

ZIJN ER VASTE NATUURWETTEN?

Een geschrift voor allen die beschaving
op prijs stellen,

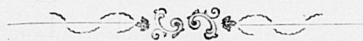
ZIJN ER VASTE NATUURWETTEN?



Een geschrift voor allen die beschaving
op prijs stellen,

DOOR

DR. DIOSCORIDES.



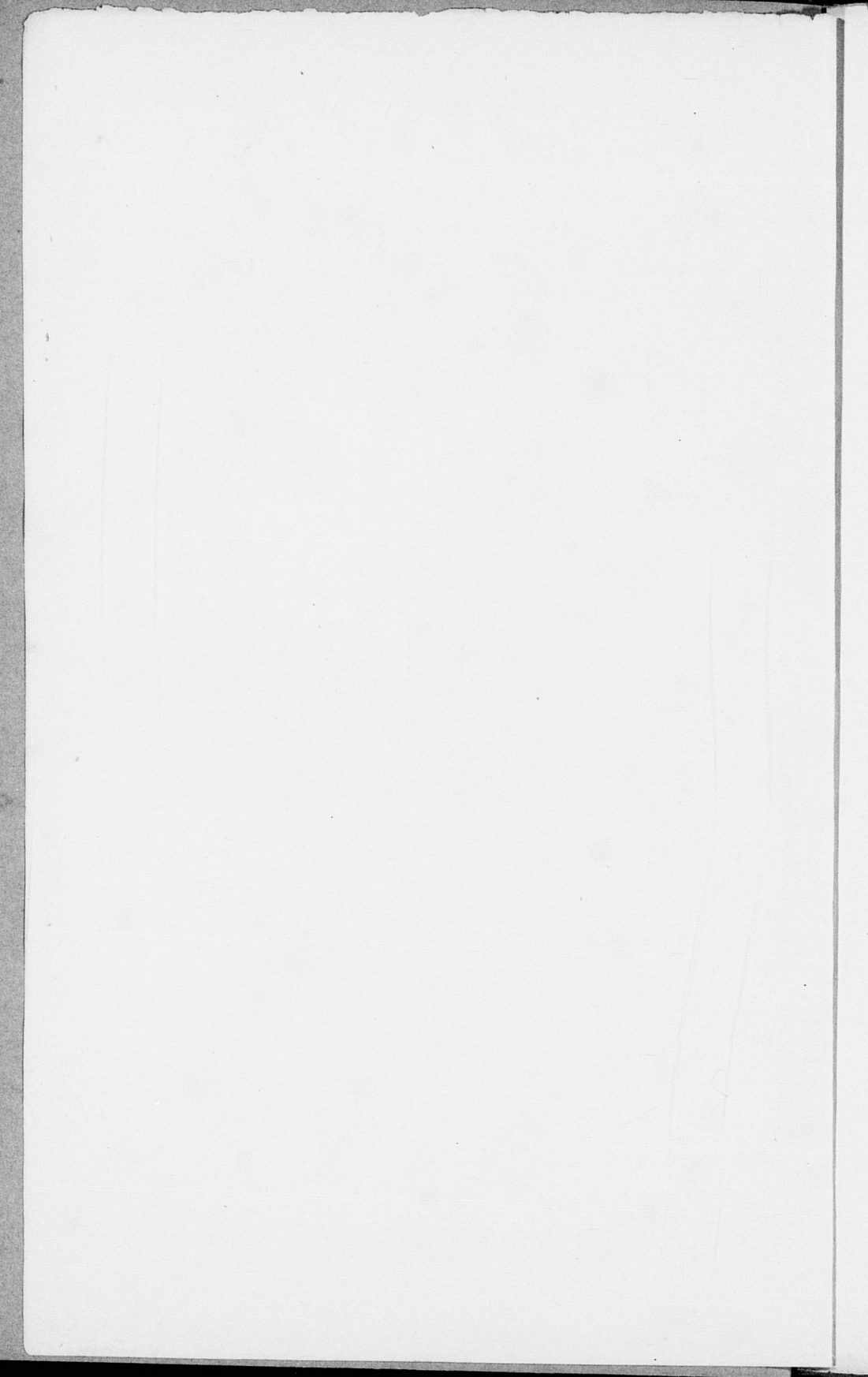
UTRECHT,
G. METZELAAR,
1885.

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT



1759 6218



Zijn er vaste natuurwetten?

I.

Waarschijnlijk halen velen, bij het zien van deze in hun oog onnoozele vraag als titel, de schouders op en hoe meerderen dit doen, hoe aangenamer het aan schrijver dezes zijn zal.

Toch zijn er die dit niet zullen doen, die integendeel de beantwoording dier vraag als van het allerhoogste gewicht zullen beschouwen.

Wij leven in eenen tijd, waarin naast groote beschaving en kennis, in zekere richting, groote onkunde bestaat en dit soms in dezelfde hoofden.

Men kan een zeer bekwaam en kundig ambachtsman of landbouwer, een uitmuntend koopman of bankier, ja een voortreffelijk rechtsgeleerde, taalgeleerde of letterkundige zijn en toch eene neiging gevoelen om die vraag met zekeren schrik voor de gevolgtrekkingen dadelijk ontkennend te beantwoorden.

Zij is als een steen dien men in het water werpt, waardoor meer of minder hooge golfkringen ontstaan. Welnu, giet een weinig olie in het water en de golfbeweging zal bedaren en weldra tot rust komen.

