tyd-meting te weeg zal brengen. Hierom wordt hy nu met veel vrugts gebruikt, om den tyd te land te meten; maar de Schokken zyn op zee te groot, om een Uurwerk met een langen Slinger ſcheep te hebben.

73. Eer we van dit onderwerp afſcheiden, zal 't niet kwalyk te pas komen hier een aanmerkelyke eigenſchap van den Cirkel-trek te beſchryven, *teweten*, dat hy *de Lyn van de ſnelſte daling* is, dat is, indien een lighaam bewogen moet worden van A tot D, is 'er geene foort van Lyn, die getrokken kan worden van het hoogſte tot het laagſte van die punten, langs welke een lighaam zoo ſnel zal dalen, als in den halven Cirkel trek A D; nog een Boog van een Cirkel, nog zelf de regte Lyn A D, ſchoon ze zooveel korter zy. Want het lighaam afgaande van A daalt met zulk een ſteilen Streek (dat is, wordt zooveel bewerkt door de Zwaarte-kragt) dat het een groote Snelheid verkrygt, die het te ſneller voert in 't onderſte gedeelte van de kromme Lyn, die minder ſteil is: en een cirkel-ronde Boog, die onder ſteiler zouw wezen, is boven minder ſteil. Indien men een hellende Lyn, gelyk A F, trekt voorby het laagſte punt van den Cirkel-trek, en een lighaam langs die Lyn naar beneden gaat, terwyl een ander van het zelfde punt loopt langs den Cirkel-trek, zal de grooter

grooter Snelheid van het lighaam in den Cirkel-trek nog duidelyker blyken. Deze eigenſchap, en dat de daling van een lighaam van allerlei gedeelte van den (omgekeerden) Cirkel-trek tot beneden net in den zelfden tyd geſchiedt, wordt door de volgende Ondervindingen opgehelderd. V. Les.

XXIII. ONDERVINDING.

74. Het Werktuig BHMDD (Pl. XXXIX. *Fig.* 5.) is van hout, ontrent 10 duim hoog, twee voet lang, en 2 duim breed. Van I tot F is het uitgehold tot een goot, van onderen zoo wyd als van boven, in de gedaante van een halven omgekeerden Cirkel trek, welkes laagſte punt is in F, van waar de goot waterpas voortgaat de lengte van een voet van F tot G. De wanden van de goot zyn HH en II, en de goot is zeer glad, en verdeeld in twee goten door een dun regtſtandig middel-ſchot LL, van boven af tuſſen H en I tot het end in G. Op het middelſchot zyn verdeelingen geteekend, die van F tot G evengelyk zyn, maar ongelyk van F tot I, op zulk een wys dat ze de evengelyke hoogtens aanwyzen. H het begin van de goot is 9 duim boven 't Waterpas van F. O, O zyn twee houten ſteuit-ſtukken, om in de goten vaſt te zetten overal, waar men wil, door middel van een Schroef, die ze aan haar ééne end hebben. Het geheele Inſtrument kan men regt-op en waterpas zetten door middel van drie Schroeven, waarvan 'er C en C twee zyn, en 't Pas-lood NM. Pl. XXXIX. Fig. 5.

Twee koperen Ballen, elk van een halven duim over 't Kruis, moeten in de twee goten bewegen.

Zet de ſteuit-ſtukjes vaſt net in F, en de koperen Ballen, ſchoon gy ze laat gaan van verſcheiden gedeeltens van hare cirkel-trekſe goten, elk in de hare, zullen op den zelfden tyd tegen de ſteuit-ſtukjes ſtooten; het welk iemand zelf op 't gevoel gewaar kan worden, wanneer hy in elk van de goten een vinger houdt in F, terwyl een ander de Ballen neêr laat loopen van ongelyke hoogtens.

Laat dan de ſteuit-ſtukjes verplaatſt, en één van dezelven gezet worden 4 duim voorby F naar G, en 't andere 6 duim voorby F; en laat beide de Ballen tegelyk vallen, den éénen van de hoogte van 4 duim, en den anderen van de hoogte van 9 duim. Die van 4 duim hoogte valt zal 4 duim voorby F gaan, en die van 9 duim

V. Les. hoogte valt zal 6 duim voorby F gaan, ſtootende de één tegen het ſteuit-ſtukje in zyne eigen goot net op den zelfden tyd, als de ander tegen het zyne in de andere goot. *Vier* en *negen* zyn de doorgevallen Spaatziën, welker vierkante Wortelen 2 en 3 de Snelheden uitdrukken elk van haren Bal, die daardoor aangewezen worden, dat de één vier duim in het waterpas gedeelte van zyne goot loopt, en de ander 6 duim in de andere waterpas goot.

XXIV. ONDERVINDING.

Pl. XXXIX. Fig 6. AEC*b* (Pl. XXXIX. *Fig.* 6) is een ander Werktuig met een cirkel-trekſe goot, waarin de geheele Cirkel-trek uitgehold is van B tot *b*, zynde het laagſte gedeelte in C. Een andere regte goot is beweeglyk om 't punt A als een Middel-punt, om ze van agteren tegen den Cirkel-trek aan te voegen, wanneer het Werktuig overend ſtaat, zoodat deze goot geſteld kan worden in de Vlakte van allerlei Pees, getrokken van A tot een punt van den Cirkel-trek, dat men wil. Zet deze goot eerſt in de Lyn AC; en laat dan éénen van de Ballen vallen van B in de cirkel-trekſe goot, terwyl de ander op den zelfden tyd begint te vallen van dezelfde waterpas hoogte in de regte goot, en ge zult waarnemen, dat de Bal, die in de cirkel-trekſe goot neêrloopt, al een goed end voorby C is, wanneer de Bal, die in de regte goot loopt, daar maar net naaſt gekomen is; gelyk men nog duidelyker kan gewaar worden, wanneer men één van de ſteuitſtukjes (in de verklaring van de voorgaande *Figuur* gemeld) tegenover C

(14) De Heer *Petrus van Muſſchenbroek*, die ſchrandere Hoogleeraar in de Sterrekunde *enz.* te *Uitregt*, heeft hier een Werktuig toe gemaakt, 't welk hy een *Pyrometer* [Hitte- of Vuur-meter] noemt, waarvan de beſchryving met zyne eigen woorden hier volgt.

Pl. XL. Fig. 1. „ Pl. XL. *Fig.* 1. verbeeldt het gantſe „ Werktuig, zoo als het gebruikt wordt. „ AAA is een Yzer-werk, welkes ééne „ end AB, in den Haak opgebogen, $1\frac{5}{16}$ „ duim hoog is. Het andere end, 't welk „ $4\frac{1}{2}$ duim van 't eerſte af is, is ook op-
Fig. 2. „ gebogen, en dan weêr agter over gebo- „ gen tot een breeder vierkante waterpas „ Plaat, 2 duim vierkant, of welker Zyden elk twee duim zyn. Het Yzerwerk zelf is 1 duim breed, en $\frac{3}{16}$ duim dik, welke dikte noodig is, opdat het niet door een klein vuur of ſchielyk veranderen zouw, waardoor de Proeven minder naaukeurig zouden worden: want een zeer kleine verandering verwart de Proeven, en dan loopt men gevaar van misleid te worden, wanneer men 'er over redeneert.

„ Op de yzeren Plaat ſtaat een koperen Werktuig, op zigzelven geteekend „ in de 2de *Figuur*, wat grooter, en van „ een anderen kant te zien, opdat de „ andere

PL. XXXIX.

Fig. 1.

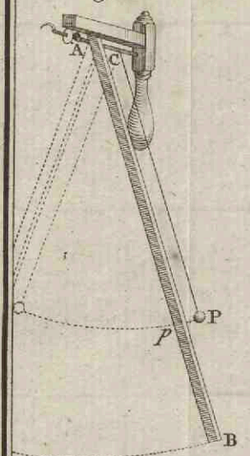


Fig. 2.

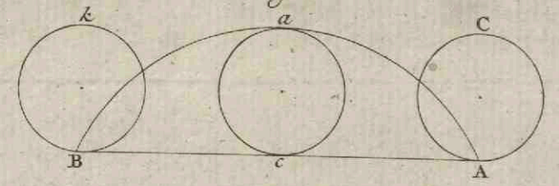


Fig. 3.

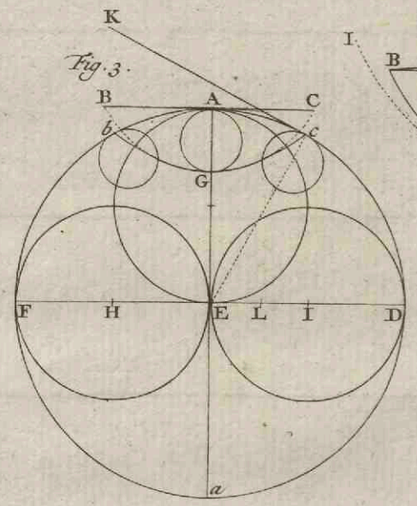


Fig. 4.

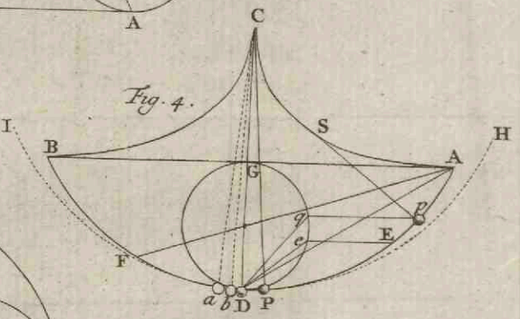


Fig. 5.

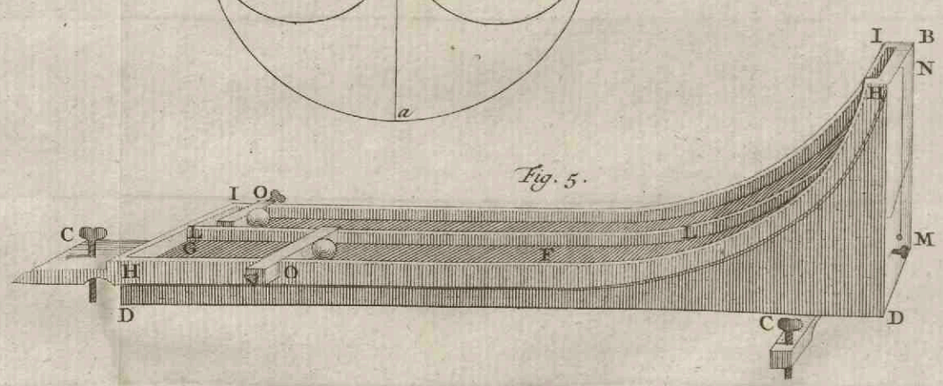
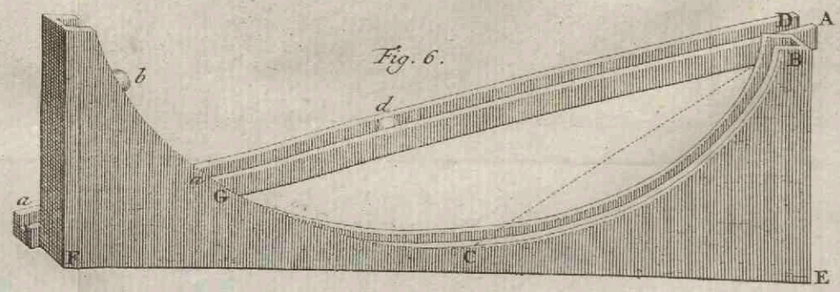
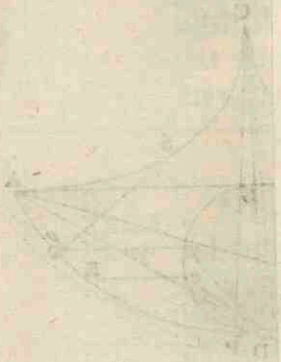


Fig. 6.









C ſtelt in de regte goot, en 't andere tuſſen C en *b* in de cirkel-trekſe goot. Indien de regte goot gezet wordt voorby C, byvoorbeeld in *a*, zal de Bal in de cirkel-trekſe van B tot *b* komen, en weêr beneden zyn in C, wanneer de ander van A in een regte Lyn gekomen is tot G. V. Les.

75. Wanneer een Slinger van de regte lengte, om Sekunden te ſlingeren, aan een Uur-werk gevoegd wordt, is hy nog een ander gebrek onderhevig, het welk uit de natuur der Stoffen ontſtaat. Want alle Metalen zyn onderhevig, dat ze door de hitte uitgezet, en door de koude inéén getrokken worden, zoodat de Roê van een Slinger (dat is, de metalen Draad, waaraan hy hangt, inplaats van aan een geſponnen draad) indien ze pas gemaakt is op hare regte lengte in den winter-tyd, te lang wordt door de hitte in den zomer, en om die reden te langzaam ſlingert; gelyk ze in tegendeel, indien ze in den zomer pas gemaakt was, door de koude in den winter zouw verkorten, en door hare ſneller Slingeringen het Uur-werk te ras doen gaan. Het verſchil van lengte in een lange Slinger-roê zal ſomtyds tot boven een 4oſte gedeelte van een duim gaan, het welk in vele Slingeringen een merkelyke verandering in den tyd maakt. Maar men heeft een Schroef bedagt, om 't gewigt van een Slinger te ryzen, of te laten zakken, zoodat men hem altyd op zyne regte lengte kan houden, hem pasmakende naar een Thermometer.

De manier om de minſte verandering in de maat van Metalen op een zigtbare wys te meten, wordt hier onder in de 14*de* Aanteek. *voorgeſteld.*

76. Behal-

„ andere deelen wat beter voor 't gezigt „ komen, waarom dezelfde deelen met „ dezelfde letters geteekend zyn als in de „ 1ſte *Figuur*. Dit wordt op het Yzer- „ werk vaſtgezet met twee Schroeven X, „ X, die met één voor pooten ſtrekken. „ D is een cirkel-ronde Plaat 2⅞ duim „ over 't Kruis, verdeeld in 300 evenge- „ lyke deelen, die we in de *Figuur* om „ hare kleinheid niet afgeteekend hebben. „ Deze verdeelde Plaat ruſt op vier pi- „ laren E, E, E, E, waarmeê ze gehegt „ wordt aan de onderſte koperen Plaat, „ die haar Voet-ſteun is. Tuſſen deze „ twee Platen ſtaat een regtſtandige ſta- „ len As F, aan welkes onderſte end een „ Rondzel is met 6 Tanden, en aan 't „ boven-end een Rad G met 60 Tanden. „ Daar is nog een andere As H I, die ge- „ houden wordt door middel van een „ Kók, neêrkomende van de bovenſte „ Plaat, welke As met zyn boven-end „ door het Middel-punt van gemelde bo- „ venſte Plaat ſteekt in I. Dees As heeft „ aan zyn onderſte end een Rondzel met „ 6 Tanden, om de Tanden van het Rad „ G te vatten. Boven op den As ſteekt „ de Wyzer I K, die door alle de ver- „ deelingen rondgaat, terwyl het Rond- „ zel H eens omgaat. Nog is 'er een Heu-

„ gel,

V. Les. 76. Behalven dit alles zyn Slingers een verandering in den tyd hunner Slingeringen onderhevig uit hoofde van de gedaante van de Aarde,

Pl. XL. Fig. 3. „ gel, of regt ſtuk met Tanden L, die „ de Tanden van het Rondzel F vatten, „ terwyl de Heugel onder twee Kókken „ P, P glydt, en naar het Rondzel F ge„ drongen, of daarvan afgehouden wordt „ door middel van de Schroefjes M, M, „ het welk geſchiedt, opdat de Tanden „ elkander niet los of ſlap, maar diep zou„ den vatten, en het Rondzel op de min„ ſte beweging van den Heugel zouw om„ draaijen. De Tanden van den Heugel „ zyn 25 in een duim, rynlandſe maat, „ en wanneer hy voor- of agter-uit ſchuift, „ gaat het Rondzel F rond, en gevolge„ lyk ook het Rad G, 't welk het Rond„ zel H draait met den Wyzer IK. Stel „ nu, dat de Heugel de lengte van éénen „ duim verſchoven is. Dan zal F en G $4\frac{1}{5}$ „ maal rondgegaan wezen, en gevolge„ lyk zal het Rondzel H rondgegaan zyn „ $4\frac{1}{5} \times 10$, dat is, $41\frac{2}{3}$ maal, omdat H „ tienmaal rond gaat, terwyl G het maar „ eens doet; en gevolgelyk zal de Wyzer „ IK $41\frac{2}{3}$ maal rond gegaan zyn, en om„ dat de bovenſte Plaat verdeeld is in 300 „ deelen, moet de Wyzer $41\frac{2}{3}$ maal over „ 300 verdeelingen, dat is over 12500 „ deelen geloopen hebben. Derhalven „ moet de Heugel, wanneer de Wyzer „ maar van de ééne verdeeling tot de an„ dere gaat, het 12500ſte gedeelte van „ een duim voortgeſchoven wezen. En „ dewyl de verdeelingen groot genoeg „ zyn, om de beweging van den Wyzer „ op een halve verdeeling na te gaan, „ kan men 't verſchuiven van den Heugel „ de lengte van $\frac{1}{25000}$ deel van een duim „ duidelyk waarnemen. Daar is wel naau„ keurige zorg gedragen, dat de Tanden „ en Asjes maar even ſpelens genoeg heb„ ben, om vryelyk te bewegen, zonder „ welke voorzorg men geene naaukeurige „ Proeven met dit Werktuig nemen kan. „ In 't voorſte gedeelte van den Heugel „ L is een Moer-ſchroefje.

„ De 3de *Figuur* verbeeldt een vier„ kante Staaf, of *Parallelopipedum* [*even-wyd-zydig Blok*] van Metaal, waaraan „ de Proef genomen is, $5\frac{5}{10}$ duim lang, „ en $\frac{1}{10}$ duim dik. Aan 't ééne end O is „ een dunne Staart, om aan 't Yzer-werk „ AA geen merkelyke Graad van hitte „ meê te deelen. De Staaf wordt gelegd „ in een Sleuf by B, en op zy' vaſtgezet „ met het Schroefje C. Aan 't andere end „ N is 'er een gaatje in, waardoor het „ Schroefje Q geſteken wordt, om ze „ aan den Heugel L vaſt te maken, welk „ end van de Staaf ook een dunnen hals „ heeft, gelyk de Figuur vertoont, om „ de hitte aan den Heugel niet meê te „ deelen.

„ De Staaf dus vaſtgezet zynde kan „ niet langer worden: of ze moet den „ Heugel L vooruit ſtooten, en 't Rad „ met de Rondzels F, G, H, en dus ook „ den Wyzer IK omdraaijen; en wanneer „ ze korter wordt, haalt ze den Heugel „ naar zig toe, en doet den Wyzer an„ dersom draaijen. En opdat het gewigt „ van de Staaf de ligte beweging van den „ Heugel niet zouw hinderen, heb ik een „ ſtukje van een Orlozie-veêr geſteken „ tuſſen de yzeren en koperen Platen E, „ A, net van zooveel Kragt, dat het de „ Staaf zooveel opligte, als hare Zwaarte „ haar neêrdrukte; waardoor de Heugel „ altyd zeer zagt bewogen werd. Van „ deze omſtandigheid hangt de naaukeu„ righeid der Proeven zeerveel af: want „ toen ik Proeven nam met verſcheiden „ Metalen, moeſt ik om hare verſchillen„ de zwaarte te gemoet te komen, de „ Veêr wat meêr of min inſteken, om het „ opleggende lighaam door hare Veêr„ kragt meêr of min op te ligten. De „ Wyzer beweegt zoo ligt, dat een Staaf „ Tin, op het Werktuig gelegd, op 't „ aanvatten met een warme hand hem „ terſtond doet draaijen, het welk ook „ bewyſt,

Aarde, die een breed-agtig of plat-agtig Ból-rond [*Spheroïd*] is, V. Les.
gelyk een Schyf, zynde de Aarde (gelyk we reets gemeld hebben)
ontrent

„ bewyst, dat dit Metaal door een zeer
„ gering vuur uitzet. Maar om 'er meêr
„ vuur, in 't byzonder de vlam van bran-
„ dende Geesten, by te brengen, heb ik
„ een koperen bakje R gemaakt (zie *Fi-*
„ *guur* 4.) $3\frac{1}{2}$ duim lang, $1\frac{4}{10}$ duim breed
„ en $\frac{4}{10}$ duim hoog, welk van boven ge-
„ dekt wordt met een dekzel S, van Lei-
„ steen gemaakt, 't welk hier het onder-
„ ste boven vertoond wordt. Dit dekzel
„ moest van steen zyn, om niet te heet
„ te worden, en de Voor-loop in de
„ Lamp niet in brand te steken, gelyk
„ geschiedt, wanneer het van Metaal is.
„ In 't midden is 'er een lange opening in,
„ om een koperen Plaat T (*Fig.* 1.) in te
„ leggen, waarin 5 gaatjes zyn, even-
„ groot en even ver van elkander, *nam.*
„ $\frac{6}{100}$ deelen van een duim, en elk over
„ 't Kruis $\frac{7}{100}$ deelen van een duim wyd,
„ om 'er de Lemmetjes van de Lamp door
„ te steken. Deze Lamp staat op vier
„ pootjes V, V, tussen welke het Yzer-
„ werk A net sluit, opdat in elke Proef
„ de vlam van de Lamp net onder 't mid
„ den van de Staaf kome. Egter raakt de
„ bodem van de Lamp niet aan 't Yzer-
„ werk, opdat het niet heet worde, en
„ door zyne verlenging de Proef niet
„ nadeelig zy. Ook heb ik in geene Proe-
„ ven gevonden, dat het warm geworden
„ was. De wydte tussen het onderste van
„ de Staaf, op de *Pyrometer* leggende,
„ en de bovenste Oppervlakte van de
„ Lamp is een halve duim, opdat de kot-
„ toene Lemmetjes, die $\frac{1}{10}$ duim boven
„ de gaatjes uitsteken, een bekwame vlam
„ geven, om de Proeven naaukeurig te
„ nemen. Het Kottoen-draad, waarvan
„ ik my bediend heb, was zeer fyn en
„ gelyk, en vyf van dezelven inéén ge-
„ draaid maakten als een rolletje $\frac{5}{100}$ duim
„ dik. In 't nemen van Proeven met dit
„ Werktuig heb ik op alles naaukeurig
„ agt gegeven, omdat ik grootelyks mis
„ leid kon worden, indien ik tot de min-
„ ste omstandigheden toe niet in agt nam:
„ want indien de Lemmetjes van de Lamp
„ te hoog boven de gaatjes uitsteken,
„ wordt de vlam te groot en te heet, Pl. XL.
„ waarom ze altyd op ééne hoogte ge- Fig. 4.
„ houden zyn. Indien ook in de Proeven,
„ die genomen werden met dubbeld over-
„ gehaalde Voorloop van Brandewyn de
„ Lamp niet altyd even vol was, was de
„ vlam te sterk of te slap, waardoor de
„ Proeven weêr verward werden, waar-
„ om ik zorg droeg, dat de Lamp altyd
„ half vol was, 't welk de beste en be-
„ kwaamste vlammen gaf, die van de Lamp
„ af, waarop ze stonden, tot aan het Me-
„ taal toe, het welk zy heet maakten,
„ van een rol-ronde gedaante waren, eg-
„ ter van boven een weinigje uitgebreid.
„ Hare Voet-steunen waren $\frac{4}{100}$ duim over
„ 't Kruis. Opdat de Streek der vlammen
„ door beweging van de lugt of adem-
„ haling niet veranderen zouw, heb ik
„ altyd een glas over 't Werktuig gezet,
„ egter zoo dat 'er de Wyzer-plaat buiten
„ kwam, om de aangewezen Graden te
„ beter te konnen onderscheiden.

„ Na dezen toestel heb ik willen on-
„ derzoeken, hoeveel het Yzer, 't Staal,
„ het Rood- en Geel-koper, het Tin en 't
„ Lood door ééne vlam uitgezet zouden
„ worden, toen door twee, door drie,
„ door vier, en eindelyk door alle vyf;
„ ook of 'er eenig verschil in de uitzet-
„ ting was, indien de naast aan elkander
„ staande vlammen, of die, die wydst van
„ elkander af waren, gebruikt werden.

„ Op een dag, dat het begon te vrie-
„ zen, en de Thermometer van den Heer
„ *Fahrenheit* op 32 Graden stond, de wind
„ West was, een betrokken lugt en de
„ Barometer op $29\frac{4}{12}$ duim, lei ik de ge-
„ melde Metalen naast elkander op een
„ steen, om even koud te worden. Toen
„ lei ik ze, het ééne na 't andere op de

V. Les. ontrent 31 [*engelſe*] Mylen hooger op den Linie-cirkel, dan op de Polen. Want wanneer men zuidwaarts op reiſt, zal men bevinden, dat

„ Pyrometer, en eerſt éene vlam aanſte-
„ kende teekende ik hare uitzetting aan.
„ Hier op liet ik ze, van de Pyrometer
„ afgenomen, weêr verkoelen, totdat
„ ze zoo koud geworden waren als te
„ voren, wanneer ik ze weêr op de Py-
„ rometer lei, met twee vlammen. En
„ op deze wys ging ik voort, totdat ik
„ 'er met alle vyf de vlammen de Proef
„ van genomen had. De uitwerkingen
„ heb ik kortheids halve op de volgende
„ Tafel gebragt, die de Graden van Uit-
„ zetting op geeft, waarvan elk $\frac{1}{122\frac{1}{2}00}$ deel
„ van een duim is. In opzigt van het Tin
„ moet men weten, dat het ligtelyk ſmelt,
„ wanneer 'er twee van de vlammen, die
„ digſt aan elkander zyn, te gelyk bran-
„ den, waarom men de Proef van dat
„ Metaal met meêr vlammen niet nemen
„ kan. Lood ſmelt byna met drie vlam-
„ men, die naaſt aan elkander zyn, wan-
„ neer ze wat lang branden.

„ T A F E L,

„ *vertoonende de Graden van Uitzetting van Metalen door middel van verſchei-*
„ *den, maar evengroote* vlammen van Voor-loop van Brandewyn.

Uitzetting met één vlam in 't midden.	Yzer 80	Staal 85	Rood-koper 89	Geel-koper 110	Tin 153	Lood 155
met twee vlammen in 't midden, naaſt aan elkander.	117	123	155	220		274
met twee vlammen 2½ duim van elkander af.	109	94	92	141	219	263
met drie vlammen in 't midden, naaſt aan elkander.	142	168	193	275		
met vier vlammen in 't midden, naaſt aan elkander.	211	270	270	361		
met alle vyf de vlammen.	230	310	310	377		

„ Deze Proeven zyn verſcheiden malen
„ herhaald; en, ſchoon ze niet altyd vol-
„ komen overeenkwamen, was het ver-
„ ſchil altyd minder dan vyf Graden, 't
„ welk zoo gering is, dat het niet in aan-
„ merking mag komen. Omdat de Tan-
„ den eenige Speling hebben, zal 'er al-
„ tyd wel wat verſchil zyn in de Proeven,
„ hoe

dat de Uurwerken met lange Slingers (buiten 't geen men voor de hitte moet aftrekken) te langzaam gaan, gelyk Dr. *Halley* en verfchei- V. Les.

„ hoe dikwyls men ze ook herhalen mag. „ Uit vele Proeven heb ik een middel getal genomen.

„ Uit het beſchouwen van deze Proeven blykt duidelyk, dat het Yzer onder alle die Metalen, waarvan ik de Proef genomen heb, allerminſt uitzet, 't zy het met ééne, 't zy het met meêr vlammen heet gemaakt worde. Hierom is het bekwaamſt, om Werktuigen van te maken, die door hitte of koude niet veel veranderd mogen worden.

„ Hierom worden de Slingers voor Uur-werken beſt van Yzer gemaakt. Van Staal zyn ze zoo goed niet, en van geel koper deugen ze niet. Evenwel maakt men ze dikwyls van zulk koper, omdat het zooveel niet roeſt, maar 't is egter niet goed. Dus behoorde men ook de Maten van Ellen en Voeten van Yzer te maken, om ze winter en zomer, zooveel mogelyk was, even lang te houden.

„ 2. De Uitzetting van Lood en Tin met ééne vlam verſchilt maar weinig.

„ 3. De Uitzetting van Tin en Lood is met dezelfde vlam byna tweemaal zoo groot als die van Yzer; want hare Uitzettingen zyn gelyk 155 tot 80, het welk byna is, gelyk 2 tot 1.

„ 4. De vlammen, die naaſt aan elkander zyn, en op 't midden van de metalen Staafjes werken, veroorzaken grooter Uitzetting, dan die, die wat verder van elkander af zyn: want het Yzer werd door de vlammen, die elkander het naaſte waren, 117 Graden uitgezet, en door de verdere maar 109 Graden; en dit ziet men ook in de andere Metalen.

„ De reden hiervan is, dat de vuurdeelen niet alle regtop gaan, en zig aan de Staafjes zetten, maar dat 'er eenige op zy' uit vliegen van alle kanten van de vlam. Wanneer de vlammen dan wat van elkander af zyn, vliegen de vuur-deeltjes van op zy' van de vlam vryelyk af, en werken niet op 't Metaal; maar wanneer de vlammen digt aan elkander ſtaan, worden die deeltjes, die van dien kant van de vlam, die naar de andere vlam ziet, uitgaan, van die vlam als van een Spiegel teruggekaatſt, en weêr in hare eigen vlam komende opwaarts gedreven, en vlyen zig in 't Metaal, het welk daardoor een grooter Hoeveelheid van vuur ontvangende noodzakelyk meêr moet zwellen.

„ 5. Om nu de Uitzettingen van het zelfde Metaal, door ééne, twee, drie of meêr vlammen veroorzaakt tegen elkander te vergelyken: twee vlammen gaven geen tweemaal grooter Uitzetting dan ééne; nog drie een driedubbele Uitzetting, maar kleiner; en de Uitzettingen verſchillen zooveel meêr van de Evenredigheid van 't getal der vlammen, als 'er meêr vlammen tegelyk branden. Het Bewys van dit Verſchynzel zal ik in 't vervolg voorſtellen, en nu de Evenredigheden van de waargenomen Uitzettingen in de volgende korte Tafel opgeven.

Yzer	Staal	Rood-koper	Geel-koper	Lood
80 : 117 :: 1 : $1\frac{37}{80}$	85 : 123 :: 1 : $1\frac{38}{85}$	89 : 155 :: 1 : $1\frac{66}{89}$	110 : 220 :: 1 : 2	155 : 263 :: 1 : $1\frac{108}{155}$
80 : 142 :: 1 : $1\frac{62}{80}$	85 : 168 :: 1 : $1\frac{83}{85}$	89 : 193 :: 1 : $2\frac{104}{89}$	110 : 275 :: 1 : $2\frac{1}{2}$	
80 : 211 :: 1 : $2\frac{131}{80}$	85 : 270 :: 1 : $3\frac{1}{85}$	89 : 270 :: 1 : $3\frac{3}{89}$	110 : 361 :: 1 : $3\frac{71}{110}$	
80 : 230 :: 1 : $2\frac{7}{8}$	85 : 310 :: 1 : $3\frac{1}{2}$	89 : 310 :: 1 : $3\frac{43}{89}$	110 : 377 :: 1 : $3\frac{47}{110}$	

V. Les. ſcheiden andere Sterrekundigen hebben waargenomen, die de Slingers van hunne Uur-werken moeſten verkorten, eer ze dezelven net konden doen gaan. De Heer *Richer* heeft, om dit Verſchynzel in den grond te onderzoeken, Waarnemingen gedaan ontrent de Slingeringen van een enkelen Slinger (dat is, een Slinger, die niet aan een Uur-werk gevoegd was) tien maanden agteréén, en gevonden, dat

„ 6. Eer de Metalen van de zelfde „ Graad van koude gebragt worden tot „ ſmelten, worden ze niet evenveel uit„ gezet, maar de ééne meêr, de andere „ min: want Tin begon al te loopen, „ toen het maar 219 Graden uitgezet was. „ Geel-koper weêr, dat al 377 Graden „ was uitgezet, was nog ver van rood „ gloeijende te zyn, en gevolgelyk ver „ van ſmelten, gelyk ook het rood-koper, „ dat 310 Graden uitgezet was, en dat „ miſſchien tweemaal zooveel zouw moe„ ten uitzetten, eer het zouw ſmelten.

Het geen we tot dusver uit den Heer *Muſſchenbroek* vertaald hebben * dient, om eenige van de veelvuldige gebruiken van de *Pyrometer* aan te wyzen; die ik door de volgende veranderingen verbeterd heb.

1. Inplaats van vierkante metalen Staafjes, om de Proeven meê te nemen, gebruik ik rol-ronde; omdat ik ze zekerder van dezelfde gedaante kan hebben, met ze te trekken door het zelfde gat van een ſterke ſtalen Trek-plaat, gelyk de Draadtrekkers gebruiken. En hierdoor ben ik zeker, dat de Groottens der Metalen, die tegen elkander vergeleken worden, evengelyk zyn.

2. In plaats van het Rondzel F (zie *Fig.* 2.) heb ik een ſtalen Rolletje [*Roller*] net rond, maar niet gepolyſt, en op de Oppervlakte gevyld in den Streek van haren As, zoodat het aangemerkt kan worden, als een Radertje met een oneindig getal Tanden. Daarenboven heeft het Rad G aan den zelfden As geene Tanden, maar alleen een Groef, om een dun Orlozie-kettingje (of zelf een Paards-haair) op te nemen, waardoor het een Rolletje [*Roller*] in H met een Groefje omvoert, op den As van welk Rolletje aan 't bovenend de Wyzer ſteekt in I.

3. Opdat de Ketting, waarmeê het Rad, of de Schyf G het Rolletje H omvoert, niet te ſlap of te veel geſpannen zy, wordt de geheele Wyzer-plaat (die in myne *Pyrometer* vierkant is) en de Kok en 't Rondzel H aangezet naar het Rad G, of daarvan afgetrokken door middel van een Schroef, die vaſtgemaakt is aan de bovenſte Stelling-plaat, in welke Plaat de bovenenden van de pilaartjes en de Spil van 't Rad, of de Schyf G geſteken zyn, terwyl 'er de Wyzer-plaat boven op ſchuift. NB. *Zulk een Plaat is 'er niet onder de Wyzer-plaat in de* Pyrometer *van den Heer* Muſſchenbroek.

