

211
/ 567



E PLANEET.

EENE HANDLEIDING BIJ HET BEGEFENEN DER
WISKUNDIGE AARDRIJKS-BESCHRIJVING EN
BIJ HET GEBRUIK VAN DE GLOBE.

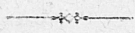
VRIJ BEWERKT NAAR HET ENGELSCHE VAN

THOMAS TATE F. R. A. S.

MET EEN VOORBERICHT VAN E. VAN DER VEN,
Phil. Nat. Doct.

MET 3 UITSLAANDE PLATEN.

Derde herziene Druk.



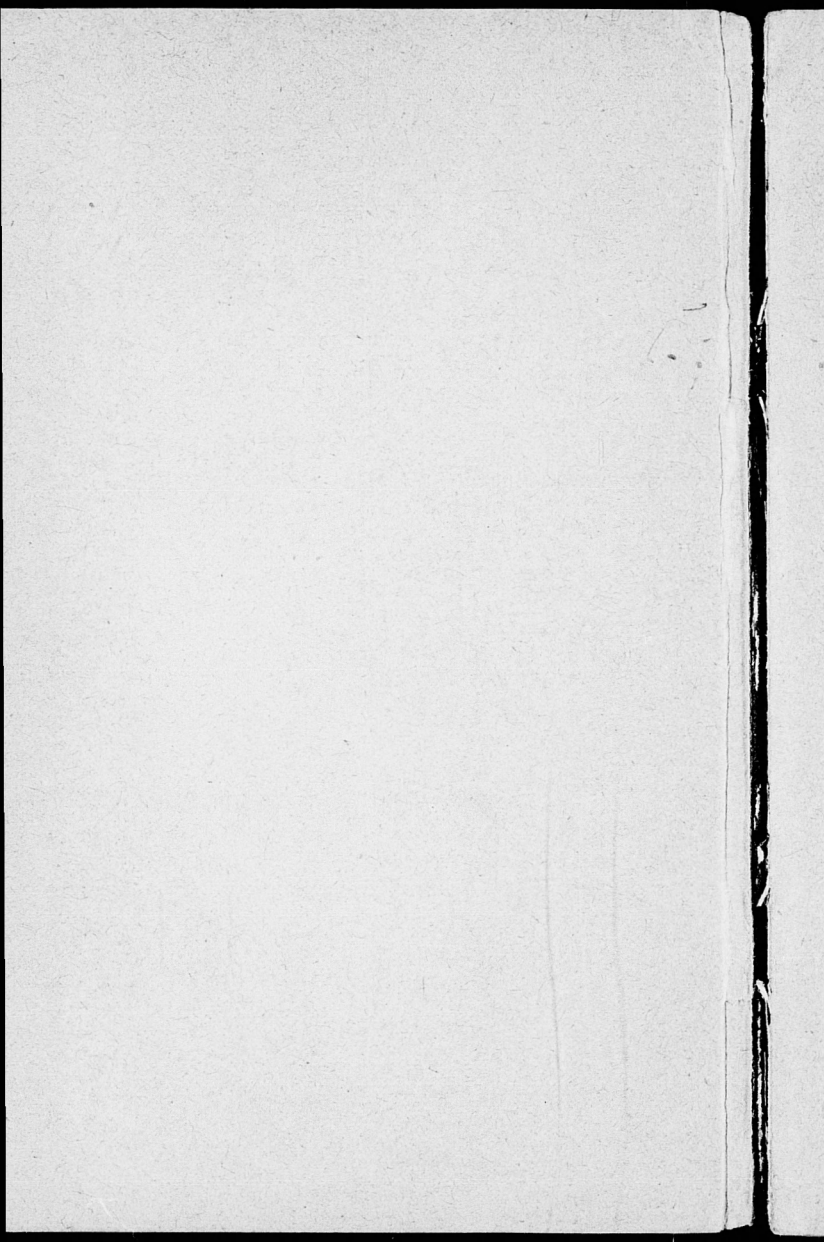
LEIDEN,
GEBROEDERS VAN DER HOEK.
1877.

Prijs f 0,70.



1701
/ 3

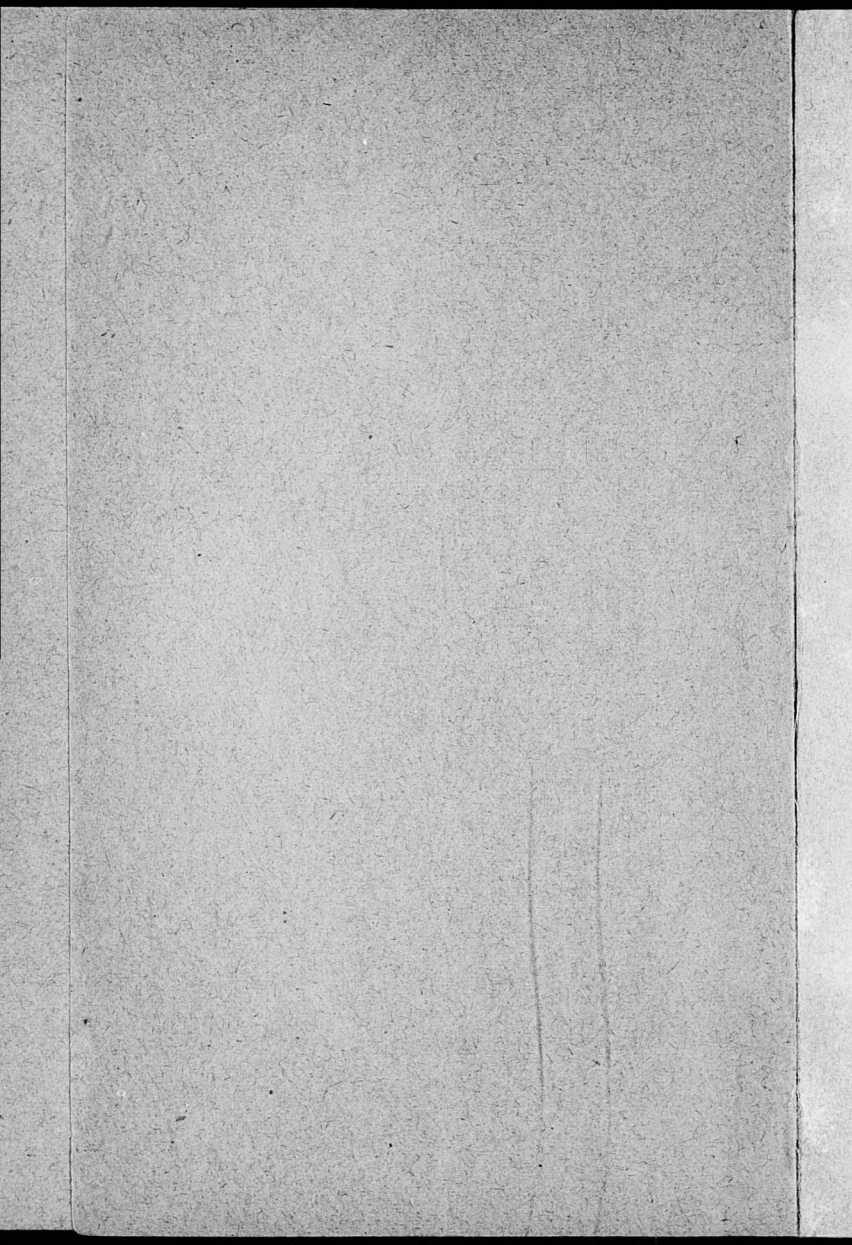
(5000)



Jac Krosswimmer

Hautinger

10 Sept. 99



ONZE PLANEET.

RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT



2067 3491

DRUK VAN T. & A. HOOIBERG, LEIDEN.

ONZE PLANEET.

— *Dijns, 21/567*

EENE HANDLEIDING BIJ HET BEOEFENEN DER
WISKUNDIGE AARDRIJKSBESCHRIJVING EN
BIJ HET GEBRUIK VAN DE GLOBE.

VRIJ BEWERKT NAAR HET ENGELSCHE VAN

THOMAS TATE F. R. A. S.

MET EEN VOORBERICHT VAN E. VAN DER ENDE,

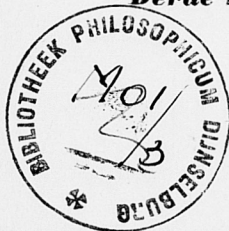
PHIL. NAT. DOCT.



21/567

MET 3 UITSLAANDE PLATEN.

Derde herziene Druk.



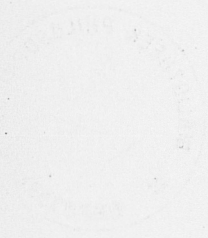
LEIDEN.

GEBROEDERS VAN DER HOEK.

1877.



Met 3



VOORBERICHT.

Volgaarne voldoe ik aan den wensch van den uitgever en kondig ik de verschijning aan van een boekje, dat zeker voor velen eene lang gevoelde behoefte zal vervullen. Meermalen toch gebeurde het mij, wanneer ik als Schoolopziener in de wiskundige aardrijksbeschrijving examineerde, dat de candidaten zich verontschuldigen met eene klacht over het gebrek aan een werkje in onze taal, dat, wat inhoud, vorm, en ook wat prijs betref, voor hen, die in de meeste gevallen zich zelven moeten oefenen, in alle opzichten geschikt mocht heeten. En ik moest die klacht gegrond vinden. De handleidingen toch b. v. van Dr. HENNEKELER en van Dr. BURGER, waarvan ik zelf achtereenvolgens bij mijn onderwijs gebruik maakte, hoe geschikt zij ook zijn voor dat doel, kunnen hem niet helpen die, dikwijls verstoken van alle andere voorlichting, zich de zaken alleen in zoo verre kan duidelijk maken als zijn handboek hem daartoe de middelen verschaft. Het hier aangeboden werkje doet dit op eene voldoende wijze. Niettegenstaande de wijsche titel „Astronomy”, dien het oorspronkelijke draagt, mij in den aanvang er tegen innam, daar hij mij eene behandeling deed vreezen die, bij de uitgebreidheid van de stof en den kleinen omvang van het boekske, niet dan opperelakkig had kunnen zijn, trok het mij bij nadere kennismaking door duidelijkheid van voorstelling meer en meer aan. Wat er dan ook meer in vervat was dan de titel dezer vertaling aangeeft, is een betrekkelijk klein deel; de lezer zal er over kunnen oordeelen, daar ook wij gemeend hebben dat het niet achterwege gelaten moest worden. In zoo verre het toch de overige planeten en de vaste sterren

betreft, kan het met vrucht leiden tot een recht begrip van den rang, dien onze aarde inneemt onder de overige hemellichamen.

De uitgave, waarnaar deze vertaling is bearbeid, was reeds een tiental jaren oud. Voor zooverre dit noodig was is daarin veranderd, wat men gedurende die laatste tien jaren anders heeft leeren inzien en aangevuld wat in dat tijdsverloop is ontdekt. Door de zorg van den bearbeider is ook het uitsluitend Engelsch karakter er aan ontnomen, dat in sommige opzichten hindertijk had kunnen zijn. Zoo b. v. zijn de afmetingen, die in het oorspronkelijke alleen in Engelsche maat waren uitgedrukt, in Nederlandsche overgebracht. Ook door de nette en duidelijke afbeeldingen, die er aan zijn toegevoegd, munt deze bearbeiding uit boven het origineel.

Aan de aandacht van aankomende onderwijzers bevelen wij haar aan voor hunne eigene oefening, en aan de hoofdonderwijzers der scholen van uitgebreid lager onderwijs voor hunne leerlingen. Ook in Engeland maakt het werkje een nummer uit van eenen „School-Series”

DR. VAN DER VEN.

De goede ontvangst, die aan het boekje bij de beide vorige uitgaven is ten deel gevallen, heeft weder een herdruk noodzakelijk gemaakt. Moge deze eene even goede ontvangst te beurt vallen. Nogmaals is het boekje herzien; de spelling gevolgd naar DE VRIES en TEWINKEL: enkele volzinnen, waar het noodig kon geacht worden, zijn eenigszins veranderd, doch altijd zoo dat de volgorde van den tekst op geene enkele bladzijde met die der vorige uitgaven verschilt.

T. H.

I N H O U D.

	Bladz.
ALGEMEENE BESCHOUWING VAN DEN HEMEL	1.
De Sterren	1.
Hoofdpunten	2.
Dagelijksche beweging van den hemel	2.
Grootte der sterren	3.
Vaste sterren en planeten	3.
Sterrenbeelden	4.
Teekens van den Zodiak. De Ecliptica	5.
Algemeene grondregels der sterrekunde	5.
ZONNESTELSEL	7.
DE AARDE EN HARE BEWEGING. — Vorm en grootte der Aarde	9.
Dagelijksche beweging der Aarde	11.
Oorzaak van dag en nacht	12.
Waarom zon en sterren zich van het oosten naar het westen schijnen te bewegen	13.
Lijnen op de globe	15.
Breedte en lengte	15.
De Keerkringen en de Zonneweg	18.
De Aardgordels of Zonen	19.
De verheffing van de poolster is gelijk aan de breedte der plaats	20.
Het meten der Aarde	21.
JAARLIJSCHЕ BEWEGING DER AARDE. OORZAAK DER JAARGETIJDEN	22.
DE MAAN	26.
Bergen en holen op de maan	26.
Siderische en Synodische maand	27.
De schijngestalten der Maan	28.
Eklipsen of Verduisteringen	29.
Maansverduisteringen	30.
Zonsverduistering	31.
Ringvormige verduistering	31.
DE ZON EN DE PLANETEN	32.

	Bladz.
Verklaring van de schijnbare beweging en gestalten der planeten	32.
(Oppositie) tegenstelling en (conjunctie) vereeniging der planeten	33.
Schijnbare beweging van Venus	34.
(Phasen) schijn gestalten van Venus	35.
Morgen- en Avond-ster	35.
Vergelijking in grootte en voorkomen der planeten	35.
Overzichtstabel van het zonnestelsel	36.
De Zon. — Mercurius. — Venus	37.
Mars	38.
De Asteroiden. — Jupiter	39.
Snelheid van het licht. — Saturnus	40.
Uranus	41.
Neptunus. — Kometen	42.
De planeten bewegen zich in elliptisch, langwerpige ronde banen	43.
Zomerhitte	44.
Zwaartekracht	45.
STRAALBREKING OF REFRACTIE VAN DEN DAMPKRING.	47.
Ovale vorm der zon en de maan dicht bij den horizon.	48.
HET SCHEMERLICHT	49.
DE GETIJDEN	50.
DE VASTE STERREN. — Aantal der vaste sterren.	53.
Afstand der vaste sterren	53.
De sterren hebben beweging.	55.
Dubbelsterren. — De zwaartekracht strekt zich ook tot de sterren uit	55.
VERDEELING VAN DEN TIJD. — DE ALMANAK	57.
Zonnedag en Sterredag	57.
Tijdvereffening	58.
Zonnejaar. — Juliaansche tijdrekening	59.
Gregoriaansche tijdrekening	59.
OPFENINGEN.	61.
OVER HET GEBRUIK DER GLOBEN.	
<i>De Aardglobe.</i> Bepalingen en verklaringen.	78.
Vraagstukken over de aardglobe	87.
<i>De hemelglobe.</i> Bepalingen en verklaringen.	108.
Vraagstukken met betrekking tot de hemelglobe.	110.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.

ALGEMEENE BESCHOUWING VAN DEN HEMEL.

De Sterren.

1. Als wij bij een helderen avond naar den hemel opzien, dan vertoont deze zich aan ons oog als een uitgestrekt gewelf of hol halfrond, waaraan de sterren, even als zoo-vele schitterende diamanten, lichten. Het punt juist boven ons hoofd heet *zenith* en de lijn, waar hemel en aarde elkander schijnen te ontmoeten, wordt *horizon* genoemd.

Het *nadir* is het punt aan den hemel, dat tegenover het *zenith* staat, d. i. het ligt recht onder onze voeten. Indien dus in Fig. 1, *e*, *n*, *e*, *z* de aarde voorstelt, en *e* de plaats, vanwaar iemand naar de sterren opziet, dan is *Z* het zenith, *D* het nadir en *HR* de horizon; *HZR* het halfrond van de sterren, die voor hem zichtbaar zijn en *HDR* het tegenovergestelde halfrond, dat voor eenen beschouwer in *e*, op de tegenovergestelde zijde der aarde, zichtbaar zal zijn.

Bij dag zien wij de sterren niet wegens het sterke licht der zon; zoo als wij de vlam van een kaarslicht, op den afstand van eenige honderde ellen van ons, ook niet zien zouden, wanneer de zon schijnt. Met een *teleskoop* kunnen de sterren op elken tijd van den dag gezien worden.

Hoofdpunten.

2. Wanneer gij op den middag (12 uur) naar de zon ziet, is uw gelaat naar het zuiden, uw rug naar het noorden gekeerd; het oosten is dan aan uwe linker-, het westen aan uwe rechterhand; deze vier punten aan den horizon heeten *hoofdpunten*. Uwe schaduw is op den middag korter dan op eeningen anderen tijd van den dag, omdat de zon dan hare grootste hoogte boven den horizon bereikt heeft. De zon komt omstreeks het oosten op en gaat omstreeks het westen onder. Op den middag (12 uur) is de zon in den *meridiaan* en de tijd, die tusschen het verlaten van den meridiaan en het weder daarin komen verloopt, 24 uren, wordt *zonnedag* geheeten.

Dagelijksche beweging van den hemel.

3. Indien wij bij een onbewolkten avond oplettend de sterren beschouwen, zullen wij de eene ster na de andere boven onzen horizon in het oosten zien opkomen, en de eene na de andere in het westen onder onzen horizon zien nederdalen. Eene verdere beschouwing zal ons toonen, dat de geheele zichtbare hemel van het oosten naar het westen schijnt te draaien om zeker sterretje, aanmerkelijk boven den horizon verheven en *poolster* genoemd: en dat in het tijdverloop van een dag eene volkomene omwenteling plaats grijpt. Nu wordt deze *schijnbare* beweging des hemels, zoo als wij later zien zullen (pag. 13 en 14), *inderdaad* veroorzaakt door de omwenteling der aarde van het westen naar het oosten om eene lijn of as, die wij ons kunnen voorstellen door het middelpunt der aarde en de poolster getrokken te zijn. Die beweging noemt men de *dagelijksche*, omdat zij in den tijd van eenen dag plaats heeft. In Fig. 1 stelt N de noordpool-

ster en N S de lijn voor, om welke de *hemel schijnt* te draaien, of de lijn om welke de *aarde wezenlijk* draait.

Grootte der sterren.

4. Neemt men in een helderen zomernacht met het bloote oog reeds vele sterren waar, haar getal wordt onnoemelijk groot bij het gebruik van een ook slechts middelmatigen kijker. De sterren verschijnen ons als van verschillende grootte en glans; de grootste en schitterendste worden genoemd van de *eerste grootte*, de volgende in rang van de *tweede grootte*, en zoo voort tot de *zesde grootte*, die de zeer kleine sterren bevat, welke nog even voor het ongewapende oog zichtbaar zijn. Er zijn slechts *elf* sterren van de eerste grootte in ons halfroond en *zes* in het zuidelijke of tegenovergestelde; omstreekt vijftig sterren van de tweede en niet minder dan honderd en twintig van de derde grootte zijn voor ons zichtbaar.

Vaste sterren en planeten.

5. Bijna alle sterren die wij zien, zijn *vaste sterren*, dat is, zulke die steeds op denzelfden afstand van elkander blijven en ten opzichte van elkander denzelfden vorm behouden. Eenige sterren evenwel blijven niet altijd op dezelfde plaats, maar bewegen zich tusschen de vaste sterren door; — deze sterren noemt men *planeten*.

De vaste sterren worden ook van de planeten onderscheiden door haar meer fonkelend licht; de planeten, door een teleskoop bezien, vertoonen zich als kleine *lichtgevende bollen*, terwijl de vaste sterren zich slechts voordoen als schitterende *lichtpunten*, zonder eenige te bepalen grootte.

Sterrenbeelden.