Dit willen wij hier doen, ten opzichte van de door die

vraag in de gemoederen opgewekte beweging. Men zal zien, dat de zaak voor allen die een weinig gelieven natedenken eenvoudig genoeg is en dat men geen natuurkundige behoeft te zijn om tot de overtuiging te komen, dat er vaste, onveranderlijke natuurwetten bestaan en dus die vraag toestemmend moet beantwoorden. Ja, eigenlijk weten dit alle menschen, die hun verstand gebruiken, ook zeer goed en handelen daarnaar. Alleen weten sommigen dit beter en zekerder, namelijk de natuurkundigen, wier levenstaak bestaat in het opsporen en vaststellen van natuurwetten, evenals een metselaar en timmerman beter oprichters van gebouwen zijn en een rechtsgeleerde beter in staat is de wetten te verklaren en te handhaven.

Welnu, om dit duidelijk te maken, ziehier een paar natuurwetten, tot welker erkenning als onbetwijfelbare waarheden geen eigenlijk zoogenaamde natuurkennis noodig is.

„Alle menschen zijn geboren uit eenen vader en eene moeder.”

„Alle menschen zijn sterfelijk”. Hen die deze wetten loochenen zoude men eenvoudig voor krankzinnig verklaren.

Er zijn dus — dit mogen wij al reeds, zonder vrees van tegenspraak, vaststellen — enkele vaste, onveranderlijke natuurwetten.

Hoe komen wij tot die erkenning? Alleen door de ondervinding dat in alle tijden en bij alle volken de menschen eenen vader en eene moeder hebben gehad en, na korteren of langeren tijd geleefd te hebben, gestorven zijn. Het tegendeel is denkbaar, maar komt nergens voor. Daarom verheffen wij deze uitkomsten der ondervinding tot wetten. In den heidenschen tijd dacht men zich Aphrodite of Venus als uit de golven der zee, Minerva uit het hoofd van Jupiter, de bevolking van Macedonie uit gezaaide drakentanden geboren. Wij Christenen weten wel beter en zien met een lach op zulke dichterlijke uit-

spattingen der heidensche verbeelding, die toch eenmaal als waarheden geloofd werden, neder.

Wanneer een boer zegt: „om tarwegraan te maaien, moet men tarwezaad zaaien”, dan spreekt hij eene natuurwet uit, gebouwd op eene eeuwenoude ondervinding.

Men ziet het, natuurwetten, van naderbij bezien, verliezen al het daaraan klevende geheimzinnige, waardoor zij sommigen schrik aanjagen. Zij zijn niets anders dan de uitspraken van algemeene waarheden, afgeleid uit de ondervinding van menschen. Dieren hebben ook ondervinding en een zekere mate van geheugen, maar zij kunnen ons deze niet dan op hoogst gebrekkige wijze — een hond b. v. door herkenning van zijn meester en van plaatsen waar hij vroeger geweest is — mededeelen, want zij missen de taal, die het groote voorrecht van den mensch is, om zijne ondervindingen in hoorbare teekenen uit te drukken en, wanneer deze tot schrijftaal geworden is, voor de toekomst te bewaren. Daardoor weten wij dat reeds zeer vroeg sommige menschen, meer ontwikkeld dan anderen, over de natuurverschijnselen hebben nagedacht en daarin eene vaste orde, eene verwezenlijking van wetten hebben erkend. Wanneer de schrijver van Genesis VIII vs. 22, zegt: „Voortaan zullen alle de dagen der aarde, zaaiing en oogst, en koude en hitte, en zomer en winter, en dag en nacht niet ophouden”, dan stelt hij eenige hem door de ondervinding gebleken natuurwetten vast.

Het streven tot opsporing van natuurwetten is ten allen tijde den denkenden mensch eigen geweest, al ware het alleen om regelen te vinden voor zich en zijne afstammelingen, waarnaar zij zich te gedragen hadden, om een zooveel mogelijk gelukkig leven te leiden. Eerst zeer laat echter, eigenlijk eerst sedert een drietal eeuwen, zijn de menschen genoeg gevorderd in beschaving om den juisten weg te hebben leeren kennen, waarlangs het op-

sporen der natuurwetten met zekerheid geschieden kan. Toen eerst is de eigenlijke natuurwetenschap geboren en heeft sedert dien tijd al snellere en snellere vorderingen gemaakt, totdat zij in onzen tijd tot het heerlijk gebouw is geworden, dat voor een zeer groot gedeelte uit erkende en met volkomen zekerheid vastgestelde natuurwetten bestaat. Dat hierbij voorstellingen ontstonden, welke met die onzer voorvaderen in strijd zijn, kon niet anders en was het noodwendig gevolg onzer vermeerderde kennis van de natuurverschijnselen en van hunne oorzaken.

Wij willen nu enkele der natuurwetten, welker kennis de vrucht is van het natuuronderzoek der twee laatste eeuwen, van iets naderbij beschouwen. Het getal dier wetten is aanmerkelijk, en wij zullen dus eene keuze moeten doen. Daarom zullen wij ook alleen van zulke wetten gewag maken, die volkomen bewezen zijn, want, zooals in alle menschelijke zaken, bestaan ook hier bronnen van dwaling, die slechts met inachtneming van vele voorzorgen, die trouwens mede door de ondervinding geleerd zijn, kunnen vermeden worden. En wij achten dat van te hooger belang, omdat wij hier staan voor den tempel der waarheid, voor zooverre deze uit de stoffelijke wereld kenbaar is, en betreden dien met eerbied en ontzag.

II.