4. In plaats van den Heugel LN (*Fig.* 1.) heb ik een lang dun ſtalen Plaatje ontrent $\frac{1}{10}$ duim breed, ruw gevyld, waardoor 't het eerſte Rondzel F beweegt met 'er tegen aan te vryven. 'T is veêr-hard getemperd, en een weinig gebogen, dragende de bolle [*convex*] zyde tegen F; maar, wanneer het vaſtgemaakt wordt aan het Roedje in N, is 'er een Veêr, vaſtgemaakt aan de onderſte koperen Plaat, die het regt en geſpannen trekt aan zyn end L in den Streek NL, en inplaats van de Kokken P, P (*Fig.* 2.) zyn 'er twee Schyfjes,

* *Zie zyne Byvoegzelen op de latynſe Vertaling van de Proeven van de* Academia del Cimento, *2de Deel van Bladz.* 12 *tot* 18, enz.

dat een Slinger, om Sekunden te ſlingeren onder den Linie-cirkel, ontrent $\frac{1}{10}$ duim korter moet zyn, dan op onze noordelyke Breette; zonder welk het Uur-werk, dat hy leidt, tuſſen de twee en drie Minuten op een dag te kort zal gaan. V. Les.

Uit deze Waarnemingen ontrent Slingers heeft de Ridder *Izak Newton* bewezen, welke de ware gedaante van de Aarde zy; ſchoon tegen het gevoelen van eenige Heeren van de koninklyke Akademie van

Schyfjes, waterpas leggende, welker breede opſtaande [*vertical*] Groeven opnemen, en beſtieren het ſtalen Plaatje of de Leijer, die voor den Heugel verſtrekt.

5. Inplaats van de Orlozie-veêr, om de Staafjes te onderſtutten, heb ik een koperen Rolletje [*Roller*] van $\frac{1}{10}$ duim over 't Kruis, welkes As waterpas legt; en dit Rolletje wordt van zyn Voet-ſtuk, 't welk op 't Yzerwerk in W vaſtgemaakt is, gerezen door middel van een Schroef, waardoor het gebragt wordt onder elke metalen Roede, die het onderſtut aan 't end N. Zie *Fig.* 1.

De 5de *Figuur* verbeeldt de onderſte Stelling-plaat met myne veranderingen.

B N is de ronde Roede, waarvan men de Proef wil nemen, aan het ſtalen Plaatje in N vaſtgemaakt met de pen Q. Dit ſtalen Plaatje, welkes natuurlyke Stand verbeeld wordt door de geſtipte Lyn N *l*, wordt hier gehouden in de regte Lyn N L door middel van de Veêr S L, die in deszelfs end haakt in L, trekkende het in den Streek N L, en 't wordt geleid door de Groeven der Schyven P, P, zoodat deszelfs zyde, die rond ſtaat, wanneer het vry is, nu drukt tegen de Rol H, die het door zyne Vryving omdraait, wanneer het naar L gaat, of daar van afwykt. De geſtipte Cirkel G g verbeeldt het Rad boven aan den zelfden As met H: *g i* G het Orlozie-kettingje, het laatſte Rolletje *i* omvoerende, en *d i k* den Wyzer, gelyk in de *Pyrometer* van den Heer *Muſſchenbroek*. Het overige kan men ligtelyk begrypen uit het gezegde, en uit een beſchouwing van de 1ſte *Figuur*, die de onderſtuttende koperen Rol, die geligt en neêrgezet wordt door 't omdraaijen van de Schroefplaat *p p* vertoont.

NB. *Daar is geen ongemak in 't gebruiken van het Paards-haair, indien men maar zorgdraagt, dat men deszelfs Knoop brengt in* G: *want dewyl de beweging geſchiedt in den Streek* G m g, *kan de Knoop nooit tot* g *komen, en draagt daarom in zyne gantſe beweging gelykelyk in de Groef van 't Rad of de Schyf* G.

Door het gebruiken van Rollen wordt de Schokking van Tanden geheel voorgekomen in myne *Pyrometer*; zoodat de Wyzer begint te bewegen op het zelfde oogenblik, dat men hitte brengt by de metalen Roedjes; en op het zelfde oogenblik, dat men de vlam uitblaaſt, begint de Wyzer terug te draaijen, 't welk niet geſchieden kan, wanneer men Tanden gebruikt. Ik meen dat vaardig terug draaijen op 't wegnemen van de hitte. Pl. XL. Fig. 5.

Ik moet bekennen, dat de Wyzer, indien men deszelfs beweging maar éénen weg uit beſchouwt, wanneer de Tanden maar vatten, en hy begint te bewegen, regelmatig voortgaat; en dat men daarom op de Proeven van den Heer *Muſſchenbroek* kan aangaan. Evenwel ik zal ze by den eerſten ledigen tyd nog eens over doen. Ik moet ook, om dien Heer de eer te geven, die hem toekomt, zeggen, dat hy my in éénen zyner brieven geſchreven heeft, dat hy een nieuwe *Pyrometer* gemaakt zouw hebben zonder Tanden, indien zyn Werkman hem niet begeven had.

V. Les. van Wetenſchappen te *Parys*, die ſtaande houden, dat de Aarde een langwerpig Ból-rond [*Spheroïd*] is, (gelyk een Ei) op de Polen hooger dan op den Linie-cirkel ontrent $\frac{1}{176}$ van de geheele Middel-lyn. Zie de reden van deze Misvatting hier onder in de 15de *Aanteek.*

77. Wanneer men bedenkt, wat Snelheid de dagelykſe Omdraaijing van de Aarde moet geven aan lighamen op hare Oppervlakte, inzon-

(15) De Heer *Caſſini* zegt, dat de Aarde een langwerpig Ból-rond is, hooger op de Polen, dan den Linie-cirkel, ſtellende den As ontrent 13 *franſe* Mylen langer dan de Middel-lyn van den Linie-cirkel, het welk hy afleidt uit de vergelyking van zyn Vaders metingen van den Middag-cirkel [*Meridian*] van *Parys* af tot de *pyreneïſe* Gebergtens met de metingen van den Heer *Picard*, waarvan een berigt gegeven wordt in de *Memorien van de K. Akademie* voor 't jaar 1713. Den Middag-cirkel daarna verlengd hebbende door *Vrankryk* van *Parys* tot *Duinkerken*, trekt hy daar nog al gevolgen uit, om te bewyzen, dat de Aarde een langwerpig Ból-rond is, maar ſtelt den As langer dan de Middel-lyn van den Linie-cirkel 34 *franſe* Mylen.

Om nu dit waar te maken, bewyſt de Heer *Caſſini*, de gemelde metingen aannemende als naaukeurig genoeg, niet alleen om de Grootte te bepalen van een Graad van de Aarde, overeenkomende met een Graad van een grooten Cirkel van de Hemelen, maar zelf ook om 't verſchil aan te wyzen in de Graden van de Aarde (rekenende dat die, die gemeten waren in het Zuiden van *Vrankryk*, grooter zyn dan de Graden naar het Noorden, een zeker getal van Roeden en voeten) de Heer *Caſſini*, zeg ik, bewyſt, dat, indien de Graden van de Aarde langer zyn naar den Linie-cirkel dan naar de Polen, de Vlakte van den Middag-cirkel [*Meridian*] een langwerpig Rond [*Ellipſe*] moet wezen, welkes lange As de As van de Aarde is.

Het Bewys van den Heer *Caſſini* is zekerlyk regtmatig; maar de gedaan metingen konnen waarlyk niets bepalen ontrent de verſchillende lengte van Graden zoo digt aan elkander; omdat, dewyl 't verſchil in ééne der Onderſtellingen maar 11 of 12 Roeden [NB. *van 6 voeten*] en in een ander ontrent 31 op zyn meeſte, de Breette gemeten moeſt zyn met een naaukeurigheid ver boven de natuur van eenig Inſtrument van de Sterrekunde, dat tot nog toe gemaakt is, en veel verder boven de Inſtrumenten, waarvan die Heeren, die den Middag-cirkel hebben gemeten, zig bediend hebben.

Want vooreerſt was het Inſtrument, waarmeê zy hunne Waarnemingen voor de Breette deden aan beide de enden van den Middag-cirkel, een Kwadrant van 10 voet Straal, waarvan het 200ſte deel van een duim overeenkomt met 8 Sekunden van een Graad. Maar dewyl het 200ſte gedeelte van een duim het kleinſte deel is, dat men in een verdeelden duim zien kan, konden ze geenen Hoek nemen, die nader kwam, dan zulk een; ja hun Inſtrument was, volgens hunne eigen beſchryving, maar op elke 20 Sekunden verdeeld. Ze ſtellen, dat 16 [*franſe*] Roeden op de Oppervlakte van de Aarde overeenkomen met 1 Sekunde in de Hemelen; en ze geven zelf niet voor een Waarneming gedaan te hebben nader dan tot 3 Sekunden, die derhalven geen verſchil kleiner dan 48 Roeden kan bepalen; daar de Graden nogtans onderſteld worden elk niet meêr dan (op zyn meeſte) 31 Roeden te verkleinen van *Colioure* (het zuidelyke gedeelte van hunnen Middag-cirkel) tot *Duinkerken*; maar een Misſlag van 8 Sekunden zouw een

PL. XL.

Fig. 1.

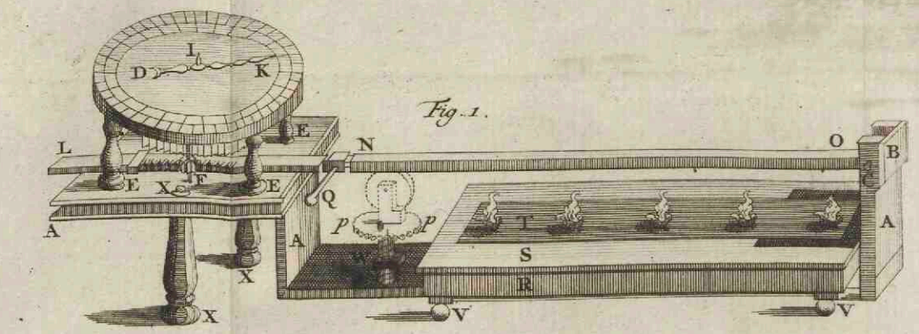


Fig. 2.

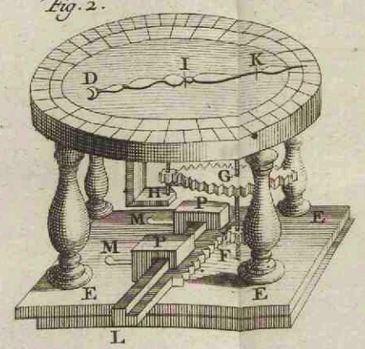


Fig. 3.



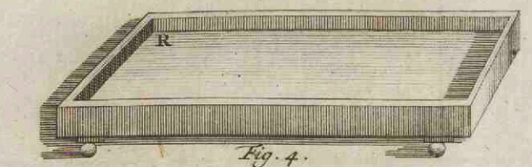
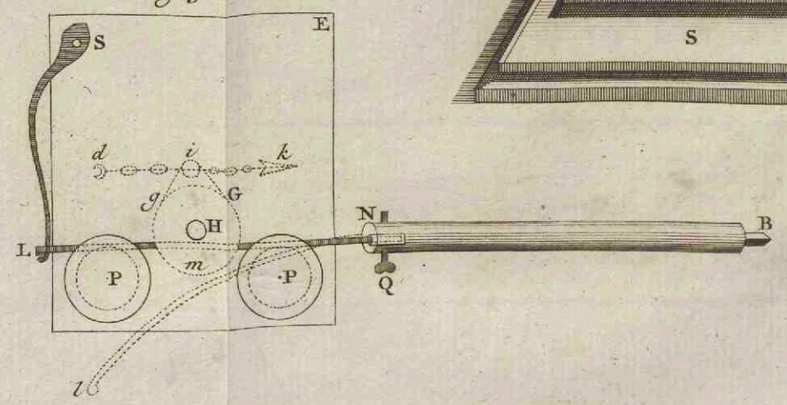


Fig. 4.

Fig. 5.



inzonderheid op den Linie-cirkel, of digt aan den zelven (alwaar V. Les.
lighamen omgevoerd worden tegen ontrent 1040 [*engelſe*] Mylen in een uur) kan men ligtelyk begrypen, dat het noodzakelyk is, dat ze hooger is op den Linie-cirkel; omdat de middelpunt-ſchuwende Kragt, indien 'er geene daling was naar de Polen, al het water naar de linie-cirkelſe Geweſten zouw dryven, die daardoor zouden verdrenken,

een verſchil maken van 128 Roê op de Oppervlakte van de Aarde, meêr dan tienmaal grooter, dan 't verſchil van Graden in de eerſte Onderſtelling, en viermaal grooter dan dat verſchil in de laatſte Onderſtelling. Daarenboven was de Breette niet waargenomen op de plaatzen tuſſen *Parys* en *Colioure* gelegen met het gemelde Inſtrument van 10 voet Straal; maar ze hebben zig bediend van een Kwadrant, welkes Straal maar 39 duim was, en ſomtyds van een Oktant van 3 voet Straal. Ja ze zeggen zelf in hun berigt, dat het de Waarnemingen, aan de enden van den Middag-cirkel gedaan, niet zyn, waaruit men het verſchil van de lengte van een Graad moet afleiden; maar de Hoogtens of Breettens, op verſcheiden plaatzen tuſſen de enden genomen. En ſchoon men toeſta, dat ze zeer wel een Hoek van 4 of 5 Sekunden konnen nemen met het groote Inſtrument, konnen ze egter niet nader dan tot 12 of 15 Sekunden komen met het Kwadrant of Oktant, waarop men ſtaat moet maken wegens het verſchil van de maat van Graden. Zoodat men, alles wel ingezien zynde, een lengte van 31 Roê moet bepalen met een Inſtrument, dat over de 200 Roê kan miſſen.

En om de waarheid te zeggen, op een naauw onderzoek van de metingen van Graden, heb ik verſcheiden Misſlagen en Onbeſtaanlykheden gevonden; in 't byzonder in 't meten van de hoogte van bergen, waarin 9 Waarnemingen van de Barometer, om hare hoogte te meten in 't Zuiden van *Vrankryk*, die men zegt hare Driehoek-metingen te beveſtigen, zoo geheel en al tegen elkander ſtryden, dat ze niet met al bepalen. Ja, het beſluit, dat Graden van de Aarde vergrooten naar den Linie-cirkel toe, wordt alleenlyk getrokken uit eenige uitgekipte Waarnemingen: want wanneer men ze alle by elkander vergelykt, zal 'er uit blyken, dat de Graden noorde-waarts aan vergrooten.

Maar buiten opzigt op Waarnemingen heeft de ſchrandere Heer *Mairan* getragt te bewyzen, dat in een langwerpig Bólrond de Slingers korter gemaakt moeten worden, om Sekunden te ſlingeren op den Linie-cirkel dan op grooter Breettens; maar de beginzels, die hy aanneemt, zyn hem niet toegeſtaan; en indien men ze toeſtond, zouw 'er uit volgen, dat een Slinger, die te *Parys* Sekunden ſlingert, een duim verkort zouw moeten worden op den Linie-cirkel; daar het in tegendeel waar zy, dat zulke Slingers, van *Parys* naar den Linie-cirkel gebragt, maar $\frac{1}{10}$ duim verkort worden. Derhalven bewyſt de Heer *Mairan*, veel te veel bewyzende, in dit geval niet met al. Die begerig zyn om alles te weten, wat tot dit Verſchil behoort, konnen teregt raken in de *Filoſofiſe Transaktien*, N. 386, 387, 388* en 389, waarin ik meen volkomen bewezen te hebben, dat de Aarde een breed-agtig Bólrond is, overeenkomſtig met het gevoelen van den Ridder *Izak Newton*, en getoond te hebben, dat een langwerpig Bólrond onmogelyk is.

* NB. *Daar zyn eenige Drukfouten in myne tweede Redenering, die verbeterd zyn in de laatſte Verkorting van de Transaktien door de Heeren* Reid *en* Gray.

V. Les. drenken, terwyl niet alleen de Geweſten ontrent de Polen, maar ook de gematigde Land-ſtreken droog zouden blyven. En indien de Aarde ooit in een vloeibaren ſtaat, of hare zelfſtandigheid zagt en meêgevende was, moet ze, van den Schepper die dagelykſe Omdraaijing, die ze heeft, gekregen hebbende, van een ból-ronde tot een ból-agtig ronde gedaante gebragt zyn, onder den Linie-cirkel opzwellende, totdat ze gekomen zy tot de gedaante, die ze nu heeft. Een ſneller Omdraaijing om haren As zouw het verſchil nog grooter maken tuſſen de Middel-lynen van de Polen en den Linie-cirkel. En dit heeft men waargenomen in *Jupiter*, welkes Middel-lyn van zyne Linie-cirkel, volgens eenige naaukeurige Waarnemingen van wylen dien ſchranderen Sterrekundigen, den eerwaarden Heer *Pound*, blykt $\frac{1}{13}$ langer te zyn dan zyn As, overeenkomſtig met zyne ſneller dagelykſe Omdraaijing, die ontrent in 10 uren volbragt wordt.

XXV. ONDERVINDING.

Aan een yzeren As, dien men ſnel kon doen omdraaijen (door middel van het Rad van de Draai-tafel, welkes touw om een Schyf loopt, die aan gemelden As gehegt is) ſchoof ik twee yzeren Hoepels, welker Vlaktens elkander in den Haak ſneden, verbeeldende twee Kruis-cirkels [*Colures*], die, veêr-hard getemperd, eerſt op zulk een wys ſtonden, dat ze in die Middel-lyn, die op den As valt, $\frac{1}{20}$ gedeelte langer waren, dan in de Middel-lyn van haren Linie-cirkel; zynde deze Evenredigheid dezelfde, die de Heer *Caſſini* onderſtelt tuſſen den As en de Middel lyn van den Linie-cirkel van de Aarde. Twee cirkel-ronde Platen, waaraan de gemelde Hoepels geklonken waren, hadden vierkante gaten, waardoor de As heen ſtak, zoodat de twee Polen van het langwerpige ból-agtig Rond, dat de Hoepels in hare Omdraaijing beſchryven, zoodanig naar elkander konnen naderen, dat ze haar toelaten de gedaante aan te nemen van een waaragtig Ból-rond [*Sphere*], waardoor de Middel-lyn van den Linie-cirkel van 't Inſtrument, toen 't omgedraaid werd, opzwol, en de Veêrkragt van de Hoepels overwon. Een grooter Snelheid bragt den Ból tot een plat ból-agtig Rond van de gedaante van den Ridder *Izak Newton* [*dat is, zulk een gedaante, als hy aan de Aarde toeſchryft*]. Een nog grooter Snelheid maakt de Evenredigheid der Middel-lynen, gelyk

gelyk die van *Jupiter*; en de Middel-lyn van den Linie-cirkel blyft vergrooten met de middelpunt-ſchuwende Kragt. V. Les.

Een andere Hoepel met een Pal, den Linie-cirkel verbeeldende, toont (in de Proef) het vergrooten van den Omtrek van den Linie-cirkel; en een Wyzer, aan de Stelling gehegt, toont het vergrooten van de Middel-lyn aan.

Zoohaaſt de Omdraaijing van het Werktuig ophoudt, keeren de Kruis-cirkels [*Colures*], Middag-cirkels [*Meridians*] of Hoepels weder tot hare langwerpig-ronde gedaante, welker ſtaande langſte Middel-lyn de As van Omdraaijing is.

Die meêr wegens de Slingers wenſen te weten konnen nazien *Hugenii Opera poſthuma*, en *J. Keil Introductio ad veram Phyſicam* op 't end van dat werk; alwaar verſcheiden Stellingen te vinden zyn wegens den Cirkel-ſlinger, waartoe ik geene plaats heb, om meêr van te zeggen, dewyl deze Les reets al te lang geworden is. Evenwel kan ik niet eindigen, voordat ik myne beloften volbragt heb met een berigt te geven wegens den *Boog* of *Veêr*, voorzoover hy tot de eenvoudige Werktuigen behoort.

78. Dit Werktuig is zoo algemeen bekend, en deszelfs gebruik wordt zoo algemeen verſtaan, en is ook zoo natuurlyk en gemakkelyk, dat alle menſen in alle eeuwen en in alle gedeeltens van de bewoonde weereld, zoowel onder de ruuwſte, onkundigſte en woeſtſte, als onder de welgemanierdſte, beſchaafdſte en geleerdſte volkeren, in deszelfs gebruik bedreven gevonden zyn. Zelf heeft men gevonden, dat in die groote landſtreken, die zig naar de Noord- en Zuid-pool uitſtrekken, daar naauwelyks één van die eenvoudige Werktuigen, die van de Balans of Bóóm afhangen, bekend is, ik meen den Hefboom, de Kaapſtand, de Katrol, de Schroef of de Wigge, ja daar men om 't gebruik van Rollen en Wielen nooit gedagt heeft; in die groote landſtreken en de omleggende Eilanden heeft men egter gevonden, dat het volk zeer gaauw en handig is in 't gebruik van den *Boog*, en de pyl zoo weten te beſtieren, dat ze het doelwit treffen. Dus ſchynt de Boog een Werktuig te zyn, dat de menſen allergemakkelykſt konnen uitdenken. En dit niettegenſtaande vind ik niet, dat iemand onder de Ouden, of Hedendaagſen de natuur, eigenſchappen en 't Vermogen van *Veren* tot een vaſte Beſchouwing en Uitre-

V. Les. kening gebragt heeft, ſchoon 'er eenigen veel over geſchreven, en vele pogingen daarontrent gedaan, en 'er Proeven meê genomen hebben; totdat wylen de Heer *Hook* het ſtuk tot zekerheid gebragt hebbe, met te bewyzen, *dat het Vermogen van een Veêr*, van wat ſoort ze ook mag wezen, *vergroot in dezelfde Evenredigheid met hare Spanning*, hetzy ze geſchiede door Samendrukking of Samenpakking, hetzy door Uitrekking of Uitzetting; zoodat, indien de ſterkte van één pond haar éêne Graad uit haren natuurlyken ſtaat beweegt, twee pond haar twee Graden, en drie pond drie Graden zal bewegen, en zoovoort. Nu dit Werktuig regelregt anders dan alle de anderen, die ik reets beſchreven heb, ontvangt al het Vermogen van beweging, dat 'er ingedrukt wordt, en bewaart het, totdat het in vryheid gelaten worde, of niet meêr verder uitgeſtrekt of gedrongen worde met grooter Vermogen; maar daarenboven inplaats van voort te gaan in dien weg, waarin het bewogen was, ſpringt het te rug, en gaat agteruit in een tegenſtrydigen Streek; en door *Tegenwerking* [*Re-action*] oeffent het al zyn Vermogen en beweging, die 't ontvangen had, op de lighamen, die 't in zynen weg ontmoet, wanneer het agteruit gaat, en voert ze met groote gezwindheid, als ontvangen hebbende al 't Vermogen, dat door Spanning aan den *Boog* was ingedrukt door de ſterkte, die hem buigt. Door dit middel wordt al de ſterkte van den arm geoeffend, om den *Boog* den éénen weg uit te buigen, door den *Boog* den anderen weg uit ſchielyk meêgedeeld aan de Pyl, 't welk haar, nadat ze geſchoten is, met die Snelheid en Gezwindheid doet bewegen, vervolgende hare beweging door de eerſte Wet.

Maar hier zouw men konnen vragen, waar het van daan kome, dat de *Boog*, die in zyne buiging of trekking maar bewogen wordt met een langzame en zware beweging (ja, gelyk gebeuren kan, ſomtyds ſtil gehouden wordt, en zonder eenige de minſte beweging) egter zoogroot een Hoeveelheid van beweging, of Vermogen om ze in een ander lighaam voort te brengen, behouden kan, ſchoon hy voor het oog geene beweging altoos van zigzelven ſchyne te hebben; daar in tegendeel alle de andere eenvoudige Werktuigen, die zulk een magtige of gezwinde beweging voortbrengen, of uitwerken, die beweging, zigtbaarlyk werkende, in zigzelven hebben, wanneer ze hare

hare uitwerking voortbrengen, regtſtreeks voortgaande in de regte v. Les.
Lyn, waarin ze voor den Slag bewogen, zoodat 'er niets anders zy dan de agtervolging van de geheele verkregen beweging.

Hierop antwoord ik, dat ſchoon de natuurlyke reden van 't Vermogen der Veren mogelyk zoo duidelyk zig niet vertoone voor 't gezigt, als dat van een gewigt, dat men eerſt opligt, en dan laat vallen, evenwel voor een groot gedeelte van dezelfde natuur is, gelyk men duidelyk kan doen begrypen. Want gelyk in het ligten van een gewigt tot een zekere hoogte, en het daarvan weêr te laten vallen, het Vermogen van Zwaarte-kragt dat gewigt weêr doet dalen tot de plaats, waarvan het was opgeligt, met grooter Kragt, naar mate dat het hooger geligt is; en het dus in zyn dalen in ſtaat ſtelt, om zooveel Kragt of Vermogen te oeffenen, als beſteed was in het op te ligten tot zoogroot een hoogte: zoo heeft een Veêr, een Vermogen gelyk de Zwaarte-kragt, of een Werkelykheid die van dezelfde kragt is, en in zigzelve, maar met dit onderſcheid, dat ze werkt naar alle kanten, waarnaar ze gerigt wordt (daar Zwaarte-kragt alleenlyk naar beneden werkt) zoodat ze in haar terug ſpringen alle die Kragt en dat Vermogen oeffent, dat beſteed was in haar tot die Spanning te buigen. En gelyk de beweging van Zwaarte-kragt of daling, wat de Snelheid van beweging ook geweeſt mag zyn, die 't gewigt opligte, het weêr terug voert tot de plaats, waarvan het was opgeligt, met een eenparigen voortgang van Verſnelling, die eigen is aan 't Vermogen van Zwaarte-kragt, gelyk we getoond hebben; zoo ontſpant het terug ſpringen van de Veêr, met wat Snelheid ze ook geſpannen mag zyn, zigzelve met zulke Graden van Vermogen en Snelheid, als eigen zyn aan de natuur van Veren, die, gelyk ik gemeld heb, zooveel te kragtig r zyn, als ze meêr gebogen, of geſpannen zyn. Zoodat men, om de vergelyking wel te maken, zig niet verbeelden moet, dat 'er een enkel gewigt geligt wordt, gelyk in 't voorbeeld van Zwaarte-kragt, omdat het Vermogen van Weêrſtand van de Zwaarte-kragt in zulk een gewigt het zelfde is op 't laatſte als in 't begin, voor zooveel op 't oog blykt; want het zelfde Vermogen, dat zulk een gewigt éénen voet hoog ligte in 't begin, zal 't nog éénen voet hooger ligten, nadat het hetzelve tot die hoogte geligt had, of een derden voet na den tweeden. Byvoorbeeld, in-

V. Les. dien de Kragt van één pond gewigt het éénen voet hoog ligt, zal die Kragt van één pond gewigt aanhoudende, of agtervolgd wordende, het een anderen voet hoog ligten, en (agtervolgd wordende) een derden voet hoog. Maar in een Veêr is het anders: want indien 'er een Kragt van één pond noodig is, om de Veêr éénen duim te ſpannen, moet 'er een Kragt van twee pond wezen, om ze twee duim te ſpannen, en drie pond, om ze drie duim te ſpannen. Zoodat het Vermogen van een Veêr eigenlyker vergeleken kan worden by 't opligten van een Ketting, of een Streng met Kralen of gewigten, op den grond leggende: want in het opligten van de eerſte Schalm of de eerſte Kraal wordt 'er, by voorbeeld één pond vereiſt, maar in 't hooger ligten ryzen 'er twee Schalmen of Kralen, en dus is 'er een Kragt van twee pond vannooden; en, wanneer men de Ketting nog hooger ligt, ryzen 'er drie Schalmen of Kralen, en zoovoort. Of nog netter wordt het Vermogen van een Veêr vergeleken by het ligten van een houten Rol endeling uit het water, die ten naaſten by van dezelfde ſoort-onderſcheidende Zwaarte is als het water, of by 't perſen van water in een Speuit met een Pomp-ſtok: want hoe in deze gevallen een Rol hooger geligt worde boven de Oppervlakte van het water, waaruit ze gehaald wordt, hoe hare Zwaarte-kragt meêr vergroot: en 't Vermogen, dat ze opligt moet vergrooten in dezelfde Evenredigheid, die net dezelfde is als die van de Veêr. En dus wordt één van beide deze voorbeelden een bekwaam geval, om 't Vermogen van de Veêr op te helderen, en de manier van hare Werking. En ſchoon de oorzaak van de noodzakelykheid van 't vergrooten van 't Vermogen, om 't ééne te bewegen, zigtbaarder en verſtaanbaarder zy, dan gelyke noodzakelykheid van vergrooting, om 't andere te buigen; zal men egter, indien men verder gaat, om de ware reden en natuurlyke verklaring van 't Vermogen van Zwaarte-kragt aan te toonen, bevinden, dat het alzoo moeijelyk, en alzoo ver buiten het bereik van onze uiterlyke zinnen is, als de natuurlyke reden en oorzaak van 't Vermogen en deszelfs vergrooting in de Veêr. Het is derhalven voor de Meetkunſt genoeg, dat ze weet, dat de Verſchynzelen dusdanig zyn, en daarop de gevolgen, die 'er uit voortkomen, te onderzoeken, en te bewyzen.

Het Vermogen nu van Zwaarte-kragt in 't verſnellen van de Snelheid

heid of de beweging van vallende lighamen, gelyk het eerſt uitgevon- V. Les.
den en ontdekt was door *Galileus*, was ook de volmaking van de Beſchouwing [*Theory*] daar van, in opzigt van de beweging van het dalen van vallende lighamen langs hellende Vlaktens, en de kromte van een *paraboliſe* Figuur, zeer ver door hem gebragt, en vele fraaije Beſchouwingen zyn door hem daaruit afgeleid, gelyk we in deze Les getoond hebben; en na hem is die zelfde Beſchouwing verbeterd, en verder gebragt door *Torricellius* en anderen. Maar alle gaan ze voort op een Onderſtelling, dat het Vermogen van Zwaarte-kragt in alle de punten of de Lood-lynen van Daling, wiskunſtig evengelyk en eenparig is; en 't is ook waar, dat het in opzigt van alle bewegingen van zware aardſe lighamen voor de uiterlyke zinnen dus bevonden wordt; maar, wanneer men volgens een wiskunſtige Naaukeurigheid en natuurkundige Beſchouwing zal ſpreken, is het waarlyk anders: dat is, de Lood-lynen van Daling zyn niet evenwydig met elkander, maar tot elkander naderende, wanneer ze nader aan het Middelpunt van de Aarde komen; en 't Vermogen van Zwaarte-kragt is in elk punt van deze Lynen niet evengelyk en eenparig, maar ſterker nader aan de Aarde en zwakker verder van dezelve af, (L. I. N. 17. Bladz. 18) volgens een zekere Evenredigheid, het welk de kromme Lyn van een voortgeworpen lighaam niet een gedeelte van een *paraboliſe* Lyn maakt, gelyk *Galileus*, *Torricellius*, en anderen onderſteld hebben, maar miſſchien een gedeelte van een langwerpig Rond, welkes ééne Navel-punt is in 't Middel-punt van de Aarde. Niettegenſtaande dit alles zyn de Beſchouwing en Voorſtellen, volgens de Meet-kunſt daaruit afgeleid op zulke Verſchynzelen, als ze daar ontrent ontdekt, en op de Onderſtelling, die ze daarop aangenomen hadden, veel te agten, gelyk ook de Gevolgen en Beſluiten, die ze daaruit regt getrokken, en bewezen hebben, 't welk het uitterſte is, dat van de Meet-kunſt verwagt kan worden. Maar dit alles is veel verder gebragt door den Ridder *Izak Newton*. Het Vermogen van Zwaarte-kragt is bepaald geworden, en gebragt tot zekerheid, met wat Graden het vermindere of afneme, naardat het verder van het Middel-punts lighaam werke; waardoor de ware reden van de beweging van de hemelſe lighamen, en de Lynen of Wandelkringen, waarin ze loopen, en de Snelheden, waarmeê ze in hare

V. Les. Wandel-kringen bewegen, volkomen naar Waarheid vaſtgeſteld zyn, gelyk we omſtandig verklaard hebben.

Maar hier is het voorbeeld van Zwaarte-kragt (gelyk ik gezegd heb) gebrekkelyk, om de uitwerking van een terugſpringende Veêr op een lighaam, dat 'er door bewogen wordt, op te loſſen: want in de Veêr is het Vermogen grooter, naardat ze verder geſpannen zy; maar in Zwaarte-kragt heeft het tegendeel plaats.

Dit zouw my leiden tot de Verklaring van verſcheiden dingen ontrent de Veêrkragt, en de Wetten van verende lighamen in hare onderlinge Ontmoeting; gelyk ook de uitwerking van die eigenſchap in de lugt om hetgeluid over te brengen; maar hiervan zal ik handelen in het tweede Deel, zynde dit eerſte reets al alteveel uitgedyd.

E I N D E.

BESCHRYVING VAN 't PLANETARIUM.

Op 't verzoek van eenige Vrienden heb ik hier bygevoegd een korte beſchryving van myn Planetarium, *een Inſtrument, dat ik onlangs gemaakt heb, om de beweging van de hemelſe lighamen te vertoonen.*

Van Werktuigen en Rader-werken om de bewegingen en verſchyningen van de hemelſe lighamen te vertoonen, heeft men in alle eeuwen met reden veel werks gemaakt; inzonderheid ſedert het *kopernikaanſe* Wereld-geſtel algemeen is aangenomen geworden, niet alleen, als de waarſchynelykſte Onderſtelling, maar ook, gelyk de Ridder *Izak Newton* uit de Wetten van Zwaarte-kragt bewezen heeft, als het waaragtig Weereld-geſtel *, ten minſten een Geſtel van zooveel van het Heelal, als betrekking heeft tot ons, inwoonders van de Aarde; dat is, zoover als wy niet alleen met onze oogen, maar ook door behulp van Verre-kykers ontdekken konnen.

Door middel van zulke Werktuigen konnen vele menſen, die geen tyd hebben, om zig op de Sterrekunde toe te leggen, en evenwel begerig zyn, om kennis te hebben van de hemelſe Verſchynzelen, in weinig dagen een behoorlyke kennis krygen van vele Verſchynzelen, en in 't byzonder genezen worden van dat gemeene vooroordeel tegen de beweging van den Aard-kloot.