6. De oude sterrenkundigen, om de aanduiding gemakkelijker te maken, vormden de vaste sterren tot beelden of groepen en stelden deze voor door dieren of andere voorwerpen, waarmede de omtrek der sterren in elke groep eenige gelijkenis scheen te dragen. De treffendste of meest in het oogvallende van die groepen is het sterrenbeeld van den *Grooten Beer*, gewoonlijk bekend onder den naam van *Wagen*. De gedaante van dit beeld is voorgesteld in Fig. 2, waarbij de vier sterren *a*, *b*, *c*, *d* verondersteld worden den wagen en de drie overige de paarden aan te duiden. De beide sterren *b*, *a* die den rug van den bedoelden wagen vormen, worden de *wijzers* genoemd; want indien men over haar eene lijn trekt zal deze zeer nabij de poolster N aanduiden.

Eene lijn getrokken uit de ster *c*, en de ster *v* een weinig ter linkerhand latende, zal door eene zeer schitterende ster A gaan, *Arcturus* genaamd, de voornaamste ster in het beeld *Bootes*. Men kan zich de namen der verschillende gesternten gemakkelijk eigen maken met behulp van eene *hemelglobe*, gemaakt om het voorkomen des hemels voor te stellen. Deze sterrenbeelden hebben altijd hetzelfde voorkomen; de afgeleefde grijsaard, naar zijn graf voortwaggelende, zal, wanneer hij wellicht een laatsten blik op den *Wagen* werpt, zich herinneren dat deze nog hetzelfde voorkomen heeft als toen hij in de vrolijke dagen zijner kindschheid er naar opzag.

Vele sterren hebben namen ontvangen, zooals *Dubhe* de bovenste der *wijzers*, *Arcturus* in het beeld van *Bootes*, *Capella* in het beeld van *Auriga* of den wagenmenner, enz

Teekens van den Zodiak. De Ecliptica.

7. Er is eene hoogst merkwaardige reeks van sterrenbeelden die aan den hemel eene soort van gordel vormen, waarin de planeten zich altijd schijnen te bewegen: — deze gordel van sterren bevat 12 beelden, *de teekens van den Zodiak* genoemd, die ongeveer 30° van elkander verwijderd zijn. De zon schijnt ons toe eene volkomene omwenteling aan den hemel in den loop van een jaar door de verschillende beelden van den Zodiak heen te bewerkstelligen. Deze schijnbare baan der zon aan den hemel wordt *ecliptica* genoemd; de beelden van den Zodiak wijzen daarom de ecliptica aan den hemel aan. Het woord Zodiak beteekent *dierenriem*, en de schijnbare baan der zon werd ongetwijfeld zoo genoemd wegens de namen aan de verschillende beelden gegeven, welke die baan zamenstellen. De Zodiak is verdeeld in 12 teekens, om met de 12 maanden van het jaar overeen te komen. De volgende tabel geeft de namen der teekens van den Zodiak met de teekens of figuren die men er voor schrijft.

Namen van de teekens van den Zodiak.

Aries	<i>de Ram</i>	♈	Libra	<i>de Weegschaal</i>	♎
Taurus	<i>de Stier</i>	♉	Scorpio	<i>de Scorpioen</i> .	♏
Gemini	<i>de Tweelingen</i> . .	♊	Sagittarius	<i>de Schutter</i> . .	♐
Cancer	<i>de Kreeft</i>	♋	Capricornus	<i>de Steenbok</i> . .	♑
Leo	<i>de Leeuw</i>	♌	Aquarius	<i>de Waterman</i> .	♒
Virgo	<i>de Maagd</i>	♍	Pisces	<i>de Visschen</i> . .	♓

Algemeene grondregels der sterrenkunde.

8. Bij de studie der sterrenkunde is het boven alles noodzakelijk, dat wij onze redenering op verschijningen gronden en de eerste ruwe begrippen, die door de zintuigen gevormd zijn, door het verstand verbeteren. Daar deze op-

merkingen van het grootste belang zijn voor de juiste waardeering van onze wijze van voorstellen, zal het leerzaam zijn die door een of twee eenvoudige voorbeelden toe te lichten.

De weerhaan op een hoogen kerktoren schijnt ons niet grooter dan eene hand, ofschoon hij de wezenlijke grootte van den vogel, waarvan hij eene afbeelding is, zeer verre overtreft. Wanneer wij nu letten op den afstand van den weerhaan tot ons oog, dan zijn wij in staat om eenige reden op te geven voor die schijnbare kleinte. Insgelijks vertoont zich de maan nauwelijks grooter dan het gelaat van een mensch, doch wanneer wij bedenken dat zij vele duizende mijlen van ons verwijderd is, kunnen wij gemakkelijk aannemen dat zij een wereldbol is, niet veel kleiner dan de aarde waarop wij wonen. En zoo worden wij er toe gebracht om te verwachten dat de planeten, die, haren nog grooteren afstand in aanmerking nemende, gelijk kleine lichtbollen schijnen, inderdaad groote wereldbollen zijn, vele aanmerkelijk grooter dan onze aarde.

Wanneer wij op eene spoorbaan reizen, zouden wij *naar den schijn* gelooven (indien ons verstand dit geloof niet verbeterde) dat de huizen en boomen zich bewogen, en dat wij stil bleven staan. Op dezelfde wijze moeten wij voorbereid zijn de waarheid van de eerste indrukken onzer zinnen in twijfel te trekken, wanneer zij er ons toe brengen om ons te verbeelden, dat de geheele hemel om ons draait in 24 uren, en ons zelve afvragen of het niet redelijk is te veronderstellen, dat die schijnbare beweging voortgebracht wordt door de wezenlijke omwenteling der aarde zelve? De sterrenkunde heeft verscheidene grondstellingen vastgesteld, die in strijd zijn met de eerste ruwe

begrippen aan den blooten schijn ontleend; de volgende algemeene grondstellingen verdienen bijzondere aandacht:

Onze aarde heeft de gedaante van eenen bol. Zij draait om hare as in den tijd van 24 uren en doet daardoor de schijnbare dagelijksche omwenteling van den hemel ontstaan; zij beweegt zich ook om de zon in den loop van een jaar, welke beweging de schijnbare voortgang der zon in de ecliptica veroorzaakt. De planeten zijn werelddollen als onze aarde, wentelen zich te zamen met onze aarde, doch in onderscheidene banen, om de zon, als het gemeene middelpunt van aantrekking; ook ontvangen zij van deze haar licht. De zon met al de lichamen, die om haar als om een middelpunt draaien, wordt *zonnestelsel* genoemd. De vaste sterren, die op onmetelijke afstanden van ons verwijderd zijn, zijn zonnen, en elke ster met het stelsel van onzichtbare werelddollen, die om haar wentelen, is waarschijnlijk gelijkvormig aan het zonnestelsel.

ZONNESTELSEL.

9. Het zonnestelsel bestaat uit de zon, die in het midden geplaatst is, en al de planeten die zich om haar wentelen.

De hoofdplaneten bewegen zich om de zon van het westen naar het oosten in bijna kringvormige loopbanen, die bijna in hetzelfde platte vlak liggen, dat is in het vlak van de ecliptica, en in dezelfde richting om hare eigene assen draaien. Eenige dezer planeten hebben manen of wachters (satellieten) die weder om haar draaien. De namen der planeten in de orde harer afstanden van de zon zijn *Mercurius*, *Venus*, de *Aarde*, *Mars*, *Jupiter*, *Saturnus*,

Uranus en *Neptunus*, met ruim zeventig kleine planeten, *Asteroides* (kleine sterren) genaamd, welker loopbanen tusschen die van Mars en Jupiter liggen. Deze acht worden hoofdplaneten of planeten van den eersten rang genoemd. Er zijn ook 20 manen of satellieten, bijplaneten of planeten van den tweeden rang genoemd, omdat zij om hare respectieve hoofdplaneten draaien, op gelijke wijze als deze laatste om de zon. De maan is de satelliet (trawant) der aarde; zij wentelt zich om deze. Jupiter heeft vier satellieten; Saturnus heeft er acht, Uranus zes, en Neptunus een. Buiten deze is er nog eene andere orde van lichamen, *kometen* genoemd; zij hebben lichtende staarten en bewegen zich in zeer langwerpige eironde banen om de zon.

Het is waarschijnlijk dat ARISTARCHUS, een grieksch sterrenkundige (omstreeks 300 j. v. Chr.) het eerst eene dubbele beweging aan de aarde toeschreef. Maar dit stelsel geraakte spoedig in minachting en verschillende valsche stelsels werden er voor in de plaats gesteld, tot dat omstreeks 300 jaren geleden COPERNICUS¹⁾ het ware stelsel, door den grooten PYTHAGORAS (540—500 j. v. Chr.) ontdekt, weder in het leven riep.

De planeten, met de andere lichamen, die het zonnestelsel zamenstellen, zullen uitvoeriger beschreven worden, nadat wij de verschillende bewegingen, enz. van de aarde en de maan hebben nagegaan.

Fig. 3, het *zonnestelsel*, vertoont de opeenvolging der

1) NICOLAUS COPERNICUS (Koppernik), geb. 1473 te Torn, a. d. Weichsel. Hij was med. doct. en kanunnik te Frauenburg in O. Pruisen, stierf aldaar 1543. In 1829 werd een standbeeld, door den beroemden THORNWALDSEN ontworpen, ter zijner eer te Warschau opgericht.

planeten zoo als deze, van de zon af gerekend, zich om haar bewegen, maar stelt evenwel niet de verhouding van de grootte der banen voor.

DE AARDE EN HARE BEWEGING.

Vorm en grootte der aarde.

10. De aarde heeft de gedaante van eene *globe*; zij is gelijkvormig met een bal of chinaasappel. Dit wordt door verschillende feiten bewezen; de volgende zijn de eenvoudigste:

(1). *Zeevarenden hebben de aarde omzeild.*

Indien een schip aanhoudend in dezelfde hoofdrichting, hetzij oost- of westwaarts zeilt, zal het op dezelfde plaats terugkomen van waar het vertrok. Was nu de aarde eene onbegrensde platte vlakte, dan zou het schip voortzeilende zich ook al verder en verder van het punt van vertrek verwijderen. **MAGELLAAN** (1519—1522) was de eerste zeevaarder, die de aarde omzeilde, **COLUMBUS** had vroeger (1492) de eerste poging daartoe aangewend.

De aarde is eene groote bolvormige massa, zonder eenig vast steunpunt, want zeevaarders en landreizigers hebben haar in alle richtingen doorkruist en nooit zulk een steunpunt ontmoet. Fig. 4.

(2). *De kiel van een schip duikt wanneer het den oever verlaat.*

|| Wanneer een schip den oever verlaat merkt men dat de kiel reeds op geringen afstand duikt; een weinig verder is zij geheel uit het oog verloren; op grooteren afstand verdwijnen de onderste zeilen, tot dat eindelijk, aan den hori-

zon, ook *gezichtskring* of *kincirkel* genoemd, waar hemel en aarde elkander schijnen te ontmoeten, alleen het bovenzeil gezien wordt. Doch zoo wij nu op een hoogen toren klommen, dan zouden wij op nieuw de kiel in het oog krijgen. Indien nu de aarde eene platte vlakke was, zouden wij altijd de kiel te gelijk met de topzeilen zien. Fig. 5.

(3). *De aarde vertoont altijd een ronden vorm.*

12. De *rondheid* der aarde is zoodanig dat als een man van zes voet lengte aan het zeestrand staat, hij eene kleine boot zien zoude indien de afstand tusschen hem en de boot niet boven drie mijlen ¹⁾ beloopt; doch indien hij vier en twintig voet boven den grond verheven was, zou hij de boot op een afstand van zes mijlen, en ware hij vier en vijftig voet verheven, zou hij haar op een afstand van zeven en twintig mijlen kunnen zien, en zoo voorts: de afstand waarop de boot zou kunnen gezien worden, zou toenemen met de verheffing van den waarnemer. In al deze gevallen, wordt het gezicht van den man beperkt door een *ringvormigen horizon*. Nu is er buiten den bol geen lichaam dat altijd eene ronde gedaante vertoonen zal wanneer het op verschillende afstanden wordt waargenomen. (Fig. 6. *Een bol vertoont zich altijd rond*). Merk op dat deze kleine bol, op welken afstand ik hem zie, altijd eene ronde gedaante vertoont, en daarbij, dat hoe meer ik hem van het oog verwijder, hoe grooter het gedeelte der oppervlakte wordt, dat ik zie: maar ook dat dit gedeelte nooit meer dan de helft van den bol zijn kan. —

1) Engelsche mijlen van 60 op een geogr. graad. Een geogr. graad is 20 uren gaans, een Engelsche mijl dus 20 minuten.

Wanneer een luchtreiziger met een luchtbal opstijgt, ziet hij van de oppervlakte der aarde meer dan wij kunnen zien, al staan wij ook op den top van een berg; en hoe hoog hij zich ook boven de aarde moge verheffen, zal hem hare gedaante altijd rond voorkomen. Wanneer hij zijne grootste hoogte bereikt heeft, zullen de bergen hem toeschijnen als oneffenheden zoo klein als wij die op eenen oranjeappel zien (Fig. 7. *De aarde vertoont zich altijd rond*).

De diameter (middellijn) der aarde is ongeveer 1720 † geogr. mijlen.

13. De diameter of lijn getrokken door het middelpunt der aarde is ongeveer 1720 geogr. mijlen lang¹⁾; en daar de lijn rondom een cirkel getrokken iets meer dan driemaal de lengte van zijn diameter bedraagt, zoo volgt hieruit dat de lengte van eene lijn rondom de aarde getrokken, of *haar omtrek*, ongeveer 5400 geogr. mijl of 7200 uren gaans bedragen zal. Een spoorwagen, die zich met eene snelheid van 10 uren afstands per uur voortbeweegt, zou in 30 dagen rondom de aarde gaan, veronderstellende dat zich geene hindernissen gedurende die reis opdeden. Dit zal ons eenig denkbeeld geven van den grooten omvang der aarde.

Dagelijksche beweging der aarde.

14. De aarde heeft twee bewegingen, eene *dagelijksche* om hare as en eene *jaarlijksche* om de zon; dat is, zij draait rond even als een draaitol en tegelijkertijd om de zon.

1) De Duitse of geogr. mijl = 7407 Ned. ellen of meters.

Oorzaak van dag en nacht.

15. De draaiende beweging of omwenteling der aarde rondom hare as is de oorzaak van dag en nacht.

Wanneer de zon aan onze zijde der aarde schijnt is het bij ons dag; schijnt zij aan de tegenovergestelde zijde zoo is het bij ons nacht. Wanneer gij een bal of oranjeappel voor de kaars houdt, zoo zal de eene helft van den bal verlicht, de andere helft in de schaduw zijn: wanneer nu de bal wordt rondgedraaid zal elk gedeelte achtereenvolgens in het licht der kaars gebracht worden. (Fig. 8. *Licht en schaduw*).

De lijn *e f* scheidt het licht van de schaduw en wordt *verlichtingscirkel* genoemd. Laat ons veronderstellen dat eene kleine vlieg zich op dezen bal geplaatst had, dan zal het beestje, gedurende de eene helft der omwenteling zich in de schaduw en gedurende de andere helft in het licht bevinden; de vlieg zal dan eerst de kaars zien wanneer zij aan den verlichtingscirkel komt, en wanneer zij naar de andere zijde den verlichtingscirkel is voorbijgegaan zal de kaars voor haar verdwijnen. Als zij zich juist tusschen de twee punten *e* en *f* in bevindt zal zij de grootste kracht van het licht en van de warmte der kaars gevoelen. Zoo is het ook met onze aarde, de zon verlicht de eene helft der aarde in den tijd dat de andere helft in het duister is. Wanneer eene plaats juist in den verlichtingscirkel komt dan begint de zon daar te schijnen of komt aan die plaats op; omgekeerd, wanneer eene plaats buiten den verlichtingscirkel komt zal de zon daar verdwijnen of ondergaan; midden tusschen deze verlichtingslijnen zal de plaats zoo dicht mogelijk naar de zon gekeerd en het daar alsdan middag zijn.

Wanneer de aarde stil stond, zou de eene helft voort-

durend dag en de andere voortdurend nacht hebben. Maar daar de geheele aarde of bijna de geheele aarde bewoonbaar is, werd het door den alwijzen en goeden Schepper zoo beschikt, dat de aarde elken dag eens ronddraaien, en zoo achtereenvolgens elk gedeelte genot van het licht en de warmte der zon hebben zou. Deze beweging der aarde wordt de *dagelijksche* genoemd.

Waarom zon en sterren zich van het oosten naar het westen schijnen te bewegen.

16. Maar waarom, zou men kunnen vragen, denken wij dat zon en sterren zich van het oosten naar het westen bewegen? Juist om dezelfde reden (zie Art. 9) dat men met een spoorwagen rijdende, gelooven zou, indien ons verstand ons niet beter onderrichtte, dat de naastbij zijnde boomen en huizen eene beweging hadden tegenovergesteld aan die welke wij wezenlijk hebben.

Ʒ Om dit duidelijker te maken zie Fig. 9. Laat A een voorwerp verbeelden, dat bewogen kan worden rondom den bol EF, die om zijne as O draaijen kan. Laat het voorwerp A zich om den bol bewegen, in de richting van het pijltje *a* in de figuur, terwijl de bol zelf in rust blijft; het voorwerp A zal in den horizon schijnen voor den toeschouwer in E; maar daar het voorwerp zich beweegt zal het den waarnemer toeschijnen hooger en hooger boven den horizon te klimmen, tot dat het in B komt, wanneer het in het zenith of loodregt boven het hoofd van den waarnemer staat. Laat vervolgens de bol om zijne as O draaijen, in eene richting, tegenovergesteld aan die waarin het voorwerp zich bewoog, en aangewezen door het pijltje *b* bij den bol in de figuur, terwijl het voorwerp A stil staat;

de schijnbare beweging van het voorwerp, door den waarnemer uit **E** gezien, zal volkomen dezelfde zijn als te voren: dus wanneer de bol zich begint te bewegen zal het voorwerp **A** voor den waarnemer in **E** aan den horizon schijnen; doch daar de bol rond draait zal het voorwerp zich hooger en hooger boven den horizon vertoonen, tot dat de waarnemer zich gedraaid heeft tot **F**, wanneer het voorwerp zich in zijn zenith, of boven zijn hoofd bevinden zal. Wanneer nu de bol zich om zijne as zonder eenige stootende beweging of schudding, zoo als onze aarde wezenlijk doet, bewoog, zoo dat de waarnemer zijne eigene beweging niet waarnam, is het duidelijk dat hij in den beginne gelooven zal, dat het voorwerp zich van **A** naar **B** bewogen had, dat is, van zijn horizon naar het zenith, terwijl hij zelf zich bewogen heeft met den bol van **E** naar **F**. De *schijnbare* beweging van den hemel van het oosten naar het westen kan dus worden voortgebracht door de *wezenlijke* draaiing der aarde om hare as van het westen naar het oosten.

Nu zou het geheel strijdig zijn met het eenvoudige dat wij in alle werken Gods opmerken, zoowel als met de bekende wetten der werktuigkunde, dat de zon, met zoo vele duizende werelden, meest alle grooter dan onze aarde, zich om deze elken dag eens zouden bewegen, wanneer het zelfde doel zou kunnen bereikt worden door onze aarde eenvoudig om hare as te doen draaien. De omdraaiing der aarde om hare as is in den laatsten tijd ook door proefnemingen met den langen slinger bewezen. ¹⁾

1) DOOR JEAN BERNARD LEON FOUCAULT, geb. 1819, zoon eens boekhandelaars in Parijs. Sedert 1845 redact. v. h. wetensch. gedeelte van het Journal des Debats.

Lijnen op de globe.

17. De aarde maakt dus iederen dag eene geheele omwenteling; delijn waarom zij draait wordt *de as der aarde* genoemd, en de punten waar deze denkbeeldige as de oppervlakte der aarde doorboort heeten de *polen*; er zijn dus twee polen, van welke de eene *noord-* de andere *zuidpool* genoemd wordt.

Indien eene lijn rondom de aarde getrokken wordt, overal even ver van de beide polen verwijderd, zoo vormt deze den *equator* (evennachtslijn). Indien gij eene globe om hare as draait zult gij zien, dat de lijn, die wij equator noemen, de snelste beweging heeft, en dat de polen de eenigste punten op hare oppervlakte zijn, die geene beweging aannemen.