Er was eenmaal een tijd waarin de bisschoppen Lactantius en Augustinus, in de 5^{de} eeuw onzer jaartelling, beweerden, dat er geen tegenvoeters, d. i. menschen aan de andere zijde der aarde, konden zijn, want, zeiden zij, indien zij er waren, dan moesten zij naar beneden d. i. van de aarde af vallen. Toen Magelhaen en zijne reisgezellen in 1520 de aarde omgezeild hadden en bij de zoogenaamde tegenvoeters op de Philippijnsche eilanden aankwamen, bemerkten zij dat de menschen aldaar even vast stonden en liepen als hunne tegenvoeters in Europa, en dat alles wat men liet vallen, even als daar, naar de aarde toe viel. De kracht derhalve, waardoor lichamen als het ware naar de aarde worden aangetrokken en voor afvallen bewaard, zetelde niet aan de oppervlakte, maar in het binnenste der aarde, en wel, daar de aarde gebleken was een bol te zijn, in het middelpunt van dien bol. Men noemde die kracht, waardoor alle lichamen op aarde door hunne eigene zwaarte naar dit middelpunt bewogen worden, de *zwaartekracht*. Wat de zwaartekracht eigenlijk is, weet men tot op den huidigen dag niet met zekerheid te zeggen. Genoeg, zij bestaat, en de natuurkundigen hebben sedert lang de wetten, die zij altijd volgt, zonder daarvan ooit af te wijken, opgespoord en vastgesteld.

Wanneer een timmerman zijn paslood gebruikt, dan past hij een dier wetten toe en wel de reeds genoemde: dat de zwaartekracht de lichamen doet vallen juist in

de richting van het middelpunt der aarde. Vandaar dat zijn paslood altijd gelijke richting aanduidt, en dat hij het op verschillende plaatsen tot vergelijking dier richting bezigen kan. Alleen wanneer een hooge berg in de nabijheid is, die op het paslood, even als de geheele aarde, eene aantrekkende werking uitoefent, zoude men eene kleine afwijking bespeuren, zoo klein echter dat voor hare waarneming zeer fijne en nauwkeurige werktuigen noodig zijn.

Alle lichamen vallen dus, en even snel, mits zij niet door de lucht worden tegengehouden, want elk weet dat een veer langzamer valt dan een steen. Verwijdert men echter de lucht uit een besloten vat, door middel van een luchtpomp, dan vallen een steen en een veder even snel.

Maar hoe snel? Dit kan men meten, wanneer men een nauwkeurig loopend uurwerk, dat de seconden aangeeft, en een maatstok om de bij den val doorloopen ruimte te meten, tot zijne beschikking heeft. En dan bevindt men het volgende.

Wanneer een lichaam begint te vallen heeft het nog in het geheel geen snelheid, maar terwijl het aan het vallen is, neemt zijne snelheid toe in volkomen vaste verhoudingen, die men in elk leerboek der natuurkunde vindt opgeteekend.

Bij ons te lande valt een genoegzaam zwaar lichaam, d. i. zulk een dat bij den val den tegenstand der lucht overwinnen kan:

in de eerste seconde	4,906	Meters =	4,906	Meters
" " tweede	"	$4,906 \times 3$	"	= 14,718 "
" " derde	"	$4,906 \times 5$	"	= 24,530 "
" " vierde	"	$4,906 \times 7$	"	= 34,342 "
" " vijfde	"	$4,906 \times 9$	"	= 44,154 "

derhalve in 5 seconden 122,650 Meters

De verkregen snelheden in de elkander opvolgende seconden worden gevonden door de snelheid in de eerste seconde te vermenigvuldigen met de onevene getallen 3, 5, 7, 9 enz.

Wanneer het lichaam aan het einde van zijn val is gekomen en den grond bereikt, dan heeft het juist zijne grootste snelheid verkregen en daarmede tevens zijne grootste kracht. Een steen, die van een geringe hoogte vallende, ter nauwernood een indruk op den grond maakt, kan, van een hoogen toren vallende, een mensch dooden.

Al die verschillende snelheden bij verschillende valhoogten zijn zoo nauwkeurig bekend, dat men, indien men den tijd kent, dien een van een toren vallende steen behoeft om den grond te bereiken, daaruit de hoogte van dien toren in Meters berekenen kan.

De valsnelheid is echter geenszins overal op de aarde geheel gelijk. De wet blijft wel dezelfde, maar de snelheid van den val in de eerste seconde en daarmede tevens die in alle volgende seconden is des te grooter naarmate de aantrekkingskracht der aarde op een zeker punt grooter is. Over de aarde reizende of in een diepen put afdalende, neemt de snelheid van den val toe, naarmate men dichter bij het middelpunt der aarde komt.

Dit is voor een groot aantal punten aan de oppervlakte onzer aarde nauwkeurig bepaald, ja niet enkel voor onze aarde, maar ook voor de zon, de planeten en manen die ons zonnestelsel samenstellen. Hoe grooter de zwaartekracht op elk dezer hemellichamen is, hoe sneller de voorwerpen daar vallen moeten; en dit heeft men met volkomen zekerheid kunnen berekenen, nu men eenmaal de wetten kent die de zwaartekracht op aarde volgt. Maar men kan nog veel meer.

Allen weten wij dat de maan, geplaatst op eenen afstand van ongeveer 6 millioen uren gaans, zich rondom