Wanneer Sterrekundigen, die met één in de kennis van Werktuigen bedreven waren, dat ſoort van Kunſt-tuigen gemaakt of verzonnen hadden, hebben ze de beoogde einden beantwoord, met zooveel aan te toonen, als ze met het Werktuig voorhadden; maar wanneer Inſtrument-makers, zonder behoorlyke kennis van de Sterrekunde, en goede onderregtingen van luiden van bekwaamheid, verkeerde byvoegingen gedaan hebben by Werktuigen, die van Sterrekundigen gemaakt waren (onder voorwendzel van groote verbeteringen) alleenlyk om ze pragtiger en koſtbaarder te maken; is het ware oogmerk van de eerſte uitvinders vernietigd geworden, en de koopers hebben valſe begrippen van de Sterrekunde dier betaald.

De

* *Niet te vergeten, dat de Eerw. en ſchrandere Heer* James Bradley, *ſavilies Hoogleeraar in de Sterre-kunde te* Oxford, *het ook bewezen heeft uit ſterrekundige Waarneemingen.* [Zie hier voor Bladz. 302. en volgende.]

De Heer *George Graham* (indien ik wel onderregt ben) is de eerſte geweeſt in *Engeland*, die een gaande Werk gemaakt heeft, om de beweging van de Maan rondom den Aard-kloot, en van den Aard-kloot en de Maan om de Zon te vertoonen, ontrent 25 of 30 jaren geleden. In dit Werk-tuig was alles, wat vertoond werd, wel en behoorlyk uitgevoerd — gelyk de Verſchynzelen van Dag en Nagt, hare Verlenging en Verkorting volgens de Jaargetyen, de plaatzen van den Aard-kloot alwaar de Zon by beurten boven 't hoofd is, en hare evenwydige Cirkels [*Parallels*] ſchynt te beſchryven, de ware jaarlykſe beweging van den Aard-kloot, die aan de Zon een ſchynbare jaarlykſe beweging geeft, de omdraaijing van de Zon om haren As, de kring-tydſe [*periodical*] en Koppel-maanden [*ſynodical Months*] de Zonne- en Sterre-dagen, de agtereenvolgende verligting van alle de deelen van de Maan *enz.* Terwyl dit Werktuig in handen was van een Inſtrument-maker, om met eenigen van zyne eigen Inſtrumenten aan Prins *Eugenius* te zenden, teekende hy het af, en maakte het eerſte voor wylen den Graaf van *Orrery*, en vervolgens verſcheiden anderen, met zyne eigen byvoegingen. De Ridder *Richard Steele*, die van 't Werktuig van den Heer *Graham* niet wiſt, den eerſten aanmoediger zoowel als den uitvinder van zulk een fraai Werktuig de verdiende eer willende geven, noemde het in één zyner werkjes met den naam van een *Orrery*, en gaf den Heer *J. Rowley* den Lof, die den Heer *Graham* toekwam.

Sedert dien tyd hebben de *Orrerys* veel in zwang gegaan, en zyn op de cierelykſte wys gemaakt, eerſt van Mr. *Rowley*, en naderhand van andere Inſtrument-makers; maar het byvoegen van de overige Dwaal-ſterren en hare Omloopers, van onkundigen voor een verbetering gehouden, geeft maar verwarde denkbeelden, en ook valſe in opzigt van de Afſtanden en Evenredigheden der groottens; 't welk altyd zoo zyn moet, wanneer de Wandel-kring van de Maan om den Aardkloot aan 't zelfde Werktuig is, waaraan de Hoofd- en minder Dwaal-ſterren zyn. Het algemeene Weereld-geſtel (waarin onze Aardkloot maar een klein deel heeft) moet op zigzelven zyn — De Zon, Maan en Aardkloot moeten ook op zigzelven vertoond worden; — en 't Geſtel van een Hoofd-dwaaiſter (gelyk Jupiter byvoorbeeld) met hare Omloopers in haré ware Evenredigheden van groottens en afſtanden behoort ook op zigzelven afgebeeld te werden.

Deze overwegingen (en de begeerte, om een regt begrip van de hemelſe Verſchynzelen op de duidelykſte en gemeenzaamſte wys aan die luiden te geven, die my de eer doen van myne Leſſen over de Natuurkunde by te wonen) hebben my aangezet, om een gaande Werk te bedenken, en te maken met alle die vereiſte eigenſchappen, 't welk in de ware Evenredigheid alles zouw vertoonen, wat in een Hemel-werktuig dus vertoond kan worden.

Ik heb het zoo gemaakt, dat het uit verſcheiden deelen beſtaat, die 'er op gezet, en weêr afgenomen konnen worden; en 't een PLANETARIUM genoemd, het welk ik nu ga beſchryven, maar vooraf

Fl. XLI. Moet ik den Lezer verzoeken zyn oog te werpen op de XLIſte *Plaat*, die een

een Afteekening is van den Heer *Whiſtons Zonne-weereld* in 't klein, waardoor hy kennis zal krygen van de middelbare Afſtanden, Groottens, Kring-tyden, Hoeveelheden van Stof, Omdraaijingen om de Aſſen, Vaſt- en Digtheden [*Denſities*], en middelbare Snelheden in hare Wandel-kringen, van alle de Hoofd- en minder Dwaal-ſterren; en de Wandel-kringen van eenige Staart-ſterren, en de Kring-tyden van drie van dezelven. Alleenlyk moet ik op deze Afteekening eenige dingen aanmerken, die (indien niet aangemerkt) zouden konnen misleiden.

1. Schoon men den Afſtand der Dwaal-ſterren van de Zon terneêr gezet zie in Mylen [NB. *gedurig te verſtaan* engelſe *Mylen*] moet men zig evenwel niet verbeelden, dat men hare Afſtanden op eenige weinige Mylen na kan afmeten, gelyk men waarlyk den Afſtand van de Maan kan doen; omdat de Halve-middellyn van den Aard-kloot (welker hoegrootheid in Mylen bekend is) ontrent $\frac{1}{60}$ gedeelte van den Afſtand van de Maan zynde, een bekwame maat is, om den Afſtand van de Maan te meten; daar ze integendeel naauwelyks een twintig duizendſte deel zy van den Afſtand van de Zon, en daarom een zeer onbekwame maat voor dien Afſtand. 'T is waar, daar zyn andere manieren, om den Afſtand van de Zon te weten te komen, byvoorbeeld het Verſchil-zigt [*Parallax*] van *Mars*, maar geene van dezelven kan ze op een Millioen Mylen na bepalen. Men zal moeten wagten tot den naaſten Voorbygang van Venus dwers over het platte Rond [*Disk*] van de Zon in 't jaar 1761 op den 26 Mei, wanneer men door 't waarnemen van dien Voorbygang den Afſtand zal konnen vinden op minder dan een 500ſte gedeelte na van den geheelen Afſtand, gelyk de Heer *Halley* bewezen heeft in de *Filoſ. Transaktien* N. 348. Bladz. 454; en zelf dat voordeel zal ons maar brengen tot 15 of 16000 Mylen na aan de Waarheid. Maar hoe 't hier ook meê zyn mag, we weten de evenredige Groottens en Afſtanden van de lighamen, die om de Zon loopen; dat is, indien de Zons Afſtand van den Aardkloot, gelyk hier geſteld wordt, 81 Millioenen Mylen is, zyn alle de andere Afſtanden en Middel-lynen de regte. We kennen deze Afſtanden in Middel-lynen van de Zon, waarin de meeſte Sterrekundigen dezelven uitdrukken: want wanneer dat bekend is, is al 't overige ook bekend, en derhalven kan men elks Evenredigheden door Afteekeningen en Werktuigen verbeelden; maar niet naaukeurig, wat Evenredigheid ze hebben tot de Maan en den Aard-kloot.

2. *Venus* wordt hier geſteld om haren As te draaijen in 23 uren; maar ſedert de Heer *Whiſton* zyne Teekening uitgegeven heeft, heeft de Heer *Bianchini* waargenomen, dat ze 24 dagen en 8 uren bezig is in het draaijen om haren As, die op de Vlakte van haren Wandel-kring helt met een Hoek van 15 Graden.

3. De Snelheid van de Maan in haren Wandel-kring, die de eenige Dwaal-ſter is, welker ware Snelheid wy kennen, is hier overgeſlagen. Zy beweegt 2300 Mylen in een uur. De andere Dwaal-ſterren bewegen de terneêr geſtelde Mylen maar in een uur, wanneer men de Zon onderſtelt op den Afſtand van 81 Millioenen Mylen van den Aard-kloot.

Om een gemakkelyk begrip te geven van de Afſtanden en Middel-lynen van de lighamen, zullen we ze op een middelbare wys gerekend, in ronde getalen nemen; en onderſtellende, dat de Afſtand van den Aardkloot tot de Zon verdeeld is in 10 deelen, zal Merkurius van de Zon af zyn 4 zulke deelen, Venus 7, Mars 15, Jupiter 52 en Saturnus 95. Indien men de Middel-lyn van de Zon 100 noemt, zal die van ♄ zyn $7\frac{5}{10}$, van ♃ 10; van ♂ $\frac{52}{100}$; van ☉ 1; van ♀ 1; van ☿ $\frac{14}{100}$ en van de Maan $\frac{257}{1000}$; en de Omloopers of Manen van ♃ en ♄ gift men ontrent zoogroot te zyn, als onze Aardkloot.

4. Schoon de verſchillende kromte der gedeeltens van de langwerpige Ronden, waarin de Dwaal-ſterren bewegen, niet merkelyk genoeg zy, om uitgedrukt te worden zelf in een grooter Afteekening, hadden egter de Buiten-middelpuntigheden wel uitgedrukt konnen worden; maar 't is nagelaten, om geene verwarring te maken onder de Wandel-kringen der Staart-ſterren. De Buiten-middelpuntigheden kan men uitdrukken, wanneer men onderſtelt, dat de Lyn van den middelbaren Afſtand van elk van dezelven verdeeld is in 1000 evengelyke deelen, en dan zullen de Buiten-middelpuntigheden zyn de volgende getalen dezer deelen.

Indien de middelbare Afſtand van	Saturnus	verdeeld wordt in	1000	evengelyke deelen zyn de Buiten-middelpuntigheden	55	van zulke deelen De Buiten-middelpuntigheid van de Maan is $\frac{55}{1000}$ deelen van haren Afſtand van de Aarde.
	Jupiter		1000		48	
	Mars		1000		93	
	Aardkloot		1000		17	
	Venus		1000		7	
	Merkurius		1000		210	

HET PLANETARIUM,

Pl XLII. op de XLIIſte *Plaat* afgebeeld, ſtaat in een ebbenhouten Lyſt ontrent 6 duim hoog en 3 voet over 't Kruis, bevat van twaalf ſtaande Vlaktens, waarop de twaalf Teekenen van den Dieren-riem [*Zodiac*] geſchilderd zyn. De bovenſte Oppervlakte is plat en van gepolyſt Geel-koper, waarin aan haren buitenſten Omtrek geſchroefd worden zes koperen pylaartjes, die een breeden platten verzilverden Ring dragen, verbeeldende den Zonne-weg [*Ecliptica*], waarop verſcheiden Cirkels getrokken zyn. De drie binnenſte zyn verdeeld in 12 deelen voor de Teekens van den Dieren-riem, waarvan elk verdeeld is in 30 Graden; en tuſſen deze Graden zyn op hare behoorlyke plaatzen geſneden de Sny-punten [*Nodes*], de *Aphelia* of verſte punten van de Zon, en de grootſte noorder en zuider Breettens der Dwaal-ſterren. Tuſſen de twee volgende Cirkels zyn de Hoofd-ſtreken geteekend. In de drie volgende Cirkels zyn de maanden en dagen van de maand volgens den *juliaanſen* of ouden Styl; en in de drie laatſte zyn ze ook geſneden volgens den *gregoriaanſen* of nieuwen. [*In beide de Platen XLII en XLIII. in 't duits is de* gregoriaanſe *of nieuwe Styl alleen gevolgd*] Op de koperen Oppervlakte van het Werktuig zyn zilveren in Graden verdeelde Cirkels,

Den Heer Whistons ZONNE-WEERELD in 't klein.

Kring-tyden en Afstanden.

	Loopt om de Zon in een dergelyke Kring	jar.	dag.	uur.	Engelse Mylen
Saturnus		29.	167.	22.	777 600 000
Jupiter		11.	314.	12.	424 000 000
Mars		1.	321.	23.	123 000 000
De Aarde		1.	0	0.	81 000 000
Venus		0.	224.	16.	59 000 000
Merkurius		0.	87.	23.	32 000 000

De Maan loopt om de Aarde in 27. dag. 7. ur. 43. min. op den Afstand van 240 000 Engelse Mylen uit het Middel-punt van de Aarde.

Kring-tyden om hare Asſen.

	dag.	ur.	m.
De Zon in	25.	6.	0.
Jupiter	0	9.	56.
Mars	1.	0.	40.
De Aarde	0.	23.	56.
Venus	0.	23.	0.
De Maan	27.	7.	43.

Middel-lynen en Hoeveelheid van Stof.

	Middel-lynen in Engelse Mylen		Hoeveelheid van Stof in	
De Zon	763	000		227 500
Saturnus	82	000		94
Jupiter	81	000		220
Mars	4	400	niet bekend	
De Aarde	7	970	1	
Venus	7	900	niet bekend	
Merkurius	4	240	niet bekend	
De Maan	2	171	tuſſen $\frac{1}{30}$ en $\frac{1}{40}$	

Vast- of Digtheden.

De Maan gelyk	123½
De Aarde	100
De Zon	025½
Jupiter	19
Saturnus	025

Jupiter met zyne Banden.

Saturnus met zynen dubbelen Ring.

NB. De buitenſte verdeelde Cirkel verbeeldt de grootte van de Zon, naar Evenredigheid dezer Dwaalſterren.

Saturnus. Jupiter. Mars. De Aarde en Maan. Venus. Merkurius.

Perih. Aphel.

De Staart-ſter van 1596.

De Staart-ſter van 1698.

De Staart-ſter van 1680.

De Staart-ſter van 1677.

De Staart-ſter van 1686.

De Staart-ſter van 1664.

De Staart-ſter van 1672.

De Staart-ſter van 1652.

De Staart-ſter van 1665.

De Staart-ſter van 1684.

De Staart-ſter van 1556.

De Staart-ſter van 1532.

De Staart-ſter van 1723.

De Staart-ſter van 1618.

De Staart-ſter van 1472.

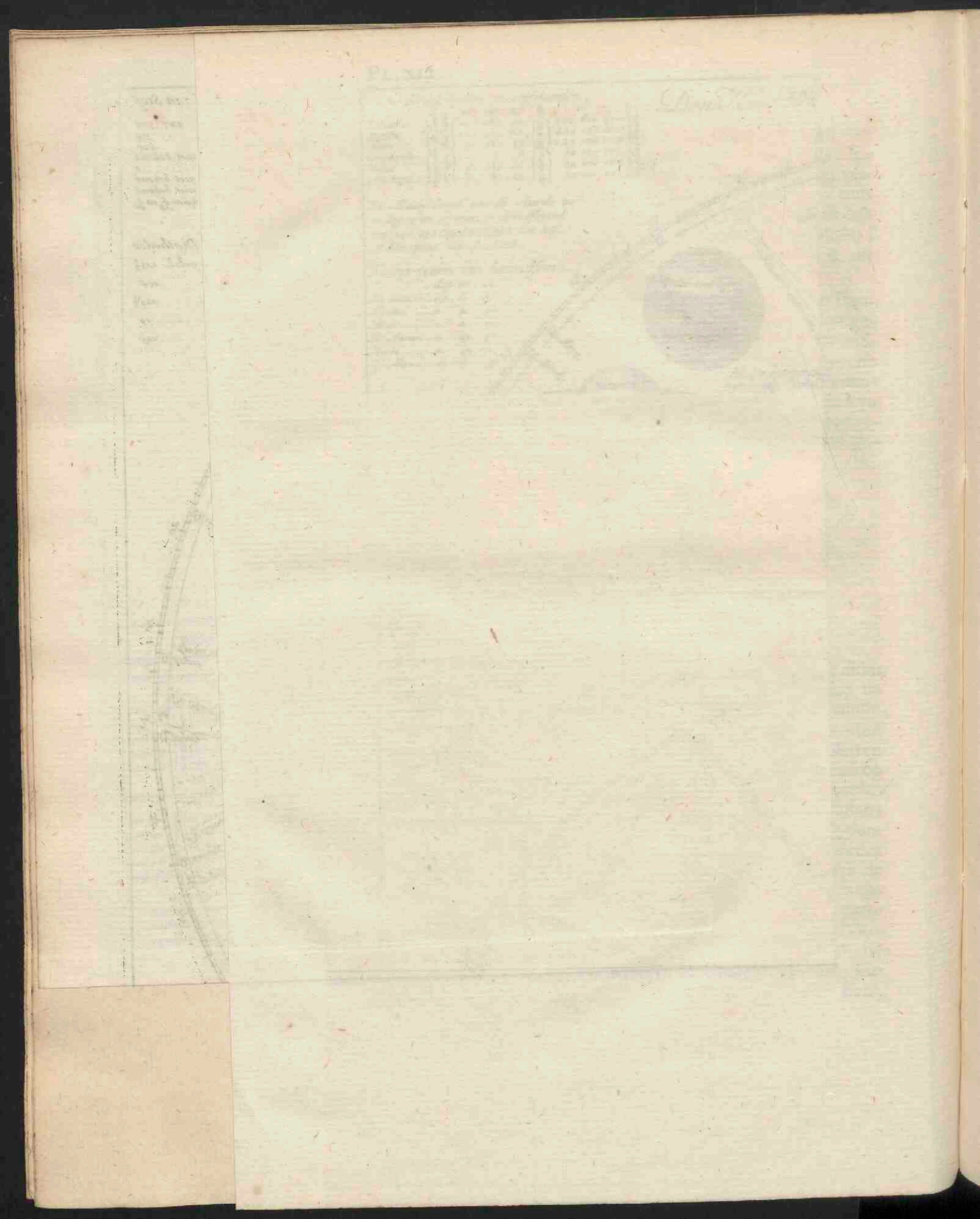
Deze Staart-ſter verſcheen in 1531. 1607. 1682. en waarſchynelyk te voren in 1456. Haar Kring-tyd is 575 Jaar. Haar Staart was 80 Millioenen Engelſe Mylen lang.

Haar Kring-tyd is 2388 Jaar. Haar Staart was 100 Millioenen Engelſe Mylen lang.

Haar Kring-tyd is 7759 Jaar. Haar Staart was 120 Millioenen Engelſe Mylen lang.

Haar Kring-tyd is 2484 Jaar. Haar Staart was 100 Millioenen Engelſe Mylen lang.

Haar Kring-tyd is 1714



kels, die de Dwaal-ſterren (door verzilverde klootjes afgebeeld) dragen op ſpilletjes, die haar verheffen tot de hoogte van de *Ecliptica*, of Zonne-weg; en op 't omdraaijen van de Krik van 't *Planetarium* bewegen alle de Dwaal-ſterren op hare evenredige Afſtanden van een verguld klootje in 't midden, dat de Zon verbeeldt, en volbrengen hare Omloopen volgens hare Kring-tyden. Daar zyn ook Wyzertjes van gebruineerd ſtaal, die de Lengtens der Dwaal-ſterren aanwyzen, met te wyzen op de verdeelingen van de verzilverde Ringen of Cirkels, wanneer ze rondgaan. Maar dewyl deze Cirkels, als één-middelpuntig zynde, alleenlyk de middelbare Afſtanden geven; zyn de ware Wandel-kringen volgens hare Buiten-middelpuntigheden geſneden aan den buiten-kant van elken Cirkel met de Kring-tyden, uit de Tafels genomen, om aan te wyzen, hoeveel de Omloopen nader zyn, dan met eenig Werktuig verrigt kan worden. De Sny-punten [*Nodes*] en de *Aphelia*, of verſte punten van de Zon, met de plaatzen van grootſte noorder en zuider Breettens, zyn ook gemerkt op deze Wandel-kringen. Gelyk de Afſtanden in hare ware Evenredigheden tot elkander zyn, zoo zyn ook de lighamen der Dwaal-ſterren in hare ware Evenredigheden tot elkander. Maar men kan niet verwagten, dat de Middel-lynen der Dwaal-ſterren hare Evenredigheid zouden hebben tot de Middel-lynen harer Wandel-kringen; omdat, wanneer men Jupiter neemt van 3 duim Middel-lyn en den Aardkloot van iets meêr dan een kwartier duim, gelyk in myn Werktuig is, zouw men een Geſtel moeten hebben van de grootte van een Myl en $\frac{1}{2}$, den Wandel-kring van Saturnus van ontrent 9000 voet over 't Kruis, en dus al het overige naar Evenredigheid, 't welk het Werktuig 3000 maal grooter zouw maken, dan het nu is. En indien men de lighamen maakte naar het Werktuig, gelyk het nu is, zouden ze 3000 maal kleiner moeten wezen, het welk haar alle onzigtbaar zouw maken, uitgezonderd de Zon; en die zouw kleiner zyn dan $\frac{1}{100}$ deel van een duim. Om deze reden heb ik 'er geen Kloot, om de Zon te verbeelden, op konnen zetten, die groot genoeg was met betrekking op myne Dwaal-ſterren; maar men moet onderſtellen, dat de Zon (in opzigt op dezelven) zoogroot is als de binnenſte Cirkel van den zilveren Ring, die den Zonne-weg of de *Ecliptica* verbeeldt.

Maar in de Orreryen (*gelyk ze genoemd worden*), *wordt geene Evenredigheid gehouden van de Wandel-kringen tot elkander, nog van de lighamen tot elkander.*

Dewyl de Wandel-kring van de Maan, en de Wandel-kringen van Jupiter en Saturnus geheel verloren worden in deze Evenredigheid van de Wandel-kringen der Hoofd-dwaalſterren, worden 't de Omloopers zelf nog veel meêr; waarom de Omloopers in deze toeſtelling van het Werktuig daar niet opgezet worden. Maar de Ring van Saturnus is aan Saturnus lighaam gevoegd naar zyne Evenredigheid, en de Helling van zyne Vlakte op de Vlakte van Saturnus Wandel-kring. En wanneer die Dwaal-ſter rond loopt, beweegt de Ring altyd evenwydig aan zigzelven, gelyk hy in de Hemelen doet. Hierdoor ziet men, hoe de inwoonders van de Aarde, in éénen Omloop van Saturnus, den Ring tweemaal zien met de Ooren [*Anſæ*] meeſt geopend, gelyk in *Figuur* 1, en Pl. XLII. twee. Fig. 1.

tweemaal als of hy geenen Ring had, dat is, wanneer de Rand van den Ring naar de Aarde gekeerd is (terwyl de Vlakte van den Ring door het oog van den Waarnemer gaat) ook de beurtelingſe vergrooting en verkleining van de zigtbare grootte van de Ooren [*Anſæ*].

Pl. XLII. Fig. 2. De tweede *Figuur* verbeeldt Jupiter met zyne Banden en Vlekken, waaruit men zyn Omwenteling is gewaar geworden.

Wanneer de Aanſchouwers lang genoeg op 't Werktuig gekeken hebben, om een volkomen denkbeeld te hebben van de Evenredige grootte der Dwaal-ſterren; worden Jupiter en Saturnus afgenomen, en een andere Jupiter en een andere Saturnus in de plaats gezet 3 maal kleiner dan de voorgaande, om 'er de Manen of Omloopers om te zetten (en met één wordt de Maan den Aardkloot toegevoegd) en te toonen, hoe de Omloopers hare Hoofd-dwaalſter in haren Loop om de Zon verzellen. Deze Manen, dat Paarlen zyn, op gebogen Spilletjes gezet, draaijen om hare Hoofd-dwaalſterren niet door middel van Rader-werk (gelyk in ſommige groote *Orreryen* geſchied is) maar worden alleenlyk met de hand voortgezet; omdat het zelve met Rader-werk te doen maar noodelooze koſten zouw wezen, om een vals begrip te geven van hare Groottens, Afſtanden, en Helling van hare Wandel-kringen in opzigt van hare Hoofd-dwaalſterren. Maar om een regt begrip te geven van Jupiter en Saturnus met hare Omloopers, wordt 'er voor elke dezer Dwaal-ſterren een Geſtel op zigzelven vertoond, waarin de Afſtanden van de Omloopers van hare Hoofd-ſter, en hare Groottens gezien worden. En ſchoon Jupiter in dit Geſtel maar ontrent van éénen duim over 't Kruis zy, is egter de buitenſte Omlooper zoover van Jupiters Middel-punt, als Saturnus op het Werktuig zelf van de Zon af is, het welk de onbeſtaanlykheid en Onevenredigheid doet begrypen van de Omloopers om Jupiter te doen draaijen op een *Orrery*. De Omloopers van Saturnus worden 'er nog oneigenlyker op gebragt; omdat vier van dezelven bewegen in Wandel-kringen, zeerveel hellende op Saturnus *Ecliptica* (*nam.* met een Hoek van boven de 30 Graden) en de vyfde heeft zynen Wandel-kring byna in de zelfde Vlakte, als de Ecliptica van Saturnus, en een Middel-lyn grooter dan de Middel-lyn van het geheele *Planetarium*, zelf wanneer Saturnus driemaal kleiner is, dan de Saturnus van 't *Planetarium*.

Het volgende, dat 'er op gezet wordt, is een toeſtel om te vertoonen, dat alle de verwarring in de bewegingen der Dwaal-ſterren in het *ptolemaïſe* Weereld-geſtel (hare *Stil-ſtanden* [Stations] en *Terug-gangen* [Retrogradations] genoemd) niet wezentlyk, maar in ſchyn is in het *kopernikaanſe* of ware Weereld-geſtel. En dit geſchiedt door twee ſtalen Wyzers, waarvan de één altyd legt op de Zon, en by beurten op den top van de Spil van die Dwaal-ſter, daar men de Proef van neemt, terwyl de ander op den Aardkloot (als op een Middel-punt) en op de gemelde Dwaal-ſter legt. Op het omdraaijen van de Krik van 't Werktuig, ziet men de zons-middelpuntige [*Heliocentrick*] en aardens-middelpuntige [*Geocentrick*] * plaatzen ter zelfder tyd op de Ecliptica; waardoor men ziet,

* *Plaatzen gezien uit de Zon of uit de Aarde.*

ziet, waarom de Dwaal-ſterren agteruit en vooruit ſchynen te gaan, wanneer ze uit de Aarde beſchouwd worden, ſchoon ze al dien tyd regelmatig van het Weſten naar het Ooſten gaan, gelyk men ze uit de Zon zien zouw.

Om vervolgens de ware Helling van de Wandel-kringen der Dwaal-ſterren te vertoonen; worden 'er, nadat alle de verzilverde Klootjes, die tevoren de Dwaal-ſterren verbeeldden, afgenomen zyn, zes Wandel-kringen van verguld Koper-draad opgezet door middel van pilaartjes, die gezet worden op de Wandel-kringen, die op de grootte Vlakte van het Werktuig geſneden zyn, zoo hoog, dat 'er een gedeelte boven en een gedeelte beneden de Vlakte is van de tevoren beſchreven *Ecliptica*; terwyl de Sny-punten [*Nodes*] in twee tegen elkander overſtaande gedeeltens van de draden Cirkels net zyn in de Vlakte van de Ecliptica, en de *Aphelia* of verſte punten, en *Perihelia*, digtſte punten, volgens hare regte Afſtanden van de Zon over de letters A en P in elken Wandel-kring beneden op den grond geſneden. Byvoorbeeld, in den Wandel-kring van Jupiter ſtaan twee pilaartjes even hoog (en van gelyke hoogte met de Vlakte van de Ecliptica boven de groote Plaat) op de gaten in ☊ en ☋, om dat gedeelte van den Wandel-kring te onderſteunen, 't welk in het Sny-punt [*Node*] is; een weinig hooger pilaartje ſtaat in NB, en één wat lager ſtaat in ZB. De Hoofden van deze pilaartjes, die rond zyn, verbeelden Jupiter in elk Sny-punt, en in de grootſte noorder en zuider Breettens. Behalven deze vier Klootjes zyn 'er twee andere bewegelyke aan den Draad, één om in 't *Aphelion*, of verſte punt, en 't andere om in 't *Perihelion*, of digtſte punt, te ſtellen, of in eenige andere plaatzen, om de Lengte of Breette van de Dwaal ſter op alle tyden aan te wyzen: want één van de gemelde ſtalen Wyzers, over 't Middel-punt van de Zon en de Dwaal-ſter gelegd, wyſt hare zons-middelpuntige [*heliocentrick*] Lengte op den zelfden tyd aan, dat een bewegelyke Boog van een Cirkel, regtſtandig ſtaande op de Graad van de Ecliptica, daar de Wyzer boven of onder is, de zons-middelpuntige Breette aanwyſt. De aarden-middelpuntige [*geocentrick*] Lengte en Breette worden op dezelfde wys aangewezen, wanneer de Wyzer van den Aardkloot komt. *De vyf andere Wandel-kringen van Koper-draad worden op dezelfde wys geſteld.* Ook is 'er een dubbele Wyzer, die opengaat gelyk een Paſſer, het gat van welkes Middel punt op de Spil van de Zon gelegd, en de Wandel-kringen van Merkurius of Venus tuſſen de Beenen zynde, de grootſte Verwydering [*Elongation*] dezer Dwaal-ſterren vertoond wordt door een in Graden verdeelden Boog, die den hoekſen Afſtand van deze Beenen afmeet.

NB. *De grootſte Verwydering van* ☿ *is ontrent* 28 *Graden, en van* ♀ *ontrent* 48 *Graden.*

Nog is 'er een Draad gebogen tot een *paraboliſe* Figuur, en onderſtut door drie pilaartjes, om het laagſte gedeelte van den Wandel-kring van een Staart-ſter te vertoonen; dat is, zooveel als wy 'er van konnen waarnemen. Het Hoofd van elk pilaartje verbeeldt de Staart-ſter op die plaats; en de dunne Zilver-draadjes van de Staart-ſter uitgeſpreid in haar *Perihelion*, of digtſte punt naar de Zon, vertoonen den Staart van de Staart-ſter, wanneer hy op zyn grootſte is.

Dewyl de Waarnemingen van de Eklipzen van Jupiters Omloopers van veel dienſt zyn in de Sterrekunde: heb ik een byzonder Geſtel van Jupiter en zyne Omloopers gemaakt, dat op het Werktuig paſt, waardoor de Afſtanden, Groottens en ware Kring-tyden van de Omloopers, in opzigt van Jupiter, zoo regtmatig vertoond worden, dat, wanneer de Zon en 't Rader-werk, dat ☿, ♀, ⊖ en ♂ omvoert, van 't Werktuig afgenomen, en 'er ingezet is het Rader-werk, dat tot het Geſtel van Jupiter behoort (die 'er elk in één ſtuk ingezet of afgenomen worden) eenige van de Raderen, die tevoren in 't Planetarium waren, Jupiter en zyne Omloopers zoo helpen bewegen, dat men, dezelven eens volgens de Tafels geſteld hebbende, op het omdraaijen van de Krik zien kan, wat voor Eklipzen van eenigen van de Omloopers zig op zulk of zulk een tyd vertoonen zullen. Daar is een Wyzer-plaat met drie Wyzers in éénen hoek van 't Planetarium, waaraan de Krik ten dien einde gevoegd is. Een van deze Wyzers wyſt de uren van Jupiters Omdraaijing om zynen As in onze uren, en de uren van Jupiter (dat is, verdeelende zyne Omdraaijing eens om zynen As in 24 deelen). De volgende Wyzer wyſt de uren der bewegingen van elk van de Omloopers, en de derde Wyzer wyſt de dagen.

Wanneer men op Jupiter en de Omloopers kykt, terwyl ze door't omdraaijen van de Krik bewegen, met de Lantaren daar by, die de Zon verbeeldt; kan men duidelyk de volgende dingen zien, gelyk ze waarlyk geſchieden.

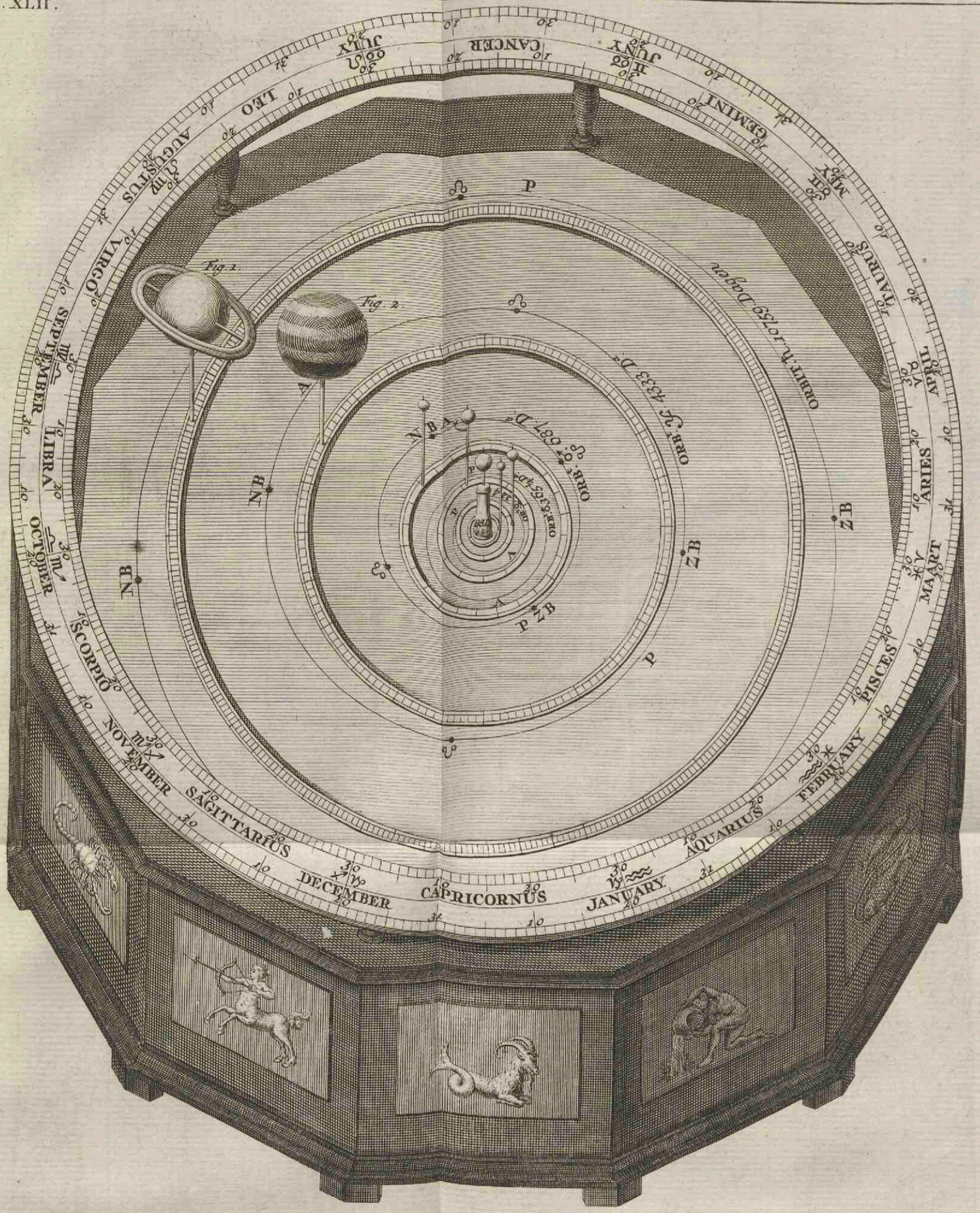
1. Den Ingang [*Immerſion*]; dat is, wanneer een Omlooper in Jupiters ſchaduw gaat.
2. Den Uitgang [*Emerſion*] van een Omlooper uit de ſchaduw.
3. Wanneer de Ingangen, of wanneer de Uitgangen zigtbaar zyn.
4. Wanneer een Omlooper ſchuilt agter het lighaam van ♃, eer hy in de ſchaduw komt, of nadat hy 'er uitgegaan is.
5. Wanneer men een Omlooper dwers voorby het lighaam van ♃ kan zien gaan.
6. Wanneer een Omlooper een Zon-eklips maakt op ♃, door het werpen van zyne ſchaduw op een gedeelte van deszelfs Oppervlakte.
7. Wanneer de Omloopers elkander doen eklipzeren.