In Fig. 10, (*de globe*) stelt NZ de as der aarde voor, N de Noordpool, Z de Zuidpool EQ den Equator. De Equator verdeelt dus de aarde in twee gelijke deelen; het gedeelte ENQ wordt *noordelijk-* en het deel EZQ *zuidelijk halfrond* genoemd. ¹⁾

De cirkels op de globe worden in 360 gelijke deelen verdeeld: elk deel wordt een *graad* genoemd. Een halve cirkel zal 180 graden (180°) bevatten; een quadrant, of een vierde van een cirkel bevat 90 graden (90°).

De afstand van den equator (evennachtslijn) tot elk der polen is bij gevolg 90° .

Breedte en lengte.

18. Een cirkel N t Z (Fig. 10) gaande door de Noord-

1) Bij het geven dezer lessen is het verkieselijk, dat de onderwijzer voorzien zij van eene kleine witte globe, waardoor een stokje steekt, dat de as der aarde voorstelt en waarop tevens de voor naamste lijnen der aardglobe met sterke zwarte lijnen zijn aangegeven.

en zuidpool wordt *meridiaan* (middagslijn) genoemd, omdat wanneer eenige meridiaan tegenover de zon gesteld is, het op al de plaatsen die onder dezen meridiaan gelegen zijn, middag is, Deze cirkels zullen dus klaarblijkelijk van het noorden naar het zuiden loopen. De meridianen worden ook *lengtelijnen* genoemd. De meridiaan die over het observatorium (sterrenwacht) van Greenwich, nabij Londen gaat, wordt door de Engelschen *eerste meridiaan* genoemd of die waartoe de ligging der andere meridianen wordt teruggebracht.

De *lengte* van eene plaats is haar afstand in graden oost of west van den eerste meridiaan. Zoo ligt Amerika op westerlengte, Azie en Afrika op oosterlengte van den meridiaan die over Greenwich getrokken is.

19. De *breedte* van eene plaats is haar afstand van den equator. Alle plaatsen op het noordelijk halfrond hebben noorderbreedte en omgekeerd alle plaatsen op het zuidelijk halfrond hebben zuiderbreedte.

Hieruit volgt dat eene plaats, gelegen midden tusschen den equator en de noordpool op 45° , noorderbr. en eene plaats gelegen midden tusschen den equator en de zuidpool op 45° , zuiderbr. hebben zal. Londen ligt $51\frac{1}{2}^{\circ}$ van den equator naar de noordpool en heeft dus $51\frac{1}{2}^{\circ}$ noorderbr. Batavia 6° ten Z. van den equator liggende, heeft dus 6° Z. breedte.

Lijnen om de aarde getrokken, evenwijdig aan den equator, worden *parallelle van breedte* genaamd, zoo als *d e*, *e v*, *g p*, *f q* enz. Deze lijnen noemt men *kleine cirkels*, omdat zij kleiner zijn dan de *grootte cirkels* of die welke de globe in twee gelijke deelen verdeelen, zoo als de equator doet. De equator en de meridianen zijn grootte cirkels. De breedte-parallelle dienen om de plaatsen aan te duiden, die denzelfden afstand van den equator hebben.

De breedte van eene plaats moet gemeten worden op den meridiaan die over die plaats gaat.

20. Om de juiste ligging van een punt te bepalen, moet men zijn afstand kennen van twee bekende lijnen. Zoo zal het bekend zijn waar mijn voet op den vloer dezer kamer staat, als ik u zeg, dat hij twaalf voet verwijderd is van de lijn, die haar vóór mij begrenst en tien voet van de lijn, die haar begrenst aan mijne rechterhand. Zoo is het ook met betrekking tot de aarde; wanneer wij den afstand van eene plaats weten, noord of zuid van den equator, en tevens den afstand oost of west van den eersten meridiaan, dan is de ligging van die plaats bekend. Een meridiaan, over eene plaats getrokken, zal den equator in een zeker punt snijden, de afstand van dat punt tot den eersten meridiaan, in graden gemeten op den equator, zal de *lengte* van die plaats geven: de afstand van de plaats tot den equator, gemeten op den meridiaan, geeft de *breedte*. Dus, wanneer de meridiaan gaat over eene plaats, die 23° oost van den eersten meridiaan ligt, zal die plaats 23° oosterlengte hebben: als de plaats 40° noord van den equator gelegen is, dan zal hare noorderbreedte 40° zijn. Door deze beide opgaven zal hare ligging volkomen bepaald zijn.

21. Daar de aarde eens om hare as wentelt, of 360 graden in den tijd van vier en twintig uren beschrijft, zoo volgt hier uit, dat zij het vier en twintigste gedeelte van 360° , dus 15° , in ieder uur rond draait. Bij gevolg zal eene plaats, die 15° meer oosterlengte heeft dan wij, één uur vóór ons middag hebben, en eene plaats, die 15° meer westerlengte heeft, één uur na ons middag hebben. In het algemeen moeten wij voor elke 15° verschil

in lengte tusschen twee plaatsen een uur als het verschil in tijd rekenen.

Alexandrie ligt op 30° oosterlengte ¹⁾, bij gevolg zoo dikwijls 15° van 30° genomen kan worden, zoo veel uren heeft men ook op die plaats vroeger middag dan wij; haar middag is dus twee uur vroeger dan bij ons.

22. Op deze wijze zijn de zeelieden in staat hunne lengte te vinden: veronderstelt bijvoorbeeld, dat de klok, die zij met zich nemen en Greenwich-tijd aanwijst, op negen uur in den morgen stond als het middag was op de plaats hunner waarneming, dan zou het verschil in tijd drie uur wezen, het verschil in lengte zal dus driemaal 15° of 45° zijn; heeft nu de plaats der waarneming *vroeger* middag dan te Greenwich, dan zal zij 45° oosterlengte hebben.

23. Daar de lengte der breedteparallellen, hoe meer zij de polen naderen, kleiner wordt, zoo volgt hier uit, dat een lengtegraad, gemeten op eene breedteparalel, kleiner is dan een lengtegraad gemeten op den equator. Dit beginsel wordt in acht genomen bij het vervaardigen van landkaarten.

De Keerkringen en de Zonneweg.

24. Wanneer de zon altijd loodrecht op den equator scheen, zoo als in Fig. 11, zou de lengte van den dag en van den nacht over den geheelen aardbol gelijk zijn: de zon heeft dien stand in het begin van onze lente en onzen herfst, namelijk den 21sten Maart en den 22sten Sep-

1) De berekening is voor Greenwich.

tember. (Fig. 11, *de zon in de lente en in den herfst*). Ten gevolge van oorzaken, die later zullen verklaard worden, vinden wij, dat op *den langsten dag* de zon rechtstandig schijnt over de lijn *c v*, die om de aarde gaat op $23\frac{1}{2}^{\circ}$ ten noorden van den equator (zie Fig. 11 en ook 12, *de zon in den zomer*): deze lijn heet de *kreefts-keerkring*, omdat de zon ons op dien tijd toeschijnt in eene groep sterren te staan, het sterrenbeeld van den kreeft genaamd. Daar de zon de eene helft van den aardbol ter zelfder tijd verlicht, volgt daaruit, dat haar licht zich nu moet uitstrekken tot op $23\frac{1}{2}^{\circ}$ voorbij de noordpool, dat is tot het punt *e* in de figuur, en eene lijn *e d*, evenwijdig aan den equator, om de aarde getrokken wordt *noorderpool-cirkel* geheeten.

Op gelijke wijze schijnt op den korsten dag (zie Fig. 13, *de zon in den winter*) de zon rechtstandig over de lijn *g p*, op $23\frac{1}{2}^{\circ}$ ten zuiden van den equator: deze lijn heet *steenboks-keerkring*, omdat de zon ons op dien tijd toeschijnt in eene groep sterren, het sterrenbeeld van den steenbok genaamd, te staan, en de lijn *f g* in de figuur, om de aarde getrokken op eene afstand van $23\frac{1}{2}^{\circ}$ van de zuidpool, heet *zuidpool-cirkel*.

Indien nu eene lijn *c p* rondom den aardbol getrokken wordt tusschen de keerkingen van de kreeft en den steenbok, zal deze lijn de *ecliptica of den schijnbaren weg der zon* in een jaar aangegeven. De ecliptica helt dus tot den equator met een hoek van $23\frac{1}{2}^{\circ}$.

De Aardgordels of Zonen.

25. Met het doel om de klimaten op de aarde ten ruwste aan te duiden is hare oppervlakte in vijf zonen of gordels verdeeld. Het deel gelegen tusschen de keerkingen

van den kreeft en van den steenbok, wordt *heete* of *verzengde gordel* genoemd: want daar hier de zon hare stralen bijna loodrecht op de aarde schiet, zal zij, in het algemeen, dat gedeelte zeer warm maken. Het gedeelte in het noordelijk halfrond, gelegen tusschen den kreefts-keerkring, en den poolcirkel, heet de *noordelijke gematigde gordel*, en het tegenovergestelde deel in het zuidelijk halfrond, dat tusschen den steenboks-keerkring en den zuidelijken poolcirkel ligt, de *zuidelijke gematigde gordel*. De oppervlakte binnen den noordelijken poolcirkel, heet *noorder koude gordel*; en die binnen den zuidelijken poolcirkel *zuider koude gordel*; omdat door de schuinsche richting, waarin de zonnestralen de aarde in deze streken ontmoeten, die deelen in het algemeen zeer koud zijn.

26. Het is duidelijk, dat de eenige plaatsen op de aarde, boven welke de zon loodrecht staan kan, die zijn, welke in den heeten gordel liggen; en dat vooral op die plaatsen maar zeer weinig verschil in de lengte der dagen kan plaats vinden: terwijl binnen de koude zonen, de zon gedurende eene reeks van dagen zonder onder te gaan schijnt en gedurende een gelijk getal dagen zich niet boven den horizon vertoont zal.

*De verheffing van de poolster is gelijk aan
de breedte der plaats.*

27. Om dit wel te begrijpen, moeten wij veronderstellen aan den equator te zijn; de poolster zal zich dan in onzen horizon bevinden, zijnde 90° van ons *zenith* of het punt boven ons hoofd. Stel nu dat wij 1° op den meridiaan, of rechtstreeks naar de noordpool voortgaan: dan zal ook de poolster 1° boven onzen horizon rijzen; 2° voortgaande

zal de poolster 2° boven den horizon komen; halfweg den equator en de pool, zal onze verwijdering van den equator 45° bedragen en de poolster zal dan ook 45° boven den horizon verheven zijn, en zoo voort. Zoo geeft de hoogte van de poolster ons de breedte van de plaats en hierdoor kan de zeevaarder op den uitgestrekten waterplas de breedte bepalen der plaats waar hij zich bevindt.

Het meten der aarde.

28. Dezelfde gang van redeneeren zal ons toonen hoe een graad van de aardoppervlakte gemeten wordt. Te *Breda* is de hoogte van de poolster $51\frac{1}{2}^\circ$; indien wij nu recht noordwaarts gaan tot dat die hoogte $52\frac{1}{2}^\circ$ bedraagt, zullen wij 1° of het 360ste gedeelte van den omtrek der aarde zijn voortgereisd (*Purmerend*); en indien die afstand nauwkeurig gemeten wordt, zal men bevinden dat hij 15 geogr. mijlen bedraagt, hetgeen bijgevolg de lengte van een graad geeft. De geheele omtrek der aarde zal dus zijn 360 maal 15 = 5400 geogr. mijlen ¹).

Intusschen moet aangemerkt worden dat de aarde geen *volkomen* bol is, want de lengte van een graad, gemeten naar de polen, is bevonden grooter te zijn dan die op den equator: hetgeen toont dat de aarde aan de polen een weinig is geplat. De diameter, die door den equator gaat, is omstreeks 42 kilom. langer dan die, welke door de polen wordt getrokken.

1) Een graad van een grooten cirkel op den aardbol houdt 15 geogr. mijlen, $111\frac{1}{3}$ kilometers, 20 uren gaans, $60\frac{1}{2}$ Eng. landmijlen, 60 Eng. zeemijlen.

JAARLIJKSCHE BEWEGING DER AARDE. OORZAAK DER JAARGETIJDEN.

29. Behalve de draaiende beweging der aarde om hare as, hebben wij gezegd, dat zij zich ook om de zon beweegt in den tijd van een jaar, in eene baan die bijna cirkelvormig is. Deze jaarlijksche beweging, verbonden met de onveranderlijke richting of den evenwijdigen stand van den as der aarde, is de oorzaak der jaargetijden. Laat de globe (beschreven in de noot op p. 15) rondom eene kaars (met eene glazen huif voorzien van omstreeks dezelfde grootte als de globe) bewogen worden en te gelijkertijd om hare as draaien, zoo zullen wij eene tamelijk nauwkeurige voorstelling hebben van de tweederlei beweging der aarde: te weten hare *dagelijksche* om hare as en hare *jaarlijksche* om de zon. Het pad waarop zich de bol beweegt zal de baan der aarde, en een vlak gaande door die baan, zal het vlak van de baan der aarde voorstellen. Laat onze kleine bol nu nogmaals om de kaars rondbewogen worden, met zijne as loodrecht op het vlak van de baan, dan zal men bemerken dat de cirkel, die op den bol het licht van de schaduw scheidt, gedurende de geheele omwenteling altijd door de polen gaat. Deze stand der as kan dus geen invloed hebben op de verandering der jaargetijden.

Laat onze bol nu om de kaars rondbewogen worden, met zijne as bestendig hellende onder denzelfden hoek op het vlak, of de oppervlakte der tafel, dan zal men in elke stelling van den bol zien, dat de as altijd in dezelfde richting ligt of altijd met zichzelf evenwijdig is.

(Fig. 14. *Oorzaak der jaargetijden.*) Laat de bol den stand

c in de figuur hebben, waarin de as naar de zon gekeerd is, zoodat eene lijn van de kaars, die de zon voorstelt, naar den kreeftskierkring getrokken, dezen loodrecht snijdt bij c , dan zal, daar het licht zich over 90° naar elke zijde van c uitstrekt, de cirkel ef , die het licht van de schaduw scheidt, $23\frac{1}{2}^\circ$ over de noordpool heengaan: daardoor zal gedurende de omdraaiing van den bol rondom zijne as, de geheele noordelijke koude luchtstreek verlicht worden, en daarentegen de geheele zuidelijke koude luchtstreek in duisternis zijn.

Om dit nader te verklaren, veronderstelle men dat eene kleine vlieg op de noordpoolcirkel gezet worde, dan zal, gedurende eene geheele omwenteling, het diertje niet uit het licht der kaars gekomen zijn: laat integendeel het diertje op den zuidpoolcirkel geplaatst worden, dan zal het gedurende eene geheele omwenteling niet eenmaal in het licht komen. Hierdoor ziet men, dat nu al de plaatsen van het noordelijk halfronde zich langer in den verlichten dan in den duisteren cirkel, en daarentegen al de plaatsen van het zuidelijk halfronde zich langer in den duisteren dan in den verlichten cirkel zullen bevinden; dat wil zeggen, dat in het eerste halfronde de dagen, zooals in onzen zomer, langer, terwijl in het andere halfronde de dagen, zoo als in onzen winter, korter dan 12 uren zullen zijn, terwijl op den equator de dagen niet van lengte veranderen. Deze stand van den aardbol komt overeen met het midden van onzen zomer, of 21 Juni.

Steeds de as in dezelfde richting houdende, brenge men den bol in den stand b van de figuur, waar de as noch naar noch van de zon is afgekeerd. En zal het licht lood-

recht op den equator vallen, de cirkel, die het licht van de schaduw scheidt, zal door de polen gaan, en daardoor zullen de dagen en de nachten op den geheelen aardbol gelijk zijn. Deze stand komt overeen met onze *herfst-nachtevening*, 22 Sept., of met dien tijd in den herfst wanneer de lengte van den nacht gelijk is aan die van den dag.

Nogmaals de as in dezelfde richting houdende, brenge men den aardbol in den stand q , waar de noordpool zich van de zon afkeert; hier zal het omgekeerde plaats hebben van hetgeen in den eersten stand is opgemerkt. De zon zal loodrecht over den steenboks-keerkring schijnen en het zuidelijk halfrond meer van het licht en de warmte der zon genieten dan het noordelijke. Deze stand komt overeen met het midden van onzen winter, 21 December en dan zullen onze dagen het kortst zijn.

Laat nu de globe in den stand d van onze figuur gebracht worden, dan zullen hier weder, daar de as zich noch *naar*, noch *van* de zon keert, de dagen en nachten gelijk zijn, even als in de herfst-nachtevening. Deze stand komt overeen met onze *lente-nachtevening*, den 20 Maart.

Wanneer de globe weder tot den stand c wordt gebracht, heeft zij eene geheele omwenteling op hare baan volbracht en die omlooptijd komt overeen met ons gewoon jaar, † of 365 dagen, 5 uren, 48 minuten en 51 seconden. Bijzondere opmerking verdient de omstandigheid, dat de as van den aardbol, niettegenstaande de geheele omwenteling, hare evenwijdigheid (parallelisme) behoudt.

30. Terwijl de aarde aldus eene omwenteling langs hare baan voltooit, zal de zon ons toeschijnen eene volkomene

omwenteling aan den hemel te volbrengen, tusschen de verschillende sterrenbeelden van den zodiak of sterren gordel. Zoo zal op het midden van den zomer de zon zich vertoonen in het teeken φ of het sterrenbeeld van den kreeft; in onze herfst-nachtevening in het teeken van de weegschaal of $\u03b1$; in het midden van onzen winter in het teeken van den steenbok of ζ , en in onze lente-nachtevening in het teeken van den ram of γ .

31. Zoo worden de veranderingen der jaargetijden, zoowel als de schijnbare jaarlijksche beweging der zon volkomen verklaard, door te stellen, dat de aarde zich om de zon beweegt. Maar waarom, zou men kunnen vragen, gelooven wij, in strijd met den eersten indruk onzer zintuigen, dat de aarde zich beweegt en niet de zon? Juist om de zelfde reden als waarom wij besluiten, dat de *schijnbare* dagelijksche beweging van de zon om de aarde voortgebracht wordt door de *werkelijke* beweging der aarde om hare as in 24 uren (Zie 16).

32. De afstand van de aarde tot de zon is omstreeks 21 millioen geogr. mijlen of 155,750,000 kilometers. Om zich eenig denkbeeld van dezen verbazenden afstand te vormen, stellen wij ons voor, dat eenig lichaam zich van de aarde naar de zon bewoog met de snelheid der engelsche spoortreinen, (50 eng. mijlen ¹) per uur) dan zouden voor dat lichaam omstreeks 220 jaren noodig zijn om de zon te bereiken.

1) Van 17½ minuut gaans, of 1,61 kilometers.

DE MAAN.

33. De middellijn der maan is ongeveer 467 geogr. mijlen of omstreeks $\frac{1}{4}$ van de middellijn der aarde; zij volbrengt eene omwenteling om de aarde in 27 dagen, 7 uren en 43 minuten, op eene baan waarvan de straal omstreeks 52,000 geogr. mijlen of 60 maal die der aarde is. De maan keert altijd de zelfde zijde naar ons toe; hieruit volgt, dat zij om hare as moet draaien, in den zelfden tijd, als waarin zij zich om de aarde wentelt. Een *etmaal* en een *jaar* zijn dus op de maan even lang.

Bergen en holen op de maan.

34. Wanneer de maan door een teleskoop gezien wordt, ontdekt men op haar onderscheidene verschillend verlichte plekken en donkere schaduwen. De donkerste gedeelten worden veroorzaakt door diepe holen en valleien, de minder donkere tinten door de schaduwen van hooge bergen; terwijl de helderste plekken de verlichte toppen der bergen zijn, die zich als de kraters van vuurspuwende bergen voordoen. De hoogten van vele maanbergen zijn gemeten door de lengte der schaduw welke zij werpen. De hoogste dezer bergen bereiken omstreeks 2 eng. mijlen ¹⁾). De maan is een vast lichaam zonder vloeistoffen, ook is bij haar geene bepaalde aanduiding van dampkring waargenomen. Het is dus hoogst onwaarschijnlijk dat levende wezens, zoo als wij zijn, daar bestaan kunnen.

1) 35 minuten gaans.

Siderische en Synodische maand.