de aarde beweegt. Het is — om het groote met het kleine te vergelijken — alsof aan de aarde een touw bevestigd is, waaraan de maan ronddraait, evenals een steen aan een lang touw door de hand van een jongen in een cirkel wordt rondgedraaid en daardoor verkrijgt hetgeen men de middelpuntvliedende kracht heeft genoemd. Zoo dacht de groote Isaac Newton ook. In de plaats van het touw dacht hij zich de aantrekkingskracht der aarde, waardoor aarde en maan als het ware samen verbonden werden. De aantrekkingskracht der aarde nu was de oorzaak van den val der lichamen daarop, waarvan hij de wetten nauwkeurig had leeren kennen, zoodat hij met zekerheid berekenen kon hoe groot de werking der aantrekking moest zijn op een lichaam geplaatst op den afstand der maan. Kon nu, zoo dacht hij, de oorzaak van den kringloop der maan ook wellicht gelegen zijn in eene neiging die de maan heeft om altijd te vallen maar die even regelmatig wordt tegengewerkt door de middelpuntvliedende kracht der maan. Indien dit zoo was, indien de maan voortdurend een klein eind weegs viel, en zoo ten slotte haar kringloop beschreef, dan moest men dit door berekening volgens de wetten van den val kunnen uitmaken. Daartoe waren eenige gegevens noodig, verkregen door nauwkeurige plaatsbepalingen van de maan aan den hemel. Doch de toenmalige sterrekundige werktuigen waren nog zeer gebrekkig, en evenzoo de door bevriende sterrekundigen aan Newton geleverde cijfers voor de plaatsbepalingen der maan. Eene eerste berekening bevestigde dan ook zijne meening geenszins. Maar Newton, volkomen overtuigd van de vastheid der door hem gevonden natuurwet, gaf den moed niet op. Daar vernam hij dat een sterrekundige, die zich vele jaren had bezig gehouden met het doen van plaatsbepalingen der maan aan den hemel met een nieuw werktuig, dat nauwkeuriger was dan de

vroeger gebezigde, cijfers verkregen had die eenigszins afweken van die, welke door Newton aan zijne berekening waren ten grondslag gelegd. Hij schreef aan dezen en verzocht eene opgave van zijne cijfers. Toen Newton deze ontving, zag hij dadelijk dat de verschillen juist zoo waren, dat men hopen kon, dat nu de berekening zoude uitkomen. Dit vooruitzicht bracht hem in eene zenuwachtige spanning. Hij meende te staan voor de onthulling van een groot geheim, voor eene ware Godsopenbaring, want Newton was een zeer godsdienstig man. Hij gevoelde zich niet in staat met de berekening voort te gaan en verzocht een vriend deze voor hem te doen. En zie, de berekening kwam uit, en van dat oogenblik af was, in verband met de reeds vroeger door Keppler ontdekte wetten van de beweging der planeten rondom de zon, de groote grondwet der astronomie gevonden, die op tallooze gevallen van beweging der hemellichamen toepasselijk is en nimmer faalt noch kan falen. Die wet luidt: alle hemellichamen, planeten (waarvan onze aarde er een is) hare manen, kometen en vaste sterren (waartoe onze zon behoort) trekken elkander aan, in reden van hunne massa's, d. i. van het gewicht aan stof waaruit zij bestaan, en in omgekeerde reden van het vierkant van hunne afstanden. Deze eenvoudige wet veroorlooft alle banen der hemellichamen te berekenen en met zekerheid te voorspellen op welk punt van het heelal een of ander der verschillende hemellichamen na een bepaalden tijd zal zijn aangekomen. Wordt de berekening niet volkomen door de uitkomst der waarneming bevestigd, dan besluit men daaruit alleen dat er eene storing van de regelmaat der beweging moet hebben plaats gegrepen door den invloed van eenig ander hemellichaam, dat ook eene aantrekkende kracht uitoefent en dat daardoor andere, niet al te ver daarvan verwijderde hemellichamen, van hunnen regel-

matigen weg in de hemelruimte doet afwijken. Wij willen een merkwaardig voorbeeld van de zekerheid, waarmede de sterrekundige zijne wetten toepast, aanvoeren.

Het is thans ruim eene eeuw geleden (in 1781) dat Herschel door zijn reuzenkijker eene nieuwe planeet ontdekte, verschillende van de andere van oudsher bekende, met het bloote oog waarneembare planeten, Mercurius, Venus, onze aarde, Mars, Jupiter, Saturnus, die in bijna cirkelvormige banen, al verder en verder van ons en van de zon verwijderd, rondom deze loopen. Die nieuwe planeet, aan gene zijde van de loopbaan van Saturnus, ontving den naam van Uranus. Van toen af was Uranus een voorwerp van gestadige waarneming en plaatsbepaling aan den hemel. Maar al spoedig bleek door berekening dat die bewegingen zekere onregelmatigheden in den weg, door Uranus aan den hemel afgelegd, vertoonden, waarvan men zich geen rekenschap wist te geven. Niemand echter dacht er aan om de astronomische wetten, die men vroeger gevonden had, van onzekerheid of onjuistheid te verdenken. Er moest eene bepaalde oorzaak van die onregelmatigheden bestaan waardoor Uranus van zijn geregelde weg tijdelijk werd afgebogen, en reeds op het laatst der vorige eeuw sprak de fransche astronoom Bouvard het vermoeden uit dat die storingen werden te weeg gebracht door eene planeet, die op nog grooteren afstand van de zon dan Uranus haar baan vervolgde en op deze tijdelijk, wanneer beide planeten het dichtst tot elkander genaderd waren, een aantrekkenden invloed uitoefende. Men bezat toen echter geen kijkers, vermogend genoeg om die verder verwijderde planeet te kunnen waarnemen, en ook de sterrekundige berekening was niet genoeg gevorderd om de plaats aan den hemel te kunnen aanwijzen, waar die veronderstelde planeet moest gezocht worden. Maar in 1846, toen de sterrekundige berekening weder nieuwe

vorderingen had gemaakt, nam de landgenoot van Bouvard, Leverrier, het vraagstuk op nieuw ter hand en kwam, na lange berekeningen, eindelijk tot het resultaat, dat de planeet, waarvan men het bestaan vermoedde, zich op een bepaalde plaats aan den hemel moest bevinden. Hij zelf echter miste toen de hulpmiddelen om dat te onderzoeken. Hij schreef daarom aan zijn vriend Galle te Berlijn en gaf aan dezen de door berekening gevonden plaats aan den hemel op, waar de vermoede planeet zich waarschijnlijk zou bevinden, en een paar dagen later ontving Leverrier van Galle het bericht dat deze de planeet op 23 September 1846 — een merkwaardige datum — op de door Leverrier berekende plaats gezien had. „Leverrier had,” zooals Biot het op geestige wijze uitdrukte, „de planeet aan het uiteinde der pen waarmede hij de berekeningen verrichtte, gezien.” Zoo machtig is de tegenwoordige wetenschap, zoo zeker en vast zijn de wetten, waarop zij hare berekeningen grondt, dat zij de plaats in de onmetelijke hemelruimte, op 621 millioen geographische mijlen van de zon verwijderd, waar zich een tot dusver geheel onbekende bol bevindt, met zekerheid kan aanwijzen.