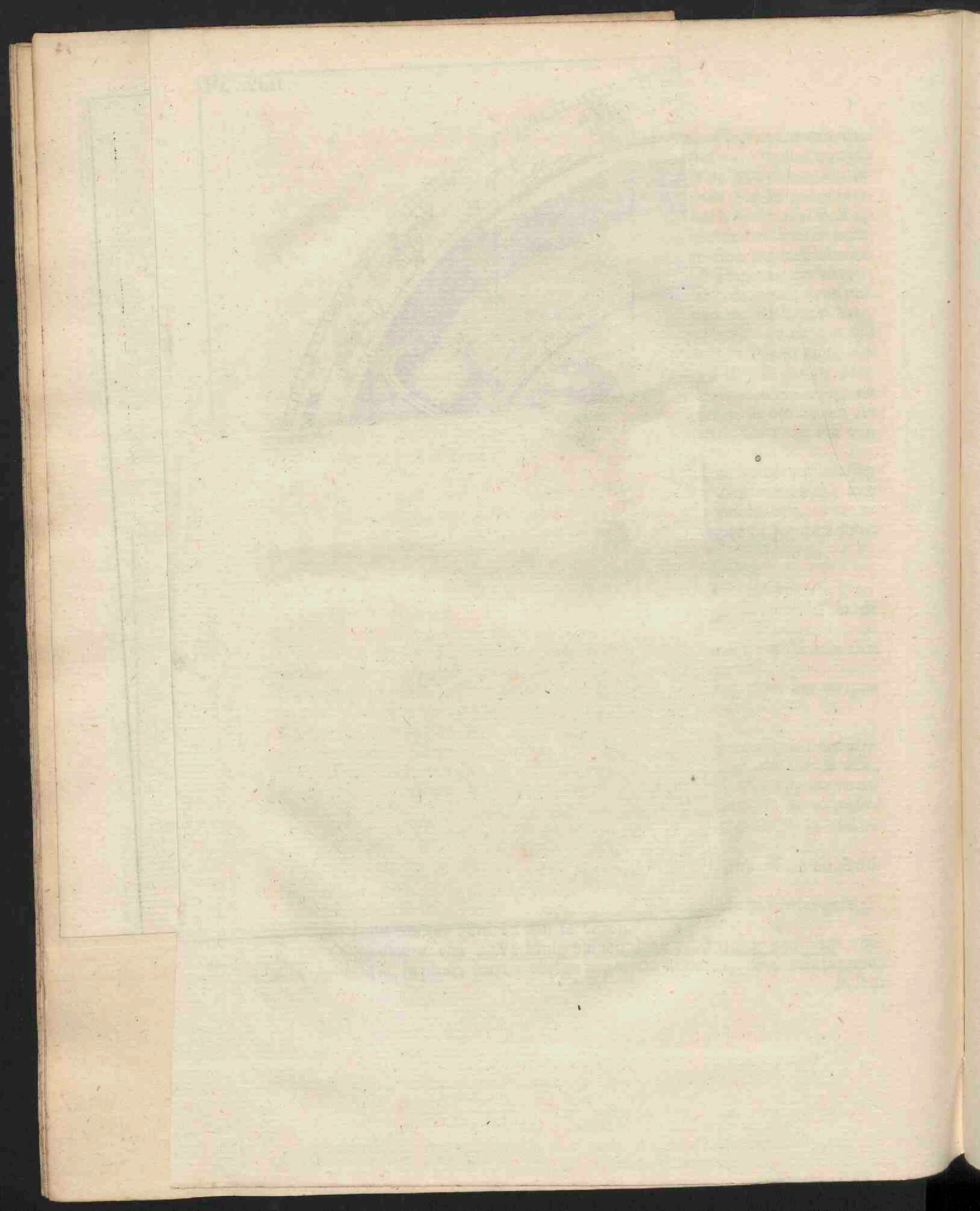
Deze dingen worden door het PLANETARIUM *vertoond in opzigt van het algemeene Weereld-geſtel. Wat de vertooning aangaat van de Verſchynzelen van de Zon, Maan en Aarde met betrekking tot elkander, daar behoort een ander Werktuig toe; maar tot gemak in 't vervoeren heb ik het gemelde Werktuig zoo gemaakt, dat het veranderd kan worden in één, 't welk tot dat oogmerk dient, ſchoon 'er eenige moeite zy in 't maken van de noodige verſchikkingen.*

PL. XLIII. *Plaat* LXIII. verbeeldt het *Planetarium* alleenlyk met de Zon, Maan en Aardkloot.

1. De Ecliptica, of zoogenoemde Zonne-weg, op andere pilaartjes gelegd, wordt twee duim hooger gerezen dan te voren.

2. De Oppervlakte van 't Werktuig binnen deze pilaartjes is een plaat, die blaauw geverfd is, in plaats van de vorige gepolyſte koperen; omdat de blaauwe kleur


Fig. 1.
Fig. 2.
P
N B
Z B
P Z B
ORBIT Th. 10759 Dagen
ORB ♃ 4333 D.
ORB ♂ 687 D.
ORB 365¼ D.
ORB ☿ 88 D.
TAURUS
GEMINI
CANCER
LEO
VIRGO
LIBRA
SCORPIO
SAGITTARIUS
CAPRICORNUS
AQUARIUS
PISCES
ARIES
APRIL
MAART
FEBRUARY
JANUARY
DECEMBER
NOVEMBER
OCTOBER
SEPTEMBER
AUGUSTUS
JULY
JUNY
MEY



koleur van den Hemel of 't Uitſpanzel geheel en al afhangt van den Dampkring van de Aarde, en geen blaauw verwulfzel is op een onmetelyken afſtand.

Wanneer het Rader-werk onder deze plaat gevoegd wordt aan 't Rader-werk, dat binnen in 't Werktuig is, en de Krik vaſtgemaakt wordt aan een ander gedeelte van 't Werktuig geſchieden de volgende bewegingen.

3. De Zon (die hier een vergulde koperen kloot is van 2 duim over 't Kruis) draait om haren As van 't Weſten naar het Ooſten eens in 25 dagen en 6 uren; zynde elke omdraaijing van de Krik nu een dag, daar ze in 't algemeene Weereld-geſtel een maand was. De uren worden aangewezen door een Wyzer op een verdeelde plaat onder aan den As van den Aardkloot.

4. Terwyl de jaarlykſe beweging uit het Werk gezet is, draait de Aardkloot, welkes Middel-punt zoowel als dat van de Zon in de Vlakte van de *Ecliptica* is) in 24 zonne uren om haren As, hellende op de Vlakte van de *Ecliptica* met een Hoek van $66\frac{1}{2}$ Graden, van 't Weſten naar het Ooſten, niet uit hare plaats bewegende. Maar wanneer de jaarlykſe beweging in 't werk gezet is, draait hy om zynen As eens in 23 uren en 56 Minuten, en te gelyk wordt hy rondgevoerd in zynen jaarlykſen Wandel-kring, ook van 't Weſten naar het Ooſten, blyvende zynen As altyd evenwydig met zigzelven.

Berigt van de Verſchynzelen, verklaard alleenlyk door de omdraaijing van den Aardkloot om zynen As.

De Aardkloot wordt hier verbeeld door een verzilverd klootje van een duim over 't Kruis, waarop verſcheiden Cirkels getrokken zyn, gelyk op de gemeene Globen, *nam.* de twee Pool-cirkels [*polar Circles*], de Keer-kringen [*Tropicks*], de Linie-cirkel [*Æquator*], de Ecliptica en de *Parallel* of evenwydige Cirkel van *Londen*; ook 24 Middag-cirkels [*Meridians*], één van welke wat dikker geſneden den Middag cirkel van Londen verbeeldt, welke plaats wordt aangewezen met een grof punt op $51\frac{1}{2}$ Graad noorder Breette. Van een verheven en gebogen draden-boogje *fkg* hangt een halfmaans-gewys plaatje, waaraan van onderen 47 Graden van een geheelen Cirkel te kort komen, opdat het niet tegen den As van den Aardkloot zouw ſtooten. De Vlakte van dit plaatje gaat altyd door het Middel-punt van den Aardkloot, en is, naar de Zon ziende, altyd in 't Lood met een Straal, die van de Zon op den Aardkloot komt; en ſcheidt dus het verligte van het verduiſterde gedeelte van den Aardkloot. Hierom noem ik het een *zonne Kimme*, en de letters W, O, daarop geſneden, [*dog niet op onze Plaat*] wyzen het Weſten en het Ooſten aan.

In een Lyn, die onderſteld wordt getrokken te zyn uit het Middelpunt van de Zon tot het Middelpunt van den Aardkloot, ſtaat op twee ſtutjes de zonne Straal of 't koperdraad *ml*, om aan te wyzen, op wat gedeelte van den Aardkloot de Zon regtſtandig ſchyne op allerlei dag, uur of minuut van het geheele jaar.

Daar is een Wyzer *b*, die de plaats van den Aardkloot op de *Ecliptica* aanwyſt,

wyſt, en daar tegen over is een andere Wyzer (met een Zonnetje daarop geſneden) om de plaats van de Zon aan den anderen kant van de *Ecliptica* aan te wyzen.

Terwyl men de blaauwe plaat vaſt houdt, moet de Aardkloot gebragt worden tot de eerſte Graad van *Caprikornus*, of den Steen-bok, 't welk door zynen Wyzer wordt aangetoond. Dan moet de As van den Aardkloot (altyd een Hoek van $66\frac{1}{2}$ Graad makende met de Vlakte van de *Ecliptica*) zoo geſteld worden, dat de Noord-pool naar de Zon gekeerd zy, en een Vlakte, die door den As van den Aardkloot en Nommer XII op de Wyzer-plaat D gaat, ook ga door het Middelpunt van de Zon. Dit geeft den Stand van den Aardkloot voor den langſten dag op onzen noorder Halven-aardkloot, terwyl de Wyzer van de Zon, die op de eerſte Graad van den Kreeft [*Cancer*] wyſt, ook den 10 dag van Juny [*ouden Styl*] aanwyſt. Breng den Middag-cirkel van *Londen* by den Zonnen-ſtraal, en den Wyzer van de Wyzer-plaat D op Nommer XII, en dan zult ge den Stand van Londen hebben op den middag voor den langſten dag van 't jaar, alwaar een inwoonder onderſteld zynde te ſtaan met zyn aangezigt naar het Zuiden de Zon voor zig zal zien op hare grootſte hoogte.

Wanneer men dan de Krik van 't Werktuig zagtjes omdraait, zal het punt, dat *Londen* verbeeldt, of een inwoonder daarvan, door het omwentelen van den Aardkloot) vervoerd worden naar het Ooſten, terwyl de Zon naar het Weſten ſchynt te bewegen, of naar zyne regter hand, en wanneer *Londen* gebragt is tot het ooſtelyke gedeelte van de zonne Kimme, zult ge het uur van den zonnen ondergang aangewezen zien door den Wyzer van den As van den Aardkloot op de Wyzer-plaat D. Ga voort met draaijen, en *Londen* zal bewegen in het beſchaduwde gedeelte van den Aardkloot aan de andere zyde van de zonne Kimme in opzigt van de Zon. Wanneer de Wyzer gekomen is tot het andere Nommer XII op de Wyzer-plaat, is *Londen* gekomen tot Midder-nagt. Wanneer ge voortgaat met draaijen, zal *Londen* van onder de zonne Kimme komen in W, terwyl de Wyzer beneden wyſt op her uur van den zonnen Opgang, en een inwoonder de Zon gewaar wordt, als komende uit hare Kimme in het Ooſten of aan zyne ſlinker hand. Ge kunt dan ook waarnemen, dat in de geheele omdraaijing van den Aardkloot om zynen As de zonne Straal maar wyſt op den Keer-kring van den Kreeft [*Tropick of Cancer*]; dewyl geen andere landſtreken, dan die onder dien Keer-kring zyn, de Zon regt boven 't hoofd hebben. En dit zouw het geheele jaar door geſchieden, indien de Aardkloot geen jaarlykſe beweging had; en dan zouw 'er geene verandering van Jaargetyen wezen, nog verſchrikking in de lengte van de dagen. Hierdoor kan iemand, waarnemende, hoe de zonne Kimme de verſcheiden evenwydige Cirkels inyde, gewaar worden, dat alle (uitgezonderd de Linie cirkel) die tuſſen de zuider en noorder Pool-cirkels zyn, ongelykelyk verdeeld worden in daagſe en nagtſe Bogen, en dat de eerſte grootſt zyn aan het Noorden van den Linie-cirkel, en de laatſte (dat is, die agter de zonne Kimme zyn) aan het Zuiden van dien Cirkel. De noorder Pool-cirkel is in dezen Stand altyd verligt, als zynde aan

den

den zonnen kant van de zonne Kimme, terwyl alle de landſchappen binnen den zuider Pool-cirkel in duiſternis blyven, niettegenſtaande de dageſykſe Omdraaijing van den Aardkloot; omdat de jaarlykſe Omdraaijing alleen in ſtaat is, om hunnen droevigen Stand van gedurige duiſternis en winter te veranderen in dag, lente, zomer *enz.*

Zet dan het Rader-werk voor de jaarlykſe beweging in 't werk, en vereenig het met dat van de dagelykſe. Dan zal op het omdraaijen van de Krik het klootje, dat de Aarde verbeeldt, net eveneens bewegen, gelyk de Aardkloot waarlyk beweegt, en alle de Verſchynzelen vertoonen, die van de twee bewegingen af hangen.

Vooreerſt dan, terwyl de Aardkloot blyft draaijen om zynen eigen As, eens in den tyd van een dag, gaat hy voorwaarts in den *grooten Kring* [*Magnus Orbis*] van 't Weſten naar het Ooſten, volgens den Rang van de Teekens [*Signs*] (of [*vooruit*], *in Conſequentia*, gelyk de Sterrekundigen het noemen) gelyk zyn Wyzer aantoont, wyzende van tyd tot tyd op alle de Teekens en Graden van de *Ecliptica*, terwyl de Zon, om welke hy beweegt, den zelfden Kring ſchynt te beſchryven ook *vooruit* [*in Conſequentia*] of van 't Weſten naar het Ooſten, zes Teekens verder; dat is, ſchynende af te gaan van de eerſte Graad van den Kreeft [*Cancer*] net wanneer de Aardkloot waarlyk afgaat van de eerſte Graad van den Steen-bok [*Capricornus*], gelyk de Wyzer *i* over *Taurus* of den Stier (*Plaat* XLIII.) duidelyk aanwyſt.

En dewyl in de jaarlykſe beweging van den Aardkloot de As altyd evenwydig aan zigzelven blyft, moet deszelfs Stand in opzigt van de Zon gedurig veranderen; en een Vlakte, die door den gemelden As en door Nommer XII op de Wyzer-plaat D gaat, zal niet weêr door het Middel-punt van de Zon gaan, wanneer ze het eens verlaten heeft, voordat 'er een half jaar verloopen zy, en dan zal de Noord-pool van den Aardkloot (die tevoren digtſt aan de Zon was) verſt van de Zon af zyn. NB. *De Stand van den Aardkloot in opzigt van de Noord-ſter, waarop de Wyzer wyſt, verandert nooit merkelyk; omdat de geheele Middellyn van den Wandel-kring van den Aardkloot geene Evenredigheid heeft tot den Afſtand der vaſte Sterren, die* 400000 *maal verder van ons af zyn dan de Zon, en daarom kan haar Verſchil-zigt* [Parallax] *geen Sekunde van een Graad beloopen.*

Ten anderen, Merk aan, wanneer de Aardkloot voortgaat op de *Ecliptica*, dat de noorder Pool-cirkel van tyd tot tyd gaat onder de zonne Kimme, die hem in twee evengelyke deelen verdeelt, wanneer de Aardkloot in den Ram [*Aries*] gaat (en de Zon volgens ſchyn in *Libra*, of de Weegſchaal) gelyk ze ook elken evenwydigen Cirkel doet over den gantſen Aardkloot, makende de daagſe en nagtſe Bogen evengroot; en dit wordt de Gelykheid van dag en nagt [*Æquinox*] genoemd, zynde de dagen en nagten alsdan van 12 uren over de geheele Aarde, gelyk ook door den Uur-wyzer in D wordt aangewezen. En beide de Polen, gelykelyk verligt, hebben de Zon in hare Kimme. Ook wyſt de zonne Straal, nadat hy vervolgensaan gewezen heeft op alle de evenwydige Cirkels, die onderſteld worden tuſſen den Keer-kring van den Kreeft en den Linie-cirkel, wyſt nu, zeg ik, op den Linie-cirkel, welkes gedeeltens (op dezen dag, of

gedurende ééne Omdraaijing van de Krik) alle de ééne voor de andere na het ligt en de hitte van de Zon in een Lood-lyn ontvangen; 't welk dat gene is, dat de navolgers van *Ptolemeus* noemen het zyn van de Zon in (of 't beſchryven van) den Linie-cirkel, [*of dat men zegt*, dat de Zon de Linie paſſeert].

Wanneer men de Krik blyft omdraaijen, gaat de Aardkloot trapsgewys voort volgens den rang van de Teekens [*in Conſequentia*], en de zonne Kimme wyſt aan, hoe de dagen blyven verkorten, wanneer de daagſe Bogen verkleinen; en by trappen verbergt de geheele ſpaatzie, in den noorder Pool-cirkel ingefloten, zig voor de Zon, totdat ze geheel agter de zonne Kimme zy, wanneer de Aardkloot tot de eerſte Graad van den Kreeft komt; het welk aanwyſt, dat alle de landſtreken binnen die ſpaatzie geenen dag altoos hebben, terwyl de landſtreken binnen den zuider Pool-cirkel, nu aan den zonnen kant van de zonne Kimme zynde, geenen nagt altoos hebben. Dan wyſt de zonne Straal op den Keer-kring van den Steen-bok, dien de Zon door 't omdraaijen van den Aardkloot ſchynt (of gezegd wordt) te beſchryven. De Wyzer van de Zon ook in den Steen-bok zynde, en ook op den 11 dag van *December* [*ouden Styl*] wyzende, toont aan, dat we te *Londen* den kortſten dag hebben, welkes lengte door den Uur-wyzer gemeten wordt. Wanneer de Aardkloot nog al omgevoerd wordt, zal de zonne Straal de evenwydige Cirkels nog eens beſchryven, in den Linie-cirkel zynde, wanneer de Aardkloot in *Libra* [of de Weegſchaal] gaat, (en de Zon in *Aries* ſchynt te gaan) en de zonne Kimme alle de evenwydige Cirkels in evengroote daagſe en nagtſe Bogen verdeelt, zynde de Polen nu in de Vlakte van de zonne Kimme. Wanneer de Aardkloot nog al voortgaat, komt 'er grooter gedeelte van den noorder Pool-cirkel van agter die Kimme naar de Zon, en de daagſe Bogen, en gevolgelyk de dagen, verlengen in onzen noorder Halven-aardkloot, terwyl die, die buiten den Linie-cirkel zyn, verkorten, totdat de Aardkloot ten laatſten kome tot de eerſte Graad van den Steen-bok, van waar hy begon te bewegen. De As van den Aardkloot is dan ook weérgekeerd tot den zelfden Stand in opzigt van de Zon, dien hy tevoren had.

Ten derden, Neem den Aardkloot en zyne zonne Kimme van 't Werktuig af, en zet 'er een anderen Aardkloot op van drie duim over 't Kruis, welkes Middelpunt nog al in de Vlakte van de *Ecliptica* zal wezen. Dewyl dees Aardkloot een in Graden verdeelden Middag-cirkel heeft, en pennetjes (inwoonders verbeeldende) lood-regt geſtoken in de Keer-kringen, den Linie-cirkel, en eenige evenwydige Cirkels tuſſen beiden; zal de zonne Straal (een weinig verkort om voor dezen Aardkloot te konnen dienen) duidelyker aanwyzen, wanneer de Zon boven 't hoofd zy van deze inwoonders, en hoeveel ſcheuiner of min ſcheuin ze zy in verſcheiden jaargetyen voor die, die buiten den Keer-kring zyn, zynde ook pennetjes geſtoken op die plaatzen. De zonne Straal zal ook net aanwyzen de Graden van de Zons Afwyking [*Declination*] op de Graden van den Middag-cirkel van deze Globe of Aard kloot.

Ten vierden, Neem dezen Aard-kloot af, en zet een anderen van Yvoor in de plaats, waarop een Weereld-kaart geſneden is, en die een zilveren Kimme heeft,

heeft, die gemakkelyk naar allerlei plaatzen geſteld kan worden. Door middel van dezen Aard-kloot met zyne Kimme, verſcheidenlyk geſteld, en door middel van den zonnen Straal worden de Verſchynzelen van den *regten*, *ſcheuinen* en *evenwydigen* Ból [*Sphere*] vertoond. De Kimme voor de ééne of de andere plaats geſteld hebbende, ziet ge gemakkelyk door behulp van den zonnen Straal, wanneer de Zon boven of beneden de Kimme van die plaats zy, en in wat Streek van het Kompas ze op die plaats het geheele jaar door opga; of ze Kimme-breette [*Amplitude*] hebbe of niet, en noordelyke of zuidelyke, en hoe veel meêr of min op de ééne Polus hoogte [*Latitude*] dan op de andere. Dat is, hoeveel en wanneer de Zon op- en onder-ga benoorden of bezuiden de punten van 't ware Ooſten en Weſten.

Ten vyfden, Zet 'er het kleine Aard-klootje weêr op, en het zelve gebragt hebbende tot de eerſte Graad van den Steen-bok, zet den Wyzer op XII naar de Zon toe, als mede naar den Middag-cirkel van *Londen*. Dan moet men aanmerken, dat een Vlakte, die langs den As van den Aardkloot en de Noord-ſter gaat, (op een onmetelyken afſtand) ook door den Middag-cirkel van *Londen* en 't Middelpunt van de Zon gaat. De jaarlykſe beweging dan uit het werk gezet hebbende, opdat de Aardkloot om zynen As zouw draaijen, zonder uit zyne plaats te gaan, zal elke omdraaijing van de Krik den Middag-cirkel van *Londen* omvoeren, totdat hy weêr op zyne plaats terug kome, en *Londen* tegen de Noord-ſter zie, gelyk tevoren; dat is, weêrkeere in de Vlakte, waaruit het gevoerd was; en dit noemt men een *Sterren-dag* [Sydereal day]. Wanneer nu de Zon in dezelfde Vlakte is met den As van den Aardkloot en de Noord-ſter, is de ſterre dag en de zonne dag dezelfde, omdat de Middag-cirkel van *Londen* tot het Middelpunt van de Zon komt op den zelfden tyd, dat hy tot de Noord-ſter komt. Maar dewyl dit af hangt van de onbeweeglykheid van 't Middelpunt van den Aardkloot, is het niet in der daad waaragtig. Om derhalven te weten, wat 'er waarlyk geſchiede, moet men de jaarlykſe beweging in 't werk zetten. Dan geeft ééne omdraaijing van de Krik den Aardkloot niet alleen ééne omdraaijing om zynen As, maar doet hem ook ten naaſten by ééne Graad voortgaan op de *Ecliptica*. Wanneer ge dan agt geeft op den Middag-cirkel van *Londen*, zult ge vinden, dat hy nog niet gekomen is tot den zonnen Straal, omdat, ſchoon hy gekomen zy in de Vlakte, die door het Middelpunt van den Aardkloot en de Noord-ſter gaat, die Vlakte niet langer gaat door het Middelpunt van de Zon, omdat het Middelpunt van den Aardkloot zyne plaats verlaten heeft, en *vooruit* [*in Conſequentia*] bewogen is; zoodat de Krik nog een weinig meêr omgedraaid moet worden, eer de Middag-cirkel van *Londen* (die geheel rond gegaan is, om een ſterren dag te maken) kome tot den zonnen Straal, om een zonnen dag te maken, die vier Minuten langer is dan een ſterre dag. Derhalven draait de Aardkloot om zynen As in 23 uren en 56 Minuten; maar elke landſtreek, die Middag heeft, of de Zon in 't Zuiden, moet meêr dan ééne Omwenteling doen, om weêr tot Middag te komen. Dit verſchil tuſſen den zonnen en ſterren dag is zoo klein, dat men het niet ligt kan

merken in ééne enkele Omwenteling; maar indien men de Krik 15 maal omdraait, (makende deze 15 verſchillen, by elkander genomen, een uur uit) zal men zien, dat net na 15 omdraaijingen de Vlakte, die door den Aardkloot en de Noord-ſter gaat, de Zon zoover verlaten heeft, dat de zonne Straal, inplaats van op den Middag-cirkel van *Londen* te wyzen, alleenlyk wyſt op dien, die 'er onmiddelyk voor gaat, die een uur ooſtelyker is, en dat de Uur-wyzer onderaan, die op XII wyſt, alleenlyk den ſterren dag aanwyſt, maar door middel van de Krik gebragt moet worden tot nommer 1, eer hy op het Middelpunt van de Zon wyze. Indien de Aardkloot voortgevoerd is ééne maand in zynen jaarlykſen Loop, zal de Uur-wyzer, op XII gekomen zynde, 2 ſterre uren te kort komen van den zonnen Middag: na 3 maanden zal hy 6 uren te kort komen: na 6 maanden zal hy 12 uren te kort komen, of op den zonnen Midder-nagt wezen, wanneer hy op den ſterren Middag is. En dit 's de reden, waarom de Sterren digt by de Zon (die, t'eeniger tyd op den Middag zigtbaar zouden zyn ontrent de Zon, indien ze geheel eklipzeerde, maar onzigtbaar zyn, omdat haar ligt verzwolgen wordt van 't ligt van de Zon) na verloop van 6 maanden zigtbaar zullen zyn op Middernagt. Na 9 maanden zal de Uur-wyzer 18 uren te kort komen vanop de Zon te wyzen; en na 12 maanden, of éénen jaarlykſen Omloop van den Aardkloot, komt hy 24 uren te kort, of niet met al; dat is, daar is één dag verloren, dien het ſterre jaar minder heeft dan het zonne jaar, wordende dezen dag opgemaakt uit alle de verſchillen, of 360 maal 4 Minuten, maar nog nader, 365¼ maal 3 Minuten, en 56 Sekunden.

Ten zesden, Breng den Aardkloot terug tot de eerſte Graad van den Steenbok, neem den zonnen Straal af, en ſteek een Wyzertje in de Zon in een gaatje, 't welk 'er in is, om ééne der Vlekken te verbeelden, die ons den tyd van hare Omwenteling om haren As hebben aangetoond. Zet de jaarlykſe beweging uit het werk, en zet dezen nieuwen Wyzer van de Zon op den *londenſen* Middag-cirkel aan, of den Uur-wyzer op XII. Na 25¼ omdraaijingen zal de Wyzer van de Zon komen ontrent, en wyzen op het Middelpunt van den Aardkloot; maar de Middag-cirkel van *Londen*, en de Uur-wyzer, die in deszelfs Vlakte is, zal voorby XII gekomen zyn geheel tot VI. Dit toont den eigenlyken [*abſolute*] tyd aan van de Omwenteling van de Zon om haren As. Stel alles gelyk tevoren, en maak de jaarlykſe beweging aan 't gaan, waarnemende, dat de Wyzer van de Zon, wanneer hy op het Middelpunt van den Aardkloot wyſt, ook wyſt op de eerſte Graad van den Steen-bok of *Capricornus*. Draai de Krik 25¼ maal om, en gy zult vinden, dat de Wyzer van de Zon nog niet wyſt op 't Middelpunt van den Aardkloot (ſchoon door het wyzen op de eerſte Graad van den Steen-bok, dien de Aardkloot nu verlaten heeft, de Zon ééne geheele Omwenteling om haren As gedaan ſchyne te hebben) maar ten naaſten by nog twee omdraaijingen van de Krik noodig heeft, om zulks te doen. Dit 's de reden, waarom Sterrekundigen, die de beweging van den Aardkloot niet geloofden, in 't waarnemen van een zonne Vlek ééne Omwenteling van de Zon om haren As rekenden, wanneer de Vlek uit den Aardkloot gezien werd

in

in het zelfde gedeelte van het platte Rond van de Zon, waarin ze tevoren was waargenomen; en dus ſtelden, dat de Zon ontrent 27 dagen bezig was in hare Omwenteling om haren As; daar die Omwenteling alleenlyk in ſchyn dusdanig zy, terwyl de ware Omwenteling twee dagen eer geëindigd is.

Ten zevenden, Neem den Wyzer uit de Zons Oppervlakte, breng den Aardkloot terug tot de eerſte Graad van den Steen-bok, en zet de jaarlykſe beweging uit het werk. Steek dan in den Wandel-kring van de Maan *abc* de Spil van de Maan, en zet 'er op de Maan *ed*, die verbeeldt wordt door een zilver Klootje, welkes Middel-lyn $\frac{2}{7}$ is van die van 't Klootje, dat de Aarde verbeeldt (volgens de ware Evenredigheid van die natuurlyke lighamen) hebbende éene zyde glad, om die zyde van de Maan te verbeelden, die wy altyd zien, en de andere zyde beſneden, om die zyde van de Maan te verbeelden, die nooit uit den Aardkloot gezien wordt. Zet de gladde zyde van de Maan naar den Aardkloot, terwyl haar lighaam net tuſſen de Zon en den Aardkloot ſtaat, gelyk op den tyd van Nieuwe-maan; en draai dan de Krik. Gy zult waarnemen; *voor eerſt*, dat $27\frac{1}{3}$ omdraaijingen de Maan in haren Wandel-kring geheel zullen omvoeren, en weêr op dezelfde plaats brengen, het welk aanwyſt, dat de Kring-tyd van de Maan 27 dagen en byna 8 uren is; *ten tweeden*, dat dezelfde zyde van de Maan altyd naar den Aardkloot gekeerd wordt, zynde het beſneden Halve-rond van 't Klootje altyd van den zelven afgewend; *ten derden*, dat de Maan maar eens om haren As draait, terwyl ze éénen Omloop doet om den Aardkloot; en *ten vierden*, dat de kring-tydſe [*Periodical*] Maand dezelfde zouw zyn als de Koppel- [*Synodical*] Maand, indien de Aardkloot geen jaarlykſe beweging had; dat is, dat de Omloop van de Maan, tellende deszelfs begin van de Nieuwe- of Volle-maan, niet voor de volgende Nieuwe- of Volle maan zouw eindigen: daar integendeel de Kring-tyd van de Maan (of de kring-tydſe Maand) volbragt worde in iets minder dan 27 dagen en $\frac{1}{2}$; maar de Koppel-maand, of de tyd van Nieuwe-maan tot de volgende Nieuwe-maan, of van Volle-maan tot de volgende Volle-maan, heeft den tyd van ontrent $29\frac{1}{2}$ dag noodig: omdat, in den tyd van éénen Omloop, de Aardkloot zoover op de *Ecliptica* voortgevoerd wordt, dat wanneer de Maan haren Omloop om den Aardkloot volbragt heeft, zy niet meêr is in éene Lyn met het Middelpunt van den Aardkloot en de Zon, maar nog ruim 2 dagen in haren Wandel-kring bewegen moet, om met de Zon en den Aardkloot in éene Lyn te wezen. Dit wordt door het Werktuig duidelyk vertoond. Want indien ge den Aardkloot brengt tot de eerſte Graad van den Steen-bok, en de Maan ſtelt tuſſen den Aardkloot en de Zon; en, de jaarlykſe beweging in 't werk gezet hebbende, de Krik $27\frac{1}{3}$ maal omdraait, zal de Aardkloot zoover op de *Ecliptica* gebragt zyn, dat de Maan (ſchoon zy haren Omloop volbragt hebbe) nog niet in éene Lyn zy met de Zon; maar indien ge een draad houdt over het Middel-punt van de Maan en den Aardkloot, en een anderen over het Middelpunt van de Zon en de eerſte Graad van den Steen-bok (van welke Lyn de Aardkloot en de Maan afgingen) zult ge deze draden evenwydig vinden, het welk aantoont, dat de Maan haren Kring-tyd

waarlyk geëindigd, of haren Omloop volbragt heeft; ſchoon ze dit niet gedaan ſchyne te hebben in opzigt van de Zon. Maar indien ge de Krik iets meêr dan tweemaal omdraait, zult ge de Koppel-maand voltooijen, met de Maan weêr tuſſen de Zon en den Aardkloot te brengen: en de plaats van den Aardkloot op de *Ecliptica* zal uitwyzen, dat hy 29½ dag gevorderd is.