35. Even als de zon en de planeten heeft de maan ten gevolge van hare omwenteling om de aarde eene⁺schijnbare beweging van het westen naar het oosten, tussehen de sterren van den zodiak. Die beweging is zoo snel dat zij gedurende een helderen nacht gemakkelijk bemerkt kan worden. Zoo als reeds is opgegeven, maakt zij eene volkomene omwenteling aan den hemel in 27 dagen, 7 uren, 43 minuten, dat is te zeggen, zij behoeft dezen tijd om van eene ster voortgaande tot dezelfde ster terugtekeeren; dit wordt *siderische maand* genoemd. Maar de tijd van nieuwe maan tot nieuwe maan, is iets langer ten gevolge van de voortgaande beweging der aarde op hare baan. Die tijd bedraagt 29 dagen, 12 uren, 44 minuten; dit heet de *synodische maand*.

Laat (Fig. 15) Z de zon voorstellen, A de aarde, B C, een gedeelte van hare baan, M c de baan der maan om de aarde, M hare stand ten tijde van nieuwe maan, die in de lijn ligt welke van de aarde naar de zon getrokken wordt. Indien nu de aarde geene beweging had, zou de maan in hare baan rondloopen en tot den stand M in de siderische maand terug komen; maar terwijl de maan eene omwenteling volbrengt, zal de aarde het 12^{de} gedeelte van hare baan hebben afgehoopen, veronderstel van A tot a. De maan zal dan in n zijn, waar a, n evenwijdig getrokken is aan A M, en zij moet dus nog een gedeelte n m, van hare baan afleggen, vóór zij weder in de lijn a Z komt, die van de aarde, tot de zon getrokken is. Dit meerdere gedeelte, bijna het 12^{de} gedeelte van hare geheele baan maakt dat de tijd van de

synodische omwenteling die der siderische iets meer dan twee dagen overtreft.

Dit wordt duidelijk gemaakt door de betrekkelijke beweging van den uur- en minuutwijzer op een horloge: te 12 uur wijzen zij op hetzelfde punt; maar vóór zij elkander weder ontmoeten, moet de minuutwijzer eenen geheelen omloop en nog iets meer dan het 12^{de} gedeelte van eenen nieuwen omloop volbrengen.

De schijngestalten der maan.

36. De zon verlicht altijd eene helft der maan, maar daar hare verlichte zijde steeds naar de zon gekeerd is, vertoont zij ons verschillende schijngestalten, terwijl zij zich in hare baan voortbeweegt. Sometijds zien wij de geheel verlichte schijf, dan slechts een klein gedeelte er van, op andere tijden volstrekt niets.

Laat (Fig. 16) A de aarde, Z de zon voorstellen en *a. b. c. d. e. f. g. h* de maan in verschillende deelen van hare baan, terwijl zij haar verlicht halfrond altijd naar de zon gekeerd houdt. De kleine eirkels, buiten de lijn die de baan der maan aanduidt, toonen de verschillende gestalten der maan bij die standen aan zoo als zij door een waarnemer op de aarde gezien worden.

Wanneer de maan in *a* is, dus in ééne lijn met de aarde en de zon, is het duistere gedeelte der maan naar de aarde gekeerd. De maan is dan *nieuw*; en op dien tijd is zij in *conjunctie* (schijnbare zamenstand) met de zon.

Bij *b* is reeds een klein gedeelte van haar verlicht halfrond naar de aarde gekeerd, zij schijnt dan *gehoornd*.

Bij *c* is de helft van haar verlicht halfrond naar de aarde gewend, en zij schijnt als *halve maan*. Dit heeft plaats op het einde van haar eerste kwartier.

Bij *d* is ongeveer drie vierde van haar verlicht halfmond voor ons zichtbaar; zij wordt dan *bultig* genoemd.

Bij *e*, als zij de eene helft harer omwenteling heeft afgelegd, zien wij haar verlicht halfmond volkomen, zij wordt dan *volle maan* genoemd. In dezen stand zegt men dat zij in *oppositie* (tegenstand) is met de zon.

Indien het vlak van de baan der maan juist met het vlak van de baan der aarde zamenviel, [†] zou zij voor ons op dat tijdstip onzichtbaar geweest zijn, want dan zou de aarde het licht der zon onderschept hebben, maar zij is bijna altijd òf boven òf onder de lijn die de aarde en de zon verbindt en van daar dat wij doorgaans de geheel verlichte schijf zien.

Dit zal beter begrepen worden wanneer wij de eklipsen beschouwen.

Bij *f* is zij weder bultig, bij *g* halve maan, bij *h* gehoornd en bij *a* geheel onzichtbaar.

Eklipsen of Verduisteringen.

37. Eene verduistering van de zon heet *zons-* en die van de maan *maansverduistering*. Wanneer de maan tusschen de aarde en de zon komt, wordt het licht van deze laatste verhinderd tot ons te komen en er ontstaat eene zonsverduistering: eene maansverduistering heeft plaats wanneer de aarde zich tusschen de maan en de zon bevindt. Vandaar dat de maansverduisteringen alleen kunnen plaats hebben bij volle maan of wanneer zij in oppositie is, en zons-eklipsen bij nieuwe maan, of wanneer zij in conjunctie is, en daarbij moeten tevens de drie lichamen in, of bijna in, eene rechte lijn liggen. Wanneer de baan der maan in hetzelfde vlak als de ecliptica of de baan der aarde lag,

zou de zon bij elke nieuwe, en de maan bij elke volle maan verduisterd worden. Maar dewijl hare baan een weinig hellend is ten opzichte van die der aarde, bevindt zij zich, wanneer zij in oppositie of conjunctie is, bijna altijd boven of beneden de ecliptica. De punten, waar de baan der maan het vlak van de ecliptica snijdt, heeten de *knoopen*: hieruit volgt dat eklipsen alleen kunnen plaats hebben, wanneer de maan in of dicht bij een der knoopen is op het oogenblik dat zij in oppositie of conjunctie komt. In den loop van een jaar kunnen zeven zon- en maan-eklipsen voorvallen, vijf van de zon en twee van de maan of vier van de zon en drie van de maan. Maans- en zonsverduisteringen verschillen in zekere opzichten zeer van elkander: — eene maan-eklips kan te gelijkertijd gezien worden door allen voor wie de maan zichtbaar is, terwijl eene zon-eklips door den een niet, door den ander wel kan worden waargenomen; eene *volkomene* zon-eklips kan nooit langer dan vijf minuten, terwijl eene *volkomene* maan-eklips vier uren kan aanhouden.

Maansverduistering.

38. Wanneer de geheele schijf der maan in de schaduw valt, die de aarde werpt, noemt men de verduistering *totaal*; zij wordt *gedeeltelijk* genoemd wanneer slechts een gedeelte der schijf verduisterd wordt. (Fig. 17. *Totale maansverduistering.*) *Z* stelt voor de zon, *Aa* de aarde, *BC* de baan der maan om de aarde, *Aav* de kegelschaduw door de aarde geworpen, *M* het donkere lichaam der maan, geheel in de schaduw gelegen.

Men heeft steeds opgemerkt dat de rand van de schaduw der aarde op de maanschijf cirkelvormig is, dit

bewijst weder dat de aarde een bol is, want alleen een bol zal altijd eene cirkelvormige schaduw geven. Neem een' oranjeappel en houdt dezen gelijk met de vlam van eene kaars; let nu op de schaduw, die door hem op een blad papier, op verschillende afstanden van den oranjeappel gehouden, geworpen wordt; die schaduw zal altijd rond wezen.

Zonsverduistering.

39. Eene totale zonsverduistering heeft plaats op die deelen van de oppervlakte der aarde, die in de schaduw vallen, welke de maan werpt. (Fig. 18 *Totale zonsverduistering*), *Z* stelt de zon voor, *A a* de Aarde, *B C* de baan der maan, *M* de maan, juist in eene lijn met de zon en de aarde, *c n p o* de schaduw der maan op een klein gedeelte der aarde geworpen bij *p o*. Deze donkere schaduw heet de *umbra*. De zon zal totaal verduisterd schijnen voor hen die binnen *p o* wonen; maar voor hen die zich buiten dat gedeelte bevinden, dat is tusschen *p o* en *A a* zal de zon zichtbaar zijn. Tusschen *p o* en *b r* zal de zon partieel (gedeeltelijk) verduisterd zijn; dat gedeelte der schaduw heet *penumbra*, dat niet zoo donker is als de *umbra*.

Binnen de *umbra* dus heeft eene totale verduistering plaats, terwijl binnen de *penumbra* de zon slechts gedeeltelijk verduisterd wordt.

Ringvormige verduistering.

40. Indien de schaduwkegel der maan de aarde niet bereikt, zal eene *ringvormige verduistering* plaats vinden voor allen die onmiddellijk onder den *top* van de schaduw

der maan zijn: dat is, de maan zal zich vertoonen als eene zwarte vlek omgeven van een lichtring. (Fig. 19. *Ringvormige verduistering*). Hier bereikt de top van den schaduwkegel der maan de aarde niet bij p ; zoodat een waarnemer in p de maan zien zal als eene donkere vlek, die de zonneschijf bijna geheel bedekt.

DE ZON EN DE PLANETEN.

41. De beweging van de aarde en de maan beschreven hebbende, zullen wij nu de zon en de andere lichamen, die het zonnestelsel uitmaken, behandelen. (Zie 9).

42. De planeten zijn donkere lichamen; dat is, zij geven geen licht van zich zelve, maar schijnen alleen door het licht dat zij aan de zon ontleenen. Dit is bewezen door den teleskoop, die zien doet dat zij eene gestalte vertoonen gelijk aan die der maan, en dat hare verlichte zijde altijd naar de zon gekeerd is.

43. De planeten worden verdeeld in binnen- en buitenplaneten; die welke zich bewegen *binnen* de baan der aarde worden *binnenplaneten*, die zich daar buiten bewegen *buitenplaneten* genoemd. Zoo zijn Mercurius en Venus binnenplaneten, en Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus en ook de Asteroiden buitenplaneten. (Zie Fig. 3).

Verklaring van de schijnbare bewegingen en gestalten der planeten.

44. Gezien van de zon, als het groote middelpunt van het zonnestelsel, zouden de planeten zich rondom haar in geregelde orde en voortgang schijnen te bewegen. Maar

het geval is geheel verschillend, wanneer wij hare bewegingen van de aarde, die zich ook om de zon beweegt, gadeslaan: nú schijnen zij eene *progressive* (dat is van het westen naar het oosten voortgaande) beweging te hebben, dán schijnen zij *stationnair* of zonder beweging, en op een anderen tijd weder eene *retrograde* (dat is van het oosten naar het westen teruggaande) beweging te hebben aangenomen.

Somtijds zijn zij in *conjunctie* met de zon en dan gewoonlijk in haar krachtiger licht als verloren; sommige van haar, de buitenplaneten, verschijnen in *oppositie* met de zon, dat is, in het tegenovergestelde punt van den hemel. Om een gemakkelijk denkbeeld van deze bewegingen te vormen, verbeeld u in het midden van een' rijkring geplaatst te zijn, — het paard, terwijl het om u voortstapt, zal in eene geregelde en voortgaande beweging schijnen; verbeeld u daarna buiten den kring geplaatst te zijn, dan zal de beweging zich niet langer als regelmatig voordoen; — nú zal het paard u toeschijnen zich van rechts naar links te bewegen, dán voor een oogenblik of het stilstond en daarna van rechts naar links voortgaande, en op twee punten van zijne loopbaan schijnt het, als het ware, met den man op dezelfde plaats in het midden van den kring. Deze schijnbare bewegingen van het paard geven eene ware voorstelling van de schijnbare bewegingen der twee binnenplaneten, Mercurius en Venus.

(*Oppositie*) tegenstelling en (*conjunctie*) vereeniging der planeten.

45. Dat Mercurius en Venus binnenplaneten zijn, wier banen tusschen de aarde en de zon liggen, is bewezen door dat zij de zonneshijf als eene zwarte vlek voorbijgaan, daarbij

tevens toonende dat zij zich tusschen de zon en ons omwentelen, hetgeen Mars en de andere buitenplaneten nimmer doen.

Bovendien komen Mercurius en Venus nooit in oppositie, terwijl Mars en de andere buitenplaneten zoowel in oppositie als in conjunctie komen.

Laat in Fig. 20 Z de Zon voorstellen, A de Aarde, V eene binnenplaneet en M eene buitenplaneet. Bij *m* en bij *v* schijnen de beide planeten voor den beschouwer op de aarde als vereenigd te zijn, maar bij M en bij V is de buitenplaneet M in oppositie, terwijl de binnenplaneet V in conjunctie is. Bij dezen stand zal het somtijds schijnen alsof eene zwarte vlek voorbij de zonnenschijf heen gaat, en dit wordt de doorgang van Venus of van Mercurius genoemd, naar het geval wil. Terwijl alzoo de buitenplaneten nooit voorbij de zonnenschijf gaan, komen de binnenplaneten nooit in oppositie.

Schijnbare beweging van Venus.

46. Wij zullen nu de oorzaak van de schijnbare bewegingen en verschijningen van de planeten door eene verwijzing naar de planeet Venus verklaren.

Laat in Fig. 21 Z de Zon voorstellen, A de Aarde, *a b c d e f g h* de verschillende standen van Venus in hare baan, *A a b* en *A g f* raaklijnen uit de aarde naar de baan van Venus getrokken. Van *a* tot *b* schijnt de planeet Venus *stationair* (stilstaande), dat is, dat zij zich noch naar het westen noch naar het oosten schijnt te bewegen; in dezen stand heeft zij haren grootsten wester-afstand of *verwijdering* van de zon bereikt. Van *b* tot *f* is hare beweging *direct* (rechtstreeks) dat is, dat zij tusschen de sterren schijnt voort te gaan van het westen naar het oosten. Van *f*

tot *g* is zij weder *stationair* (stilstaande) en van *g* tot *a* is hare beweging *retrograde* (teruggaande), dat is, dat zij zich van het oosten naar het westen schijnt te bewegen, Bij *h*, wanneer zij in eene lijn met de zon en de aarde staat, heeft een *doorgang* plaats. Zoodanig eene schijnbare omwenteling van *a* af rondom de zon makende, is zij eerst stilstaande, dan neemt zij eene voortgaande beweging aan, daarna is zij weder stilstaande en eindelijk heeft zij eene teruggaande beweging.

(Phasen) *schijngestalten van Venus.*

47. Tusschen *h* en *a* (zie Fig. 21) komt ons haar verlicht halfmond als eene wassende maan voor; bij *a* en *b* geeft zij het afbeeldsel van eene halve maan; bij *c* van $\frac{3}{4}$ verlicht, bij *d* van volle maan, en zoo verder. Het is duidelijk, dat, indien Venus met haar eigen licht schijnen kon, zij ons altijd als volmaakt rond zou zijn voorgekomen.

Morgen- en Avond-Ster.

48. Wanneer Venus aan ons ten westen van de zon verschijnt, dat is, van *d* tot *h* (zie Fig. 21), is zij de *avondster*, want dan schijnt zij aan den westelijken hemel bij zonsondergang; integendeel, wanneer zij ten oosten van de zon verschijnt, dat is, van *h* tot *d*, schijnt zij aan den oostelijken hemel vóór zonsopgang en is dan *morgenster*.

Vergelijking in grootte en voorkomen der planeten.

49. De afbeelding in Fig. 22 vertoont de vergelijkende grootte en het voorkomen van de voornaamste planeten van het zonnestelsel.

Jupiter is de grootste van alle planeten; zijn middellijn is ongeveer elf maal de middellijn der aarde; Saturnus, Neptunus en Uranus volgen naar rangorde in grootte,

de Aarde en Venus hebben ongeveer dezelfde grootte; de middellijn van Mars is slechts omstreeks de helft van die der aarde, en Mercurius is omstreeks een derde kleiner dan Mars. De Asteroïden (die in deze figuur niet konden aangegeven worden) zijn zeer kleine lichamen, waarvan de grootste niet meer dan 58 geogr. mijlen diameter heeft. De diameter van de zon is ongeveer 110 maal die van de aarde, en hare geheele massa is veel grooter dan die van al de planeten te zamen. Op de schaal van Afbeeld. Fig. 22 aangegeven, zou zij door een' bol van omstreeks een voet in middellijn moeten voorgesteld worden.

Overzichtstabel van het zonnestelsel.

N A M E N.	Diameter in geogr. Mijlen.	Middelbare afstand van de Zon in geogr.Mijlen.	Tijd van omwentel. om de as.	Jaarlijk- sche om- wenteling om de Zon in dagen.
De Zon . . .	192936		uren. min.	
Mercurius . .	671	8 millioen	604 48	
Venus	1694	15 "	24 6	87,969
De Aarde . .	1720 ¹⁾	21 "	23 21	224,700
Mars	892	32 "	24 0	365,256
Flora	onbekend.	50 "	24 37	686,979
Vesta	58	49 "		1193,249
Asteroïden.	Iris	49 "		1325,147
	Metis	id.		1341,636
	Hebe	id.		1345,850
	Astraea . . .	id.		1379,994
	Juno	id.		1511,095
	Ceres	id.		1594,296
	Pallas	id.		1682,125
	Irene	id.		1686,510
Jupiter . . .	19295	108 "	9 56	4332,584
Saturnus . . .	15507	197 "	10 29	10759,219
Uranus	7466	397 "		30686,820
Neptunus . .	8600	636 "		60126,710

¹⁾ De Aarde als een volmaakte bol beschouwd.

De Zon.

50. Deze verbazend groote bol, bijna anderhalf millioen malen grooter dan de aarde, is de groote bron van licht en warmte voor alle planeten, die in hare banen gehouden worden door de aantrekking welke zij op die bollen uitoefent. De teleskoop doet zien dat zich duistere vlekken op hare oppervlakte bevinden, en ten gevolge van deze waarneming hebben de sterrenkundigen zich overtuigd, dat zij zich in 25 dagen en 4 uren om hare as draait, in dezelfde richting waarin de planeten zich om haar bewegen, dat is, van het westen naar het oosten.

Mercurius.

51. Deze kleine planeet draait om de zon in omstreeks 88 dagen, op een' afstand van ongeveer 8,000,000 mijlen, en om hare as in 24 uren en 5 minuten. De lengte harer dagen zal daardoor iets grooter dan die van onze dagen, en de duur van haar jaar ongeveer een vierde van ons jaar zijn. De schijnbare bewegingen, enz. van deze planeet zijn gelijk aan die van Venus (Zie 46 en 47).

Venus.

52. Deze is de schitterendste en schoonste van al de sterren. Haar afstand van de zon is ongeveer drie vierde van dien der aarde, en daardoor ontvangt zij bijna het dubbel van het licht en de warmte der zon ¹⁾. Zij vol-

1) Het licht en de warmte, dat van een lichtgevend lichaam afkomt, verschilt omgekeerd als de vierkanten van den afstand; dus de afstand van de aarde tot de zon als eenheid nemende, hebben wij, warmte der aarde : warmte van Venus = $(\frac{2}{3})^2$: 1^2 = 9 : 16.

brengt hare omwenteling om de zon in omstreeks 225 dagen en draait in 23 uren en 21 minuten om eene as, die eenen hoek van 15° met het vlak van hare baan maakt. De lengte harer dagen is daardoor bijna dezelfde als van de onze, en de helling harer as toont aan, dat zij gelijke jaargetijden heeft als onze aarde. Zij wordt door een grooten dampkring omgeven, en uit de onregelmatigheden, die men op den rand harer halve schijf ontmoet, maakt men op, dat zij verbazend hooge bergen op hare oppervlakte moet hebben, waarschijnlijk veel hooger dan eenige berg op onze aarde

Mars.

De afstand dezer kleine planeet tot de zon is omstreeks $1\frac{1}{2}$ maal die der aarde tot de zon. Zij heeft bijna twee onzer jaren noodig om rondom de zon te gaan, terwijl de lengte harer dagen ongeveer dezelfde is als bij ons.