De nieuwe planeet, de verst verwijderde van die, welke ons zonnestelsel samenstellen, ontving den naam van Neptunus.

Ook in haar baan zijn reeds eenige kleine onregelmatigheden ontdekt, die het vermoeden wekken dat deze door eene nog verder af staande planeet worden te weeg gebracht. Doch het zal nog wel verscheidene jaren duren, alvorens de verrichte waarnemingen talrijk genoeg zijn, om daarop nieuwe berekeningen te kunnen gronden.

Zoo vervolgt de wetenschap langzaam maar zeker haren weg, die tot onbetwistbare waarheid leidt, althans tot dat deel der waarheid dat voor ons menschen bereikbaar is.

III.

In 1823 hadden op de heide, waardoor de straatweg van Amersfoort naar Utrecht loopt, merkwaardige proefnemingen plaats.

De hoogleeraar G. J. Moll van Utrecht en zijn vriend Dr. A. van Beek, suikerfabrikant aldaar en een groot liefhebber van natuurkunde, hadden zich daar vereenigd, om de snelheid te bepalen, waarmede het geluid zich in de lucht voortplant.

Geluid is niet anders dan een door de eene of andere oorzaak voortgebrachte heen en weer gaande beweging of trilling der lucht, die, ons oor bereikende daar binnen dringt, daar met de uitbreiding der gehoorzenuw in aanraking komt en dan als een hoogere of lagere, zwakkere of sterkere klank gehoord wordt. Dat wist men reeds lang, maar hoeveel tijd het geluid noodig heeft om van de plaats, waar het ontstaat, ons oor te bereiken, wist men nog niet. Een middel daartoe bood zich aan in het afschieten van een kanon en de bepaling van den tijd die verloopt tusschen het zien der vlam en het hooren van den slag. Natuurlijk moest de afstand tusschen het kanon en den waarnemer vrij groot en nauwkeurig bepaald zijn. Men gebruikte twee kanonnen. Het eene werd geplaatst op den bekenden heuvel met de zeven boompjes, den vroegeren galgenberg, gelegen ter zijde van den Utrechtschen straatweg, het andere op den kooltjesberg, gelegen op de heide tusschen den Utrechtschen straatweg en Soest. De afstand tusschen de beide punten, waar de twee kanonnen stonden, bedroeg 17669,5 Meters. Een paar

artillerie-officieren met de noodige manschappen zorgden voor de bediening der kanonnen. De toenmalige student G. Simons, de latere directeur der polytechnische school te Delft, was Moll's assistent bij die proeven.

Voor het meten van den tijd dienden ters-uurwerken, zoo ingericht dat men door drukking op een veer op het oogenblik dat de vlam gezien of de slag gehoord werd, den tusschen beide verlopen tijd in deelen van seconden met juistheid bepalen kon. Gewoonlijk werden beide kanonnen nagenoeg gelijktijdig afgevuurd, om zoo den invloed van den wind op de voortplanting van de luchtgolven in beide richtingen zooveel mogelijk te ontgaan.

Bij elke der talrijke proefnemingen werd, behalve de windrichting, ook de hoogte van den barometer, de graad van warmte en van vochtigheid der lucht zorgvuldig opgeteekend, want het bleek al spoedig dat verschillen daarin invloed hadden op de snelheid der voortplanting van de luchttrillingen.

De uit alle proeven getrokken slotsom, later nog verbeterd door van Rees en W. Schroeder van der Kolk, was: dat in droge lucht bij 0° de geluidssnelheid in ééne seconde bedraagt: 332,8 Meters, zoodat de afstand tusschen de beide hoogten, waarop de kanonnen stonden, door het geluid werd afgelegd in ongeveer 53 seconden.

Later hebben ook de proeven, genomen door andere natuurkundigen op verschillende plaatsen van Europa, de door Moll en van Beek gevonden snelheid van het geluid in de lucht ten naastenbij bevestigd.

Geheel anders zoude echter die uitkomst zijn, wanneer visschen in staat waren zulke proeven te nemen. De voortplanting van het geluid in water is aanmerkelijk sneller. Volgens proeven van den Zwitserschen geleerde Colladon legt het daarin 1435 Meters in de seconde af, d. i. meer dan viermaal sneller dan in de lucht. Bij die proeven

werden echter natuurlijk geen kanonnen gebruikt, maar het geluid werd voortgebracht door het slaan van een hamer op een klok onder water.

Misschien maakt eenig lezer de bedenking dat het licht toch ook tijd noodig heeft om zich voort te planten en het oog te bereiken, en dat dus de tijd, verlopen tusschen het zien van de vlam en het hooren van den slag, verminderd moet worden met den tijd dien het licht voor zijne voortplanting behoeft. Doch de snelheid van het licht is zoo verbazend groot, dat deze hier geheel buiten rekening kan worden gelaten.