Ten agtſten, Breng den Aardkloot terug tot de eerſte Graad van den Kreeft, en, het zwarte Kapje over de Maan gezet hebbende, met deszelfs bolle zyde tegen de Zon over gelyk in *e*, breng dan de Maan tuſſen den Aardkloot en de Zon; dat is, op de plaats van Nieuwe-maan. Dan zullen op het omdraaijen van de Krik alle de Verſchynzelen van de Maan, de ééne voor de andere na, zig vertoonen, gelyk ze waarlyk geſchieden, terwyl de Maan, in haren Wandel-kring om den Aardkloot gaande, ook met den Aardkloot tegelyk om de Zon gevoerd wordt. Want vooreerſt bedekt het zwarte Kapje, dat het beſchaduwde gedeelte van den Aardkloot verbeeldt, het gantſe witte Halve-rond van de Maan, 't welk naar den Aardkloot gekeerd is, daardoor aanwyzende, hoe de Nieuwe-maan voor ons onzigtbaar worde. Vervolgens kunt ge na eenige weinige omdraaijingen van de Krik gewaar worden, dat een klein gedeelte van het witte Halve-rond van onder het Kapje (dat is, uit de ſchaduw) gekomen is, en een gehoornde waſſende Maan maakt, en, voortgaande met omdraaijen, ziet ge het eerſte Kwartier. Na zeven omdraaijingen komt de Halve-maan meêr en meêr van onder het Kapje, totdat 14¾ omdraaijingen het Verſchynzel van Volle-maan maken, wanneer het witte Halve-rond geheel uit het Kapje gekomen, en de Maan tuſſen de Zon en den Aardkloot is. Wanneer ge verder omdraait, nemen de Schyn-geſtaltens [*Phaſes*] van de Maan trapsgewys af, totdat ge weêr Nieuwe-maan krygt. En alle die gemelde Verſchynzelen kan men zien op den zelfden tyd, gelyk ze in de Hemelen geſchieden.

Ten negenden, Neem de Zon af, en zet in hare plaats de Lantaarn, die tot het *Planetarium* behoort, en twee bol-geſlepen glazen heeft, (zonder welke men de Stralen niet evenwydig, toeſchietende, of ſpreidende zouw konnen hebben met genoegzaam ſchynzel) om te vertoonen, hoe de Aardkloot en de Maan door de Zon verligt worden, tegelyk met de Verſchynzelen der Eklipzen. Maak de kamer donker, en ge zult de Verſchynzelen van dag en nagt, en de jaargetyen en gemelde Schyn-geſtaltens van de Maan zeer duidelyk zien zonder de zonne Kimme en 't zwarte Kapje van de Maan, die alleen maar gebruikt waren, toen men Ligt en Duiſternis niet by elkander kon vergelyken.

Wanneer men het grooter Aardklootje gebruikt, met pennetjes om inwoonders te verbeelden, kan men duidelyk zien, wat de Landbeſchryvers van de inwoonders van de Aarde willen zeggen in opzigt van hunne ſchaduwen, wanneer ze hen noemen *Schaduwloozen* [Aſcii], *Twee-ſchaduwigen* [Amphiſcii], *Een-ſchaduwigen* [Heteroſcii]. Men kan te beter tegen elkander vergelyken de dagen en Jaar-getyen van de Tegen-woonders [*Antœci*], Om-woonders [*Periœci*] en Tegen-voeters [*Antipodes*]. Ook kan men (zig van het yvoren Aard-klootje met deszelfs zilveren Kimme bedienende) duidelyk zien, hoe de Zon ſchyne te

ryzen

ryzen boven onze Kimme, en 'er onder te dalen, met of zonder Kimme-breette, terwyl ware Ligt-ſtralen nu het zelfde verrigten, dat de zonne Straal van Koper-draad tevoren maar navolgde. Ook is 'er een toeſtel van een zilveren plaat, om op allerlei plaats van den Aardkloot geſteld te worden, evenwydig met de gemelde bewegelyke Kimme, en die 'er meê omdraait, om niet alleen het onderſcheid te toonen tuſſen de zigtbare [*ſenſible*] en wezentlyke [*rational*] Kimme van een plaats, maar ook om met één te doen zien, dat de overgroote afſtand van de Zon dezelven zoo na tot één maakt, dat het opkomen en ondergaan op het zelfde oogenblik het zelfde is in opzigt van beide.

Het By-ligt van de Maan (dat is, het ligt, dat van den Aardkloot terug gekaatſt zynde, het duiſtere gedeelte van den Halven-kloot van de Maan, die naar de Aarde gekeerd is, zulk een flaauwe verligting geeft, als wy van de Maan krygen) waardoor men met helder Weêr op den tyd, dat de Maan waſt of afgaat, het overige gedeelte van het Platte-rond van de Maan donker bruin ziet (ja ſomtyds zelf op Nieuwe-maan de geheele Maan zelve ziet) wordt hier zeerwel getoond door het ligt van de Lantaarn, alsmede hoe de Aardkloot in zyn omdraaijen een Maan voor de Maan worde.

Om de Verſchynzelen der Eklipzen te vertoonen, moet ge eerſt het kleine Aard-klootje op 't Werktuig ſtellen, terwyl de Maan op haar ſpilletje en de Aardkloot op zyne plaats is. Dan zult ge zien, hoe de Maan in haar doorgaan tuſſen de Zon en den Aardkloot hare ſchaduw werpe op een gedeelte van den Aardkloot, welkes inwoonders een geheele Zon-eklips hebben op die plaatzen, waarover de ſchaduw gaat, en een gedeelte van een Eklips in de By-ſchaduw [*Penumbra*], of digt aan de ſchaduw. Wanneer de Maan, vol zynde, aan de andere zyde van den Aardkloot zoo voorbygaat, dat ze haar ligt verlieze door het tuſſen-ſtaan van 't lighaam van de Aarde, dat is, wanneer zy door de ſchaduw van den Aardkloot gaat, is 'er een geheele Maan-eklips, die zoolang, als ze duurt, gezien wordt van alle de inwoonders van dien Halven-aardkloot, die op dien tyd naar de Maan gekeerd is. Maar ſchoon deze geſteldheid van 't *Planetarium* toone, wat een Zon- en Maan eklips zy, vertoont ze egter niet, wat 'er waarlyk geſchiede in opzigt van den tyd der Eklipzen: want ze vertoont een Eklips elke Nieuwe- en Volle-maan, daar we 'er zelden meêr dan vier hebben in een geheel jaar, en ſomtyds nog zooveel niet. De reden hiervan is, dat, ſchoon de nagemaakte Aardkloot en Maan op het Werktuig wel een juiſte Evenredigheid tot elkander hebben, de Wandel-kring van de Maan evenwel 10 maal kleiner is, dan hy zyn moeſt naar Evenredigheid van de lighamen. Daarenboven is de Wandel-kring van de Maan niet in dezelfde Vlakte met de Ecliptica, maar maakt 'er een Hoek van ontrent 5 Graden meê; zoodat 'er geene Eklips kan wezen, tenzy de Maan in of digt aan de Sny-punten [*Nodes*] zy (of in die plaatzen, alwaar haar Wandel-kring de Ecliptica ſnydt) op den tyd van Volle- of Nieuwe-maan; omdat de ſchaduw van de Maan anders noordelyk boven of zuidelyk onder den Aard-kloot gaat op Nieuwe-maan; en de Maan noordelyk boven, of zuidelyk onder de ſchaduw van den Aardkloot gaat op

Volle-maan. Eenige *Orrery*-makers hebben de Maan in haren Loop wel doen ryzen en dalen in een Wandel-kring, die behoorlyk hellende was, en daarenboven de Sny-punten van dien Wandel-kring wel agteruit, of *in antecedentia*, doen bewegen (dat is, van 't Weſten naar het Ooſten) éénen Omloop in 19 jaren, gelyk dat in de natuur geſchiedt, maar dewyl ze den Wandel-kring van de Maan niet vergroot, nog kleiner klootjes voor de Maan en Aarde gebruikt hebben, hebben ze dit ongemak van alteveel Eklipzen niet weggenomen. Anderen hebben, om dat ongemak te ontgaan, den Wandel-kring van de Maan een Helling gegeven 3 of 4 maal grooter, dan ze waarlyk is, ééne Waarheid tegenſprekende, om een andere te verklaren.

Maar op myn *Planetarium* vertoon ik de ware Helling van den Wandelkring van de Maan, de beweging der Sny-punten, en ware Grootte van den Wandel-kring, in opzigt van de lighamen, en gevolgelyk de ware Verſchynzelen met betrekking op den tyd en hoegrootheid der Eklipzen, door 't maken van de volgende veranderingen.

Ik neem de Maan en Aardkloot af, en op den verzilverden Cirkel *nop* (verdeeld in 19 deelen, overeenkomende met 19 jaren, om de beweging der Snypunten te vertoonen) zet ik op pilaartjes een Wandel-kring van dun Goud-draad, op een gepaſte wys hellende, met Sny-punten of Knoopen daaraan, en twee kleine Maantjes, die zoowel als een klein Aard-klootje, dat nu opgezet moet worden, een ware Evenredigheid hebben tot de grootte van den Wandel-kring. En dan ziet men door middel van een ſtukje wit papier, agter den Aardkloot gehouden op den tyd van Nieuwe-maan, de ſchaduwen van den Aardkloot en Maan aanwyzen, of 'er een Zon-eklips zal zyn of niet; en, indien 'er een Eklips zal zyn, of ze ten deele of geheel, of ze van langen of korten duur, en of ze noordelyk of zuidelyk zal wezen. Op gelyke wys kan men door 't houden van een ſtuk papier agter de Maan, wanneer het Volle-maan is, zien, of 'er een Maan-eklips zal wezen of niet; en, indien 'er een zyn zal, van wat ſoort *enz.*

Ten tienden, Daar zyn ſtukken, die op het Planetarium gezet worden, om te vertoonen, wat de Verſchil-zigten [*Parallaxes*] zyn, en hoe ze waargenomen moeten worden, als daar zyn de jaarlykſe, de maandelykſe en dagelykſe; zeer duidelyk doende zien, hoe de afſtanden van de Zon en die van de vaſte Sterren op deze manieren gezogt, dog niet genoegzaam gevonden zyn, maar dat die van de Maan naauwkeurig ontdekt is. Ook is 'er een toeſtel, om te vertoonen, wat men door de *Lengte* op zee, [*of door Ooſt en Weſt*] verſta, het welk doet zien, hoe 't eindelyk gevonden moet worden door het raken [*Appulſes*] van de Maan aan [of 't konjungeren met] vaſte Sterren, wanneer de Beſchouwing [*Theorie*] van de Maan tot volmaaktheid gebragt zal zyn.

Ook heb ik een geſtel gemaakt, dat aan 't *Planetarium* gevoegd kan worden, om een *Celidographie* [Venus beſchryving] te vertoonen; dat is, de Verſchynzelen van de Vlekken van Venus, van dag en nagt en de Jaar-getyen op die Dwaal-ſter, die (volgens de ontdekkingen van den Heer *Bianchini*) in 24 dagen

en

en 8 uren draait om een As, die met een Hoek van 15 Graden helt op de Vlakte van den Wandel-kring van die Dwaal-ſter, terwyl die As altyd evenwydig met zigzelven blyft. Ook is 'er een Koper-draad, dat een zonnen Straal verbeeldt, die in 't Lood of in den Winkel-haak is, en een zonne Kimme, om aan te toonen, hoe merkelyk een Slang-lyn de Zon aan een inwoonder van Venus dagelyks moet ſchynen te beſchryven. Men kan de Lantaarn ook gebruiken inplaats van de Zon *enz.* Maar ik zal wagten met dit bygevoegde Werktuig op myn Planetarium te zetten, totdat de waarnemingen van andere Sterrekundigen de nieuwe en groote ontdekkingen van den Heer *Bianchini* beveſtigd hebben.

Het Werktuig, om volgens de Beweeg-kunde te vertoonen, hoe Dwaal-ſterren en Staart-ſterren met een Straal, getrokken uit de Zon, Perken beſchryven, evenredig aan de tyden, 't welk ik in de 8ſte Aanteek. op de V. Les, Bladz. 396 *beloofd heb, behoort eigenlyk tot het* Planetarium, *waarom ik verkozen heb hetzelve hier te beſchryven.*

Plaat XLIV. *Figuur* 1. verbeeldt de bovenſte Oppervlakte van een houten ſtelling, of kas van Rader-werk, byéén gehouden met vier Schroeven. ETFV is een verzilverde cirkel-ronde Plaat, verdeeld in 88 deelen (zynde 88 het getal van dagen van den Kring-tyd van Merkurius) met een Krik HG, en Wyzer GE. IK*p*PLM is een verzilverde langwerpig-ronde Plaat, verdeeld in 't zelfde getal van deelen als de cirkel-ronde Plaat, met een gootje of groefje daarin voor het koperen klootje of de Dwaal-ſter P, om daar in te bewegen. S verbeeldt de Zon in één van hare Navel-punten, L het *Perihelion*, of digtſte punt, en I 't *Aphelion* of verſte punt. SO is een ſtalen Wyzer, die door de Dwaal-ſter P gaande, dezelve omvoert in de langwerpig-ronde groef met een Snelheid, overhands evenredig aan haren afſtand uit S. Het gedeelte SP van dezen Wyzer, 't welk bevat wordt tuſſen de Zon en de Dwaal-ſter, of S en P, verbeeldt den (reets beſchreven) Sleep-ſtraal [*Radius Vector*] die gedurig korter wordt, wanneer de Dwaal-ſter van het verſte naar het digtſte punt gaat, en van tyd tot tyd langer wordt, wanneer de Dwaal-ſter van het digtſte naar het verſte punt gaat. Het gedeelte PO van den Wyzer, 't welk buiten de Dwaal ſter komt, en welkes end O hier beſchryft den Cirkel OQRIN, is van geen gevolg in onze ſterrekundige Beſchouwing. Indien een Dwaal-ſter (byvoorbeeld Merkurius) bewoog in een cirkel-ronden Wandel-kring, éénmiddelpuntig met de Zon, zouw ze niet alleen evengelyke Perken beſchryven in evengelyke tyden, maar ook evengelyke Bogen. Dan zouw het end van den Wyzer in E door een eenparige omdraaijing van de Krik H de ware beweging van zulk een Dwaal-ſter verbeelden. Maar indien de Dwaal-ſter beweegt in een langwerpig Rond, in welkes ééne Navel-punt de Zon is, en het digtſte punt 6 maal nader aan de Zon is dan het verſte punt, zal de Dwaal-ſter, van het verſte punt, of *Aphelion* I afgaande, bewegen met een verſnelde beweging in den Streek IKPL, en zal van L door M tot I komen met een vertraagde

Pl. XLIV. Fig. 1.

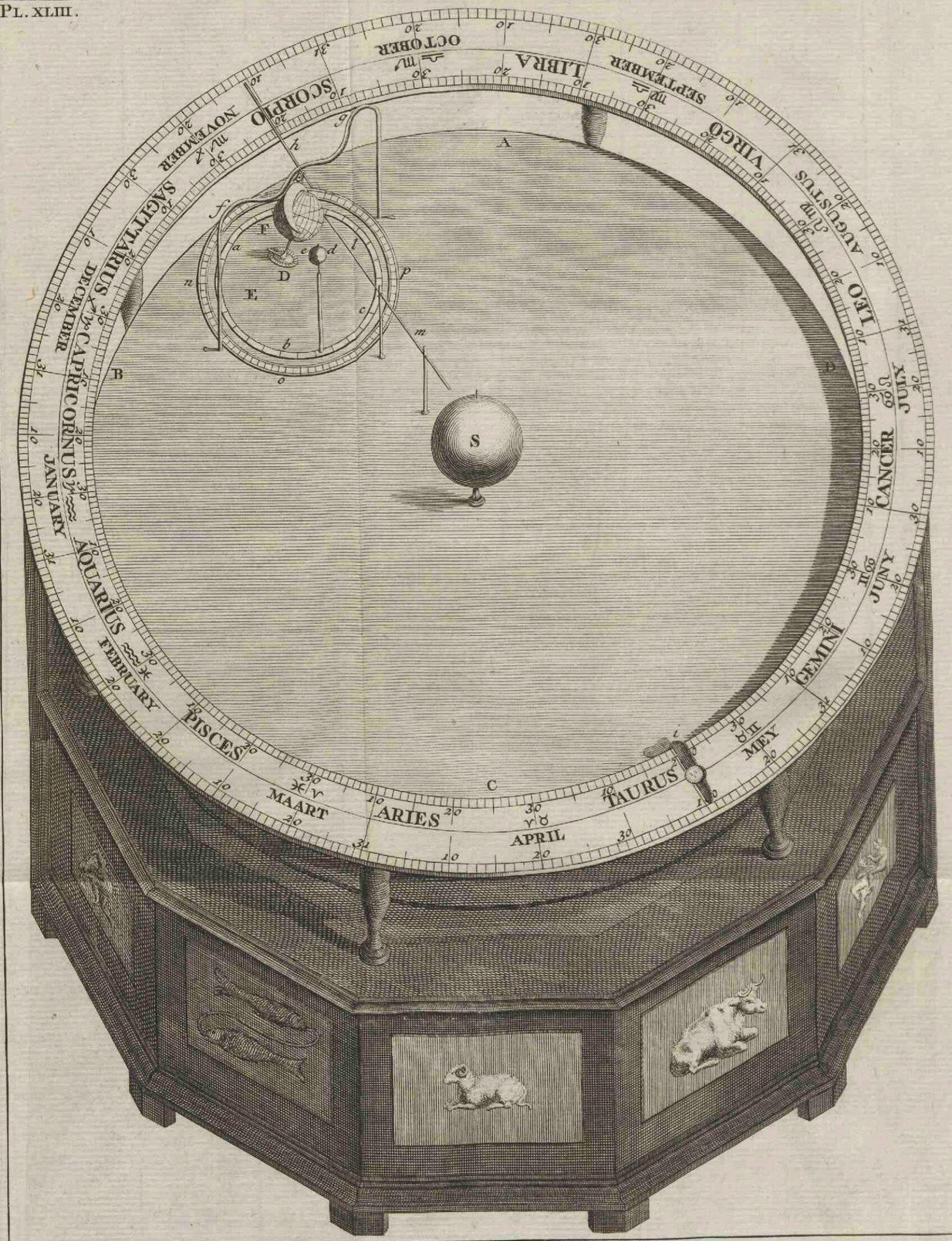
beweging, en dus in alle hare Omloopen gedurig hare Snelheid veranderen, evengelyke Perken in evengelyke tyden beſchryvende, welker Evengelykheid op de volgende wys aangetoond, en bewezen wordt. De Dwaal-ſter P met den Wyzer, die 'er door ſteekt, gebragt hebbende tot I, zet den Wyzer GE op E. Draai dan door middel van de Krik H den Wyzer 10 Graden voort, of van E tot T, en ge zult tegelyk gewaarworden, dat de Dwaal-ſter in het langwerpige Rond maar gaan zal van I tot K, $3\frac{1}{2}$ verdeelingen, zynde den Sleepſtraal bewogen van SI tot SK, waardoor het Perk SIK beſchreven zal worden. Indien men de Dwaal-ſter dan ſtelt in 't *Perihelion*, of digtſte punt L (op welke plaats ze gebragt zal worden door het omdraaijen van de Krik H, totdat de Wyzer kome tot F) zal de Sleep-ſtraal op het langwerpige Rond wezen SL. En indien men den Wyzer van de cirkel-ronde Plaat, die den tyd van de beweging verbeeldt, voortdraait van F (dat is, van 44 Graden) tot V (of 54 Graden), zal de Dwaal-ſter van L voortgaan den geheelen Boog LM, of 20 Graden, 6 maal ſneller afgaande, dan ze in 't begin deed van I, terwyl de Sleep-ſtraal beſchryft het Perk SLM, zooveel breeder dan SIK, als SL korter is dan SI, 't welk dit laatſte Perk SLM evengelyk maakt aan 't eerſte SIK, en de Snelheid van de Dwaal-ſter overhands als den Afſtand. Indien men een tuſſenplaats neemt in de kromme Lyn van 't langwerpige Rond; byvoorbeeld het punt *p*, zal de Dwaal-ſter, terwyl de Wyzer op de cirkel-ronde plaat 10 Graden voortgaat, gaan door den langwerpig-ronden Boog *p*P, terwyl de Sleep-ſtraal beſchryft het Perk *p*SP, evengelyk aan de vorige Perken.

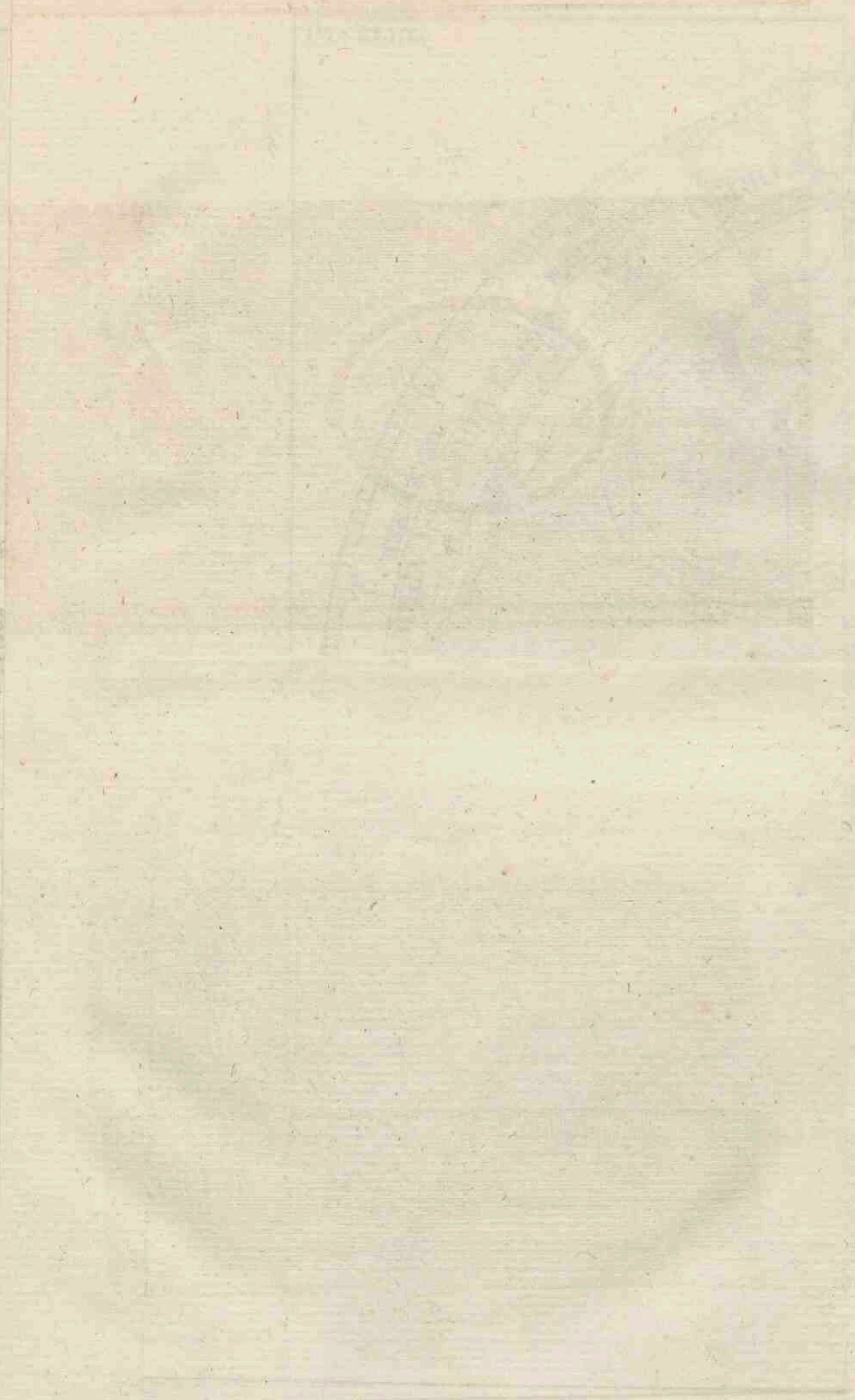
Om nu de geſteltenis van 't Werktuig te vertoonen, zullen we de bovenſte plank van 't kasje afnemen, gelyk in de 2de *Figuur*, waarin de cirkel-ronde en langwerpig-ronde platen, de Krik en de Wyzers maar met geſtipte Lynen worden afgebeeld, om hare plaatzen aan te wyzen. Onder de ſtaaf of 't middelſchot VG zyn twee langwerpige Ronden QT en ON, elkander omdraaijende door middel van een Katten-darm in een groef in haren rand, welke darm in K kruiſt. Deze langwerpige Ronden hebben hare Beweeg-punten in hare overhandſe Navel-punten S en I. De Zon en 't Beweeg-punt van den Sleep-ſtraal zyn geſteld boven S. Indien nu de Krik geſteld wordt in I, het Beweeg-punt van 't andere langwerpige Rond NO, wordt dat gedeelte van den Omtrek van 't langwerpige Rond QT, 't welk den Omtrek van 't langwerpige Rond NO raakt, omgevoerd met Snelheden, evenredig aan de Afſtanden uit I, of aan de lengte der Lynen IK, I4, I3, I2, I1 *enz.*, die ongelyke Hefboomen verbeelden. In den Stand nu, dien de Teekening afbeeldt, is de Snelheid van de Dwaal-ſter P, in 't *Perihelion*, of digtſte punt naar de Zon, allergrootſt: want, dewyl PS evengelyk is aan SK, heeft P de Snelheid van 't punt K, dat geleid wordt door den langſten Hefboom IK. Maar wanneer 't langwerpige Rond NO een halve omdraaijing gedaan heeft, verandert het langwerpige Rond QT zynen Stand, brengende zyn punt V tot *s*, alwaar het geleid wordt door den Hefboom I1, die zesmaal korter is dan de voorgaande, en de Dwaal-ſter, langs haren Sleep-

Pl. XLIV. Fig. 2.

ſtraal

PL. XLIII.


A
B
C
D
E
F
S
a
b
c
d
e
f
g
h
k
l
m
n
o
p
SCORPIO
LIBRA
OCTOBER
SEPTEMBER
VIRGO
AUGUSTUS
LEO
SAGITTARIUS
NOVEMBER
DECEMBER
CAPRICORNUS
JANUARY
AQUARIUS
FEBRUARY
PISCES
MAART
ARIES
APRIL
TAURUS
MEY
GEMINI
JUNY
CANCER
JULY



PL. XLIV.

Fig. 1.

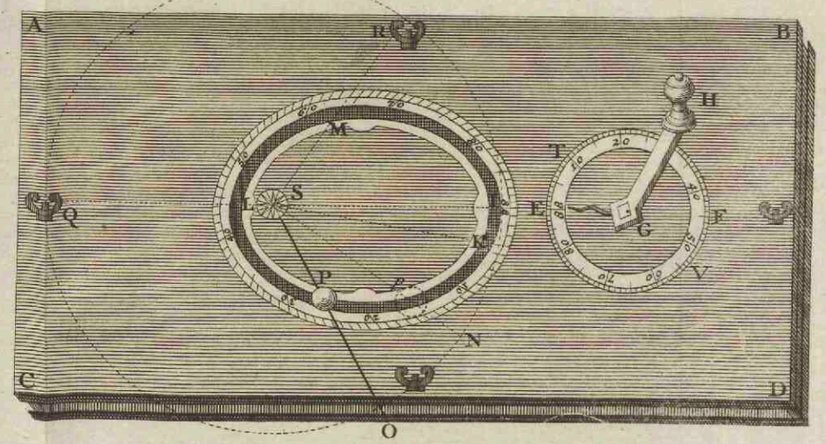
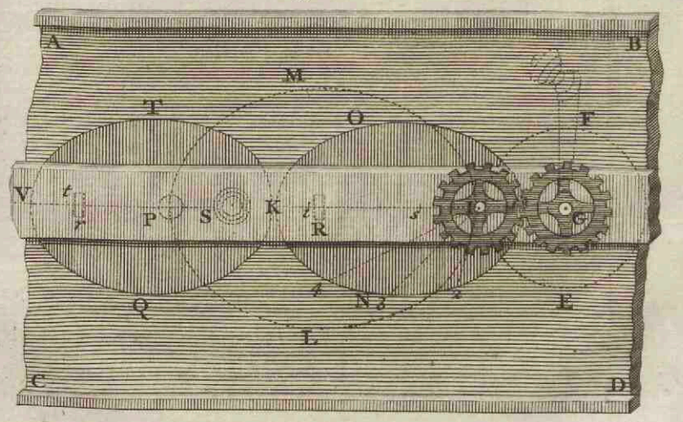


Fig. 2.



ſtraal geheel tot het end toe geſchoven zynde, is boven 't punt I, in haar *Aphelion*, of verſte punt van de Zon, alwaar ze 3 maal minder Snelheid heeft. Wat den verſcheiden Stand van de langwerpige Ronden verder belangt, dien kan men ligtelyk begrypen, wanneer men de Figuur met oplettendheid beſchouwt. De twee Raderen, welker getal van Tanden evengroot is (zynde het evenveel, hoegroot het getal zy) gebruikt men alleenlyk, om den Cirkel en 't langwerpige Rond op de Oppervlakte van 't Werktuig (*Fig.* 1.) op haren regten afſtand te houden, en de Dwaal-ſter en den Wyzer van de cirkel-ronde plaat den zelfden Streek te geven.

NB. *De houten langwerpige Ronden en de langwerpig-ronde verzilverde plaat, die boven op 't Werktuig is, moeten gelykvormig zyn; maar men kan ze van zulke ſoort van langwerpige Ronden nemen, als men wil. Ik heb 'er hier een genomen, dat buiten-middelpuntiger is dan eenige Dwaal-ſters Wandel-kring, alleenlyk om de Verſchynzelen zigtbaarder te maken; maar 't is zoo buiten-middelpuntig niet als de Wandel-kring van een Staart-ſter, die de palen van het Werktuig te buiten gegaan zouw hebben.*

REGISTER.

A.

Aanbotzing, *Percusſio*, regte en ſcheuine, dikwyls verkeerdelyk de ééne voor de andere genomen. V. *a.* 2. *Bladz.* 296.

Aanbotzing punt, *Centrum Percusſionis*. V. 68. 438.

Aantrekking, *Attractio*, wat die zy. I. 10. 15.

—— is onderling en evenredig aan de meenigte van Stof. I. 10 *en volg.* 15.

—— hare Kragt is in een overhandſe door zigzelve vermeenigvuldigde Evenredigheid van den Afſtand. I. 17. 18.

—— dit wordt opgehelderd door een Proef met het ligt van een kaars. I. 18. 22

—— onderling tuſſen de Aarde en hare deelen. V. *a.* 11. 414.

—— is geen verborgen eigenſchap. I. 42. 42.

Aantrekking van Samenhang, *Attractio Cohæſionis*. I. 19. 23.

—— is ſterkſt in de Aanraking. I. 19. 23.

—— bewezen door een Proef met een druppel van Oly van Oranje. I. 20. 26

—— door een Proef met glazen pypjes, brood en broodſuiker. I. 21. 28.

—— met een vogt, ryzende tuſſen twee glazen platen, en een hyperboliſe Figuur makende. I. 22. 28.

—— met Kwikzilver. I. 22. 29

—— met ſoldéren. I. 28. 33.

—— de Evenredigheid van hare Kragt. I. 29. 34

—— zeer merkwaardig in looden Ballen en kriſtallyne Knoopjes. I. *Byvoegz.* 43. ook IV. 188.

—— en *Wegdryving*, *Repulſio*, in dezelfde lighamen. I. 31 *en volg.* 35.

—— van den Brandſteen. I. 33. 36.

—— —— Zeilſteen, en de Evenredigheid van hare Kragt. I. 39. *en* I. *a.* 20. 34.

Aanvoegen, Aanvoeging, *Applicare*, *Applicatio*.

Aard-ból, *regte*, *ſcheuine*, *evenwydige*, Sphæra *recta*, *obliqua*, *parallela*.

Aarde. Voorſtel om ze te bewegen. II. *a.* 5. 52.

—— Uitweiding over de gevoelens van de Filoſofen wegens de Beweging of Onbeweeglykheid van de Aarde. V. *a.* 2. 299.

—— Hare Beweging eerſt door Sir *Izak Newton*, bewezen uit de Wetten van Zwaarte Kragt. V. *a.* 2. 301.

—— —— naderhand door den Heer *Bradley* uit ſterrekundige Waarnemingen. V. *a.* 2. 302.

—— beweegt 56000 *engelſe* Mylen in een uur, en egter nog 10210 maal langzamer dan het Ligt. V. *a.* 2. 303.

—— Tegenwerping tegen hare Beweging, dat een Kogel opgeſchoten niet weêr op dezelfde plaats zouw neêrvallen, opgeloſt. V. 3. 309.

—— Hare gedaante. Ze is hooger op den Linie-cirkel, dan op de Polen, gelyk van den Ridder *Izak Newton* bewezen is uit Waarnemingen ontrent Slingers. V. 76. 453.

—— dit wordt door een Proef opgehelderd. V. 77. 456.

—— het gevoelen, dat ze op hare Polen hooger is, dan op den Linie-cirkel, weêrlegd. V. *a.* 15. 454.

Aarde en Maan. Haar gemeene Zwaartepunt. II. 39. 78.

Aarde, Zon en Maan. Hare Verſchynzelen op 't *Planetarium* vertoond. 470.

Aardensmiddelpuntig, *Geocentricus*.

Æquinoxium, *Gelykheid van dag en nagt*.

Aas (ſtinkend), Aſſa fœtida. Deszelfs Uitvloeizels zeer fyn. I. *a.* 6. 10.

Aftrekking, *Subtractio*.

Afwyking (van de Zon), *Declinatio*.

Agteruit, *in Antecedentia*.

Allen (*Ralph*) zyne verbeterde Kraan. III. *a.* 15. 177.

—— zyne Wagens van een byzondere ſoort, en haar Wagen-weg beſchreven. IV. *a.* 10. 273.

Amontons, aangehaald wegens de Vryving. III. *a.* 3. 103.

Anderhalfmaal verdubbelde Evenredigheid, *ſesquiplicata Proportio*.

Anderhalfredige Reden, *ſesquialtera Ratio*.

Anders-om, *Inverſè.*
Andersomloopende, *Heterodromus.*
Antœci, *Tegen-woonders.*
Aphelion, *Aphelion.* Zie *Dwaal-* en *Staart-ſterren.*
Arbeiders. Vyf *Engelſen* zoo ſterk als zeven *Hollanders* of *Franſen*, dog maar half zoo ſterk als de *Turken.* IV. *a.* 6. 260.
Areæ aſtronomicæ, *Sterrekunſtenaars Perken.* Zie *Perken.*
Archimedes. Zyn voorſtel om de Aarde te bewegen. II. *a.* 5. 52.
Ariſtoteles, aangehaald wegens de ſoorten van Hefboomen. III. *a.* 6. 122.
Arm. Werking en kragt van deszelfs Spieren. III. *a.* 6. 124-131.
—— en Schouder. Kragt van hare Spieren. IV. *a.* 7. 264.
Arm-ſpier, *Brachiëus.*
As, *Axis.* Drukking van twee lighamen op den As van een Katrol en Wind-as. III. *a.* 8. 137-143.
As van Zwaarte. II. 27. 66.
Aspunt, *Polus.*
Aſſen van Rytuigen moeten noodzakelyk geſmeerd worden, voor al in regenagtig Weêr. IV. 207.
——— moeten in alle opzigten regt, en in den Winkel-haak wezen met het Lemoen of den Diſſelboom. IV. 215.
——— kan men minder doen vryven met ze dunner te maken, en in koperen Boſſen te doen loopen. IV. *a.* 3. 210.
—— van ander Raderwerk, die men op Rollen kan laten loopen, kan men nog minder doen vryven. V. *a.* 3. 212 en 230.
Attractio, *Aantrekking.*

B.