De helling harer as op het vlak van hare baan toont aan dat zij jaargetijden heeft gelijk aan die, welke op de aarde plaats hebben. Zij wordt door een' dampkring omringd, en de omtrekken van vastland en zee kunnen met behulp van een teleskoop nauwkeurig nagegaan worden. Men veronderstelt dat de roode vurige kleur van haar licht wordt voortgebracht door de okerachtige tint van haren grond, zooals die, welke door rooden zandsteen wordt veroorzaakt. Heldere witte vlekken, die zonder twijfel veroorzaakt worden door de weêrkaatsing van het zonlicht op de poolsneeuw en het ijs op de planeet, worden rondom de polen waargenomen; ook heeft men opgemerkt dat, wanneer een der polen naar de zon is toegekeerd, de vlekken daar minder worden, hetgeen toe

te schrijven is aan het smelten der sneeuw door de zonnehitte.

De Asteroiden.

54. Deze lichamen bewegen zich om de zon in banen, verschillend hellende met betrekking tot den zonneweg, tusschen de banen van Mars en Jupiter. Zij zijn zoo klein dat men hare middellijnen nog niet juist heeft kunnen bepalen. Eenige van haar hebben uitgebreide dampkringen. Er zijn thans ruim *zeventig* Asteroiden bekend, waarvan er *vier en zestig* ontdekt zijn in de laatste vijftien jaren.

Jupiter.

55. Dit is de grootste der planeten. Zij heeft omstreeks twaalf jaren noodig om hare omwenteling om de zon te volbrengen, en draait in ongeveer 10 uren om hare as. Deze snelle omdraaiing is de oorzaak van hare groote afplatting aan de polen. De schijf van Jupiter is altijd omtrokken gevonden van donkere, gelijklopende banden of gordels met vlekken, zoo als in Fig. 22 wordt aangetoond. Ofschoon deze gordels in breedte en ligging verschillen, loopen zij altijd evenwijdig met de middellijn van de planeet: dit verschijnsel hangt zonder twijfel van haren dampkring af.

Deze prachtige planeet heeft vier manen, die zich gedurig van het westen naar het oosten bewegen, en haar op haren weg om de zon vergezellen. Zoo vormen de wachters van Jupiter een stelsel in het klein, waarvan hunne hoofdster het midden is en dat in alle opzichten gelijk is aan het zonnestelsel, waarvan de planeet zelve slechts een lid uitmaakt.

brengt hare omwenteling om de zon in omstreeks 225 dagen en draait in 23 uren en 21 minuten om eene as, die eenen hoek van 15° met het vlak van hare baan maakt. De lengte harer dagen is daardoor bijna dezelfde als van de onze, en de helling harer as toont aan, dat zij gelijke jaargetijden heeft als onze aarde. Zij wordt door een grooten dampkring omgeven, en uit de onregelmatigheden, die men op den rand harer halve schijf ontmoet, maakt men op, dat zij verbazend hooge bergen op hare oppervlakte moet hebben, waarschijnlijk veel hooger dan eenige berg op onze aarde

Mars.

De afstand dezer kleine planeet tot de zon is omstreeks $1\frac{1}{2}$ maal die der aarde tot de zon. Zij heeft bijna twee onzer jaren noodig om rondom de zon te gaan, terwijl de lengte harer dagen ongeveer dezelfde is als bij ons.

De helling harer as op het vlak van hare baan toont aan dat zij jaargetijden heeft gelijk aan die, welke op de aarde plaats hebben. Zij wordt door een' dampkring omringd, en de omtrekken van vastland en zee kunnen met behulp van een teleskoop nauwkeurig nagegaan worden. Men veronderstelt dat de roode vurige kleur van haar licht wordt voortgebracht door de okerachtige tint van haren grond, zooals die, welke door rooden zandsteen wordt veroorzaakt. Heldere witte vlekken, die zonder twijfel veroorzaakt worden door de weerskaatsing van het zonlicht op de poolsneeuw en het ijs op de planeet, worden rondom de polen waargenomen; ook heeft men opgemerkt dat, wanneer een der polen naar de zon is toegekeerd, de vlekken daar minder worden, hetgeen toe

te schrijven is aan het smelten der sneeuw door de zonnehitte.

De Asteroïden.

54. Deze lichamen bewegen zich om de zon in banen, verschillend hellende met betrekking tot den zonneweg, tusschen de banen van Mars en Jupiter. Zij zijn zoo klein dat men hare middellijnen nog niet juist heeft kunnen bepalen. Eenige van haar hebben uitgebreide dampkringen. Er zijn thans ruim *zeventig* Asteroïden bekend, waarvan er *vier en zestig* ontdekt zijn in de laatste vijftien jaren.

Jupiter.

55. Dit is de grootste der planeten. Zij heeft omstreeks twaalf jaren noodig om hare omwenteling om de zon te volbrengen, en draait in ongeveer 10 uren om hare as. Deze snelle omdraaiing is de oorzaak van hare groote afplatting aan de polen. De schijf van Jupiter is altijd omtrokken gevonden van donkere, gelijklopende banden of gordels met vlekken, zoo als in Fig. 22 wordt aangetoond. Ofschoon deze gordels in breedte en ligging verschillen, loopen zij altijd evenwijdig met de middellijn van de planeet: dit verschijnsel hangt zonder twijfel van haren dampkring af.

Deze prachtige planeet heeft vier manen, die zich gedurig van het westen naar het oosten bewegen, en haar op haren weg om de zon vergezellen. Zoo vormen de wachters van Jupiter een stelsel in het klein, waarvan hunne hoofdster het midden is en dat in alle opzichten gelijk is aan het zonnestelsel, waarvan de planeet zelve slechts een lid uitmaakt.

Snelheid van het licht.

56. De verduisteringen der manen van Jupiter hebben de sterrenkundigen in staat gesteld om de snelheid van het licht te bepalen. Wanneer Jupiter in oppositie is, zijn wij hem meer nabij dan wanneer hij in conjunctie is; door dit verschil in afstand kunnen wij de verduisteringen zijner wachters $16\frac{1}{2}$ minuut vroeger zien in den eenen stand dan in den anderen.

Laat *Z* (zie Fig. 23) de Zon voorstellen, *J* Jupiter, *M* de Maan, die door de groote kegelvormige schaduw van de planeet verduisterd wordt; *A* de stand der aarde wanneer Jupiter geheel of bijna in oppositie is, en *a* de stand der aarde wanneer hij in conjunctie is; alsdan is de afstand tusschen *A* en *a* gelijk of bijna gelijk aan de middellijn van de baan der aarde. Wanneer nu de verduistering uit *A* gezien, $8\frac{1}{4}$ minuut vóór den berekenden tijd, en uit *a* gezien $8\frac{1}{4}$ minuut later dan den berekenden tijd plaats heeft, volgt hieruit dat het licht $16\frac{1}{2}$ minuut noodig heeft om van *A* tot *a* te komen, dat is: *het licht behoeft $16\frac{1}{2}$ minuut om de middellijn van de baan der aarde, een' afstand van 42 mill. geogr. mijlen, te doorloopen.*

Saturnus.

Het jaar van Saturnus heeft $29\frac{1}{2}$ maal de lengte van ons jaar, en de lengte zijner dagen is ongeveer $10\frac{1}{5}$ uur. Zijn afstand van de zon is omstreeks $9\frac{1}{5}$ maal die der aarde. De middellijn van zijnen equator is omstreeks een tiende grooter dan de middellijn zijner polen. Even als de Aarde helt zijne as naar het vlak van zijne baan, en daardoor moet hij jaargetijden hebben. Sa-

turnus heeft 8 wachters, waarvan er zeven reeds gedurende 60 jaren bekend waren, voordat de achtste ontdekt werd. Hij wordt onderscheiden door een dunnen breedten ring, die zijnen equator omgeeft, zooals in Fig. 22 wordt aangetoond. Deze ring door CHRISTIAAN HUYGENS ¹⁾ in 1665 ontdekt, wordt voor ondoorschijnend gehouden, omdat hij eene schaduw op de oppervlakte der planeet werpt; hij wordt door verscheidene tusschenruimten gescheiden, zoodat hij eigenlijk eene rij van ringen vormt, die met de planeet hetzelfde middelpunt hebben; de geheele breedte van den ring is 6,000 mijlen en zijne dikte gaat geen 100 mijlen te boven.

De ruimte tusschen de binnenzijde van den ring en de planeet is 1,000 mijlen. De buiteuste ring draait in omstreeks $10\frac{1}{2}$ uur om. Saturnus heeft donkere gordels even als Jupiter, maar veel breeder en minder sterk geteekend; deze gordels worden zonder twijfel veroorzaakt door eenen dampkring, even als de gordels van Jupiter.

Uranus.

58. Deze planeet volbrengt hare omwenteling om de zon in iets minder dan 84 jaar en haar middelbare afstand van de zon is omstreeks 19 malen die der aarde. De ontdekker van Uranus, w. HERSCHEL ²⁾, meende dat deze

¹⁾ Zoon van den als Ned. dichter bekenden KONSTANTJN HUYGENS en een der grootste navorschers en ontdekkers op het gebied der Wis- en Natuurkundige wetenschappen. In den Haag geb. 1629 en gest. 1695.

²⁾ Te Hannover geb. 1757, stierf in Engeland in 1822. Hij

planeet zes manen had, maar er zijn er slechts twee door andere sterrenkundigen waargenomen. De beweging van deze wachters om hunne hoofdster is van het ^{noord}oosten naar het ^{zuiden}westen, hetgeen eene uitzondering is op de wet, die men bij de wachters van Jupiter, Saturnus en de Aarde heeft opgemerkt.

Neptunus.

59. Neptunus, de meest verwijderde planeet die tot nu toe in het zonnestelsel bekend is, wentelt om de zon in omstreeks 166 jaren, op omstreeks 30 malen den afstand van de aarde tot de zon. Reeds éénen wachter heeft men opgemerkt, draaiende om de planeet op eenen afstand van omstreeks zes harer middellijnen. Deze planeet werd in 1846 ontdekt, en haar bestaan reeds bepaald door berekeningen, gegrond op de wet der zwaartekracht, vóór dat zij door waarneming als planeet was erkend. Dit kan als een van de grootste resultaten der wiskundige wetenschap beschouwd worden.

Kometen!

60. Ongeveer 130 kometen zijn op verschillende tijden ontdekt, maar slechts drie heeft men herkend als te voren gezien. De komeet die in 1835 gezien werd, de komeet van HALLEY genaamd, draait om de zon in omstreeks 76 jaren. De banen der kometen zijn langwerpig rond of ovaal, zoo smal of excentriek, dat de kometen

vervaardigde met behulp zijns broeders een teleskoop van 40 voet lengte en 4½ voet middellijn.

voor het grootste gedeelte van haren loop om de zon voor ons onzichtbaar zijn.

De kometen zijn geene vaste lichamen gelijk de planeten; zij bestaan over het algemeen uit eene massa damp, waarvan het middengedeelte *kern* of *hoofd* genoemd wordt, en dat veel dichter is dan de overige massa. Soms breidt deze damp zich op een grooten afstand uit in den vorm van een *staart*, en dit heeft altijd in eene van de zon afgekeerde richting plaats.

De planeten bewegen zich in elliptische, langwerpige ronde banen.

61. De banen der planeten om de zon zijn langwerpig rond of elliptisch, gewoonlijk zeer weinig van cirkels verschillende, waarvan de zon, zoo als men het noemt, een brandpunt inneemt. Zoo stelt in Fig. 24 A de Aarde voor, A D E hare baan om de zon, Z de Zon in een der brandpunten van de ellips.

KEPLER leidde de elliptische beweging der planeten en ook andere belangrijke zaken ¹⁾ af uit de waarnemingen van zijnen tijdgenoot en vriend TYCHO-BRAHÉ, en NEWTON toonde, door eene wiskunstige analysis, dat deze bijzon-

1) De drie wetten van KEPLER:

- 1°. De dwaalsterren bewegen zich alle in ellipsen om de zon, die zich in een der brandpunten van die ellipsen bevindt.
- 2°. De voerstraal, uit de zon naar de planeet getrokken, beschrijft in gelijke tijden gelijke vlakteruimten (Sectoren).
- 3°. De vierkanten (tweede machten) der omloopstijden van de planeten staan in dezelfde verhouding als de teerlingen (derde machten) van de gemiddelde afstanden.

dere vorm van hare banen een gevolg is van de wetten volgens welke de aantrekkingskracht werkt.

Wanneer de aarde het dichtst bij de zon is, zoo als bij *p*, wordt zij gezegd zich in haar *perihelium*, ¹⁾ en wanneer zij het verst van de zon verwijderd is, zooals bij *a*, wordt zij gezegd in haar *aphelium* ²⁾ te zijn. De beweging der aarde in hare baan is het snelst, wanneer zij het dichtst bij de zon of in haar perihelium, en het langzaamst, wanneer zij het verst van de zon verwijderd of in haar aphelium is. Daardoor komt het, dat de tijd tusschen onze lente- en herfst-nachtevening ongeveer acht dagen langer is dan de tijd tusschen onze herfst- en lente-nachtevening, alsmede dat de zomer in ons noordelijk halfmond een weinig langer is dan de winter. De aarde is in den winter omstreeks 700,000 geogr. mijlen dichter bij de zon dan in den zomer. Is dit het geval, zoo komt de vraag bij ons op, waarom is onze zomer dan zooveel warmer dan onze winter? Wanneer wij in den winter dichter bij de zon zijn dan in den zomer, waarom is het dan in den winter niet warmer in plaats van kouder? Het is waar, dat dit het geval zijn zou, indien er geene andere oorzaken waren, die veel zwaarder wegen dan dit kleine verschil in luchtgesteldheid, uit het verschil van afstand tot de zon voortkomende. Deze oorzaken zijn kortelijk en als ter loops verklaard in art. 29, het zal echter nuttig zijn ze hier in duidelijker vorm voor te dragen.

Zomerhitte.

1) Daar de dagen in onze zomermaanden veel langer

1) *Perihelium*. Gr. *περι* nabij; *ηλιος* de zon.

2) *aphelium*. Gr. *απο*, weg van

zijn dan in onze wintermaanden, moeten wij klaarblijkelijk in den eersten tijd veel meer hitte van de zon ontvangen dan in den laatsten.

2) In onzen zomer rijst de zon veel hooger boven den horizon dan in den winter, en bij gevolg blijft zij niet alleen langer boven den horizon, maar daar hare stralen meer loodrecht nedervallen, treffen zij in grooter getal eenig gegeven gedeelte van de oppervlakte der aarde. Laat AB (Fig. 25) een gedeelte van de oppervlakte der aarde voorstellen, waarop de zonnestralen $ABGE$ loodrecht nedervallen, en laat AC een gelijk gedeelte van de oppervlakte der aarde zijn, waarop de zonnestralen $F E AC$ schuins of zijdelings nedervallen. Daar nu de oppervlakten AB en AC gelijk zijn, zoo is het duidelijk, dat een grooter aantal zonnestralen AB dan AC moet bereiken; de licht- en warmtestralen, die op AB vallen, zijn in de ruimte $ABGF$ ingesloten, terwijl die welke op AC vallen in de ruimte $ACFE$ ingesloten zijn: zoodat de hitte die op het kleine gedeelte AD valt over het deel AC wordt uitgespreid.

Zwaartekracht.

62. Wanneer een lichaam zich in eene gebogen lijn, zooals de baan der aarde om de zon, beweegt, moet het zich onder de werking van twee krachten bevinden, de eene voortstuwende, de andere eene aanhoudend aantrekkende kracht, zooals de zwaartekracht. Wij hebben hiervan een eenvoudig voorbeeld, wanneer een steen schuins van den top van een hoogen toren geworpen wordt: de steen beweegt zich alsdan in eene kromme lijn, *parabool* genaamd, ten gevolge van de aan haar medegedeelde zijdelingsche

beweging en de aantrekking der aarde. Wanneer wij nu de kracht, waardoor zij zijdelings wordt bewogen, vermeerderen, zal het langer duren vóór dat de steen de oppervlakte der aarde bereikt; en inderdaad is het niet moeilijk om zich die kracht zoo groot te denken, dat de steen niet tot de oppervlakte der aarde zal terugkeeren, maar zich rondom de aarde zal blijven bewegen als een kleine wachter, gelijk de maan.

Eerst was aan de aarde en al de andere planeten eene voortsnellende beweging gegeven, en deze zou haar in de oneindige ruimte gevoerd hebben, had de aantrekking der zon haar niet tegen gehouden. Wanneer de aantrekkingskracht der zon ophield, zou de aarde bij A (zie Fig. 24) van hare baan in de raaklijn A K voortvliegen: en omgekeerd, wanneer de beweging van vooruitgang ophield, zou de aarde naar de zon getrokken worden: maar de twee krachten van voortstuwing en aantrekking zijn zoo juist afgemeten, dat de aarde zonder ophouden zich om haar groot middelpunt van aantrekking in eene elliptische baan beweegt, en bij elke omwenteling, ten gevolge van beide krachten, gedurig tot het punt, van waar zij is uitgegaan, terugkeert. De wetten der zwaartekracht ¹⁾, die bewaarheid worden door den loop van de planeten om de zon, worden ook bewaarheid door de beweging der wachters om hante betrekkelijke hoofdsternen.

¹⁾ De wetten volgens welke de zwaartekracht werkt zijn de volgende: 1°. Alle lichamen trekken elkander aan met krachten evenredig aan de massa stof die zij bevatten; 2°. De aantrekkingskracht wordt zooveel maal kleiner als de vierkanten der afstanden grooter worden.

STRAALBREKING OF REFRACTIE VAN DEN DAMPKRING.

63. De dampkring, die onze aarde omringt, is van ongelijke dichtheid, dat is, naar mate wij hooger komen, hij ook ijler wordt. Hij kan derhalve beschouwd worden als bestaande uit eene reeks van lagen, $K G J M$, $G D F J$, $D A C F$ enz. (zie Fig. 26), van afnemende dichtheid. Nu bezit de lucht, even als elke doorschijnende zelfstandigheid, de kracht om de lichtstralen te breken, of die uit hunnen rechten loop te brengen; daardoor worden de lichtstralen, uit eene ster of eenig ander hemellichaam voortkomende, meer en meer naar beneden gebogen, wanneer zij door den dampkring heengaan, en de ster wordt gezien niet in de richting waarin zij waarlijk is, maar in de richting die deze stralen hebben op het oogenblik, dat zij het oog van eenen waarnemer bereiken. Het uitwetsel hiervan is, dat de ster hooger aan den hemel schijnt te staan dan zij waarlijk staat.

Laat in Fig. 26, S eene ster voorstellen buiten de grenzen van den dampkring $K A C M$ en $S B M$ de rechte loop van eenen lichtstraal van de ster komende. De straal $S B$, de laag dampkring $A C F D$ doorschietende, wordt naar beneden in de richting $B E$ gebogen. Wanneer nu de naaste laag $D F J G$ dezelfde dichtheid had als $A C D F$, zou de straal in de rechte lijn $B E$ voortgaan; maar daar de eerste dichter is dan de tweede, wordt de straal in de richting $E H$ gebogen, en zoo voort door iedere volgende laag.

totdat de straal het oog van den waarnemer bereikt. Daar nu de lichtstraal naar beneden voortgaat, en de luchtlaagen steeds dichter worden, maakt dit dat de straal, in zijnen loop meer en meer gebogen, den vorm van eene kromme lijn aanneemt, die meer hol gebogen wordt, naarmate zij meer de aarde nadert, zoo als in Fig. 27 wordt aangetoond; waar M het lichtgevend voorwerp, $M a$ de rechte richting der lichtstralen is, die, den dampkring bij a ontmoetende, door de straalbreking tot de kromme lijn $A a$ gebogen worden.

$A M$ is de richting die de gebroken straal heeft wanneer zij zich bij A aan het oog van den waarnemer ver- toont, en $A m$ de richting waarin men de ster zien zal: de straalbreking van den dampkring maakt dus, dat de hemellichamen schijnbaar hooger boven den horizon gezien worden dan zij werkelijk zijn. Het lichaam M kan zich inderdaad beneden den horizon bevinden en toch voor den waarnemer bij A zichtbaar zijn. De straalbreking van den dampkring verhoogt den schijnbaren stand der hemellichamen het meest, wanneer zij dicht bij den horizon zijn, terwijl zij bij het toppunt in het geheel geene uitwerking op hunnen stand heeft

Ovale vorm van de Zon en de Maan dicht bij den horizon.