Het licht bestaat volgens de het eerst door onzen Christiaan Huygens geopperde, later door Young, Fresnel en alle nieuwere natuurkundigen aangenomen en bewezen onderstelling, ook uit eene voortplanting van trillingen of golven, maar in eene oneindig fijnere stof dan de lucht, namelijk den aether, eene stof die het heelal vervult en zelfs de verste hemelbollen voor ons als sterren zichtbaar maakt.

Men heeft het eerst de snelheid van het licht gemeten door waarneming van de verduisteringen der manen van de planeet Jupiter, later ook op de aarde zelve, door bepaaldelijk daarvoor ingerichte zeer vernuftige toestellen. Wij zullen deze hier niet beschrijven, maar alleen de einduitkomst van alle verrichte bepalingen vermelden.

De snelheid van het licht, als gemiddelde uit verschillende bepalingen, bedraagt ten naaste bij 300.000 kilometers, d. i. een afstand van meer dan 500 uren gaans, in ééne seconde. Het licht van de op 10.764.589 Kilometers d. i. omstreeks 30 millioen uren gaans van onze aarde verwijderde zon, heeft tot het afleggen van dien geweldigen afstand iets minder dan 9 minuten noodig; maar die tijd is bijna niets in vergelijking van den tijd dien een lichtstraal behoeft om van een der duizende vaste sterren, hoogstwaarschijnlijk alle zonnen en middelpunten van wereldstelsels,

tot onze aarde te komen en wederkeerig den weg af te leggen van onze aarde naar een vaste ster.

Voor het afleggen van den afstand van de naaste vaste ster tot onze aarde zoude een lichtstraal 4 jaren behoeven, en er zijn sterren waarvoor daartoe minstens 4000 jaren zouden noodig zijn. Zulk een ster zoude reeds voor 4000 jaren verdwenen kunnen zijn, terwijl wij aardbewoners het eerst na het einde van die 4000 jaren zouden kunnen bemerken. Wanneer wij eene photographie instantané van de zon maken, dan vertoont het verkregen beeld ons niet de zon, zooals zij op dit oogenblik is, maar zooals zij 9 minuten vroeger was. Welnu, denk u een bewoner van deze ver verwijderde zon of van een der om haar heen wentelende planeten — en wie zoude durven beweren dat niet vele dier bollen, welke zich aan den nachtelijken hemel bij duizenden aan ons oog als lichtende stippen vertoonen — bewoners hebben, al moeten deze ook noodzakelijk zeer verschillen van ons menschen — denk u zulk een ster- of planeetbewoner in het bezit van volmaakte gezichts-werktuigen en van volmaakte photographie-toestellen, en de eerste zullen hem onze aarde toonen, zooals deze was in de tijden van Abraham, de laatste daarvan de photographie leveren. Denk u verder dien hemelbol-bewoner op reis van die zon naar de aarde, en achtereenvolgens zullen zich voor hem de tooneelen onthullen, waarvan de lichtstralen of aethertrillingen, die van de aarde in de hemelruimte weerkaatst worden, de dragers zijn. En de geschiedenis dier vier duizend jaren zal achtereenvolgens aan zijn geestesoog voorbijgaan.

Wanneer wij ons met dergelijke gedachten, die on hooger en hooger opvoeren, bezig houden, hoe klein en nietig worden dan onze aarde en hare bewoners, met hunne kleine twisten en hartstochten, hun streven naar macht, eer en rijkdom.

De natuurkundige is in staat zich met zijne gedachten, voortgesproten uit zijne kennis der natuur, zooals deze werkelijk is, hoog daarboven te verheffen, den zienersblik in het oneindige te slaan. Juist dit maakt zijn grootste geluk uit, en, terwijl de grootheid der schepping zich voor zijn blik onthult en hem met eerbied vervult, gevoelt hij zich daardoor opgewekt, naar alles te streven wat groot, edel en verheven is.

IV.

„De hoeveelheid weegbare stof op aarde blijft altijd dezelfde.”

Deze hoogst gewichtige natuurwet is ons eerst sedert het laatst der vorige eeuw met zekerheid bekend, door de onderzoekingen van Lavoisier, den grooten Franschen natuur- en scheikundige, die het eerst het regelmatig gebruik van de weegschaal bij velerlei natuuronderzoek invoerde. Thans maakt een nauwkeurige balans een hoofdbestanddeel van elk physisch en chemisch laboratorium uit.

Er is slechts ééne uitzondering op die wet. Van tijd tot tijd vallen uit den hemel steenen en stukken ijzer op de aarde neder. Zij zijn de zoogenaamde meteorieten, die in zwermen of afzonderlijk door de hemelruimte schieten en, in de nabijheid van de loopbaan der aarde gekomen, door deze worden aangetrokken en daarop neder-vallen. Hun gezamenlijk gewicht is echter zoo gering dat daardoor het geheele gewicht der aarde niet merkbaar vermeerderd wordt. Ware dit het geval, dan zoude de duur van den dag en de lengte van het jaar ook eene verandering moeten ondergaan, want alles hangt samen in het groote raderwerk der schepping. Geen raadje zoo klein of zijn invloed openbaart zich in het geheel, even als een steen, aan den oever des oceaans in het water geworpen, golvingen verwekt die, al houden deze ook spoedig op waarneembaar te zijn, toch tot aan de tegen-over gelegen kust invloed, hoe gering ook, op den stand van het water aldaar uitoefenen.