Balans. Hare deelen. III. 16. 105.
—— Haar gebruik. III. *a.* 2. 93.
——— 'T is evenveel of de gewigten digt aan de Hang-punten hangen, of 'er ver van af, teweten in 't Lood te rekenen. III. 17-18. 106.
——— met Schalen. III. 19. 107.
——— Het Beweeg-punt van den Balk moet een weinig boven het Zwaarte-punt zyn. III. *a.* 4. 106.
——— —— dog niet boven de Hang-punten der Schalen. III. *a.* 4. 108.
——— wordt bedriegelyk, ſchoon de Armen even lang zyn, wanneer men het Beweeg-punt van den Balk ſtelt boven de Hang-punten der Schalen. III. *a.* 4. 108.
——— hoe nader het Zwaarte-punt aan 't Beweeg-punt komt, hoe de Balans juiſter zal wezen. Manier om dit te doen. III. *a.* 4. 109.
——— werkende Afſtand harer gewigten. III. 20. 108.
——— moet weinig Vryving hebben. III. *a.* 3. 100.
——— hare gemeene gebreken. III. *a.* 3. 101.
——— hoe een zeer juiſte te maken. III. *a.* 3. 101.
——— met ongelyke Armen, dat is, de Unſter. III. 21. 108.
——— gewigten, de ſom van welker gantſe Kragten aan de ééne zyde van het Beweeg-punt van een Balans evengelyk is aan de ſom dier Kragten van de gewigten aan de andere zyde, maken een Evenwigt. III. 22. 109.
——— verſcheiden Voorſtellen ontrent de Balans. III. 25-27. 110-113.
——— uitwerking van Vermogens, ſcheuin aan een Balans gevoegd. III. *a.* 5. 112.
——— ——— ſcheuin trekkende. III. *a.* 5. 113-116.
——— ——— ſtootende. III. *a.* 5. 117.
——— met een vaſt Gewigt aan 't ééne end, en een vryelyk hangend gewigt of Vermogen, dat in 't Lood drukt aan 't andere end. III. *a.* 5. 116.
——— voorbeeld, waarin de gantſe Kragt niet wordt opgemaakt uit de Maſſa vermeenigvuldigd door den werkenden Afſtand, maar de regtſtandige Snelheid. III. *a.* 5. 118-119.
——— uitwerking van ſcheuine Kragten verklaard door de *Samenvoeging* en *Scheiding* van Beweging. III. *a.* 5. 119.
——— gebragt tot een Hefboom. III. 30. 124.
Balk (driekante) *Prisma.*
Band, *Ligamentum.*
Banden van Wagen-wielen. Zie *Wielen.*

Beeld heeft zyn Zwaarte-punt niet op dezelfde plaats als een mens. II. *a.* 9. 62.
Beenen van dieren beſchouwd als Hefboomen. III. *a.* 6. 124-131.
——— en Dyen. Kragt van hare Spieren. V. *a.* 7. 262. en *a.* 11. 287.
Bekken, *Pelvis.*
Bepaling, *Definitio.*
Berlynen voor de paarden moeijelyker dan Koetzen. IV. 235.
Beſchouwing, *Theorema*, *Theoria.*
Beſchryvende, *Generans.*
Beweeg-hemel (eerſte), *Primum Mobile.*
Beweeging, wat zy. II. 3. 44.
——— is onderſcheiden van Snelheid. II. *a.* 1. 44. en II. 8. 55.
——— een klein lighaam kan zooveel beweging hebben als een groot. II. 9. 47.
——— Hare Wetten volgens den Ridder *Newton* beſchouwd. Eerſte *Wet.* V. 1. 294.
——— ſamengeſtelde. III. 85. 184. ook V. 3. en V. *a.* 1 en 2. 296. alsmede V. 52. 419.
——— ſcheuine en in 't Lood, dikwyls de ééne voor de andere genomen. V. *a.* 2. 296.
——— van voortgeworpen lighamen. V. 3. 310.
——— van lighamen, die een middelpunt-trekkende en een middelpunt-ſchuwende Kragt hebben. V. 5. 322.
——— Hare tweede *Wet.* V. 10. 340.
——— veroorzaakt door twee of meêr Kragten in den zelfden Streek. V. 11. 341.
——— in een tegenſtrydigen Streek. V. 12. 342.
——— in een Streek in den Winkel-haak. V. 13. 343.
——— in een ſcheuinen Streek. V. 13. 344.
——— verſnelde van vallende lighamen. V. 14-15. 346-355.
——— vertraagde van lighamen in 't Lood naar boven geworpen. V. 16. 355.
——— van lighamen op hellende Vlaktens. V. 18. 366.
——— Hare derde *Wet.* V. 48. 414.
——— (*eeuwigdurende*) Hare onmogelykheid bewezen. III. *a.* 14. 170.
Beweeg-kragt, vis movens. I. *a.* 11. 19. en II. 2. 44.
Beweeg-kunde, Mechanica. Zie *Beweging* en *Werktuigen.*
Beweeg-punt, *Centrum Motus*, Beteekenis van dit woord. II. 23. 61.
Binnen-cirkeltrekken, Epicycloïdes. Hare beſchryving en verſcheiden eigenſchappen. V. *a.* 13. 440.
By-ſchaduw, *Penumbra.*
Blaasbalk beſtaat uit twee Hefboomen van de tweede ſoort. III. *a.* 6. 123.
Bloed-bolletjes. Hare grootte. I. *a.* 6. 11.
Blok. Zie Takel.
Ból, *Sphæra.*
Bólagtig-rond, *Sphæroïs.*
Ból-deel, *Segmentum Sphæræ.*
Ból-rond, *Sphæricus.*
Boog, Arcus Circuli. Lighamen vallen in kleine Bogen en Pezen niet net, maar oogenſchynelyk in den zelfden tyd. V. 62. 432.
Boog. Uitrekening van de werking van dit Inſtrument. V. 78. 457.
Borelli (*Alfonſus*). Zyne uitrekening van de Kragt der Spieren. III. *a.* 6. 124.
Boren. In 't boren van Metalen kan men groote Kragt doen met een Schroef zonder end, aangevoegd aan een Rad, aan welkes As een Sny-tuig is. III. 78. 174.
Boven-arm, *Humerus.*
Bradley (*James*) ſavilies Hoogleeraar in de Sterrekunde te *Oxford*, heeft de Beweging van de Aarde bewezen uit Waarnemingen van vaſte Sterren. V. *a.* 2. 302.
Brand-punt, *Focus.*
——— van een langwerpig Rond, *Focus Ellipſeos.* Dus in 't begin, maar in 't vervolg vertaald *Navel-punt.*
Brand-ſpeuiten van Mr. *Newsham* zeer goed. IV. 274.
Brandſteen. Deszelfs Aantrekking en Wegdryving. I. 33. 36.
Brandſteen-kragt, *Electricitas*, is eigen aan vele lighamen, by uitſtek aan glas. I. 33 *en volg.* 36.
——— hoe men de glazen buis moet behandelen, om ze Brandſteen-kragt te geven. I. 36. 37.
——— vele Proeven met zulk een buis genomen. I. 37 *en volg.* 38.
——— werkt in het Lugtledige. I. 41. 40.

Brandſteen-kragt, werkt op zeer groote afſtanden, en wordt meêgedeeld aan velerlei lighamen, zelf aan den Zeilſteen. Werkt op den zelfden tyd verſcheiden wegen heen. Is niet evenredig aan de Hoeveelheid van Stof in lighamen. Werkt ook in een Cirkel, en wordt meêgedeeld aan bladeren van boomen, van vogten en dieren, en van het ééne lighaam verder en verder aan anderen, en werkt door vaſte en digte lighamen heen. I. *a.* 23. 41.
Breette (op den Aard kloot), *Latitudo.*
Breken (van Ligt-ſtralen), *reſringere.*
Buigen (van Ligt-ſtralen), *inflectere.*
Buigers (Spieren) *Flexores.*
Buiten-middelpuntig, *excentricus.*
Buiten-middelpuntigheid, *Excentricitas.*
Buiten Tegen-hoek, *Angulus externus oppoſitus.*
Bus-kruit. Zie *Kruit.*

C.

Camus. Zyne Proeven wegens de Vryving *enz.* IV. 199.
Caſſini. Zyne ſtelling, dat de Aarde op de Polen hooger is, dan op den Linie-cirkel, weêrlegd. V. *a.* 15. 454.
Centrales Vires, *Middelpunts Kragten.*
Centrifuga, centripeta Vis, *middelpuntſchuwende, middelpunt trekkende Kragt.*
Cirkel-deel, *Segmentum Circuli.*
Cirkel-ſlinger, Pendulum circulare. Manier van werken van dit Inſtrument. V. 25. 372.
Cirkel-trek, (*Cycloïs*) Deszelfs beſchryving en verſcheiden eigenſchappen. V. 71 *en volg.* 441.
——— is onder anderen de Lyn van de ſnelſte daling. V. 73-74. 444.
Clarke (*Samuel*) aangehaald wegens de gantſe Kragt van lighamen *enz.* V. *a.* 5. 365.
Cochlea, *Schroef.*
Cometæ, *Staart-ſterren.*
Conus, *Kegel.*
Cycloïs, *Cirkel-trek*, omdat hy gemaakt, of *getrokken* wordt door een punt van een omwentelenden Cirkel.
Cylindrus, *Rol.*

D.

Darm-been, *Os ilium.*
Daudé (*Pieter*). Zyne Uitrekening van de Drukking op den As van een Katrol en Wind-as. III. *a.* 8. 137.
Deelbaarheid van Stof in 't *oneindige*, ſchoon de Stof niet met 'er daad in 't oneindige verdeeld worde. I. 5. en I. *a.* 4. 6.
——— van Stof door Kunſt. I. *a.* 6. 10.
Deur, aangemerkt als een Hefboom van de tweede ſoort, gelyk ook de *Klink* van een Deur. III. *a.* 6. 123.
Dieren-riem, *Zodiacus.*
Diertjes, meêr in de Hom van een Kabeljaauw, dan 'er menſen op den aardbodem zyn. De onbeſchryfelyke kleinheid van hare bloed-bolletjes, die egter nog onverbeeldelyk grooter zyn, dan de Ligtdeeltjes. I. *a.* 6. 11.
Digt en vaſt, *denſus.*
Digtheid, *Soliditas.*
Dybeen-ſpier, *Crureus.*
Dyen en Beenen. Kragt van hare Spieren. IV. *a.* 7. 262.
Dommekragt. III. 82. 181.
Doode Kragt. Zie *Kragt.*
Doode Ty'en. Hare oorzaak. V. 59. 426.
Doordringelyk, *penetrabilis.*
Dotchins. Zie *Unſter.*
Draaijer, *Trochanter.*
Draaikolken, Vortices. Hare Werking op lighamen, die 'er in bewegen. V. *a.* 3. 330.
——— van *Karteſius* onbekwaam om de beweging der Dwaal-ſterren te verklaren. V. 7. 328.
——— weêrlegd door de beweging der Dwaal- en Staart-ſterren. V. 45. 402.
Dragen. Hoe veel een man kan dragen. IV. *a.* 7. 262. en IV. 272. ook IV. *a.* 9. 272.
——— Menſen konnen naar Evenredigheid van hunne ſterkte meêr dragen, dan paarden. IV. 273.
Dragers (*turkſe*) zeer ſterk. IV. *a.* 6. 262.
——— van zware vragten. IV. *a.* 11. 288.
Draai-tafel. V. 8. 332.
Driehoeks-tafels, *Tabulæ trigonometricæ.*

Driekante Balk, *Prisma.*
Drukking. Onderſcheid, dat men maakt tuſſen *Kragt* en *Drukking*, overwogen. V. *a.* 5. 359.
Druppel water wordt tot een Bolletje gemaakt door de Aantrekking. I. *a.* 15. 24.
——— van Oly van Oranje, ryzende tuſſen twee ſcheuin leggende glazen Platen. I. 20. I. *a.* 16 en 17. 26.
Dwaal-ſterren (*Planetæ*) worden niet omgevoerd door de Kragt van Draai-kolken. V. 7. 328. en V. *a.* 3. 330. en V. 45. 402.
——— hebben ook geen kriſtallyne Bóllen. V. 45. 402.
——— Hare Kring-tyden. (*Periodi*) V. 7. 330-331.
——— worden door de Zwaarte-kragt en voortwerpende Kragt omgevoerd in hare Wandel-kringen. V. 8. 332.
——— hare beweging verder beſchouwd. V. 9. 336. en V. *a.* 4. 338.
——— bewegen in hare Wandel-kringen ſnelſt in 't *Perihelion* en langzaamſt in 't *Aphelion* V. 41 391.
——— worden in hare Wandel-kringen gehouden, omdat, hare Snelheid vergrootende, hare middelpunt-ſchuwende Kragt ook vergroot. V. 41. 392.
——— die digtſt aan de Zon zyn, waarom ſneller bewegen, dan die 'er verder van af zyn. V. 41. 392.
——— hoe door de werking van Zwaarte-kragt in hare buitenmiddel-puntige Wandel-kringen eenpariglyk verſneld en vertraagd worden. V. 43. 394.
——— moeten eenigen Weêrſtand ontmoeten. V. 46. 412.
——— beſchryven met een Straal, getrokken uit de Zon, Perken, evenredig aan de tyden. V. 42. 393. en V. *a.* 8. 392.
——— dit door een Werktuig vertoond. *Planetarium.* 481.
——— hare Afſtanden, Kring-tyden, Middel-lynen, Hoeveelheden van Stof, Snelheden om de Zon, en Evenredigheid van haar ligt en hitte van de Zon ter neêrgeſteld op *Plaat* XLI.

E.

Eames (*John*) aangehaald wegens de Samenſtooting van lighamen. V. *a.* 5. 365.
Ebbe en Vloed. Zie *Gety'en.*
Eén-middelpuntig, *concentricus.*
Eén ſchaduwigen, *Heteroſcii.*
Eeuwigdurende Beweging bewezen onmogelyk te zyn. III. *a.* 14. 170.
Eigen-making, *Conſtructio.*
Eigenſchappen. (*verborgen*) Zie *Verborgen* Eigenſchappen.
Eklipzen van Zon en Maan op 't *Planetarium* vertoond. 479.
Elaſticitas, *Veêrkragt.*
Elaterium, *Veêr.*
Electricitas, *Brandſteen-kragt.* Dus heb ik deze Kragt genoemd om dezelfde reden, waarom ze in 't Latyn Electricitas genoemd is naar 't woord *Electrum*, *Brandſteen*, waaraan de Kragt van Aantrekking en Wegdryving by uitſtek eigen is.
Elle-been, *Cubitus.*
Emmer van de gedaante van een geknotte Kegel heeft zyn Zwaarte-punt niet op dezelfde plaats, wanneer hy vol, als wanneer hy ledig is. II. *a.* 9. 65.
——— met water kan aan een ſtok blyven hangen zonder vallen, ſchoon de ſtok, waaraan hy hangt, op zigzelven gelaten, vallen zouw. II. 53. 90.
Engelſen met hun vyven zoo ſterk als zeven Hollanders of Franſen. IV. *a.* 6. 260.
Epicycloïs, *Binnen-cirkeltrek.*
Eveneensloopende, *homodromus.*
Evennagt-lyn, *Æquator.* Dus in 't begin, maar in 't vervolg *Linie-cirkel* vertaald.
Evenredigheid, *Proportio.* Verdubbelde of door zigzelve vermeenigvuldigde, *duplicata*; anderhalf maal verdubbelde, *ſesquiplicata.*
Evenredigheids Rekening, *Analogia.*
Evenwigt wat dit zy in Gewigten. III. 9. 100.
——— in Vermogens. III. 10. 102.
Evenwydige Lynen, *Lineæ parallelæ.*
——— Cirkels, *Paralleli.*

F.

Franſen of Hollanders, met hun zevenen zoo ſterk als vyf Engelſen. IV. *a.* 6. 260.

G.

Gaan. Manier van 't gaan der dieren. II. *a.* 14. 82.
Gaatjes, *Pori.*
Galilæus. Zyne bewering, dat de Aarde beweegt. V. 3. 309.
——— manier om de Zwaarte-kragt van vallende lighamen uit te rekenen. V. 15. 352.
Gebrokens van Tienen, *Fractiones decimales.*
Gedaante van een gedeelte van een Vloeiſtof kan niet veranderd worden door de drukking van een andere Vloei-ſtof van buiten. I. 19. en *a.* 14 24-25.
Gedurig, *continuus*, *continuatus.*
Gegeven of geſteld, *datus.*
Geleding, *Articulatio.*
Gelyk-beenig, *iſoſceles.*
Gelykheid van dag en nagt, (*Æquinoxium*) Ty'en, op dien tyd voorvallende, beſchouwd. V. 60. 428.
Gelyk-tydig, *iſochronus.*
Gelykvormig, *ſimilis.*
Gelyk-zydig, *æquilaterus.*
Gereedmaking, *Conſtructio.*
Geregelde of geregelde Lyn, *Ordinata.*
Geſchut wint het ver in Kragt van de Schorpioenen van de Ouden. II. *a.* 7. 57.
——— ſpringt in het afſteken terug. V. 50. 418.
——— Kragt, waarmeê op deszelfs Broek gewerkt wordt, wanneer 't een Kogel van 24 ℔ ſchiet. V. *a.* 11. 415-417.
Geven, *dare.*
Gevolg, *Corollarium.*
Gety'en verklaard uit de Wetten van Beweging en Zwaarte-kragt. V. 53. 420.
——— eenige Tegenwerpingen opgeloſt. V. 54-57. 421.
——— waarom dagelyks vertragen. V. 58. 425.
——— Spring-ty'en en Doô-ty'en. V. 59. 426.
——— waarom overal niet even regelmatig. V. 59. 427.
——— ontrent de Gelykheid van dag en nagt, en de Stil-ſtanden van de Zon. V. 60. 428.
Gewigt van lighamen op de Oppervlakte van de Maan. I. *a.* 11. 19
——— grooter op de Oppervlakte van kleine Dwaal-ſterren naar mate van hare Hoeveelheid van Stof, dan op de Oppervlakte van grooter. I. *a.* 11. 20.
——— wat dit woord beteekene in de Beweegkunde, of in dat gedeelte van dezelve, dat zyn opzigt heeft op de Werktuigen. II. 18. 58.
Gezigt-kunde, *Optica.* Dus in 't begin; maar in 't vervolg vertaald *Ligt-kunde.*
Glas heeft een groote Brandſteen-kragt. I. 33. 36.
—— Buis om Brandſteen-kragt te geven. Zie ook *Brand-ſteen.*
—— Ból van Glas gevreven, maakt Zegelwas doorſchynend. I. *a.* 23. 40.
—— Platen van Glas worden moeijelyker over elkander getrokken, dan houten Platen, om de ſterker Vryving uit hoofde van hare gladheid IV. 188.
Glazen. Twee drink-glazen of Roemertjes met water, een ſtok met zyne enden op haren randen hebbende, zullen niet breken, en geen water ſtorten, ſchoon de ſtok in ſtukken geſlagen worde. IV. *a.* 11. 286.
Glyende lighamen op een hellende Vlakte. II. 51. 88.
Goten in de Straten hoe gemaakt behooren te worden. IV. 241.
Goud. Deszelfs Rekbaarheid. I. *a.* 6. 10.
Graham (*George*). Zyne groote Naaukeurigheid in het maken van 't Inſtrument, waarmeê de Heer *Bradley* de Beweging van de Aarde uit Waarnemingen van vaſte Sterren ontdekt heeft. V. *a.* 2. 305.
——— Zyn Uur-werk, om den tyd te meten tot een 16de deel van een Sekunde. V. 69. 438.
——— heeft naaukeurige Proeven genomen

Driekante Balk, *Prisma.*
Drukking. Onderſcheid, dat men maakt tuſſen *Kragt* en *Drukking*, overwogen. V. *a.* 5. 359.
Druppel water wordt tot een Bolletje gemaakt door de Aantrekking. I. *a.* 15. 24.
——— van Oly van Oranje, ryzende tuſſen twee ſcheuin leggende glazen Platen. I. 20. I. *a.* 16 en 17. 26.
Dwaal-ſterren (*Planetæ*) worden niet omgevoerd door de Kragt van Draai-kolken. V. 7. 328. en V. *a.* 3. 330. en V. 45. 402.
——— hebben ook geen kriſtallyne Bóllen. V. 45. 402.
——— Hare Kring-tyden. (*Periodi*) V. 7. 330-331.
——— worden door de Zwaarte-kragt en voortwerpende Kragt omgevoerd in hare Wandel-kringen. V. 8. 332.
——— hare beweging verder beſchouwd. V. 9. 336. en V. *a.* 4. 338.
——— bewegen in hare Wandel-kringen ſnelſt in 't *Perihelion* en langzaamſt in 't *Aphelion* V. 41 391.
——— worden in hare Wandel-kringen gehouden, omdat, hare Snelheid vergrootende, hare middelpunt-ſchuwende Kragt ook vergroot. V. 41. 392.
——— die digtſt aan de Zon zyn, waarom ſneller bewegen, dan die 'er verder van af zyn. V. 41. 392.
——— hoe door de werking van Zwaarte-kragt in hare buitenmiddel-puntige Wandel-kringen eenpariglyk verſneld en vertraagd worden. V. 43. 394.
——— moeten eenigen Weêrſtand ontmoeten. V. 46. 412.
——— beſchryven met een Straal, getrokken uit de Zon, Perken, evenredig aan de tyden. V. 42. 393. en V. *a.* 8. 392.
——— dit door een Werktuig vertoond. *Planetarium.* 481.
——— hare Afſtanden, Kring-tyden, Middel-lynen, Hoeveelheden van Stof, Snelheden om de Zon, en Evenredigheid van haar ligt en hitte van de Zon ter neêrgeſteld op *Plaat* XLI.

E.

Eames (*John*) aangehaald wegens de Samenſtooting van lighamen. V. *a.* 5. 365.
Ebbe en Vloed. Zie *Getyen.*
Eén-middelpuntig, *concentricus.*
Eén ſchaduwigen, *Heteroſcii.*
Eeuwigdurende Beweging bewezen onmogelyk te zyn. III. *a.* 14. 170.
Eigen-making, *Conſtructio.*
Eigenſchappen. (*verborgen*) Zie *Verborgen* Eigenſchappen.
Eklipzen van Zon en Maan op 't *Planetarium* vertoond. 479.
Elaſticitas, *Veêrkragt.*
Elaterium, *Veêr.*
Electricitas, *Brandſteen-kragt.* Dus heb ik deze Kragt genoemd om dezelfde reden, waarom ze in 't Latyn Electricitas genoemd is naar 't woord *Electrum*, *Brandſteen*, waaraan de Kragt van Aantrekking en Wegdryving by uitſtek eigen is.
Elle-been, *Cubitus.*
Emmer van de gedaante van een geknotte Kegel heeft zyn Zwaarte-punt niet op dezelfde plaats, wanneer hy vol, als wanneer hy ledig is. II. *a.* 9. 65.
——— met water kan aan een ſtok blyven hangen zonder vallen, ſchoon de ſtok, waaraan hy hangt, op zigzelven gelaten, vallen zouw. II. 53. 90.
Engelſen met hun vyven zoo ſterk als zeven Hollanders of Franſen. IV. *a.* 6. 260.
Epicycloïs, *Binnen-cirkeltrek.*
Eveneensloopende, *homodromus.*
Evennagt-lyn, *Æquator.* Dus in 't begin, maar in 't vervolg *Linie-cirkel* vertaald.
Evenredigheid, *Proportio.* Verdubbelde of door zigzelve vermeenigvuldigde, *duplicata*; anderhalf maal verdubbelde, *ſesquiplicata.*
Evenredigheids Rekening, *Analogia.*
Evenwigt wat dit zy in Gewigten. III. 9. 100.
——— in Vermogens. III. 10. 102.
Evenwydige Lynen, *Lineæ parallelæ.*
——— Cirkels, *Paralleli.*

F.

Franſen of Hollanders, met hun zevenen zoo ſterk als vyf Engelſen. IV. *a.* 6. 260.

G.

Gaan. Manier van 't gaan der dieren. II. *a.* 14. 82.
Gaatjes, *Pori.*
Galilæus. Zyne bewering, dat de Aarde beweegt. V. 3. 309.
——— manier om de Zwaarte-kragt van vallende lighamen uit te rekenen. V. 15. 352.
Gebrokens van Tienen, *Fractiones decimales.*
Gedaante van een gedeelte van een Vloeiſtof kan niet veranderd worden door de drukking van een andere Vloei-ſtof van buiten. I. 19. en *a.* 14 24-25.
Gedurig, *continuus*, *continuatus.*
Gegeven of geſteld, *datus.*
Geleding, *Articulatio.*
Gelyk-beenig, *iſoſceles.*
Gelykheid van dag en nagt, (*Æquinoxium*) Ty'en, op dien tyd voorvallende, beſchouwd. V. 60. 428.
Gelyk-tydig, *iſochronus.*
Gelykvormig, *ſimilis.*
Gelyk-zydig, *æquilaterus.*
Gereedmaking, *Conſtructio.*
Geregelde of geregelde Lyn, *Ordinata.*
Geſchut wint het ver in Kragt van de Schorpioenen van de Ouden. II. *a.* 7. 57.
——— ſpringt in het afſteken terug. V. 50. 418.
——— Kragt, waarmeê op deszelfs Broek gewerkt wordt, wanneer 't een Kogel van 24 ℔ ſchiet. V. *a.* 11. 415-417.
Geven, *dare.*
Gevolg, *Corollarium.*
Gety'en verklaard uit de Wetten van Beweging en Zwaarte-kragt. V. 53. 420.
——— eenige Tegenwerpingen opgeloſt. V. 54-57. 421.
——— waarom dagelyks vertragen. V. 58. 425.
——— Spring-ty'en en Doó-ty'en. V. 59. 426.
——— waarom overal niet even regelmatig. V. 59. 427.
——— ontrent de Gelykheid van dag en nagt, en de Stil-ſtanden van de Zon. V. 60. 428.
Gewigt van lighamen op de Oppervlakte van de Maan. I. *a.* 11. 19
——— grooter op de Oppervlakte van kleine Dwaal-ſterren naar mate van hare Hoeveelheid van Stof, dan op de Oppervlakte van grooter. I. *a.* 11. 20.
——— wat dit woord beteekene in de Beweegkunde, of in dat gedeelte van dezelve, dat zyn opzigt heeft op de Werktuigen. II. 18. 58.
Gezigt-kunde, *Optica.* Dus in 't begin; maar in 't vervolg vertaald *Ligt-kunde.*
Glas heeft een groote Brandſteen-kragt. I. 33. 36.
—— Buis om Brandſteen-kragt te geven. Zie ook *Brand-ſteen.*
—— Ból van Glas gevreven, maakt Zegelwas doorſchynend. I. *a.* 23. 40.
—— Platen van Glas worden moeijelyker over elkander getrokken, dan houten Platen, om de ſterker Vryving uit hoofde van hare gladheid IV. 188.
Glazen. Twee drink-glazen of Roemertjes met water, een ſtok met zyne enden op haren randen hebbende, zullen niet breken, en geen water ſtorten, ſchoon de ſtok in ſtukken geſlagen worde. IV. *a.* 11. 286.
Glyende lighamen op een hellende Vlakte. II. 51. 88.
Goten in de Straten hoe gemaakt behooren te worden. IV. 241.
Goud. Deszelfs Rekbaarheid. I. *a.* 6. 10.
Graham (*George*). Zyne groote Naaukeurigheid in het maken van 't Inſtrument, waarmeê de Heer *Bradley* de Beweging van de Aarde uit Waarnemingen van vaſte Sterren ontdekt heeft. V. *a.* 2. 305.
——— Zyn Uur-werk, om den tyd te meten tot een 16de deel van een Sekunde. V. 69. 438.
——— heeft naaukeurige Proeven genomen

men wegens de lengte van Sekunde-ſlingers. V. *a.* 12. 437.
——— (*George* en *Richard*) Hunne uitvinding van een Inſtrument om de ſterkte te vinden van verſcheiden leden van een mens. IV. *a.* 11. 292.
's Graveſande (*Gulielmus Jacobus*) aangehaald wegens de Deelbaarheid van Grootheid in 't oneindige. I. *a.* 4. 6.
——— wegens de Wegſtooting der Ligtſtralen. I. *a.* 21. 35.
——— de Brandſteen-kragt. I. *a.* 22. 38.
——— de ſcheuine Trekking van touwen. III. *a.* 10. 147.
——— Zyn Kunſt-tuig om de paraboliſe Beweging van voortgeworpen lighamen te vertoonen. V. 3. 313.
——— Zyne Proef wegens de gantſe Kragt van lighamen. V. *a.* 5. 362. en V. *a.* 6. 374.
——— verdedigd tegen *Clarke*. V. *a.* 5. 365.
Gravitas, *Zwaarte-kragt.*
Gray (*Steven*) heeft zeervele Proeven genomen ontrent de Brandſteen-kragt. I. 23. 41.
Gregory (*Dr.*) Zyne manier om het Verſchil-zigt der vaſte Sterren te vinden. V. *a.* 2. 301.
Groote Kring, *Magnus Orbis.*

H.

Half-kloots, *hemiſphæricus.*
Halley, aangehaald wegens de Rekbaarheid van 't goud. I. *a.* 6. 10.
——— wegens de Staart-ſterren. V. *a.* 10. 402.
——— de Gety'en. V. 59. 428.
——— het verſchil van de lengte van Slingers in noordelyke Landſchappen en ontrent den Linie-cirkel. V. 76. 451.
Halzen of Aſſen, op Lood of Tin loopende, ontmoeten grooten Weêrſtand. IV. 210.
——— Zie ook *Aſſen.*
Hamer. Manier van deszelfs werking. V. 22. 371.
——— deszelfs gantſe Kragt. V. 30. 377.
——— in 't ſmeden kan men met een Hand-hamer meêr werks doen, dan met een Voor-hamer. V. *a.* 6. 375.
——— in 't algemeen is 't beter te ſlaan met een ligten Hamer en meêr Snelheid, dan met een zwaren en minder Snelheid. V. 30. 378.
Hand-ſpaak. Zie *Hef boom.*
Hang-punt, *Centrum Suſpenſionis.*
Hef boom (*Vectis*) van hout een *Hand-ſpaak*, van yzer een *Koevoet*, is dezelfde Evenredigheden onderworpen, als de Balans. III. 28. 114.
——— van de eerſte ſoort. III. 29. 121.
——— ——— tweede. III. 30. 124.
——— ——— derde. III. 31. 125.
——— deszelfs verſcheiden ſoorten volgens de Ouden. III. *a.* 6. 122.
——— te beſpeuren in de Inſtrumenten, die men dagelyks gebruikt. III. *a.* 6. 122.
——— wordt van de eerſte of tweede ſoort in het zelfde Werktuig, naardat het verſcheidenlyk aangevoegd wordt. III. *a.* 6. 124.
——— van de derde ſoort duidelyk te beſpeuren in de Leden van dieren. III. *a.* 6. 124-131.
——— Evenredigheden van de Gewigten en Vermogens tot elkander. III. 31. 128.
——— Deszelfs gebruik. III. *a.* 2. 93.
——— hoe alle eenvoudige Werktuigen tot een Hef boom gebragt konnen worden. III. *a.* 2. 96.
——— heeft weinig Vryving. III. *a.* 2. 100.
——— Uitwerking van een Vermogen, daar ſcheuin aangevoegd. III. *a.* 5. 113-116.
——— met een vaſt Gewigt aan 't ééne end, en een Vermogen, dat in 't Lood drukt, aan 't andere end heeft een verſchillende uitwerking, naardat het Gewigt boven, of onder den Hef boom zy. III. *a.* 5. 116.
——— aan een Schroef gevoegd, moet met de Schroef tegelyk aangemerkt worden, als een Wind-as. III. 77. 174.
——— (*ſamengeſtelde*) III. 32. 129.
——— (*gebogen*) III. 35. 133.
——— ——— hierdoor verſcheiden gevallen verklaard van de Wigge en hellende Vlakte. III. *a.* 7. 132.

Hei. Manier van hare Werking en gantſe Kragt. V. 27. 374.
——— wanneer de paal ſchein wordt ingeheid. V. 28. 376
——— onderſcheid tuſſen het heijen in een harden of zagten grond. V. *a.* 6. 374.
Hellende lighamen (*Corpora inclinata*) vallen, wanneer de Streek lyn buiten haren Voet-ſteun valt, maar blyven ſtaan, zoolang de Streek-lyn valt binnen haren Voet-ſteun. II. 44. 83.
Hellende Vlakte (*Planum inclinatum*). III. 48. 153.
——— lighamen op dezelve gelegd, zullen naar beneden glyen of rollen, naardat hare Streek-lyn binnen of buiten den Voet-ſteun valle. II. 51. 88.
——— een lighaam wordt de hellende Vlakte allerligtſt opgewerkt, wanneer de Streek-lyn van 't Vermogen evenwydig is met de Vlakte III. 49-51, alwaar ook onderzogt wordt de Evenredigheid van 't Vermogen tot het Gewigt. 155-158.
——— haar gebruik. III. *a.* 2. 95.
——— tot een Hefboom gebragt. III. *a.* 2. 97.
——— hare Vryving. III. *a.* 3. 104.
——— hare manier van werken verklaard door een gebogen Hefboom. III. *a.* 7. 132
Hemel-ſtof, *Æther.*
Hemels-toppunt, *Zenith.*
Hire (*de la*) Zyne Memory wegens de kragt van menſen en paarden. IV. *a.* 7. 262.
Hitte. Hare uitwerking op de metalen Roeden van Slingers. V. 75. 447.
Hitte-meter (*Pyrometrum*) om de Uitzettingen van Metalen te meten, door den Heer *Muſſchenbroek* uitgevonden. V. *a.* 14. 446.
——— eenige verbeteringen van dit Inſtrument door den Schryver voorgeſteld. V. *a.* 14. 452.
Hoedanigheden (*verborgen*). Zie *verborgen* Eigenſchappen.
Hoegrootheid en Hoeveelheid (*Quantitas*) deelbaar in 't Oneindige. I. 5. en I. *a.* 4. 6.
Hoek, *Angulus*, regte *rectus*, regtlynige *rectilineus*, tegenovergeſtelde *oppoſitus*, van Aanraking *Contactûs*, enz.
Hoek-lyn, *Diagonalis.*
Hoek-maat *Sinus*, regte *rectus*, omgekeerde *verſus*, van 't Voltooizel *Complementi.*
Hoeveelheid (*Quantitas*). Zie *Hoegrootheid.*
Hoeveelſte, *Quotiens.*
Hol, *concavus.*
Hollanders met hun zevenen zoo ſterk als vyf *Engelſen*, dog even ſterk als de *Franſen.* IV. *a.* 6. 260.
Hom van een Kabeljaauw. Zie *Kabeljaauw.*
Hoofden, *Capita* (Oſſium).
Hoofd-dwaalſterren, *Planetæ primarii.*
Hoofd-ſtreken, *Puncta cardinalia.*
Hout. Deszelfs Weêrſtand ſomtyds minder dan die van water. V. *a.* 7. 282-283.
Huigens (*Kriſtiaan*) aangehaald wegens de Slingers. V. 77. 457.
Hyperbola gemaakt door 't ryzen van vogten tuſſen twee glazen platen. I. 22. 28.
——— ook door Kwik, maar andersom, dan door water. I. *a.* 19. 31.