64. Dit opmerkelijk verschijnsel wordt veroorzaakt door de straalbreking van den dampkring. De bovenste helft der zonne- of maanschijf, naar dat het geval zijn moge, minder dan de benedenste helft door de straalbreking verlengd zijnde, is oorzaak dat de loodrechte middellijn van de schijf kleiner wordt, terwijl de horizontale middellijn

onveranderd blijft; hierdoor schijnt ons de schijf een ovalen vorm te hebben.

HET SCHEMERLICHT.

65. Het schemerlicht is dat licht waarin wij ons ongeveer anderhalf uur vóór dat de zon zich boven den horizon vertoont, en ongeveer evenveel tijd nadat zij is ondergegaan, verheugen. Dit weldadig verschijnsel wordt veroorzaakt door de terugkaatsing van het zonlicht door de hogere streken van den dampkring. Eenigen tijd vóór dat wij een rechtstreekschen doorgang van het licht der zon hebben, verlichten hare stralen de hogere gedeelten van den dampkring, en alsdan brengt dit verlichte gedeelte het licht naar ons over. Laat (Fig. 28) $G A E$ de aarde voorstellen, $G K C D E$ een gedeelte van haren dampkring, A de plaats van een waarnemer op aarde, $A R$ zijnen horizon, en Z de zon aanmerkelijk beneden den horizon, en bij gevolg onzichtbaar voor den waarnemer in A . Nu zal het gedeelte van den dampkring, voorgesteld door $C B E D$, door de zon verlicht worden, terwijl $A C K G$ bij vergelijking in het duister is, en het verlichte gedeelte $C B D$ zal voor een waarnemer in A zichtbaar zijn; het licht, dat van daar nederdaalt, zal *schemerlicht* veroorzaken. De duur van het schemerlicht verandert met de geogr. breedte en het jaargetijde. Bij den equator is de duur van het schemerlicht altijd kort, terwijl het aan de polen bijna vier

maanden duurt. Het schemerlicht begint en eindigt als de zon ongeveer achttien graden beneden den horizon is.

DE GETIDEN.

66. Het afwisselend vloeiden en ebben der zee, *getijden* genaamd, wordt veroorzaakt door de aantrekking van de zon en de maan op het water van den oceaan, maar voornamelijk door de aantrekking der maan; want daar deze dichter bij de aarde is dan de zon, zoo is hare aantrekkende kracht op het water cok veel grooter, dan die der zon. In een weinig minder dan zes uren zwelt de zee in sommige plaatsen op en stroomt de havens en riviermonden binnen. Dit wordt de *vloedtijd* genoemd. Aan het einde van dezen tijd heeft de oceaan hare grootste hoogte bereikt, dit heet *hoog water*. Daarna begint het water te *ebben* of te vallen, waarmede het een weinig langer dan zes uren voortgaat, totdat het zijn laagsten stand bereikt, hetgeen *laag water* wordt genoemd. De wateren van den oceaan zwellen en vallen dus, bij afwisseling dag aan dag, in een weinig meer dan zes uren, zoodat er tweemaal in elke 24 uren en 50 minuten hoog water komt, en dit is juist de tijd die de maan noodig heeft om van den meridiaan eener plaats afgaande, weder in denzelfden meridiaan terug te komen. Wanneer de maan stil stond, zou de ruimte tusschen hoog water op den eenen dag en hoog water op den volgenden dag, juist 24 uren zijn, want hetzelfde gedeelte van de aarde zou in dien tijd tot den meridiaan der maan terugkeeren; maar

terwijl de aarde om hare as ronddraait, gaat de maan 13° in hare baan voort, waardoor de aarde 50 minuten meer noodig heeft om dezelfde plaats tegenover — of op denzelfden meridiaan met — de maan te brengen.

67. Nu wij de oorzaak der getijden verklaren, zullen wij eerst van de aantrekking der maan alleen spreken. Wanneer de aarde een volkomen bol ware, met water bedekt, en er geene uitwendige aantrekking op werd uitgeoefend, dan zou het water zich eenparig over de oppervlakte uitstrekken en een bekleedsel evenals de schil van een oranjeappel vormen; maar wanneer de aarde onder den invloed van een aantrekkend lichaam, zooals de maan, gebracht wordt, blijft deze eenparigheid in de verdeling van het water niet langer bestaan. Laat (Fig. 29) *A* de Aarde voorstellen met water omgeven, *M* de Maan en *Z* de Zon; daar nu de aantrekking van de maan het grootst is op de voorwerpen, die het dichtst bij haar liggen, zal het water bij *a*, dat juist onder haar ligt, meer door haar worden aangetrokken dat het water dat verder ligt; daardoor is het duidelijk, dat het water bij *a*, onder de maan opgetrokken, of als het ware, opgehoopt wordt; nu moeten, daar de aarde om hare as draait, verschillende gedeelten van hare oppervlakte onder de maan komen, en deze gedeelten zullen achtereenvolgend hoog water hebben. Maar om dezelfde reden zal er ook hoog water zijn bij *c*, aan de tegenovergestelde zijde der aarde, want het water bij *c* moet minder door de maan aangetrokken worden dan het water bij *b* of *d*, of eenig gedeelte tusschen *c* en *b*; waaruit volgt dat het water zich moet ophoopen bij *c*. Bij *b* en *d* moet het laag water zijn. Men zal nu gemakkelijk zien, waarom wij twee-

maal hoog- en tweemaal laag water hebben in den loop van elke 24 uren 50 minuten ¹).

68. Wij hebben tot nu toe alleen de aantrekking der maan als oorzaak der getijden beschouwd; maar dit is niet volkomen waar, want de aantrekking der zon werkt ook veel op de hoogte der getijden.

De hoogste getijden hebben plaats bij nieuwe en bij volle maan; want in deze beide gevallen vereenigen zich de aantrekkende krachten van de zon en van de maan om het water te doen rijzen; deze getijden heeten *springvloed*. In tegendeel hebben de laagste getijden plaats wanneer de maan in het begin van haar tweede of vierde kwartier, dat is, wanneer zij halve maan is; want dan werken de aantrekkende krachten van zon en maan alleen om elkanders invloed te verminderen; dit wordt *laag water* genoemd.

Fig. 29 stelt den *springvloed* bij nieuwe maan voor. Hier werken de aantrekkende krachten van zon en maan te zamen om het water van den oceaen bij *a* en *c* te doen rijzen.

Fig. 30 stelt het *springgetij* bij volle maan voor; waar Z de Zon, M de Maan als vol, en A de Aarde voorstellen. Hier strekken de aantrekkende krachten van zon en

1) Men moet nog opmerken, dat het getij voor eene plaats niet op het hoogst is, wanneer deze juist onder de maan is, maar ongeveer 2 uren later; want daar de geheele werking van de aantrekking der maan op het water niet oogenblikkelijk plaats heeft, zal er geen hoog water zijn, vóór dat de maan voorbij de meridiaan is; op dezelfde wijze is de dag het warmst een weinig tijds na den middag, en is ook de maand Julij altijd warmer dan de maand Junij.

maan om het water bij *b* en *d* weg te trekken en te doen oploopen bij *a* en *c*.

Fig. 31 stelt *laag water* bij eerste of laatste kwartier voor; waar **M** de Maan, of bij het begin van haar eerste, of bij het begin van haar laatste kwartier voorstelt. Hier strekt de aantrekkingskracht der zon om het vloeien van het water bij *b* en *d* te verminderen, en dus zijn de getijden op dezen tijd geringer dan op eenigen anderen tijd.

DE VASTE STERREN.

Aantal der vaste sterren.

69. Het aantal vaste sterren gaat alle berekening te boven. Door een krachtig teleskoop gezien schijnt de *melkweg* uit groote groepen van sterrenbeelden te bestaan. Dr. **HERSCHEL** telde 600 sterren op eenmaal binnen het bereik van zijn teleskoop, en hij berekende, dat in een klein gedeelte van den melkweg het aantal sterren een vierde van een millioen te boven ging. Maar indien de krachten onzer telescopen nog meer vergroot waren, zouden er geene grenzen zijn aan het aantal sterren, die wij bespeuren konden.

Afstand der vaste sterren.

70. Het is bewezen, dat de naaste der vaste sterren op zulk eenen verbazenden afstand van ons is, dat haar licht met eene snelheid van ongeveer 2,520,000 duitsche

(geographische) mijlen in eene minuut voortgaande, op zijn minst twaalf jaren noodig heeft, om tot ons te komen. De waarheid hiervan kan op de navolgende wijze opgehelderd worden.

Zie naar twee boomen, die op eenen kleinen afstand van u verwijderd zijn, en beschouw den schijnbaren afstand tusschen hen; verander daarna uwen stand, door naar den linker- of rechter kant te wandelen, en merk op dat de schijnbaren afstand tusschen de boomen aanmerkelijk veranderd is: inderdaad kunt ge komen in eene richting, waarin de twee boomen slechts één zullen schijnen, of beter gezegd, in dezelfde rechte lijn staan. Hieruit kunnen wij opmaken, dat, wanneer voorwerpen dicht bij ons zijn, hunne schijnbare afstanden van elkander aanmerkelijk gewijzigd worden door de verandering van onzen stand.

Nogmaals, op dezelfde wijze voortgaande, en naar twee voorwerpen ziende, die meer van u verwijderd zijn, zult gij bemerken, dat de verandering van uwen stand bijna geenen invloed op den schijnbaren afstand der voorwerpen uitoefent. Hieruit besluiten wij, dat, wanneer voorwerpen zeer ver van ons verwijderd zijn, hun schijnbare afstand van elkander weinig verandering door onzen stand ondergaat. Nu ondergaat de aarde in hare omwenteling om de zon, eene verandering van stand, zoo groot als de middellijn van hare baan, of bijna 42 mill. geogr. mijlen. Daardoor is de aarde op den eenen tijd 42 millioenen mijlen nader bij zekere vaste sterren dan op eenen anderen, en niettegenstaande deze verbazende verandering van stand is er nauwelijks enig verschil in den schijnbaren afstand van de sterren tot elkander te bespeuren.

Hoe verbazend groot moet dus hun afstand van ons zijn? ¹⁾

De sterren hebben beweging.

71. De sterren hebben eene beweging door de ruimte: zoo heeft men, bij voorbeeld, bevonden dat eene kleine ster in het sterrenbeeld van de *Zwaan*, zich jaarlijks 5 seconden (5'') aan den hemelboog verplaatst. Nu is, volgens den franschen sterrekundige ARAGO, de afstand van deze ster tot ons 100,000 malen grooter dan de afstand van de aarde tot de zon, zoodat deze ster om zich jaarlijks 5" te verplaatsen, werkelijk vele millioenen mijlen in dien tijd afleggen moet. Het is daarom dat wij slechts in eene betrekkelijke opvatting zeggen kunnen, dat de sterren op hare plaats blijven: in eene volstrekte opvatting blijft in het heelal waarschijnlijk niets op dezelfde plaats, maar beweegt zich alles.

Dubbelsterren. — De zwaartekracht strekt zich ook tot de sterren uit.

72. Zekere sterren, die zich als enkele sterren aan het

1) De schijnbare beweging, die de sterren hebben tengevolge van de beweging der aarde in hare baan, wordt de jaarlijksche *parallaxis* genoemd. Van slechts weinige sterren is zij volkomen juist bepaald. De grootste parallaxis heeft men waargenomen bij de helderste ster van *Centaurus*, een sterrenbeeld, dat alleen in het zuidelijke halfrond zichtbaar is. Uit deze waarneming heeft men afgeleid, dat die ster ruim tweehonderdduizendmaal verder van ons verwijderd is dan de aarde van de zon.

bloote oog vertoonen, worden bevonden dubbel of driedig te zijn, wanneer zij door een goed teleskoop gezien worden. Sterren van deze soort zijn zeer talrijk: van 120,000 sterren door den sterrekundige STRUVE onderzocht, werd eene op elke veertig bevonden eene veelvoudige ster te zijn, dat is, eene groep van twee, drie of wel vier sterren. Inderdaad is het waarschijnlijk, dat, indien onze telescopen krachtig genoeg waren, wij al de sterren, die zich als enkele aan ons bloote oog vertoonen, als wezenlijke groepen van sterren zouden waarnemen.

73. In deze dubbele sterren wordt er altijd eene, veel schitterender dan de overige, opgemerkt. Deze schitterende ster is in iedere groep de middagzon, waarom de andere sterren draaien, op dezelfde wijze als de planeten in ons stelsel om de zon draaien. Deze dubbele sterren zijn dus wereldstelsels gelijk aan ons zonnestelsel, daarbij bewijzende, dat de wet der zwaartekracht, die de planeten bezielt en beteugelt, ook in de verwijderste streken van ons hemelruim bestaat. Hoe schoon is het, dus de eenheid van het ontwerp in de samenstelling op te merken: de aantrekkingswet, die veroorzaakt dat een steen op den grond valt, — die den bolvorm aan de massa der aarde geeft, en die de planeten in hare beweging om de zon geleidt, — diezelfde wet verbindt de sterren aan elkander in elke groep van veelvuldige sterren; en het is niet onwaarschijnlijk, dat al deze werelden en wereldstelsels, die de onmetelijken ruimte bevolken, slechts gedeelten van een groot, één geheel uitmakend stelsel zijn, die door de werking van de zwaartekracht aan elkander en ook aan eene uitgestrekte middenmassa, in de ongepeilde diepte van het heelal, verbonden zijn.

„Die zelfde wet die eene traan vormt
 En haar van hare bron doet wegvallen,
 Die zelfde wet geeft aan de aarde den bolvorm,
 En geleidt de planeten in haren loop.”

VERDEELING VAN DEN TIJD. — DE ALMANAK.

74. De beweging der zon en der maan zijn in alle eeuwen als maatstaf voor den tijd aangenomen. De dagelijksche beweging van de zon is de maat voor onze dagen; hare omwenteling in de zonnebaan (ecliptica) bepaalt de lengte van ons jaar, en de periodieke terugkomst der nieuwe maan is de grondslag voor onze verdeling van den tijd in maanden.

Zonnedag en sterredag.

75. De *zonnedag* is 24 uren lang; het is het gemiddelde der ruimten tusschen den middag van den eenen en den middag van den volgenden dag.

De tijd, die de aarde noodig heeft om zich om hare as te bewegen, is altijd dezelfde, te weten: 23 uren, 56 minuten, 5 seconden. Dit wordt de *sterredag* genoemd, want dit is de tijd, die elke meridiaan op de aarde noodig heeft om van eene vaste ster naar dezelfde ster terug te draaien.

De *zonnedag* is bijna vier minuten langer dan de *sterredag*. Dit wordt door de beweging van de zon in den zonneweg veroorzaakt, want terwijl de aarde om hare as draait, gaat de zon onder de sterren voort, en daardoor

moet de aarde meer dan eene geheele omwenteling voltooien om denzelfden meridiaan onder haar te brengen.

Tijdvereffening.

76. Door verschillene oorzaken ¹⁾, die nu niet behoeven verklaard te worden, gaat de zon niet steeds in gelijken gang onder de sterren voort: daardoor is de ruimte tusschen twee op elkander volgende dagen niet altijd dezelfde.

Een uurwerk, dat dus den waren tijd aangeeft, zal niet altijd overeenkomen met den tijd door de zon aangegeven. Zoo zal, bij voorbeeld, indien het twaalf uur is op een horologe, dat den waren tijd aangeeft, wanneer de zon juist in den meridiaan is, het horologe den volgende dag, wanneer de zon weder in den meridiaan is, niet juist meer op twaalf uur staan: de tijd door het horologe aangegeven zal een weinig vroeger of later dan twaalf uur zijn, naar het jaargetijde.

Dit verschil van tijd tusschen het uurwerk en de zon wordt *tijdvereffening* genoemd. Sterrekundige almanakken bevatten het bedrag van dit verschil voor iederen dag van het jaar, zoodat wij altijd zeggen kunnen hoeveel

1) De ongelijkheid van de schijnbare beweging der zon ontstaat door de volgende oorzaken: ten eerste door de helling van den zonneweg, of schijnbare baan der zon, op het vlak van den equator, en ten tweede door den elliptischen vorm van de baan der aarde, hetgeen aanleiding geeft, dat de aarde zich sneller beweegt wanneer zij in het *perihelium*, of het punt het digst. bij de zon, en langzamer wanneer zij in het *aphelium*, of het punt het verst van de zon verwijderd, zich bevindt.

vroeger of later dan twaalf uur de zon in den meridiaan komen zal op eenigen gegeven dag.

Zonnejaar. — Juliaansche tijdrekening.

77. Even als de terugkeer van de zon tot denzelfden meridiaan de lengte van den dag aangeeft, zoo geeft ook de terugkeer van de zon tot dezelfde nachtevening (21 Maart of 23 Sept.) de lengte van het jaar aan.

Het zonnejaar bevat 365 dagen, 5 uren, 48 minuten, of 365 dagen en bijna 6 uren. Maar daar het gewone of burgerlijke jaar slechts uit 365 dagen bestaat, en het zonnejaar ongeveer een vierde van een dag langer is dan het gewone jaar, zou daardoor, indien het jaar altijd uit 365 dagen bestond, eene vergissing van eenen dag in den loop van vier jaar begaan worden. JULIUS CESAR, de groote Romeinsche veldheer, heeft, om deze misrekening te herstellen, vastgesteld, dat elk vierde jaar uit 366 dagen zou bestaan (welk jaar *schrikkeljaar* wordt genoemd,) en dat de bijgevoegde dag aan de maand Februari zou worden toegevoegd, die daardoor in een schrikkeljaar uit 29 dagen bestaat. Deze wijze van rekenen wordt de *Juliaansche Tijdrekening* genoemd.

Gregoriaansche Tijdrekening.

78. Indien nu het zonnejaar uit juist 365 dagen, 6 uren bestaan had, zou er geene verdere verbetering noodig zijn; maar dit is ongeveer elf minuten te veel, en dus gaf de Juliaansche tijdrekening eene fout van 44 minuten in 4 jaren, of ongeveer eenen geheelen dag in 130 jaren. Deze fout werd in den loop van eeuwen aanmerkelijk. Zoo kwam in het jaar 1577 de lente-nachtevening

op den 11den Maart in plaats van op den 21sten. Paus GREGORIUS verbeterde in het jaar 1582 de tijdrekening op de volgende wijze: de 6de October werd de 15de genoemd, om de fout die sedert JULIUS CESAR begaan was te herstellen; en om het weder begaan der fout te voorkomen, kwam men overeen, dat ieder vierde jaar een schrikkeljaar zijn zou, even als in de Juliaansche tijdrekening, doch dat ieder honderdste jaar, drie eeuwen achtereen, een gewoon jaar en het vierde honderdste jaar weder een schrikkeljaar zijn zou. Zoo zijn de jaren 1700, 1800, 1900 gewone jaren, maar 2000 een schrikkeljaar. Door deze wijze van rekenen zal de misrekening in 4000 geen dag bedragen. Dit wordt de *Gregoriaansche Tijdrekening* genoemd.

De Juliaansche tijdrekening wordt *oude stijl* en de Gregoriaansche *nieuwe stijl* genoemd. De Gregoriaansche tijdrekening werd op eenmaal in alle Roomsche-Catholieke landen aangenomen: in Engeland niet vóór het jaar 1752. De Russen en andere leden der Grieksche kerk zijn bij den ouden stijl of de Juliaansche tijdrekening gebleven.

OEFENINGEN.

De vragen hier en elders in het boek opgegeven, zijn niet bloot bestemd tot eene ontleding van al het voorgaande, maar om door eene, de herinnering levend makende redenering, den leerling tot nadenken op te wekken en zelfs in enkele gevallen om de medegedeelde kennis uit te breiden.

De sterren.

Vraag. Hoe heet het punt rechtstreeks boven ons hoofd?

Antw. Zenith of toppunt.

V. Wat verstaat men door horizon?

A. Die lijn rondom ons waar de aarde en de lucht elkander schijnen aan te raken.

V. Welke vorm schijnt de horizon te hebben?

A. Eene ronde vorm, die ons gezicht aan alle zijden begrenst.

V. Welk punt ligt rechtstreeks onder onze voeten?

A. Het nadir of voetpunt.

V. Wat zal ons zenith zijn voor iemand, die tegenover ons aan de andere zijde der aarde woont?

A. Het zal nadir wezen.

V. Wanneer men eene globe (een appel bij voorbeeld) in twee gelijke deelen verdeelt, hoe heet elk dier deelen?

A. Hemisfeer of halffrond.

V. Waarnaar gelijkt den hemel?

A. Naar een uitgebreid koepeldak of hol halfroond.

V. Waarom zien wij de sterren niet gedurende den dag?

A. Omdat het krachtige licht der zon dat der sterren overtreft.

De onderwijzer kan voortgaan soortgelijke vragen te doen, mits zorg dragende den vorm te veranderen om te zien of de leerling het onderwerp volkomen meester is.