Wanneer weegbare stof verdwijnt, dan is dit slechts schijnbaar, omdat zij uit den eenen vorm in eenen anderen, moeilijker waarneembaren is overgegaan. Indien een vooraf gewogen stuk ijs verwarmd wordt, dan neemt het den vloeibaren vorm aan; het wordt water, maar dat water weegt juist even veel als het stuk ijs, mits men gezorgd heeft dat er geene verdamping plaats grijpe. Heeft er verdamping plaats en gaat de damp later weder, als in een destilleertoestel, tot vloeibaar water over, en weegt men dit, dan blijkt dat er van het ijs niets verloren is gegaan, maar dat alleen vormveranderingen van de stof, overgangen van den eenen staat in den anderen, van den vasten in den vloeibaren, van den vloeibaren in den damp- of gasvormigen toestand hebben plaats gegrepen, overgangen waardoor de stof tijdelijk aan het oog kan onttrokken worden maar blijft voortbestaan. Niet altijd echter is dit zoo gemakkelijk aan te toonen als in dat eenvoudige voorbeeld. Meestal zijn de veranderingen die de stof ondergaat, veel samengestelder en niet zoo gemakkelijk in de bijzonderheden te volgen. Toch bevestigt elke proef, waarbij de noodige voorzorgen in acht genomen zijn, de algemeene wet, „geen weegbare stof gaat verloren.” Wij kunnen haar de grondwet der chemie of scheikunde noemen.

Neem een stuk hout of steenkool, weeg het nauwkeurig, droog het in een toestel zoo ingericht dat het verdampende water kan worden opgevangen, verbrand het vervolgens op de wijze als geschiedt in een gasfabriek, zoodat alle zich uit het hout of den steenkool vormende gasvormige en vloeibare stoffen, die bij vrije verbranding als rook zouden ontwijken, elk afzonderlijk kunnen worden opgevangen en gewogen, tel al de gevonden gewichten samen; voeg bij de som ook het gewicht van de weinige asch die is overgebleven, en gij

zult bevinden dat het gezamenlijk gewicht van al die uit het stuk hout of steenkool afgescheiden stoffen juist gelijk is aan het gewicht van het voor de proef gebruikte stuk hout of steenkool. Niets is verloren gegaan maar alleen de gedaante is veranderd.

Aan deze wet, namelijk de wet van het behoud der weegbare stof, sluit zich thans eene andere, nog gewichtigere, namelijk die van het behoud van kracht. Van deze wet had men, eene halve eeuw geleden, nog volstrekt geen voorstelling. Haar grondlegger was Tobias Maier, geneesheer te Heidelberg. Hij had door het nadenken over eenige wel bekende waarnemingen en proefnemingen van andere natuur- en werktuigkundigen, zich eene voorstelling gemaakt van de werking der natuurkrachten, zeer afwijkende van de tot dus ver gangbare en beschreef die voorstelling in een opstel geplaatst in een Duitsch natuurkundig tijdschrift. Welnu, toen een paar jaren later, dat tijdschrift uit de nalatenschap van een Utrechtsch professor in de wiskunde te koop kwam, zag de kooper op den rand der bladzijde waar het opstel begint, het met potlood geschreven woord: *abracadabra*. De vroegere eigenaar had er blijkbaar niets van begrepen. Het was hem voorgekomen als het voortbrengsel eener kranke verbeelding. Het mag dan ook geen verwondering baren, indien thans, slechts een halve eeuw later, sommigen, die niet gewoon zijn, natuurwetenschappelijk te denken, d. i. overal het oorzakelijk verband der natuurverschijnselen te erkennen, die wet niet dadelijk begrijpen. Zij vordert inderdaad eenige inspanning van het denkvermogen. En toch is die wet, welke men tegenwoordig, omdat het woord „kracht” in verschillende beteekenissen gebruikt wordt, bij voorkeur „de wet van het behoud van het arbeidsvermogen der stof, of van de energie der stof” noemt, de grondwet geworden

van de geheele natuurkunde of physica, en zij wordt dagelijks bij alle menschelijke bedrijven, die kracht of energie vorderen, om eenigen arbeid te verrichten, in fabrieken en elders, in toepassing gebracht.

Het gronddenkenbeeld is: dat er in de gansche natuur eene bepaalde hoeveelheid energie of arbeidsvermogen aan de stof eigen voorhanden is, maar dat deze zich op verschillende wijzen uiten kan, al naar gelang der verschillende stoffen en der omstandigheden waaronder deze bestaan, dan eens als mechanische kracht, dan weder als warmte, als licht, als electriciteit, als magneetkracht, chemische kracht, en dat al deze verschillende vormen van kracht of arbeidsvermogen in elkander kunnen overgaan volgens vaste verhoudingen, die men aequivalenten noemt. Daardoor kan men die verschillende vormen van energie met elkander vergelijken, en, de aequivalent-getallen kennende, vooruit berekenen hoeveel energie van zekeren vorm, b.v. als mechanische arbeid, moet verbruikt worden om eene hoeveelheid energie van anderen vorm, b.v. warmte, te verkrijgen. Zoo b.v. is, volgens de proeven van den Engelschen natuurkundige Joule, het mechanische aequivalent der warmte, d. i. van den arbeid die verricht moet worden, om door wrijving, hamering, boring enz., eene zekere hoeveelheid warmte op te wekken, het getal 423,5. *) Zoo kent men reeds door zorgvuldig onderzoek eenige andere aequivalentgetallen, waardoor men in staat is vooruit te berekenen hoe groot de voortgebrachte kracht of energie zal zijn, wanneer de eene vorm in den anderen overgaat, terwijl de geheele hoeveelheid in het heelal aan de stof gebonden energie dezelfde blijft, ook dan wanneer een deel als in de ruimte uitgestraalde zonnewarmte voor ons planetenstelsel verloren gaat.

*) Hierover en over andere aequivalenten van arbeidsvermogen zie men de hand- en leerboeken der physica.