I.

Ydel (*Vacuum*) bewezen uit de ſoort-onderſcheidende Zwaarte. II. 11. 48.
——— Zie ook *Ledige* Holligheid.
Yzer zet door de Hitte minder uit dan andere Metalen. V. *a.* 14. 451.
——— In 't ſmeden van heet yzer kan een Hand-hamer meêr werks doen, dan een Voor-hamer. V. *a.* 6. 375.
Inééntrekken (van Spieren) *contrahere.*
Inertia, *Werkeloosheid.*
Ingang (wegens de Eklipzen) *Immerſio.*
Ingedrukte, *ingelyfde Kragt*, *Vis inſita*, *Vis innata*, wat die zy. V. 13. 344.
Inplanting (van een Spier) *Inſertio.*
Inſtrumenten, die men dagelyks gebruikt, gebragt tot Hefboomen van verſcheiden ſoorten. III. *a.* 6. 122.
Intenſitas, *Kragtigheid.*

J.

Jyn by een Kaapſtand gevoegd. III. *a.* 2. 95.
— zie ook *Takel.*
Joyce, een ſterk man uit het Graafſchap *Kent.* IV. *a.* 11. 279.

Jupiter met zyne Manen op 't Planetarium verbeeld. Planetar. 470.
——— Zyne Manen bewegen in cirkelronde Wandel-kringen. V. 39. 390.
——— Kring-tyden en Afſtanden van zyne Manen, terneêr geſteld op PLAAT XLI.
Jurin (*James*) aangehaald wegens de kleinheid der bloed-bolletjes. I. *a.* 6. 11.
——— wegens de Aantrekking van Samenhang. I. *a.* 18. 28.
——— van Glas en Kwikzilver. I. *a.* 19. 30.

F.

Kaapſtand. Deszelfs gebruik. III. *a.* 2. 94.
——— met een Jyn. III. *a.* 2. 95.
Kaauw-ſpier, *Maſſeter*.
Kanon. Zie *Geſchut*.
Kanon-kogel. Deszelfs Kragt vergeleken by die van een Storm-ram. II. 9. 47. en II. *a.* 3. 46.
Karren nadeeliger dan Wagens. IV. 222, 230, en 238-240.
——— Tafel van Vryvingen harer Aſſen met Wielen van verſcheiden hoogte en op verſcheiden gronden. IV. 226.
——— breken de wegen en ſtraten meêr dan Wagens. IV. 246.
Karteſius. Zyne Volheid (*Plenum*) weêrlegd. I. *a.* 8. 12.
——— Zyne Stelling wegens de *fyne Stof* is onbeſtaanbaar met zigzelve. II. *a.* 4. 48.
——— Zyne Draai-kolken weêrlegd. V. 7. 328. en V. *a.* 3. 330.
Katrol. III. 36. 134.
——— Boven-katrol zet het Vermogen geene Kragt by, maar komt de Vryving voor, en wel naar mate dat ze grooter over 't Kruis is. III. 37. 137.
——— Drukking van twee lighamen op den As van een enkele Katrol uitgerekend. III. *a.* 8. 137.
——— Onder-katrol beneemt de helft van het Gewigt. III. 38. 142.
——— Haar gebruik. III. *a.* 2. 94.
——— hoe tot een Hefboom gebragt kan worden. III. *a.* 2. 96.
——— is veel Vryving onderhevig, hoe te bewaren, en de Vryving te verminderen. III. *a.* 3. 103.
——— Zie ook *Takel*.
Keer-kring, *Tropicus*.
Kegel (*Conus*) Deszelfs Zwaarte-punt te vinden. II. *a.* 9. 64.
——— (*geknotte*) Een vat van zulk een gedaante heeft zyn Zwaarte-punt niet op dezelfde plaats, wanneer het vol, als wanneer het leeg is. II. *a.* 9. 65.
——— (*dubbele*) opwaarts rollende. II. 38. en II. *a.* 12. 72.
Kegels, *Conicus*.
Kegel-ſnê (waſſende) *Hyperbola*. Dus in 't begin vertaald, maar meeſt onvertaald gelaten.
Keil (*John*) aangehaald wegens de Deelbaarheid van Hoeveelheid in 't oneindige. I. *a.* 4. 7.
——— wegens de Slingers V. 77. 457.
Keplerus is de eerſte geweeſt, die ontdekt heeft, dat de Dwaal-ſterren met een Straal, getrokken uit de Zon, Perken beſchryven, evenredig aan de tyden. V. 42. 393.
Kern (van een Staart-ſter) *Nucleus*.
Kimme *Horizon*, zigtbare *ſenſibilis*, wezentlyke *rationalis*, zonne Kimme *Horizon ſolaris*.
Kimme-breette, *Amplitudo*.
Klein-meter, *Micrometrum*.
Klink van een Deur is een Hefboom van de tweede ſoort. III *a.* 6. 123.
Kloot, *Globus*, *Sphæra*.
Koetzen dienen wel vier of zes paarden te hebben, om te reizen. IV. 234.
——— Zie ook *Wagens*.
Koevoet. Zie *Hefboom*.
Kogel, geſchoten op water en op hout. Deszelfs verſchillende uitwerking naar mate van zyne Snelheid. V. *a* 7. 383.
——— naar beneden geſchoten, waarom vertrage. V. 36. 388.
——— van 24 ℔. Deszelfs Snelheid, wanneer hy geſchoten wordt. V. *a.* 11. 415.
——— Zie ook *Voortgeworpen ligbaam*.
Koorde-danſers. Hoe zy maken, dat ze niet vallen. II. *a.* 14. 84.
Koper, geſmolten in Geeſt van Sal armoniak Verft

Verft een groote Hoeveelheid van vogt. I. *a.* 6 10.
Koppel-maand, *Menſis ſynodicus.*
Koppel-punten, *Syzygiæ.*
Koude. Hare uitwerking op de metalen Roeden van Slingers. V. 75. 447.
Kraan. Waar haar Zwaarte-punt moet zyn. II. *a.* 10. 68.
——— van tweederlei ſoort. III. 79-81. 175.
——— verſcheiden verbeteringen aan de gemeene. III. *a.* 15. 176
Kraan-balzen of Bogen nadeelig aan Koetzen. IV. 235.
Kragt kan men door geen Werktuig winnen, zonder tyd te verliezen. II. *a.* 6. 54.
——— Beweeg-kragt. I. *a.* 11. 19.
——— (gantſe) *Momentum* het zelfde als Hoeveelheid van Beweging en Beweegkragt. II. 1. 44.
——— wordt opgemaakt uit de Maſſa, vermeenigvuldigd door de Snelheid. II. 3. 44.
——— van vallende lighamen. V. 16. 357.
——— is niet evenredig aan de hoogte van haren val, maar hare Snelheid. V. 16. 358.
——— overweging van het oude en nieuwe gevoelen ontrent dit ſtuk. V. *a.* 5. 358.
——— het oude beveſtigd door de Proef met de Balans, het onderſcheid tuſſen *doode* en *levende* Kragt, tuſſen *Kragt* en *Drukking*. V. *a.* 5. 358-359.
——— door een Proef met een platten Slinger, of ſlingerende plaat. V. *a.* 5. 359-362.
——— Proef voor het nieuwe gevoelen. V. *a.* 5. 362-363.
——— een opheldering van dit geſchil. V. *a.* 6. 374-377.
——— ingedrukte of ingelyfde, *Vis impreſſa* vel Vis *inſita*, wat die zy. V. 13. 244.
——— middelpunt-ſchuwende. Zie *Middelpunt-ſchuwende.*
——— middelpunt-trekkende. I. *a* 11. 18.
——— Zie ook *Middelpunt trekkende.*
——— op zigzelve. I. *a.* 11. 18.
——— van Werkeloosheid, *Vis Inertiæ.* V. 2. 294.
——— verſnellende. I. *a.* 11. 18.
——— ſcheuine. Zie *Vermogens.*
Kragtigheid (*Intenſitas*) van een Vermogen. Wat dit woord beteekene in de Beweegkunde. II. 20. 59.
Kreeft (in den Dieren-riem) *Cancer.*
Krik. Kragt van een man in het draaijen van een Krik. IV. 266-271. ook IV. *a.* 7. 267.
——— Wanneer 'er twee man aan werkt, moeten de Bogten niet regt tegen elkander overſtaan, maar een Winkelhaak maken. IV. 271.
Kring (groote) *Magnus Orbis.*
Kring-tyd, *Periodus*, *Tempus periodicum.*
Kring-tydſe Maand, *Menſis periodicus.*
Kriſtallyne Knoopjes zeer ſterk aanéénhangende. IV. 188.
Kromme Lyn, *Curva.*
Kruis (over 't) Byvoorbeeld een Cirkel of Kloot van een duim *over't Kruis*, Circulus vel Globus, cujus *Diameter* unius digiti eſt.
Kruis-cirkels, *Coluri.*
Kruit. Hoe verbazende Kragt een kleine Hoeveelheid doen kan. V. *a.* 7. 384-385.
——— Deszelfs Kragt op den Broek van een ſtuk Geſchut, dat 24 ℔ ſchiet. V. *a.* 11. 415-417.
Kwikzilver. Deszelfs Zwaarte en Weêrſtand. I. *a.* 2. 4.
——— wordt van Glas aangetrokken, maar nog meêr van Kwikzilver zelf. I. *a.* 19. 30.

L.

Labelye (*Charles de*) Zyne ſtellingen wegens het rollen van een belaſte Rol tegen een heilende Vlakte op. II. *a.* 12. 77.
——— Zyne beſchryving van de Wagens en den Wagen-weg van den Heer *Allen.* IV. *a.* 10. 273.
Ladder, tegen een muur opgeregt, is een Hefboom van de derde ſoort. III. *a.* 6. 124.
Lamp (rollende) II. 42. 81.
Langſte (Spier) *Longiſſimus* ſeu *Faſcialis.*
Langwerpig Rond, *Ellipſis.*
Leden, *Termini* in Progreſſione.
Ledige Holligheid, Ruimte (*Vacuum*, *Vacuitas*) bewezen. I. 7 en 8. 12.

——— is 'er meêr dan Stof in de lighamen. I. 9. 12.
Léér. Zie *Ladder.*
Leering, *Scholium.*
Leeuwenhoek (*Antony van*) aangehaald wegens de meenigte van diertjes in de Hom van een Kabeljaauw, *enz.* I. *a.* 6. 11.
Leibnitz, de eerſte, die het oude gevoelen wegens de gantſe Kragten van lighamen verworpen heeft. V. *a.* 5. 358.
Lenden. Kragt van hare Spieren. IV. 7. 264.
Lengte op zee. Hoe ze eindelyk gevonden zal moeten worden uit het konjungeren van de Maan met vaſte Sterren. 480.
Leijer, *Regulator.*
Levende Kragt. Zie *Kragt.*
Lid, *Terminus* in Progreſſione.
Lighamen, waaruit beſtaan. I. 1. 2.
——— zyn deelbaar. I. 5. 6.
——— hebben alle vele ledige tuſſenwyt tens. I. 7. 12.
——— hebben alle een Zwaarte-kragt of Aantrekking. I. 10. 14.
——— vele hebben ook een wegdryvende Kragt. I. 30. 34.
——— vele ook een Brandſteen-kragt. I. 33. 36.
——— Haar gewigt op de Oppervlakte van de Maan, op kleine en groote Dwaal-ſterren. I. *a.* 11. 19.
——— konnen niet vallen, wanneer haar Zwaarte-punt onderſteund wordt. II. 28. 66.
——— Het Zwaarte-punt van een lighaam of lighamen kan men verplaatzen. II. 41. 80.
——— hellende, wanneer ze zullen vallen, of ſtaande blyven. II. 44. 83.
——— Een lighaam of een Samenſtel van lighamen valt niet, wanneer een gedeelte van het zelve, dat in de Streek-lyn is, onderſteund wordt. II. 47. 86.
——— om haar Zwaarte-punt bewogen wordende, zullen opgehouden worden op dezelfde wys, als of ze in ruſt waren. II. 48. 86.
——— op een hellende Vlakte glyende of rollende. II. 51. 88.
——— volharden in een ſtaat van ruſt, of van gelykvormige beweging in een regte Lyn, tenzy ze door ingedrukte Kragten genoodzaakt worden dien ſtaat te veranderen. V. 1. 294.
——— hare ſamengeſtelde Beweging. V. 3. en V. *a.* 1 en 2. 296.
——— voortgeworpen. Hare Beweging. V. 3. 310.
——— vallende. Hare Verſnelling door de Zwaarte-kragt. V. 14. 346.
——— die niet veren, wyken voor een ſlag van een aanbotzend lighaam in een Evenredigheid van 't Vierkant van deszelfs Snelheid. V. 16. 361.
——— Zie ook *Stof*, *Beweging*, *Voortgeworpen lighamen*, en *Zwaarte-punt.*
Lighamenlykheid, *Soliditas.*
Ligt. Deszelfs Weêrſtand. I. 4. 4.
——— Deszelfs Digtheid vermindert, gelyk de Vierkanten van de Afſtanden der verligte lighamen vergrooten. I. 18. en I. *a.* 12. 22.
——— voortgebragt door 't vryven van een glazen buis. I. 37. 38.
——— wordt van de Zon tot de Aarde bewogen in den tyd van 8 Minuten en 13 Sekunden. V. *a.* 2. 303.
Ligten. Hoe zware laſten een mens kan ligten. IV. *a.* 7. 264-265.
——— Manier om iets zwaars een kleine hoogte gemakkelyk te ligten door middel van een riem en haak. IV. *a.* 11. 289.
Ligt-kunde, *Optica.*
Ligt-ſtralen worden weggedreven van Glas en andere gepolyſte lighamen. I. *a.* 21. 35.
Lym moet men voor allerlei ſoorten van lighamen dezelfde niet nemen, maar naar de vaſtheid der lighamen, die men lymen wil. I. 19. en I. *a.* 13. 23 en 24.
Lyn in de Wiskunſt, *Linea mathematica.*
Lombe (*Thomas* en *John*) Hun Werktuig om Zyde te twynen. II. *a.* 6. 56.
Lood veroorzaakt grooten Weêrſtand aan Halzen of Tappen, die 'er op draaijen. IV. 210.
Looden Ballen, ſterk aanéén hangende. IV. 188.
Lood-lyn, *Linea perpendicularis.*
Lood-regt, *perpendiculariter.*
Looper van een Katrol. III. 36. 136.
Lugt. Haar Weêrſtand. V. 35. 383.

Lugt-ledige (Vacuum) In het zelve vallen alle lighamen met dezelfde Snelheid. I. 8. 12.

M.

Maan. Gewigt van lighamen op hare Oppervlakte. I. *a.* 11. 19.
——— Hare beweging om de Aarde afgeleid uit de beweging van voortgeworpen lighamen. V. 4. 320-322.
——— ligt het water van de Zee op, alwaar ze regt boven ſtaat, alsmede by de Tegen-voeters. V. 53. 420.
——— hare Werking op de Zee beſchouwd volgens de Waterweging. V. 55. 422
——— Tegenwerpingen, hier tegen ingebragt, beantwoord. V. 56-57. 423.
——— en Aarde. Haar gemeene Zwaartepunt. II. 39. 78.
——— Hare Verſchynzelen met die van de Zon en den Aard-kloot, vertoond op 't *Planetarium.* 477.
——— Hare Eklipzen op 't *Planetarium* vertoond. 479.
Manen (Satellites) van Jupiter bewegen in cirkel-ronde Wandel-kringen. V. 39. 390.
Maand (kring-tydſe) *Menſis periodicus*, Koppel-maand, *Menſis ſynodicus.*
Mairan, aangehaald wegens de gedaante van de Aarde. V. *a.* 15. 455.
Maſſief, *ſolidus.*
Maſten van ſchepen zyn Hefboomen van de tweede ſoort. III. *a.* 6. 123.
Maten van Ellen en Voeten behooren van yzer gemaakt te worden, om ze winter en zomer zooveel te netter even lang te hebben. V. *a.* 14. 451.
Mechanica, *Beweeg-kunde.* Dit wordt veelal *Weeg kunde* of *Werktuig-kunde* vertaald, maar de kennis van de *Werktuigen*, gelyk ook de *Weeg-kunde* (*Statica*) zyn beide maar gedeeltens van de *Mechanica*, die de Wetten of Regels van Beweging leert, waarop de *Weeg-kunde* en de kennis van *Werktuigen* gegrond zyn.
Mede-hoekmaat, *Co-ſinus.*
Meet-kunſt, *Geometria.*
Meet-kunſtenaars Trein, *Progreſſio geometrica.*
Menſen. Hunne manier van gaan. II. *a.* 14. 82.
——— van ongelyke ſterkte gelykelyk te doen dragen aan een Bóóm. III. 33. 131.
——— en paarden. Hunne ſterkte tegen elkander vergeleken. IV. 261. en IV. *a.* 7. 262.
——— doen weinig kragt, wanneer ze waterpas trekken. IV. 262.
——— hunne kragt in 't ligten. IV. *a.* 7. 264.
——— in het trekken van een ſchuit. IV. 264.
——— in het dragen. IV. *a.* 7. 265.
——— in het waterpas trekken en ſtooten, beſchouwd in het draaijen van een Krik. IV. 266. en IV. *a.* 7. 267-269.
——— in 't roeijen, beſt aangevoegd met Riemen. IV. 278.
——— doen een verbazende kragt met de Spieren van de Beenen en Dyen. IV. 279. ook 288-289.
——— Werktuig om hunne ſterkte met betrekking op verſcheide leden tegen elkander te vergelyken. IV. 292.
Merkteekenen, *Signa.*
Merſennus, aangehaald wegens het ſchieten. V. *a.* 11. 415.
Mes, op een droogen ſteen gewet, neemt minder af, dan op een natten, en glydt ligter, nadat het 'er een reis of twee over geſtreken is. IV. 210.
Metalen kan men zoozeer polyſten, dat hare Vryving vergroot worde. IV. 187.
——— Tafel van Vryvingen voor verſcheiden Metalen. IV. 202.
——— hoe men een Inſtrument kan maken van groote kragt, om harde Metalen te boren. III. 78. 174.
——— hoe men de geringſte Uitzetting, die ze door de hitte ondergaan, meten kan, door den Heer *Muſſchenbroek* voorgeſteld. V. *a.* 14. 446.
——— de Uitzettingen van verſcheiden Metalen tegen elkander vergeleken. V. *a.* 14. 450.
Middag-cirkel, *Meridianus.*
Middel-kegelſnê, *Parabola*, meeſt vertaald *Parabool*, of *paraboliſe Lyn.*
Middel-lyn, *Diameter.*

Mid-

Middelbare Middel-lyn, *media Diameter.*
Middel-punt. Naar 't Middel-punt neigende Kragt, *Vis centripeta.* Dus in 't begin, maar in 't vervolg vertaald *middelpunt-trekkende Kragt.*
——— van Beweging. Zie *Beweeg-punt.*
——— Zwaarte. Zie *Zwaarte-punt.*
Middel-punts Kragten (Vires centrales) Werk-tuig om dezelven te verklaren. V. 8 en 9. 332. ook V. *a.* 4. 338.
Middelpunt-ſchuwende Kragt (Vis centrifuga) V. 5. 322.
——— wordt grooter, naar mate, dat het lighaam ſneller bewogen worde. V. 5. 323.
——— Proeven, om die Kragt te verklaren. V. 6. 323.
——— Zie ook *Middel-punts Kragten.*
Middelpunt-trekkende Kragt (Vis centripeta) I. *a.* 11. 18. en V. 5. 322.
——— wordt grooter naar mate, dat een lighaam ſneller bewogen worde in zynen Kring. V. 5. 323.
——— Proeven, om die Kragt te verklaren. V. 6. 323.
——— De regte Evenredigheid van de Verſnelling dier Kragten. V. 14. 348.
——— Zie ook *Middel-punts Kragten.*
Middel-ſtoffen (Media) Haar Weêrſtand in 't voorbygaan beſchouwd. V. 34-35. 380.
Min, *Minus.*
Mislooper, *Aſymptoton.*
Molens, met paarden bewerkt, moeten groote Paarde-paden hebben. IV. 260.
Molineux (Samuel) Zyne manier om 't Verſchil-zigt der vaſte Sterren te vinden. V. *a.* 2. 302.
Momentum, *Gantſe Kragt.*
Muſſchenbroek (Petrus van) heeft zeer naauwkeurig geſchreven over den Zeilſteen. I. *Byvoegz.* 43.
——— Zyne Proef wegens de gantſe Kragt van lighamen. V. *a.* 5. 362.
——— wederom aangehaald. V. *a.* 6. 374.
——— verdedigd tegen *Clarke.* V. *a.* 5. 365.
——— Zyne *Pyrometer* beſchreven. V. *a.* 14. 446.

N.

Nader-punt, *Punctum Convergentiæ.*
Natuurkenners Punten, *Puncta phyſica.*
Natuurkunde is in haren voortgang veel geſteuit door de Twiſtzugt. I. 1.
Navel-punt, *Focus*, *Umbilicus* (Ellipſcos).
Newsham (Richard) Zyne Brand-ſpeuiten beter, dan anderen. IV. 274.
Newton (Sir Iſaac) aangehaald wegens de Zwaarte-kragt. I. *a.* 11. 18.
——— wegens de drukking van Vloeiſtoffen. I. *a.* 14. 24.
——— de Kragt van Aantrekking van een druppel van oly van Oranje. I. *a.* 16. 26.
——— de Wegſtooting van lighamen. I. 21. 35.
——— Zyn arbeid in het nemen van Proeven en zyne agting voor dezelven. II. *a.* 6. 55.
——— aangehaald wegens het draaijen van lighamen om haar Zwaarte-punt. II. *a.* 11. 69.
——— zyn berigt van alle de eenvoudige Werktuigen in ééne Schets. III. 84. 183.
——— heeft eerſt de Beweging van de Aarde bewezen uit de Wetten van Zwaarte-kragt. V. *a.* 2. 301.
——— Zyne Stellingen wegens de Draaikolken. V. *a.* 3. 330.
——— aangehaald wegens bewogen lighamen, aangezet in evenwydige Lynen. V. *a.* 5. 362.
——— de Perken, die omloopende lighamen beſchryven. V. *a.* 8. 392.
——— Zyn berigt van de Staart-ſterren. V. *a.* 10. 402.
——— aangehaald wegens de Gety'en. V. 59. 428.
——— wegens de gedaante van de Aarde. V. 76. 453.
Nyptang beſtaat uit twee Hefboomen van de eerſte ſoort. III. *a.* 6. 122.
Noemer (van een Gebroken) *Denominator.*
Noorder-ligt. Deszelfs damp gaat onverhinderd door alle lighamen. I. *a.* 9. 13.

O.

O.

Oly en Vet noodig aan Werktuigen, ſchoon ſomtyds in zeker opzigt nadeelig. IV. 206
—— van Oranje. Een Druppel ryzende tuſſen twee glazen platen. I. 20. en I. *a.* 16 en 17. 26.
Oly van Wynſteen, *Oleum Tartari.*
Omdraaijer, *Rotator.*
Omgekeerde Hoek-maat, *Sinus verſus.*
Omkeering, *Inverſio.*
Omloop, *Revolutio.*
Omlooper, *Satelles.*
Omtrek, *Circumferentia, Peripheria, Perimeter.*
Om-woonders, *Periæci.*
Ondeelbare deeltjes (*Atomi*), wat die zyn. I. 6. 8
Onderſpannen (een Hoek) *ſubtendere.*
Oneindigheden niet alle evengroot. I. *a.* 4. 6.
Onevenredigheid, *Disproportio.*
Onruſt-veêr. Hare Werking in Tafel-werken en Zak-orlozies. III. 45. 150.
Ontkennende, *negativus.*
Ontmoeting van lighamen, *Congreſſus corporum.*
Ontvang-glas, *Recipiens.*
Ooren (van Saturnus) *Anſæ.*
Oorſprong (van een Spier) *Origo.*
Ooſt en Weſt. Hoe het eindelyk gevonden zal moeten worden uit het konjungeren van de Maan met vaſte Sterren. *Planetar.* 480.
Oppervlakte (zigtbare) van lighamen vermindert, gelyk de Vierkanten harer Afſtanden vergrooten. V. 59. 426.
Op zigzelve. Kragt op zigzelve, *Vis abſoluta.*
Optrekkende Spier, *Muſculus Elevator.*
Orbita, *Wandel-kring.*
Orlozies, zelf Zak-orlozies moeten oly hebben, en ſchoon gehouden worden. IV. 207.
Orreryen, Kunſt-tuigen, om de Verſchynzelen van hemelſe lighamen te vertoonen, geven gemeenelyk valſe begrippen van die Verſchynzelen. *Planetar.* 464.
Oſcillatio, *Slinge ing.*
Ovaal-rond, *Ellipſis.* Dus in 't begin, maar in 't vervolg vertaald *langwerpig Rond.*
Overhands, *reciprocè.*
Overhandſe Hoeken, *Anguli alterni.*
Overmaat, *Exceſſus.*
Over-wegen. Wat dit zy. III. 14. 104.

P.

Paard kan niet veel dragen, maar wordt beſt gebruikt, om te trekken. IV. 273.
—— 200 ℔ trekken agt uren op een dag. IV. 260.
—— in een Molen of ander Werktuig loopende moet een groot Pad hebben. IV. 260.
—— in ſterkte gelyk aan vyf *engelſe*, of zeven *hollandſe* of *franſe* arbeiders. IV. 261.
—— zyne ſterkte in verſcheiden opzigten vergeleken by die van menſen. IV. 262.
—— trekt moeijelyk ſcheuin op. IV. 262.
—— tegen een ſcheuinte op moetende trekken, trekt gemakkelykſt, wanneer de Strengen evenwydig zyn met de ſcheuinte. III. *a.* 7. 134-135.
—— zyne manier van gaan. II. *a.* 14. 83.
Paarden van ongelyke ſterkte gelykelyk aan een Wagen te doen trekken. III. 33. 131.
—— die voor de Koets geloopen hebben, deugen niet, om te beryden. IV. 224.
Padmore. Zyne verbetering aan een Kraan. III. *a.* 15. 177.
Paraboliſe Lyn wordt beſchreven door een waterpas of ſcheuin op voortgeworpen lighaam. V. 3. 310.
Parallaxis, *Verſchil-zigt.*
Pees, *Tendo.*
Pees van een Cirkel, *Chorda*, Lighamen vallen in Pezen van Cirkels niet net, maar oogenſchynelyk in den zelfden tyd, als in hare Bogen. V. 62. 432.
Pemberton (*Henry*) aangehaald wegens een Katrol-geſtel. III. *a.* 9. 144.
—— wegens de gantſe Kragt van lighamen. V. *a.* 5. 364.
Pendulum, *Slinger.*
Penny is een twintigſte deel van een Once.
Percuſſio, *Aanbotzing.*

Perihelion, *digtſte punt naar de Zon.* Zie *Dwaal-ſterren.*
Periodus, *Kring-tyd.*
Perken (Sterrekunſtenaars) *Areæ aſtronomicæ*, wat die zyn, en wat het te zeggen zy, dat omloopende lighamen om het Middelpunts lighaam Perken beſchryven evenredig aan de tyden. V. 38-39. 389-391.
——— dit 's eerſt van *Keplerus* ontdekt. V. 42. 393.
——— bewezen door *Newton.* V. *a.* 8. 392.
——— hoe de Dwaal- en Staart-ſterren met een Straal, getrokken uit de Zon, Perken beſchryven evenredig aan de tyden, door een Werktuig vertoond. *Planetar.* 481.
Perrault. Zyn nieuw Wind-as erger dan het gewone. IV. 246. en IV. *a.* 5. 248.
Peter-oly, *Oleum Petræ.*
Picard, aangehaald wegens de meting van Graden van de Aarde. V. *a.* 15. 454.
Pyl, *Sinus verſus.* Dus in 't begin, maar in 't vervolg vertaald *omgekeerde Hoek-maat.* *Planetarium.* 463.
——— op het zelve vertoond het algemeene Weereld-geſtel. 466.
——— het Geſtel van Jupiter met zyne Manen *enz.* 470.
——— de Verſchynzels van de Zon en den Aardkloot. 470.
——— ——— ——— van de Zon, de Maan en den Aardkloot. 477.
——— de Eklipzen van de Zon en Maan. 479.
——— wat de Verſchil-zigten zyn. 480.
——— hoe de Lengte op zee, of Ooſt en Weſt, gevonden zal moeten worden uit het konjungeren van de Maan met vaſte Sterren. 480.
——— een Toeſtel, om 'er de Verſchynzelen van Venus op te vertoonen. 480.
Planum inclinatum, *hellende Vlakte.*
Platte Rond, *Diſcus.*
Polenus, aangehaald wegens de gantſe Kragt van lighamen. V. *a.* 5. 363. en V. *a.* 6. 374.
Polyſting. Al te ſterke vergroot de Vryving in Metalen. IV. 187.
Pool, *Polus.*
Pool-cirkel, *Circulus polaris.*
Pot met water, ſnel omgedraaid wordende, zal geen water ſtorten, ſchoon de mond naar beneden zy. V. 6. 324.
Potentia, *Vermogen.*
Pound, aangehaald wegens een Waarneming ontrent Jupiter. V. 77. 456.
Primum Mobile, *eerſte Beweeg-hemel.*
Projecta Corpora, *voortgeworpen lighamen.*
Punten (Natuurkenners) *Puncta phyſica.*
Pyrometer. Zie *Hittemeter.*

R.

Raak-lyn, *Tangens.*
Raam, *Parallelogrammum.*
——— regthoekige, *Rectangulum.*
Rakende Zyden (van een Raam) *Latera contigua.*
Ram (Teeken in den Dieren-riem) *Aries.*
Reactio, *Tegen-werking.*
Reden, *Ratio.*
——— anderhalf-redige, *ſesquialtera.*
——— anderhalfmaal verdubbelde, *ſesquiplicata.*
——— door zigzelve vermeenigvuldigde, *duplicata.*
——— omgekeerde, *inverſa.*
——— regte, *directa.*
——— vierkante-wortel Reden, *ſubduplicata.*
Reeks, *Series.*
Regen, nagegaan in verſcheiden veranderingen, die hy ondergaat. I. *a.* 1. 3.
Regt-hoekig, *rectangulus.*
Regt-lynig, *rectilineus.*
Regt-making, *Rectificatio.*
Regt op en neêr, *verticalis.*
Regtſtreeks, *directè.*
Rekbaarheid van 't Goud. I. *a.* 6. 10.
Reſiſtentia, *Weêrſtand.*
Retrogradatio, *Terug-gang.*
Richer. Zyne Waarnemingen ontrent Slingers. V. 76. 452.
Riemen van een ſchuit zyn Hefboomen van de tweede ſoort. III. *a.* 6. 123.
Rytuigen omſtandig beſchouwd. IV. 212. *en volg.*
——— met vier Wielen zyn voordeeliger dan met twee. IV. 222.

——— beſt met hooge Wielen, en alle vier ontrent even hoog. IV. 224.
——— Tafel van Vryvingen van verſcheiden Rytuigen, en op verſcheiden gronden. IV. 226.
——— wanneer ze onder het ryden ſteken, moet men niet laten inzinken. IV. 237.
——— Zie ook *Wielen* en *Aſſen*.
Roeijen geſchied beter met Riemen, dan op eenige andere wys. IV. 278.
——— de manier van roeijen verklaard. V. 51. 418.
Roemertjes. Zie *Glazen*.
Roer van een Vaartuig is een Hefboom van de tweede ſoort. III. *a.* 6. 123.
Rol, *Cylindrus*, (belaſte) opwaarts rollende. II. 38. 73.
——— ——— de hoogte van deze oprolling, door de Wiskunſt uitgerekend. II. *a.* 12. 72.
——— zet het Vermogen geene kragt by, maar komt de Vryving voor, en wel naar mate dat ze grooter over 't Kruis zy. III. 37. 137.
——— De Vryving van Rollen kan men verminderen door middel van Halzen. IV. 192.
——— Zie ook *Krik*.
Rollende Lamp. II. 42. 81.
——— lighamen op een hellende Vlakte. II. 51. 88.
Rol-rond, *cylindricus*.
Ruit, *Rhombus*.
——— (ongeregelde) *Rhomboïs*.

S.