Hoofdstreken.

V. In welk deel van den hemel komt de zon op?

A. Zij komt op in het oosten en gaat onder in het westen.

V. Op den middag schijnt de zon juist op den voor-gevel van mijn huis: — zeg mij nu, in welke richting de voorgevel gelegen is?

A. Hij moet gelegen zijn nagenoeg in eene richting van het oosten naar het westen.

V. Welke richting moet in dit geval elke zijmuur van dat huis hebben?

A. Elke zijmuur zal eene richting hebben van het zuiden naar het noorden.

V. Als eene lijn noord en zuid en eene andere west en oost daarover getrokken is, hoe liggen dan deze lijnen met betrekking tot elkander?

A. Zij snijden elkander onder rechte hoeken, dat is: W. O. is rechthoekig op N. Z.: of met andere woorden: W. O. is loodrecht op N. Z.

V. Beschrijf de hoofdstreken op eene kaart?

A. De bovenkant is het noorden, de benedenkant het zuiden, aan de rechterhand is het oosten en aan de linker het westen.

V. Wat zal de richting van uwe schaduw zijn wanneer gij des namiddags naar huis gaat, veronderstellende dat de zon schijnt?

A. Van het westen naar het oosten.

En zoo vervolgens.

Dagelijksche beweging der hemellichamen. Grootte der sterren.

V. Wat verstaat men door de dagelijksche beweging der hemellichamen?

A. De dagelijksche omwenteling der hemellichamen om de poolster.

V. In welke richting heeft deze schijnbare beweging plaats?

A. Van het oosten naar het westen.

V. Waarom?

A. Omdat de sterren in het oosten schijnen op te komen en in het westen onder te gaan.

V. Wat verstaat gij door een lichaam dat eene schijnbare beweging heeft?

A. Wanneer een lichaam zich aan ons vertoont als of het zich bewoog, zonder zulks te doen, kunnen wij zeggen dat zijne beweging alleen schijnbaar is.

V. Welke sterren worden sterren van de eerste grootte genoemd?

A. De grootste en schitterendste.

V. Welke sterren behooren tot die van de zesde grootte?

A. Die, welke men nog even met het bloote oog zien kan.

Vaste sterren en planeten. — Sterrenbeelden. — Teekens van den dierenriem of zodiak.

V. Wat zijn vaste sterren?

A. Die sterren, welke haren onderlingen afstand niet veranderen.

V. Hoe worden die sterren genoemd, die niet altijd op dezelfde plaats blijven?

A. Planeten of dwaalsporen.

V. Welke sterren flikkeren het meest?

A. De vaste sterren.

V. Hoe zien er de planeten uit wanneer zij door een goed teleskoop gezien worden?

A. Als kleine lichtgevende schijven.

V. Wat is een sterrenbeeld?

A. Een sterrenbeeld is eene groep sterren.

V. Wat wordt bedoeld door de twee aanwijzers in den Wagen of Grooten Beer?

A. Die twee sterren achter in den veronderstelden wagen, die bijna naar de Poolster gericht zijn.

V. Wat is een Hemelglobe?

A. Een bol, die den hemel voorstelt en waarop de verschillende sterren en sterrenbeelden aangeteekend zijn.

V. Hoe wordt de hoogste ster van de aanwijzers genoemd?

A. Zij wordt *Dubhe* genoemd.

V. Door welk gedeelte van den hemel schijnen zich de planeten te bewegen?

A. Door eenen gordel of band van sterren, twaalf sterrenbeelden vormende, de teekens van den dierenriem of zodiak genoemd.

V. Wat is de ecliptica of zonnweg aan den hemel?

A. De schijnbare jaarlijksche baan der zon; zij wordt door de sterrenbeelden van den dierenriem aangegeven.

V. Waarom dragen deze sterrenbeelden den naam van dierenriem? Kwat gij de teekens van den dierenriem noemen?

Algemeene gronden der sterrekunde.

V. De voorwerpen schijnen ons toe steeds kleiner te worden, naarmate zij zich verder van ons verwijderen. Geef hier eene eenvoudige verklaring van. Beschrijf het voorkomen van een' luchtbol wanneer hij opgaat.

A. Wanneer de bol zich in de lucht verheft, schijnt hij ons toe hoe langer hoe kleiner te worden, totdat hij zich zoover verwijderd, dat hij ons niet veel grooter dan een knikker voorkomt.

V. Om dus de ware grootte van een lichaam te kennen, moeten wij niet alleen zijne schijnbare grootte beschouwen, maar ook zijnen afstand van ons kennen. Laten er twee boomen van dezelfde hoogte zijn, en laat ons veronderstellen dat een er van op dubbelen afstand van den anderen van ons verwijderd is, welke zou dan hunne schijnbare grootte zijn?

A. De verste boom zou ons ongeveer half zoo groot als de digst bij zijnde toeschijnen.

V. Wat is de maan?

A. Een groote bol, niet veel kleiner dan de aarde.

V. Waarom vertoont zij zich zoo klein aan ons?

A. Omdat zij vele duizende mijlen van ons verwijderd is.

V. Wanneer een luchtbol 16 mijlen van ons verwijderd was, hoe groot zou hij ons toeschijnen?

A. Dan zou ik zeggen, dat ik hem in het geheel niet kon zien, met andere woorden, hij zou onzichtbaar voor mij zijn.

V. Wanneer een lichaam zich schijnt te bewegen, kan dit twee oorzaken hebben, welke zijn die?

A. Vooreerst kan de schijnbare beweging veroorzaakt worden door dat het lichaam werkelijk zich in de rich-

ting beweegt, waarin wij dat veronderstellen; en ten tweede kan dit veroorzaakt worden, door dat wij eene beweging aannemen tegenovergesteld aan die, waarin het lichaam ons toeschijnt zich te bewegen.

V. Wat weet gij te zeggen ten opzichte van het voorkomen van voorwerpen, terwijl gij u met eenen spoorwagen voortbeweegt?

De hemel schijnt in elke 24 uren rond te draaien. hoe kan dit verklaard worden?

Welken vorm heeft de aarde?

In hoeveel tijd draait zij om hare as?

Waartoe geeft deze beweging der aarde aanleiding?

V. Geef mij een eenvoudig voorbeeld van een lichaam dat om eene as draait of wentelt?

A. Een draaiende tol.

V. Waar is de as in dit geval?

A. Het is de lijn waarom de tol schijnt te draaien.

V. De aarde beweegt zich om de zon in den loop van een jaar. Welke uitwerking heeft dit op het voorkomen der zon?

A. Het geeft aanleiding tot de schijnbare beweging der zon in den zonnegeweg.

V. Wat zijn de planeten?

Waar draaien zij om?

Wat is de zon voor haar?

Vanwaar verkrijgen zij haar licht en hare warmte?

Hoe wordt de baan van eene planeet om de zon genoemd?

Zonnestelsel.

V. Geef mij een eenvoudig voorbeeld van een lichaam dat om een ander draait?

A. Een paard, dat om eenen man in eenen kring rondloopt.

V. Waaruit bestaat het zonnestelsel?

In welke richting draaien de hoofdplaneten om de zon?

In welk vlak liggen ongeveer de banen der planeten?

In welke richting draaien zij om hare assen?

Noem de planeten in hare orde van afstand tot de zon?

Wat is eene maan of wachter?

Hoevele planeten zijn er tot heden in het zonnestelsel bekend?

Hoe vele wachters zijn er?

Geef het aantal wachters op die in het bijzonder om de verschillende planeten draaien.

Wanneer ik dezen oranjeappel om de kaars beweeg, wat zal dit in het ruwe voorstellen?

A. Wij kunnen de kaars als de zon en den oranjeappel als eene planeet beschouwen, die zich om de zon in hare baan beweegt.

V. Veronderstel dat, terwijl ik nu den oranjeappel om de kaars blijf bewegen, ik deze noot om den oranjeappel beweeg, zoodat de noot ongeveer 12 omdraaiingen om den oranjeappel maakt, terwijl deze slechts eens om de kaars draait, wat zal dit in het ruwe voorstellen?

A. De beweging van de aarde om de zon, en terzelfder tijd de beweging van de maan om de aarde.

V. Wat zijn kometen?

Wie gaf het eerst een duidelijk begrip aangaande het zonnestelsel?

Wie was ARISTARCHUS, wie PYTHAGORAS en wie COPERNICUS?

Wie deed het stelsel, dat PYTHAGORAS eens had leeren kennen, het eerst herleven?

De aarde en hare beweging. — Gedaante en grootte der aarde.

V. Wie zeilde het eerst om de aarde?

A. **MAGELAAN.**

V. Wie deed daartoe de eerste poging?

A. **COLUMBUS.**

V. Wanneer de aarde eene onbegrensde platte oppervlakte had, wat zou er uit volgen voor een vaartuig, dat van eene plaats gedurig in dezelfde richting voortzeilde?

A. Het zou zich steeds meer en meer van die plaats verwijderen.

V. Maar schepen zeilen nimmer in eene rechte richting van eenige plaats voort: hoe kan men dan zeggen dat zij altijd in dezelfde richting varen?

A. Schepen wijken soms te rechter- of te linkerzijde van hunnen rechten koers af, evenwel volgen zij eene zekere algemeene richting. Juist op dezelfde wijze kan men zeggen, dat eene kleine vlieg zich rondom deze globe ¹⁾ beweegt, ofschoon het diertje nu eens dezen en dan dien koers' neemt.

V. Waarom zien wij de kiel niet, wanneer een schip op eenigen afstand van ons vaart?

A. Omdat het ronde gedeelte van de oppervlakte der aarde tusschen ons en de kiel komt.

V. Wanneer de kiel van een schip uit het gezicht ver-

1) Bij het geven dezer lessen moet de onderwijzer voorzien zijn van een' kleinen witten bol met eene spil er door, om de as der aarde voor te stellen, en met sterke zwarte lijnen er op, die de cirkels op eene aardglobe aangeven.

dwenen is, wat moet men doen om die weder in het gezicht te krijgen?

A. Naar den top van een' hoogen heuvel of toren gaan.

V. Welken vorm heeft de aarde?

A. Zij heeft den vorm van eenen bal of bol.

V. Een jongen zeide dat de aarde rond is. Nu is het bovengedeelte van mijn hoed rond, -- heeft de aarde dan den vorm van mijnen hoed?

A. Zeker niet, de aarde is in *elke richting rond*, maar uw hoed is slechts in ééne richting.

V. Welken vorm *schijnt* nu mijn hoed te hebben?

A. Eene soort van langwerpigen vorm.

V. Hoe weet gij dat de aarde in elke richting rond is?

A. Omdat, waar wij ook zijn, wij altijd bevinden dat de horizon eenen ronden vorm heeft: om dit verschijnsel te vertoonen moet de aarde overal rond zijn.

V. Wat denkt gij dat de zeelieden doen, wanneer zij een verwijderd schip willen waarnemen?

A. Zij klimmen dan naar den top van den mast.

V. Waarom?

A. Dan kunnen zij verder over den oceaan zien.

V. (*Met den vinger over de globe schuivende*) Waarover heeft mijn vinger zich bewogen?

A. Over het oppervlak van den bol.

V. Hoe wordt eene lijn genoemd, die van een punt van het oppervlak *door* het middelpunt der aarde naar een tegenovergesteld punt van het oppervlak gaat?

A. De middellijn of diameter der aarde.

V. Wanneer de lijn alleen *tot* het middelpunt ging, hoe zou zijn dan genoemd worden?

A. Straal of radius.

V. Welk gedeelte van de middellijn is de straal?

A. De helft.

V. Nu is in dezen bol ieder punt op de oppervlakte op gelijken afstand van het middelpunt. Wat hebt gij nu ten opzichte van de stralen eener bol te zeggen?

A. Dat zij allen aan elkander gelijk zijn.

V. Hoeveel malen is de groote cirkel van eenen bol grooter dan de middellijn?

A. Iets meer dan drie maal.

V. Indien eene lijn, van Amsterdam naar Parijs strekkende, 60 mijlen lang is, hoe dikwijls moet dan deze lijn genomen worden, om rondom de aarde te gaan?

A. Ongeveer 90 malen; want 5,400 door 60 gedeeld, geeft 90.

V. Hoeveel tijd zal iemand noodig hebben om de aarde om te wandelen, verondersteld dat hij elken dag 9 geogr. mijlen of 12 uren voortgaat?

A. Ongeveer 600 dagen, of bijna 20 maanden, omdat het aantal mijlen dat per dag gereisd wordt = 9 geogr. mijlen is.

Aantal dagen om rond de aarde te reizen = $\frac{5400}{9} = 600$.

Dagelijksche beweging der aarde. — Lijnen op den aardbol.

V. Welk gedeelte van de oppervlakte der aarde wordt op eens door de zon verlicht?

A. De helft.

V. Waardoor wordt elk gedeelte van de oppervlakte der aarde aan het licht en de warmte van de zon blootgesteld?

A. Door de dagelijksche wenteling om hare as.

V. (*Eene bol ronddraaiende*) Waar is nu de as in

dezen omdraaienden bol? Is er eene *ware* as of slechts eene *denkbeeldige* as?

A. De as is alleen denkbeeldig, het is de lijn waarom de bol schijnt rond te draaien.

V. Wat hebt gij nu van de as der aarde te zeggen?

A. Dat zij de lijn is waarom de aarde schijnbaar draait.

V. Wat zijn de polen der aarde?

A. De twee punten waar de denkbeeldige as de oppervlakte der aarde ontmoet.

V. Op welk punt staat nu mijn vinger?

A. Op de noordpool.

V. (*Den equator met zijn aanwijsstokje natrekkende*).
Hoe wordt deze lijn genoemd, en hoe is zij geplaatst ten opzichte van de polen?

A. Zij heet Equator en is even ver van elke pool verwijderd.

V. Hoe verdeelt de equator den aardbol?

A. In twee gelijke deelen. Het eene deel wordt noordelijk, het andere zuidelijk halfrond genoemd.

V. Op welk halfrond is nu mijne hand geplaatst?

A. Op het noordelijke.

V. Is er nog eene andere wijze waarop de verandering van dag en nacht zou kunnen worden voortgebracht?

A. Ja; wanneer de zon in den loop van eenen dag om de aarde kon draaien.

V. Wanneer eene arme vrouw een stuk schapenvleesch zou willen braden, wat zou zij dan doen om elk deel gelijkelijk geroost te krijgen?

A. Zij zou het schapenvleesch aan een eind touw binden en het dan vóór het vuur laten omdraaien.

V. Is er nog eene andere wijze waarop hetzelfde doel zou kunnen bereikt worden? denk eens.

A. Men zou het vuur om het vleesch kunnen laten draaien.

V. Maar welke van deze wijzen is de redelijkste en dus de beste?

A. Zeker de eerste, omdat het veel minder moeilijk is, het vleesch voor het vuur rond te draaien, dan een werktuig te maken dat het vuur om het vleesch ronddraait.

V. Wat zoudt ge zeggen wanneer iemand voorstelde het laatste te doen?

A. Dat, ofschoon hij eenig vernuft toonde, hij toch een dwaas zou zijn.

Even dwaas is het te veronderstellen, dat de zon om de aarde draait. Het zou toch tegennatuurlijk voor ons zijn te veronderstellen, dat de Almachtige God, die bron van alle wijsheid en goedheid, eenige van zijne plannen zou uitvoeren door middelen, die zelfs Zijne schepselen voor minder doelmatig zouden moeten verklaren.

Breedte en lengte.

V. (*Met het aanwijsstokje om de globe gaande*). Over hoeveel graden heb ik mijn stokje bewogen?

A. Over 360° .

V. (*Zijn stokje van de pool tot den equator bewegende*). Over hoeveel graden heb ik nu mijn stokje bewogen?

A. Over 90° of een kwadrant.

V. Waarom?

A. Omdat dit het vierdedeel van den geheelen omtrek is, en het vierdedeel van 360° is 90° .

V. Nu gij weet, dat de omtrek van de geheele aarde 5,400 geogr. mijlen is, moet gij mij de lengte van 1° zeggen?

A. 15 geogr. mijlen, omdat de lengte van den geheelen omtrek of $360^\circ = 5,400$ mijlen zijnde, de lengte van

een graad het 360ste gedeelte van 5,400 mijlen en dus 15 mijlen zijn zal.

V. (*Zijn stokje over eenea meridiaan bewegende*). Hoe noemt men deze lijn?

A. Meridiaan.

V. (*Zijn stokje over den equator, tusschen den eersten meridiaan en den meridiaan die door eene plaats gaat, bewegende*). Hoe noemt men dezen afstand?

A. De lengte van de plaats waarover de meridiaan heengaat.

V. (*Zijn stokje op eene plaats van Noord-Amerika zettende*). Welke soort van lengte zal deze plaats hebben?

A. Wester lengte.

V. (*Zijn stokje op een parallel van breedte plaatsende*). Hoe wordt deze lijn genoemd?

A. Parallel van breedte.

V. Waarom wordt zij parallel (evenwijdige lijn) van breedte genoemd?

A. Omdat zij parallel met, of evenwijdig aan den equator getrokken is.

V. (*Het stokje op eene plaats in het zuidelijk halfrond zettende*). Welke soort van breedte zal deze plaats hebben?

A. Zuider breedte.

V. Hier is een meridiaan die door deze plaats gaat. Indien nu deze afstand (*met het stokje den afstand tusschen de plaats en den equator trekkende*) 35° is, wat is dan de breedte der plaats?

A. 35° .

V. Op welke lijn wordt dus de breedte van eene plaats gemeten?

A. Op den meridiaan die door de plaats gaat.

V. Hoevele zaken moeten gegeven zijn om de ligging van eene plaats op aarde te bepalen?

A. Twee: hare lengte en hare breedte.

V. Is eene parallel van breedte een groote of een kleine cirkel? enz.

V. Wat beteekent *eerste* meridiaan?

Vraagstukken over Lengte.

V. Wanneer het middag te Greenwich is, hoe laat zal het dan zijn op de plaats die 45° wester lengte heeft.

A. Negen uren des morgens.

V. Wanneer het middag te Greenwich is, hoe laat zal het dan op eene plaats zijn die 60° ooster lengte heeft?

A. Vier uren in den namiddag.

V. Wanneer het bij ons middag is, hoe laat zal het dan op al de plaatsen van onzen tegenovergestelden meridiaan zijn?

A. Middernacht.

V. In hoeveel tijd zal de aarde 1° omdraaien?

A. In vier minuten, omdat, om rond te gaan zij noodig heeft:

$$360^{\circ} = 24 \text{ uren.}$$

$$\text{dus } 1^{\circ} = \frac{24 \times 60}{360} \text{ min.} = 4 \text{ min.}$$

V. Wanneer het te Greenwich middag is, hoe laat zal het dan op eene plaats zijn, die 40° ooster lengte heeft?

A. In het voorgaande antwoord is aangetoond, dat plaatsen die een verschil van 1° lengte hebben, een verschil van tijd van 4 minuten hebben; dus zal een verschil van 40° lengte, een verschil in tijd gelijk aan veertig maal vier minuten of twee uren veertig minuten hebben. Maar

daar de plaats oosterlengte heeft, zal het daar vroeger middag zijn, en bij gevolg zal het, wanneer het bij ons middag is, op die plaats twee uren en veertig minuten na den middag zijn.

V. De kapitein van een schip bevindt, dat de wijzer van zijn uurwerk, dat naar den tijd van Greenwich geregeld is, op vier uren namiddag staat, wanneer de zon in den meridiaan van de plaats der waarneming is, welke is dan de lengte waarop het schip zich bevindt?

A. 60° wester lengte.

V. Wanneer de wijzer van het uurwerk, in het voorgaande voorbeeld op zeven uren vóór den middag staat; wat zal dan de lengte zijn?