De steenkolen die wij thans branden en die de ziel zijn der tegenwoordige industrie, scheepvaart en spoorwegen, zijn het product der bosschen, die voor millioenen jaren gegroeid zijn door het arbeidsvermogen der zon in den vorm van stralende warmte. Eenmaal zal de tijd komen dat de steenkolenmijnen uitgeput zijn. Dan zullen de aardbewoners, die dan leven, opgespaard arbeidsvermogen vinden in de vele groote watervallen die hier en daar voorkomen. De Niagaravallen alleen zullen dan een groot deel van Noord-Amerika van arbeidsvermogen kunnen voorzien, vooreerst in den vorm van mechanische kracht, dan in dien van electriciteit, ontstaan door het drijven van electromagnetische werktuigen door het vallende water. Dit arbeidsvermogen kan dan door dikke metaaldraden naar vele mijlen ver verwijderde plaatsen worden vervoerd, om daar omgezet te worden in warmte, in licht of wederom, als aan den oorsprong, opnieuw veranderd in mechanische kracht, die nogmaals electromagnetische werktuigen kan drijven, waarvan de kracht naar elders kan worden geleid om nuttig werk te doen. Het is een eeuwige cyclus van werkingen, een keten zonder einde, waarvan de eene schakel in den anderen grijpt, schakels waarvan de waarde in bepaalde cijfers, de equivalentgetallen, kan worden uitgedrukt, zoodat men den te verwachten arbeid en zijne kosten vooruit berekenen kan.

En van dien cyclus van onophoudelijke werkingen ligt het beginpunt in de zon. Hare stralende warmte schenkt arbeidsvermogen aan de aarde en aan alle de overige planeten en manen, die zich rondom haar bewegen. Indien eenmaal, gelijk zich voorzien laat dat na eenige duizendtallen van jaren werkelijk het geval zal zijn, de Niagara-vallen door de voortdurende uitschuring van den bodem door het vallende water, zoover zullen zijn achteruit gegaan, dat zij het daar achter gelegen meer Erie bereikt

hebben, dan zal het nederstorten van het water ophouden, en daarmede tevens eene bron van groot arbeidsvermogen voor Noord-Amerika te niet zijn gegaan. In dien tusschen-tijd echter, en daarna, zal de zonnewarmte het water van zeeën, rivieren en meeren doen verdampen, dien damp in de hoogte doen stijgen tot daar waar zich de wolken daaruit vormen, om vervolgens weder als regen, sneeuw of hagel daaruit neder te vallen en nieuwe rivieren te voeden en andere watervallen, welke eene bron van mechanische kracht zullen zijn voor de dan op die plek levende aardbewoners.

Zoo gaat het altijd voort en zal het altijd blijven voortgaan, zoo lang de zon warmte uitstraalt en deze, de aarde bereikende, zich omzet in de verschillende vormen van arbeidsvermogen, die de aardbewoners, planten, dieren en menschen, voor hun leven behoeven.

Voorwaar hij die dit alles van nabij kent en overweegt, kan niet anders dan bewonderend zwijgen tegenover het heerlijk samenstel der natuur, waar niets aan het toeval is overgelaten maar alles aan vaste onveranderlijke wetten gehoorzaamt.

Van al de in de vorige bladzijden besproken natuurwetten, was in de tijden der reformatie en nog lang daarna geen enkele bekend. In het algemeen was toen de onkunde omtrent natuurverschijnsels nog zeer groot, en de hervormers, hoewel mannen, uitmunten door de gaven van geest en karakter, deelden in die algemeene onkunde.

Slechts ééne belangrijke natuurwet was op het laatst der 15^{de} eeuw erkend en uitgesproken door den domheer Copernicus. Zij luidt: „de aarde draait in vier-en-twintig uren rondom hare as en wentelt in een jaar tijds rondom

de altijd stilstaande zon," Maar die wet was in strijd met een bekenden bijbeltekst. Geen wonder derhalve dat Luther en Melanchton haar bestreden. Galilei werd door de inquisitie tot eene smadelijke afzwering gedwongen. De beide hervormers zoowel als de roomsche geestelijkheid waren trouwens in hun recht, toen zij de draaiing der aarde om hare as, al gaf deze ook een volledige verklaring van de waargenomen verschijnsels, toch hoogstens eene onbewezen hypothese noemden, want het onomstootelijk bewijs dat de aarde draait en rondom de zon wentelend haren vasten weg aflegt, kon toen nog niet geleverd worden. Het duurde dan ook nog drie eeuwen, d. i. tot in onze eeuw, alvorens alle bezwaren tegen het Copernicaansche stelsel waren opgeheven en op zegevierende wijze wederlegd, en wel door de ontdekking der parallaxis van sommige vaste sterren en door de slingerproef van Foucault.

Thans wordt dit stelsel op alle scholen geleerd en zelfs de Paus heeft in 1843 het over Galilei uitgesproken vonnis van twee eeuwen vroeger herroepen.

Zoo zal het altijd gaan, wanneer de natuuronderzoekers den zekeren weg der wetenschap, die tot onbetwistbare waarheid leidt, bewandelen en hypothesen slechts als de bruggen beschouwen die daarheen kunnen leiden. De tijd is hun onmisbare bondgenoot. Ieder volgend geslacht zal in kennis iets hooger staan dan het vorige, evenals wij staan boven dat hetwelk de reformatie heeft beleefd.

Een terugkeer tot zulk een lageren beschavingstoestand is eene onmogelijkheid. Ook dit is — de geheele geschiedenis leert het — eene natuurwet. Tijdelijke storingen op geestelijk gebied zijn mogelijk, evenals in het planetenstelsel, — een blijvende achteruitgang nimmer.

De leuze des menschdoms tot in de verre toekomst blijve in dubbelen zin: **Excelsior!**

D^r. DIOSCORIDES.

J. 7441.