Sal armoniak. Koper, in Geeſt van Sal armoniak geſmolten, verft een groote hoeveelheid van vogt. I. *a.* 6. 10.
Samenhang, *Cohæſio*. Zie *Aantrekking van Samenhang*.
Samenſtooting, *Colliſio*.
Samenvoeging (van Kragten) *Compoſitio*.
Samſons. Zie *Sterke mannen*.
Satellites, *Manen*, *Omloopers*.
Saturnus. Kring-tyden en Afſtanden zyner Manen, Afſtand en breette zyner Ring, terneêr geſteld op *Plaat* XLI.
Schaal. Zie *Balans*.
Schaar, gemeene, als mede de Koper- of Blikſlagers Schaar, gebragt tot twee Hefboomen van de eerſte ſoort. III. *a.* 6. 122.
——— van de Schaapſcheerders beſtaat uit twee Hefboomen van de derde ſoort. III. *a.* 6. 124.
Schaduw-loozen, *Aſcii*.
Scheiding (van Kragten) *Reſolutio*.
Schei-vogt, *Menſtruum*.
Scherpe Hoek, *Angulus acutus*.
Scheuine Kragten of Vermogens. Zie *Vermogens*.
Schyn-geſtalte, *Phaſis*.
Schild-pad van de romeinſe Soldaten. Giſſing, hoe die gemaakt werde IV. *a.* 11. 289.
Schorpioenen (Krygs-tuigen) Hare Kragt vergeleken by die van het Geſchut. II. *a.* 7. 57.
Schouders en Armen. Kragt van hare Spieren. IV. *a.* 7. 264.
Schroef, hoe gemaakt worde. III. 60-62. 163.
——— onderſcheiden in ſcherp- en vierkant drade. III. 62. 165.
——— ſcherp-drade beſt in hout, maar vierkant-drade in Metalen. III. *a.* 13. 164.
——— hare Kragt verklaard, als werkende op de wys van een Wigge. III. 62-63. 165.
——— ——— op de wys van een hellende Vlakte. III. 64. 167.
——— heeft groote Vryving. III. 65. 167. en III. *a.* 3. 104.
——— deze Vryving wordt van dienſt in de Praktyk. III. 66. 168.
——— hare Kragt vergroot naar mate, dat de Draad digter ſluite. III. 67. 169.
——— Aanbotzing gebruikt, om ze aan te zetten. III. 68. 169.
——— kan niet onmiddelyk op een andere Schroef werken, maar wel door tuſſenkomſt van een ander eenvoudig Werktuig. III. 69. 170.
——— met een Hefboom, of Sleutel gedraaid, moet aangemerkt worden als een Wind-as. III. 77. 174.
——— aangezet met een Slinger-boom, heeft groote Kragt. V. 24. 372.
——— deze Kragt uitgerekend. V. 32. 379.
——— *zonder end* in Uurwerken niet te gebrui-

Stil-ſtanden van de Zon, *Solſtitia.* De Getyen, die op dien tyd vallen, beſchouwd. V. 60. 428.
Stinkend Aas, *Aſſa fœtida.*
Stof. Wat hier door verſtaan worde. I. 1. 2.
—— wat zy volgens de *Kartezianen*, wier ſtelling weêrlegd wordt. I. 2. 2.
—— is in alle lighamen dezelfde. I. 3. 2.
—— nagegaan in de verſcheiden veranderingen van lighamen, door Natuur en Kunſt teweeg gebragt, om te bewyzen, dat ze in alle lighamen dezelfde is. I. *a.* 1. 3.
—— een kleine hoeveelheid kan den Bol van Saturnus vervullen. I. *a.* 5. 7.
—— is 'er minder in de weereld, dan ledige Holligheid. I. 9. 12.
—— vervult alles niet, gelyk de *Kartezianen* zeggen. I. *a.* 8. 12.
—— is deelbaar in 't oneindige. I. 5. en I. *a.* 4. 6.
—— door Kunſt maar deelbaar tot zekere Graad. I. 6. 7.
—— wordt door Kunſt in onbegrypelyk fyne deeltjes verdeeld. I. *a.* 6. 10.
—— heeft een Kragt van Werkeloosheid. V. 2. 294.
—— Zie ook *Lighamen.*
—— (*fyne*) van de *Kartezianen* is geen bewys van Volheid, ſchoon ze al waarlyk in wezen waar. II. *a.* 4. 48.
Stompe Hoek, *Angulus acutus.*
Stooten. Kragt van menſen in waterpas van zig af te ſtooten. IV. *a.* 7. 267.
Storm-ram. Deszelfs Werking. V. 21. 369.
—— Deszelfs Kragt vergeleken by die van een Kanon-kogel. II. 9. 47. en II. *a.* 3. 46.
—— Deszelfs gantſe Kragt. V. 29. 376. en V. *a.* 6. 375.
Straal (van een Cirkel) *Radius.*
Straal-breking, *Refractio.*
Straten. Hoe de Goten in dezelven behooren te wezen. IV. 241.
—— behoeven geene Dwers-gootjes. IV. 242.
—— lyden meer van Karren dan van Wagens. IV. 243
Streek, *Directio.*
Streek-lyn, *Linea Directionis.* Wat die zy. II. 21. 60.
—— van een Vermogen kan verſchillen, maar van een Gewigt is ze altyd dezelfde. II. 22. en II. *a.* 8. 60.
—— van een lighaam binnen deszelfs Voet-ſteun vallende, blyft het lighaam ſtaande. II. 44. 83.
—— Zoo lang een gedeelte van een lighaam of famenſtel van lighamen, 't welk in de Streek-lyn is, onderſteund wordt, zal het niet vallen. II. 47. 86.

T.

Takel. III. 36. 136.
—— De Werking van Takels is deze. *Gelyk één is tot het getal van touwen*, of deelen van het touw, *aan de Onder-katrollen, in één Blok ryzende, gevoegd, zoo is het Vermogen tot het Gewigt.* II. 39. 143.
—— wanneer de Onder-katrollen op elkander werken. III. 41. 144.
—— in alle Katrollen en Takels heeft de overhandſe Evenredigheid plaats tuſſen de Vermogens en Gewigten, wanneer 'er een Evenwigt is. III. 41. 146. en III. *a.* 9. 144.
—— indien de touwen aan het Blok, dat met de Gewigten ryſt, ſcheuin gevoegd zyn, wordt 'er Kragt verloren naar Evenredigheid van de ſcheuinte. III. *a.* 10. 146.
—— ſchoon uit vele Schyven beſtaande, zyn geen famengeſtelde Werktuigen, wanneer het zelfde touw over en onder haar allen heen gaat. III. 74. 173.
—— *van drien.* Vryving van zulk een Takel, en de Weêrſtand van de touwen. IV. 254-258.
—— dit beſchouwd in een Takel *van Vyven.* IV. 259.
—— Zie ook *Katrol*, *Fyn.*
Tang. Deszelfs Beenen zyn Hefboomen van de derde ſoort. III. *a.* 6. 124.
Tappen of Halzen, op Lóód of Tin loopende, ontmoeten grooten Weêrſtand. IV. 210.
—— Zie ook *Aſſen.*
Taylor (*Brook*) Zyne Proeven wegens de Evenredigheid van de Kragt van den Zeilſteen. I. *a.* 20. 34.

Teekenen (van den Dieren-riem) *Signa.*
—— —— (van de Stel-kunſt) *Notæ algebraïcæ.*
Teerling, *Cubus.*
Teerling-vierkant, *cubicus.*
Tegen-hoek, *Angulus oppoſitus.*
Tegen-werking, *Reactio*, is evengelyk aan de Werking, maar in een tegenſtrydigen Streek *enz.* V. 48. 414.
—— —— Zie ook *Werking.*
Tegen voeters, *Antipodes.*
Tegenwerkende Spieren, *Muſculi Antagoniſtæ.*
Tegen-woonders, *Antœci.*
Terug-gaande Staartſter, *Cometa retrogradus.*
Terug-kaatzen (van de Ligt-ſtralen) *reflectere.*
Tyd. Een klein gedeelte van tyd net af te meten met een Inſtrument, dat beſchreven wordt. V. 69. 438.
Ty'en. Zie *Gety'en.*
Tin biedt grooten Weêrſtand aan Aſſen of Tappen, die 'er op loopen. IV. 210.
Toeſchietende, *convergens.*
Toeſtel, *Præparatio.*
Ton is 2240 ℔.
Top, *Vertex*, van een Kegel, Cirkel-trek, *enz.*
Topham (*Thomas*) Ware daden van ſterkte door hem verrigt. IV. *a.* 11. 290.
Top-hoeken, *Anguli verticales*, ſeu *ad Verticem oppoſiti.*
Torens (hellende) die niet vallen. II 44. 83
Touwen. Tafel van Weêrſtanden in 't buigen van touwen van verſcheiden dikte om Rollen van verſcheiden dikte. IV. 253.
—— *geweven* hebben meêr Weêrſtand in 't buigen, dan *gedraaide.* IV. 254.
—— onder of over een Rad of Schyf gaande, is de moeijelykheid in 't buigen zoogroot, als of ze 'er geheel rondom gingen. IV. 254.
—— manier om een touw met de handen te breken, zonder de handen te kwetzen. IV. *a.* 11. 288.
Trajectoria, *Wandel-kring.*
Trein, *Progreſſio.*
Trek-hoek, *Angulus Tractionis.* III. *a.* 7. 133.
Trekken. Kragt van menſen in het waterpas Trekken. IV. *a.* 7. 267.
Trekkende Cirkel, *Circulus generans.*
Trê-rad van groote Kragt. III. *a.* 2. 94.
Troebele Vogten. Zie *Vogten.*
Twaalf-hoek, *Dodecagonum.*
Twee-ſchaduwigen, *Amphiſcii.*
Twiſt-zugt heeft den voortgang van de Natuurkunde veel vertraagd. I. 1.

U.

Uitdrukking, *Expreſſio*, *Formula.*
Uiterſte (grootſte) *Maximum.*
Uitgang, *Emerſio* (Planetæ ex umbra.)
Uitkomſt, *Productum*
Uitſteekzels, *Appendix.*
Uitſtrekker, *Extenſor.*
Uittrekken, *extrahere.*
Uitvloeizels (*Effluvia*) van ſtinkend Aas *enz.* onverbeeldelyk klein. I. *a.* 6. 10.
Uitwyzer, *Exponens.*
Uitzettingen van Metalen. Zie *Metalen.*
Unſter. Deszelfs maakzel en gebruik. III. 21. 108.
Uurwerk door den Heer *G. Graham* gemaakt, om den tyd te meten tot een 16de deel van een Sekunde. V. 69. 438.

V.

Vacuum, *ledige Ruimte*, *Lugt-ledige.*
Vallen op, *coïncidere.*
Vallende ligbamen. Hare Snelheid. V. 14. 346.
—— hare gantſe Kragt. V. 16. 357.
—— is niet evenredig aan de hoogte van haren val, maar aan hare Snelheid. V. 16. 358.
—— hare beweging op hellende Vlaktens. V. 18. 366.
—— hoeveel vertraagd worden door den Weêrſtand van de Lugt, en verſcheiden gevolgen daaruit getrokken. V. 36. 348-388.
—— Zie ook *Zwaarte-kragt.*
Vaſtheid, *Soliditas.*
Vaſthoudendheid, *Tenacitas.*
Vectis, *Hefboom.*
Veel-hoek, *Polygonum.*

Veêr. Uitrekening van hare Werking. V. 78. 457.
——— Zie ook *Onruſt-veêr*, en *Slag-veêr*.
Veeragtig, *elaſticus.*
Veêr-kragt, *Elaſticitas.*
Vellingen van Wielen moeten in den Haak wezen met de Naven naar de Helling van de Spaken. IV. 214.
——— Zie ook *Wielen.*
Velocitas, *Snelheid.*
Venus. Een Toeſtel om hare Verſchynzelen op 't Planetarium te vertoonen. *Planetar.* 480.
Verborgen eigenſchappen niet aangenomen in de *newtoniaanſe* Filoſofie. I. 42. en I. *a.* 4. 42.
Verdeelen door, *dividere per.*
Verdeeler, *Diviſor.*
Verdubbelde Evenredigheid, *duplicata Proportio.* Meeſt vertaald *door zigzelve vermeemigvulde Evenredigheid.*
Vergaring, *Additio.*
Verhevelingen, *Meteora.*
Verlengen, *Producere.*
Vermeenigvuldigen door, *multiplicare per.*
Vermogen, *Potentia.* Wat dit Woord in de Beweeg-kunde beteekene. II. 19. 59.
——— De uitwerking van Vermogens, ſchuin gevoegd aan een Balans, die ook toepaſſelyk is op den Hefboom en andere Werktuigen. III. *a.* 5. 112.
——— hebben de meeſte uitwerking, wanneer ze in den Winkel-haak werken. III. *a.* 5. 116.
——— uitwerking van ſchuin aangevoegde Vermogens verklaard door de *Samenvoeging* en *Scheiding* van Beweging. III. *a.* 5. 119.
——— dit woord wordt oneigenlyk gebruikt, om *eenvoudige Werktuigen* te beteekenen. III. *a.* 1. 92.
Verſchikking, *Reductio.*
Verſchillen ontſtaan 'er niet in zuivere Wiskunſt. I. 1.
Verſchil-zigt, *Parallaxis*, der vaſte Sterren. Wat dit zy. V. *a.* 2. 300.
——— kan door middel van Inſtrumenten niet naauwkeurig genoeg waargenomen worden. V. *a.* 2. 301.
——— kan geen één Sekunde halen. V. *a.* 2. 303.
——— wat de Verſchil-zigten zyn, op 't *Planetarium* vertoond. 480.
Verſchynzel, *Phœnomenon.*
Verſlapping (van een Spier) *Relaxatio.*
Verſnellende Krogt, *Vis acceleratrix.* I. *a.* 11. 18.
Verſnelling van middelpunt-trekkende Kragten. Hare regte Evenredigheid. V. 14. 348.
Verſte punt van de Zon, *Aphelion.*
Vervangen, *intercipere*, *interceptus.*
Verwydering (van een Dwaal-ſter) *Elongatio.*
Vet en oly nodig in Werktuigen, ſchoon ſomtyds in zeker opzigt nadeelig. IV. 206.
Vierhoek (ongeregelde) *Trapezium.*
Vierkante Wortel, *Radix quadrata.*
Vierkante-wortel Reden, *Ratio ſubduplicata.*
Vyf-hoek, *Pentagonum.*
Vires centrales, *Middelpunts Kragten.*
Vis centrifuga, *middelpunt-ſchuwende Kragt.*
——— centripeta, *middelpunt-trekkende Kragt.*
——— impreſſa, *ingedrukte Kragt.*
——— innata, inſita, *ingelyfde Kragt.*
Vlak, *Planus.*
Vliegen van vogelen verklaard. V. 51. 418.
Vloed en Ebbe. Zie *Getyen.*
Vloei-ſtof, *Fluidum* Een gedeelte van een Vloei-ſtof kan niet van gedaante veranderen door de drukking van een Vloei-ſtof van buiten. I. 19. en I. *a.* 14. 24. en 25.
Voerſtraal, *Radius Vector.*
Voet, *Baſis.* Dus in 't begin, maar in 't vervolg vertaald *Voet-ſteun.*
Vogelen. Haar vliegen verklaard. V. 51. 418.
Volheid, *Plenùm.*
Volſtrekte Kragt. I. *a.* 11. 18.
Voltooijen, *complere.*
Voltooizel, *Complementum.*
Vogten, van verſchillende ſoort onderſcheidende Zwaarte, onderéén gemengd door ſchudden, zullen door ſnel omdraaijen elk op hare plaatzen komen. V. 6. 324.
——— *troebele*, kan men met ſnel omdraaijen eêr doen zetten, dan dat het vat,

vat, waarin ze zyn, ſtil regt overend gezet wordt. V. 6. 326.
Voor-bewys, *Lemma.*
Voorgangers, *Antecedentes* (Termini).
Voortgaande, *progreſſivus.*
Voortgeworpen lighamen, *corpora projecta.* Hare Beweging. V. 3. 310.
——— waterpas voortgeworpen, beſchryven een paraboliſe Lyn. V. 3. 311.
——— dit doen ze ook, wanneer ze ſcheuin naar boven geworpen worden. V. 3. 315.
——— hare Wetten van Beweging toegepaſt op de Beweging van de Maan om de Aarde. V. 4. 321.
——— in 't Lood, of ſcheuin op naar boven geworpen. Hare vertraagde Beweging. V. 16. 355.
——— manier om uit te rekenen, hoe hoog ze geklommen zyn. V. 16. 357.
——— verſcheiden aanmerkingen omtrent dezelven, afgeleid uit den Weêrhaan van de lugt. V. 36. 384.
Voortſtooting, *Impulſio.*
Voortwerpende Kragt, *Vis projectrix*, en Zwaarte-kragt doen de Dwaal-ſterren haren Loop behouden. V. 8. 332.
Voor-uit, *in Conſequentia.*
Voorwerp-glas, *Vitrum objectivum.*
Vortex, *Draai-kolk.*
Vryving (*Fricio*) niet genoeg in agt genomen van Werktuig-makers. III. *a.* 3. 99
——— van de eenvoudige Werktuigen elk in 't byzonder beſchouwd. III. *a.* 3. 100.
——— omſtandiger overwogen. IV. 187. *en volg.*
——— is ontrent een derde van 't gewigt, en ontſtaat uit het gewigt, dat de deelen ſamendrukt, en niet uit het getal der deelen, die raken. IV. 189. IV. *a.* 4. 230.
——— is niet altyd net een derde, maar verſchilt ſomtyds. IV. 198.
——— vergroot, wanneer de vryvende deelen ſneller bewegen, en vermindert, wanneer ze langzamer bewegen, dan 't Vermogen. IV. 190.
——— hare Hoeveelheid in een Balk, langs den grond getrokken. IV. 191.
——— van Rollen kan men verminderen door middel van Halzen. IV. 192.
——— in Wielen van Rytuigen kan men ze verminderen met de Aſſen dunner te maken, en in koperen Boſſen te doen loopen. IV. *a.* 3. 210.
——— Dit kan nog meêr geſchieden in Rader-werk, welkes Aſſen men op Rollen kan laten loopen. IV. *a.* 3. 312.
——— Regels om ze in Werktuigen uit te rekenen. IV. 193.
——— door een voorbeeld opgehelderd. IV. 194.
——— naauwer uitrekening. IV. 196.
——— hoe men dezelve kan beproeven ontrent verſcheiden Zelfsſtandigheden door middel van Sleen. IV. 199.
——— Tafel hiervan. IV. 202-204.
——— aanmerkingen op dezelve, en Gevolgen daaruit getrokken. IV. 205-211.
——— in Rytuigen omſtandig beſchouwd. IV. 212.
——— Tafel van Vryvingen voor Wagens en Karren. IV. 226.
——— in Metalen, kan men vergrooten door al te ſterke Polyſting. IV. 187.
——— kan men ook vergrooten met de bewegende deelen te klein te maken. IV. 209.
——— of Weêrſtand uit hoofde van de ſtyfheid van touwen. IV. 245.
——— Tafel van zulke Weêrſtanden. IV. 253.
——— in een Takel *van Drien* met de moeijelykheid van 't buigen der touwen uitgerekend. IV. 254-258.
——— in een Takel *van Vyven.* IV. 259.
——— maakt Zegel-was doorſchynende. I. *a.* 23. 40.
Vuur-meter, *Pyrometrum.* Zie *Hitte-meter.*

W.

Waarde, *Valor.*
Wagen met yzer kan zonder vallen meêr opzy' hellen, dan met hooi geladen. II. *a.* 16. 88.
——— wordt gemakkelykſt getrokken, wanneer de Streek-lyn van 't Vermogen evenwydig is met de Vlakte, waarop hy loopt. III. *a.* 7. 134-135.
Wagens voordeeliger dan Karren. IV. 222. 230 en 238-240.
——— beſt met hooge Wielen en ten naaſten by alle even hoog. IV. 224.
——— Tafel van Vryvingen voor Wielen van verſcheiden hoogte en op verſcheiden

ſcheiden gronden. IV. 226.
——— op reis doet men beter, dat men ze van agteren dan van voren belaſt. IV. 236.
——— breken de wegen en ſtraten minder dan Karren. IV. 243.
——— die door hare eigen Zwaarte met een aanmerkelyke vragt ſteen van een berg naar beneden loopen. IV. *a.* 10. 273-279.
Wagentje of Karretje met twee Wielen, in 't bouwen zeer gebruikelyk, gebragt tot een Hefboom van de eerſte ſoort. III. *a.* 6. 123.
——— het zelfde, op een andere wys gebruikt, wordt een Hefboom van de tweede ſoort. III. *a.* 6. 124.
Wagen-weg, een fraaije om Wagens door hare eigen Zwaarte van een berg te laten afloopen *enz.* IV. *a.* 10. 273
Wallis, aangehaald wegens het vinden van 't Zwaarte-punt. II. *a.* 9. 63
Wandel-kring, *Orbita*, *Trajectoria*. Zie *Dwaal-ſterren* en *Staart-ſterren*.
Was, doorſchynend gemaakt door Vryving. I. *a.* 23. 40.
Water. Deszelfs Weêrſtand ſomtyds grooter dan die van hout, *enz.* V. *a.* 7. 382-385.
Water-bal kan in 't ſlaan een verbazende Kragt doen. V. *a.* 7. 284-285.
Waterpas, *horizontalis*.
Weeg-kunde, *Statica*.
Weeg ſchaal. Zie *Balans*.
Weereld. Dat dezelve niet eeuwig is, kan bewezen worden uit den Loop der Dwaal-ſterren. V. 46. 412.
——— manier om het Zwaarte-punt van onze Weereld te vinden. II. *a.* 13. 80.
Weereld-geſtel (*Syſtema*) het algemeene beſchouwd op 't Planetarium. *Planetar.* 466.
Weêrſtand, *Reſiſtentia*, waarom in het ééne lighaam grooter dan in het andere. I. 4. 4.
——— van het Ligt. I. 4. 4.
——— —— Kwikzilver. I. *a.* 2. 4.
——— Weêrſtanden, uit de Vryving ontſtaande, zyn tot elkander in een Reden, die ſamengeſteld wordt uit de drukkingen der vryvende deelen en de tyden of Snelheden van hare beweging. IV. 190.
——— in 't buigen van touwen. Tafel hiervan. IV. 253.
——— van Middel-ſtoffen in 't voorbygaan beſchouwd. V. 34-35. 380.
——— —— de Lugt. V. 35-36. 383-388.
——— —— een Vloei-ſtof ſomtyds zoo groot, ja grooter dan die van vaſte lighamen. V. *a.* 7. 382.
——— —— water, vergeleken by dien van hout. V. *a.* 7. 382.
Wegdryving, *Repulſio*, van den Zeilſteen. I. 39. 34.
——— van de Ligtſtralen. I. *a.* 21. 35.
——— en Aantrekking in dezelfde lighamen. I. 31. en I. *a.* 21. 35.
——— —— in zouten. I. 31. 35.
——— —— lugt en dampen. I. 32. 35.
——— —— aanmerkelyk in den Brandſteen en vele andere lighamen. I. 33 *en volg.* 36.
——— geen verborgen eigenſchap. I. 42. 42.
Wegen, *gravitare*.
Wegen, welke de beſte zyn, om te ryden. IV. 236.
——— op een Zand-weg is 't altyd beſt in 't ſpoor te ryden. IV. 237.
——— lyden meêr van Karren dan van Wagens. IV. 243.
——— Dezelven wel inſtaat te houden is voordeelig voor 't Gemeene-beſt. IV. 243.
Weging, *Gravitatio*. Zie *Aantrekking*.
Werkeloosheid, *Inertia*. Hare Kragt. V. 2. 294.
Werking en Tegen-werking zyn evengelyk en in tegenſtrydige Streken. V. 48. 414.
——— —— hebben plaats zoowel in Wegdryvingen als Aantrekkingen. V. 49 50. 415-416.
Werktuigen door dezelven kan men geene Kragt winnen, zonder tyd te verliezen. II. *a.* 6. 54.
——— *eenvoudige*, wat die zyn. III. 1. 92.
——— zyn zeven. III. 2. 93.
——— zyn van verſcheiden gedaante gemaakt naar 't werk, dat men 'er meê doen moet. III. *a.* 2. 92.
——— hoe ze alle tot één eenig, *nam.* den Hefboom gebragt konnen worden. III. *a.* 2. 96.
——— Onderſtellingen, in 't beſchouwen van Werktuigen noodzakelyk te maken. III. 5-8. 97.
——— verliezen in hare uitwerking door de Vryving. III. *a.* 3. 99.
——— deze Vryving beſchouwd in de eenvoudige Werktuigen. III. *a.* 3. 100.
——— eenvoudige, alle in één ſamengeſteld Werktuig vereenigd. III. 83. 182.
——— uitrekening der Kragten van alle eenvou-

voudige Werktuigen door behulp van ééne Figuur. III. 86. 184.
——— (*eenvoudige*) waarin het Vermogen vergaard, en dan eensklaps in 't werk gesteld wordt. V. 20. 369.
——— (*samengestelde*) III. 70. 170.
——— ——— voorbeelden. III. 71-73. en 75. *en volg.* 172.
——— moeten gesmeerd worden. IV. 206-208.
——— velen konnen voordeel hebben van een Slinger-boom. IV. 271.
——— een zeer kunstig te *Derby* om Zyde te twynen. II. *a.* 6. 56.
——— een zeer eenvoudig om water op te brengen. III. *a.* 9. 65.
——— hare Vryving en andere Weêrstanden, als mede hare bewerking door menschen of paarden. Zie *Vryving*, *Weêrstand*, *Menschen*, *Paarden*.
Werktuig-makers behooren in de Beginzelen van de Wiskunst bedreven te zyn. II. *a.* 6. 55.
Werp-slinger, *Funda*. Hare manier van werken. V. 26. 374.
Wetten van Beweging. Zie *Beweging*.
Wezentlyke Kimme, *Horizon rationalis*.
Whilton, aangehaald wegens de Staart-sterren. V. *a.* 10. 404.
——— wegens het vallen van een ligbaam van de Oppervlakte van de Aarde tot haar Middelpunt. V. *a.* 13. 443.
——— zyne Zonne wereld vertoond op *Plaat* XLI. en aanmerkingen op dezelve. *Planetar.* 464.
Wigge. Hare beschryving en Evenredigheid tussen 't Vermogen en Gewigt. III. 52-54. 158.
——— met ééne Oppervlakte werkende. III. 55. 160.
——— met beide de Oppervlaktens. III. 56. 160.
——— heeft veel Vryving. III. *a.* 3. 104.
——— In de Praktyk moet men veel meêr kragt gebruiken, dan in Evenredigheid van de halve of heele dikte van de Wigge tot hare lengte, uit hoofde van de groote Vryving. III. 57. 161.
——— werking van de Wigge met een Proef bevestigd. III. 58 59. 162.
——— haar gebruik. III. *a.* 2. 95
——— tot een Hefboom gebragt. III *a.* 2. 97.
——— verscheiden van hare gevallen verklaard door een gebogen Hefboom. III. *a.* 7. 132.
Wielen van Rytuigen moeten net rond en hare Vellingen in den Haak wezen met de Naven naar de Helling der Spaken. IV. 212.
——— Hare Spaken moeten hellen, of scheuin staan op de Naven, opdat de Wielen schotelsgewys zouden wezen. IV. 215.
——— de agterste stuwen de voorste niet voort, hoe hoog de agterste en hoe laag de voorste ook zyn mogen. IV. 217.
——— het onderscheid tussen hooge en lage, wanneer ze op een oneffen grond loopen, of over een Heuvel moeten. III. *a.* 11. 154-157.
——— hooge geven veel voordeel aan Karren. IV. 193.
——— hooge zyn altyd voordeeliger om te rollen in allerlei stand en op allerlei grond. IV. 220. en 234-236.
——— en ontrent alle vier van dezelfde hoogte zouw best wezen. IV. 224.
——— behooren nooit kleiner, dan vier en een half of vyf voet over 't Kruis, te wezen. IV. 244.
——— voordeeligst met yzeren Banden te beleggen. IV. 214.
——— moeten geen smalle Banden hebben. IV. 230. en 241.
——— de Banden behooren niet smaller dan drie duim te zyn. IV. 244.
——— hare Vellingen behooren drie en een vierde duim hoog te zyn voor Koetzen, en vier duim voor Wagens en Karren. IV. 244.
——— de Nagels van de Banden moeten zonder Koppen wezen, en omgeklonken. IV. 240. en 244.
——— moeten noodzakelyk gesmeerd worden. IV. 207.
Wilkens (Bisschop) aangehaald wegens een Raderwerk om de Aarde te bewegen. II *a.* 5. 53.
——— wegens de Schorpioenen. II. *a.* 6. 55.
Wind of Dommekragt. III. 82. 181.
Wind as. III. 42. 148.
——— Evenredigheid van 't Vermogen tot het Gewigt. III. 42 43. 148 149.
——— wanneer 't Vermogen scheuin trekt aan de Spaken. III. 43. 149.
——— heeft maar weinig Vryving. III. *a.* 3. 104.
——— deszelfs gebruik. III. *a.* 2. 94.
——— drukking van twee gewigten op deszelfs As, uitgerekend. III. *a.* 8. 139 143.
——— deszelfs werking toegepast op de Onrust-veer van een Uurwerk. III. 45. 150.
——— op de Werking van de Slagveer van een Snaphaan-slot. III. 45. 150-152.
——— samengesteld III. 47. 152.
——— is van groote Kragt. III. *a.* 2. 94.
——— met een Schroef zonder end. III. *a.* 2. 95.
——— ——— is van groote kragt. III. 78. 174.
——— hoe tot een Hefboom gebragt kan worden. III. *a.* 2. 96.
——— een nieuw van den Heer *Perault* erger, dan het gewone. IV. 246. en IV. *a.* 5. 248.
Wind-molen, waar haar Zwaarte punt moet zyn. II. *a.* 10. 68.
Winkel-haak (in den) *perpendiculariter*
Winters half jaar waarom korter voor volkeren, die in de noorder helft van den Aardkloot wonen,

G37558-C A494801

wonen, dan het zomer halfjaar. V. 41. 393.
Wiskunst (zuivere) vry van verschillen. I. 1.
——— behoort van Werktuigmakers geleerd te worden, en Wiskunstenaars behooren wat meêr werks te maken van Werktuigen. II. *a.* 6. 55.
——— Lyn in de Wiskunst, *Linea mathematica.*
Woorden (nieuwe) behooren altyd verklaard te worden. I. 2.
Worcester (*Graaf van*) aangehaald wegens een eeuwigdurende beweging. III. *a.* 14. 172.
Wortel, *Radix.*
Wren (*Christoph.*) aangehaald wegens het rammen van muren. V. *a.* 6. 376.

Z.

Zak orlozies moeten oly hebben, en schoon gehouden worden. IV. 207.
——— hare Tappen moeten niet te klein zyn. IV. 209.
Zegel was door Vryving doorschynend gemaakt. I. *a.* 23. 40.
Zeilsteen. Deszelfs Aantrekking en de Evenredigheid van hare Kragt. I. 39. en I. *a.* 20. 34.
——— dryft ook weg. I. 39. 34.
——— een goede heeft maar twee Polen. I. *a.* 20. 34.
——— van dezelfde Zwaarte als een stuk yzer of staal wordt met gelyke kragt aangetrokken van het yzer of staal, als hy zelf het yzer of staal aantrekt. V. 49. 413.
——— naauwkeurig onderzogt van den Heer *Petrus van Musschenbroek.* I. *Byvoegz.* 43.
Zigtbare Kimme. *Horizon sensibilis.*
Zolder, doorzakkende, te ryzen door middel van een Wigge. III. *a.* 2. 95.
Zomer halfjaar waarom in de noorder helft van den Aardkloot langer, dan het winter halfjaar. V. 41. 393.
Zon heeft een merkelyken Dampkring, en hare Uitvloeizels worden misschien vergoed door Staart-sterren, die 'er op vallen. V. 46. 412.
——— Maan en Aardkloot. Hare Verschynzelen op 't Planetarium vertoond. *Planetar.* 470.
——— hare Eklipzen op 't Planetarium vertoond. 479.
Zonne Kimme, *Horizon solaris.*
Zonne stilstand, *Solstitium.*
Zonne Weereld, *Systema solare.*
Zons-middelpuntig, *heliocentricus.*
Zwaarte-as. II. 27. 66.
Zwaarte-kragt, *Gravitas*, wat die zy. I. 10 14. en I. *a.* 11. 18.
——— van lighamen op de Oppervlakte van de Maan. I. *a* 11. 19.
——— grooter op de Oppervlakte van kleine Dwaal-sterren naar mate van hare Hoeveelheid van Stof, dan op de Oppervlakte van grooter Dwaalsterren. I. *a.* 11. 20.
——— vermindert van de Oppervlakte van een Dwaalster naar het Middelpunt, gelyk de Afstand uit het Middelpunt. I. *a.* 11. 20.
——— hare werking op vallende lighamen. V. 14. 346.
——— Evenredigheid van hare Versnelling. V. 14. 348.
——— uitgerekend door de Driehoeken van *Galileus.* V. 15. 352.
——— op lighamen, in 't Lood naar boven geworpen. V. 16. 355.
——— hare uitwerking op lighamen langs een hellende Vlakte. V. 18. 366.
——— dezelfde met de middelpunt-trekkende Kragt. V. *a.* 8. 396.
——— en voortwerpende Kragt doen de Dwaal sterren haren Loop behouden. V. 8. 332.
——— hare werking om de Dwaal-sterren in hare Wandel-kringen eenpariglyk te versnellen, en te vertragen. V. 43. 394.
——— onderling tussen de Aarde en hare deelen. V. *a.* 11. 414.
——— is geen verborgen Eigenschap. I. 42. 42.
Zwaarte-punt, *Centrum Gravitatis.* Beteekenis van dit woord. II. 24. 61.
——— daalt zoo laag, als het kan. II. 24 26. 61 63.
——— van een lighaam volgens de Beweegkunde te vinden. II. 27. 63.
——— volgens de Wiskunst. II. *a.* 9. 62.
——— van twee lighamen. II. 39. 73.
——— van meêr lighamen. II. 40. 79.
——— van een mens is niet op dezelfde plaats, als in een beeld. II. *a.* 9. 62.
——— is in een vat van de gedaante van een geknotte Kegel niet op dezelfde plaats, wanneer het vol, als wanneer het leeg is. II. *a.* 9. 65.
——— in een voer hooi, en in een vragt yzer. II. *a.* 16. 88.
——— gemeene van de Aarde en de Maan. II. 39. 78.
——— manier om het Zwaarte-punt van onze Weereld te vinden. II. *a.* 13. 80.
——— waar te plaatzen in een Kraan en in een Wind molen. II *a.* 10. 68.
——— van een lighaam ondersteund wordende, kan het lighaam niet vallen. II. 28. 66.
——— lighamen, rondom haar Zwaarte-punt bewegende, zullen opgehouden worden op dezelfde wys, als of ze in rust waren. II. 48 86
——— van een lighaam of van een Samenstel van lighamen kan men verplaatzen. II. 41. 80.
Zwaarte-vlakte. II. *a.* 9. 62.
Zwemmen verklaard. V. 51. 418.

EINDE.