A. 75° ooster lengte.

De Keerkringen en de Zonneweg. — De Luchtstreken.

V. (*Het stokje langs den kreeftskeerkring bewegende*).
Hoe wordt deze lijn genoemd?

A. De kreeftskeerkring.

V. Wanneer schijnt de zon loodrecht op deze lijn?

A. Op het midden van den zomer, den 21sten Junij.

V. (*Het stokje langs den noordpool-cirkel bewegende*).

Hoe wordt deze lijn genoemd?

A. De noordpoolcirkel.

V. Waarnaar is de plaatsing dezer lijn op de aarde geregeld?

A. Naar het feit dat op onzen langsten dag het zonnelicht zich $23\frac{1}{2}^{\circ}$ over de noordpool uitstrekt.

V. (*Het stokje langs den steenbokskeerkring bewegende*).
Hoe wordt deze lijn genoemd? En waarom daar geplaatst?

A. De steenbokskeerkring. De zon schijnt daar loodrecht op onzen kortsten dag of 21 December.

V. (*De verzengde luchtstreek aanwijzende*). Welke luchtstreek is dit?

A. De verzengde luchtstreek.

V. Door welke lijnen wordt zij begrensd?

A. Door den kreefts- en den steenbokskeerkring.

V. (*De noorder gematigde luchtstreek aanwijzende*). Welke luchtstreek is dit en waardoor wordt zij begrensd?

A. Het is de noorder gematigde luchtstreek, en zij wordt door den kreeftskeerkring en noordpoolcirkel begrensd.

V. Hoeveel luchtstreken zijn er, en hoe worden zij genoemd?

A. Er zijn vijf luchtstreken: de verzengde, twee gematigde en twee koude.

Jaarlijksche beweging der aarde.— Oorzaak der Jaargetijden.

V. (*De globe om de kaars bewegende, enz.*) Hoe vele bewegingen heeft deze globe?

A. Twee: eene om zijne as, en eene andere om de kaars, die wij veronderstellen dat de zon voorstelt.

V. Hoe worden deze twee bewegingen der aarde genoemd?

A. De eene de dagelijksche, de andere de jaarlijksche.

V. Welke is de baan van dezen bol?

A. Die lijn of baan waarop zij zich om de kaars beweegt.

V. (*De bol in den stand van Fig. 14 brengende*). Wanneer nu de aarde in dezen stand is, welk jaargetijde hebben wij dan?

A. Zomer, omdat de zon nu haar licht meer over het noordelijke dan over het zuidelijke halfmond werpt.

V. (*Een stokje van de kaars naar de kreeftskeerkring richtende*). Op welk punt der aarde zou nu de zon loodrecht schijnen?

A. Op een punt in den kreeftskeerkring.

V. Hoe ver zal zich het licht aan elke zijde van dit punt uitstrekken?

A. Het zal zich 90° over de aarde aan elke zijde uitstrekken, omdat het licht der zon zich over de helft der aarde op eens uitstrekt.

V. Hoe ver zal zich in dezen tijd het licht over de noordpool uitstrekken?

A. Zoo veel als de kreeftskeerkring van den equator verwijderd is, dat is $23\frac{1}{2}^\circ$.

V. (*Een stokje bewegende zonder zijnen stand te veranderen*, zie Pl. III Fig. 32.) Wat hebt gij ten opzichte van den stand van dit stokje te zeggen?

A. Dat, ofschoon het in eenen cirkel bewogen wordt, het evenwijdig aan zich zelve blijft.

V. Op dezelfde wijze zou men kunnen zeggen, dat de as der aarde evenwijdig aan zich zelve blijft, terwijl zij om de zon draait. Wat verstaat gij door de evenwijdigheid van de as der aarde?

A. Dat zij altijd in denzelfden stand blijft, of altijd dezelfde richting behoudt.

V. (*De globe om de kaars bewegende, met de as in loodrechte richting.*) Waarom veroorzaakt deze stand der as geene jaargetijden?

A. Omdat de zon dan altijd loodrecht op den equator schijnen zou, en de beide halfronden dezelfde hoeveelheid licht en warmte genieten zouden.

V. Welke zaken zijn er noodig om de jaargetijden te veroorzaken?

Het overige gedeelte van het werkje kan op dezelfde wijze ontleed worden.

OVER HET GEBRUIK DER GLOBEN.

DE AARDGLOBE.

Bepalingen en verklaringen.

1. Eene globe of een bol is een rond lichaam, waarvan de oppervlakte overal even ver van een zeker punt binnen in, het middelpunt genoemd, verwijderd is.

Een vlak dat door het *middelpunt* van eenen bol gaat (Fig. 33), verdeelt dezen in twee gelijke deelen, *halfronden* genaamd: en de doorsnede vormt eenen *grooten cirkel* van den bol. Het is duidelijk dat al de groote cirkels op denzelfden bol aan elkander gelijk zijn.

Wanneer de bol door een vlak doorsneden wordt, dat niet door het middelpunt gaat (Fig. 34), wordt hij in twee ongelijke deelen verdeeld, en de doorsnede vormt eenen *kleinen cirkel* van den bol. De grootte van deze cirkels hangt af van den afstand waarop de doorsnede van het middelpunt verwijderd is.

Wanneer een cirkelvormige hoepel wordt rondgedraaid om zijne middellijn, zal hij de oppervlakte van een bol beschrijven of afteekenen. Twee groote cirkels op eenen bol verdeelen elkander in twee gelijke deelen. Deze cirkels kruisen elkander even als twee gelijke hoepels; zoo kruisen de hoepels **E Q** (in Fig. 35) en **C D** elkander bij

de punten A en B, en maken ABC, ADB, AEB en AQB, elk gelijk aan halve cirkels. De pool van eenen grooten cirkel op eenen bol is overal 90 graden van den omtrek verwijderd.

2. Al de cirkels op de globe worden verordersteld in 360 gelijke deelen, graden genoemd, verdeeld te zijn, zooals in Fig. 36. Door middel van deze graden wordt de grootte der hoeken gemeten; zoo bevat, bij voorbeeld de hoek ACK, die door de twee lijnen AC en CK gevormd wordt, 40 graden.

3. De aardglobe dient om de aarde voor te stellen. Op de oppervlakte van deze globe zijn de omstreken van land en water, volgens hunne betrekkelijke grootte en ligging, afgeteekend, alsmede de verschillende punten en lijnen, die uitgedacht zijn om de juiste ligging van eene plaats op de aarde te bepalen.

4. De *as der aarde* is eene denkbeeldige lijn, die door het middelpunt gaat, en om welke de aarde draait. Deze lijn wordt op de kunstglobe voorgesteld door de metalen spil die door de noord- en zuidpool gaat.

5. De *polen der aarde* zijn de twee uiteinden der as. De eene pool wordt de *noord-*, de andere de *zuidpool* genoemd.

6. De *equator* is een groote cirkel, die om de aarde op gelijken afstand van de polen loopt. Hij verdeelt de aarde in een *noordelijk* en een *zuidelijk halfmond*.

De *evennachtslijn* is de equator aan den hemel overgebracht of uitgestrekt. Wanneer de zon zich in de evennachtslijn ver-
toont, zijn dagen en nachten over de geheele aarde gelijk.

7. *Meridianen* of *lengtelijnen* zijn halve cirkels die tusschen de polen getrokken worden. Deze lijnen snijden de twee polen onder rechte hoeken.

De meridiaan, die over Greenwich gaat, wordt bijna algemeen *eerste meridiaan* genoemd.

8. De *koperen meridiaan* is de geelkoperen cirkel, binnen welke de globe om twee assen, de polen der aarde voorstellende, draait. De eene helft van den meridiaan of de middaglijn is *van den equator tot de polen* in graden verdeeld; dat wil zeggen, dat het punt op den equator met 0 en het punt op de polen met 90 is geteekend. Dit stelt ons in staat de breedte eener plaats te vinden. De andere helft van den koperen meridiaan begint met 0 aan de polen en eindigt met 90 aan den equator; dit stelt ons in staat de pool tot de breedte der plaats te verheffen.

9. De *lengte eener plaats* is de afstand van den meridiaan die door die plaats gaat tot den *eersten* meridiaan in graden op den equator gerekend. De lengte is of ooster of wester, naar dat de plaats ten oosten of ten westen van den eersten meridiaan ligt. De rand van den *koperen* meridiaan wordt gewoonlijk gebruikt om een' meridiaan door eene gegevene plaats te trekken.

10. *Breedte-parallel*en zijn kleine cirkels, die op evenwijdigen afstand van den equator getrokken zijn.

De *poolsafstand* eener plaats is haar afstand tot eene der beide polen.

11. De *breedte eener plaats* is haar noorder of zuider afstand van den equator, in graden op den koperen meridiaan gerekend.

12. De *keerkringen* zijn twee kleine cirkels, evenwijdig met den equator getrokken en daarvan op eene afstand van $23\frac{1}{2}^{\circ}$ verwijderd. De keerkring in het noordelijk half-rond wordt *kreefts-keerkring* en die in het zuidelijk half-rond *steenboks-keerkring* genoemd.

13. De *poolcirkels* zijn twee kleine cirkeis, evenwijdig met den equator getrokken en op $23\frac{1}{2}$ graad van de polen verwijderd. Die in het noorden wordt *noord-poolcirkel*, die in het zuiden *zuid-poolcirkel* genoemd.

14. De *luchtstreken of zonen*. De aarde wordt door de keerkringen en poolcirkels in vijf deelen, *luchtstreken of zonen* genoemd, verdeeld. Het gedeelte, dat tusschen de kreefts- en steenboks-keerkringen ligt, wordt *verzengde luchtstreek*, dat, tusschen den kreefts-keerkring en noord-poolcirkel: *noorder gematigde luchtstreek*, tusschen den steenboks-keerkring en den zuid-poolcirkel, *zuider gematigde luchtstreek*, tusschen den noord-poolcirkel en de noord-pool, de *noorder koude luchtstreek* en tusschen den zuid-poolcirkel en de zuidpool, de *zuider koude luchtstreek* genoemd.

15. De *Ecliptica* of *zonnweg* is eene groote cirkel, die den schijnbaren weg voorstelt, welke de zon gedurende een jaar aflegt. Hij gaat door de kreefts- en steenboks-keerkringen en helt naar den equator onder een hoek van $23\frac{1}{2}$ graad. De twee punten, waar hij den equator of de evenachtslijn snijdt, worden *evenachtspunten* genoemd.

16. *Teekens van den Zodiak of dierenriem*. De zonnweg is in 12 gelijke deelen verdeeld, de teekens van den dierenriem genoemd; daardoor bevat elk gedeelte 30 graden. Er zijn zes noorder- en zes zuidertekens. De zon verschijnt in de eerste gedurende onze lente- en zomermaanden, en in de laatste gedurende onze herfst- en wintermaanden. De dagen waarop de zon in de verschillende teekens komt, zijn als volgt:

*Noorderteekeus van den Dierenriem.***Lenteteekens.**

- v *Aries*, de Ram, 21 Maart.
- ♉ *Taurus*, de Stier, 19 April.
- ♊ *Gemeni*, de Tweelingen, 20 Mei.

Zomerteekeus.

- ♋ *Cancer*, de Kreeft, 21 Juni.
- ♌ *Leo*, de Leeuw, 22 Juli.
- ♍ *Virgo*, de Maagd, 22 Augustus.

*Zuiderteekeus van den Dierenriem.***Herfstteekens.**

- ♎ *Libra*, de Weegschaal, 23 September.
- ♏ *Scorpio*, de Schorpioen, 23 October.
- ♐ *Sagittarius*, de Schutter, 22 November.

Winterteekeus.

- ♑ *Capricornus*, de Steenbok, 21 December.
- ♒ *Aquarius*, de Waterman, 20 Januari.
- ♓ *Pisces*, de Visschen, 19 Februari.

17. De *evenachtspunten* (dat zijn de twee punten waar de equator den zonnenweg snijdt) liggen in *Aries* en *Libra*. Het eerste punt wordt de *lente-nachtevening*, het laatste punt de *herfst-nachtevening* genoemd. Wanneer de zon in een dezer twee punten is, zijn de dagen en nachten over de geheele wereld even lang.

18. De *zonnestilstanden* liggen in *Cancer* en *Capricornus*

Wanneer de zon in of bij deze laatste punten is, kan men nauwelijks eenige verandering in de lengte der dagen bemerken. Wanneer de zon in dat punt van den Kreeft komt, is het de langste dag voor de bewoners van het noordelijk halfrond, en de kortste dag voor de bewoners van het zuidelijk halfrond. In tegendeel, wanneer de zon in dat punt van den Steenbok komt, is het de kortste dag voor de bewoners van het noordelijk-, en de langste dag voor de bewoners van het zuidelijk halfrond.

19. De *coluren* ¹⁾ zijn twee groote cirkels, die door de polen gaan; de eerste, over de evenachtpunten gaande, wordt *coluur der nachteveningen* genoemd, en de andere, over de zonnestanden getrokken, heet *coluur der zonnestanden*.

De voornaamste lijnen op de globe, die nu beschreven zijn, vindt men afgebeeld in Fig. 37. NZ stelt de as van de aarde voor, N de noordpool, Z de zuidpool, EQ den equator, ENQ het noorder halfrond, EZQ het zuider halfrond, NAZ eenen meridiaan, LT eenen breedtecirkel, LN de poolsafstand van L , cv den kreeftskeerkring, gp den steenboks-keerkring, de den noord-poolcirkel, fg den zuid-poolcirkel. Het deel van het oppervlak der aarde tusschen cv en gp is de verzengde, tusschen cv en de de noorder gemagtigde, tusschen de en de noordpool de noorder koude, tusschen gp en fg de zuider gematigde, en tusschen fg en de zuidpool, de zuider koude luchtstreek; cp is de zonneweg, C een der evenachtpunten, c en p zijn de zonnestanden: de groote cirkel NCZ , die om de aarde gaat, is de coluur der nachteveningen, en $NcZv$ de coluur der zonnestanden.

1) Gr. *κόλονρος* gekortstaart.

20. Het *toppunt* (zenith) is dat punt aan den hemel, dat juist boven ons hoofd ligt.

21. Het *voetpunt* (nadir) dat punt aan den hemel, dat juist onder onze voeten ligt.

22. *Tegenvoetlers* zijn zij, die op tegenovergestelde zijden van de aarde wonen en daardoor met de voeten naar elkander gekeerd zijn. Hunne breedten, lengten, dagen en nachten, jaargetijden, zijn allen tegenovergesteld aan elkander.

23. De *gezichtseinder* (horizon) is tweederlei, de schijnbare en de ware.

De *schijnbare* horizon is die cirkel, waardoor de aarde voor ons gezicht begrenst wordt.

De *ware* horizon is een groote cirkel aan den hemel, die overal 90 graden van het zenith verwijderd is. De sterren komen op en gaan onder naar mate zij zich klimmende of dalende tot dien cirkel vertoonen.

24. De *hoogte* (altitudo) van eenig lichaam aan den hemel, is zijn afstand van den horizon. Wanneer het lichaam in den meridiaan is, zoo als de zon op den middag, dan wordt zij *meridiaanhoogte* genoemd.

25. De *zenithsafstand* van een hemellichaam is zijn afstand van het zenith.

26. *Het hoogte-kwadrant* is een dunne buigbare koperen kwartcirkel van beneden naar boven van 0 tot 60 graden, en van boven naar beneden van 0 tot 18 graden verdeeld. Het kan aan den koperen meridiaan geschroefd worden. De eerste verdeling dient om den afstand te vinden tusschen plaatsen op de aarde, de hoogte van hemellichamen enz., en de tweede om den duur der schemering enz. te bepalen.

27. *Azimuth-¹⁾ of vertikaalcirkels*, zijn groote cirkels die door de zenith- en nadirpunten gaan en den horizon onder rechte hoeken snijden. De hoogte der hemellichamen wordt op deze cirkels gemeten. Dit geschiedt door het hoogte-kwadrant op het zenith van de waarnemingsplaats te schroeven en het koperen kwadrant strookje zoolang te verschuiven, tot zijn in graden verdeelden rand door het lichaam gaat.

28. Het *azimuth* van eenig hemellichaam is een boog van den horizon, gelegen tusschen een vertikaalcirkel, die door het lichaam gaat, en de noord- of zuidpunten van den horizon.

29. De *amplitudo* van eenig hemellichaam is de afstand, van het oosten wanneer het opkomt of van het westen wanneer het ondergaat.

30. De *hoofdpunten* zijn de oost-, west-, noord- en zuidpunten van den horizon.

31. Het *zeekompas* bestaat uit een bordpapieren vlak, den horizon voorstellende en in twee en dertig gelijke deelen, de punten van het kompas genoemd, verdeeld, voorzien van eene magnetische naald, die altijd een harer polen naar het noorden keert. Door middel van dit onwaardeerbaar werktuig richten de zeelieden den koers hunner schepen, en kunnen werktuigkundigen en reizigers op elk oogenblik de hoofdpunten van den horizon bepalen.

De naald wijst niet juist het noorden en zuiden aan. Tegenwoordig wijst in onze streek de naald ongeveer 24 graden ten westen van het noorden. Bij het bepalen van eenen meridiaan moet men dus dit verschil in rekening brengen. Het kompas wordt geplaatst onder de globe om haar behoorlijk noord en zuid te kunnen stellen.

1) Arab. *as-sunūt* de paden, wegen.

32. *De houten horizon*, die rondom de globe gaat, stelt den waren horizon voor. Hij wordt gewoonlijk in zeven gelijkmiddelpuntige cirkels verdeeld: de *eerste* dient om de *amplitudo*, de tweede om het *azimuth* der hemellichamen te vinden, de *derde* bevat de twee en dertig punten van het *kompas*, de *vierde* de twaalf teekens van den *dierenriem* met de graden van ieder teeken, de *vijfde* de dagen der maand, overeenkomende met elken graad van de plaats der zon in den zonnweg, zooals die in den vierden cirkel is aangewezen, de *zesde* de tijd-vereffening, dat is het verschil van tijd tusschen klok en zonnwijzer, de *zevende* de twaalf maanden van den almanak.

33. *De uurcirkel* is een platte koperen ring, onder den koperen meridiaan op de as of pool van de globe draaiende. Hij is in 24 gelijke deelen, de uren voorstellende, verdeeld en wordt gebruikt om het verschil van tijd tusschen eenige gegevene plaatsen, de lengte van den dag enz. te vinden.

34. *De declinatie* van de zon is haar afstand, ten noorden of ten zuiden van de evenachtslijn. Bij de nachteveningen heeft de zon geene declinatie: bij den kreeftskeerkring heeft zij hare grootste noorder- en bij den steenboks-keerkring hare grootste zuider declinatie bereikt.

35. *De rechte klimming* van de zon, is de afstand van den meridiaan, die door den stand der zon in den zonnweg gaat, tot de nachtevening in Aries, in graden oostwaarts op den equator of de evenachtslijn gerekend.

36. Eene *rechte sphaer* is die stand van de aarde, waarbij de polen in den horizon zijn, en de equator door het zenith en nadir gaat. Voor hen, die op den equator wonen, heeft de bol dezen stand.

37. Eene *parallele spher* is die stand der aarde, waarbij de polen in het zenith en nadir zijn, en de equator met den horizon zamen valt. Wanneer er menschen aan de polen woonden, zou voor hen de bol dezen stand hebben.

38. Eene *schuinsche spher* is die stand der aarde, waarbij de equator den horizon schuins snijdt. Voor alle bewoners der aarde (behalve die, welke aan den equator en de polen wonen), heeft de bol dezen stand.

VRAAGSTUKKEN OVER DEN AARDGLOBE.

VRAAGSTUK I. De breedte en lengte van eene gegevene plaats te vinden.

REGEL. Breng de gegevene plaats aan den oostelijken rand van den koperen meridiaan; de graad die juist boven de plaats is, is de breedte, en de graad op den equator door den koperen meridiaan gesneden, is de lengte.

De breedte eener plaats kan noorder of zuider, de lengte ooster of wester zijn.

Voorbeelden.

1. Welke is de breedte en lengte van Parijs?
- Men vraagt de breedten en lengten der volgende plaatsen:
2. Rome; 3. de Zuidkaap, Spitsbergen; 4. Maltha; 5. Kaap Hoorn; 6. De Azoren.
 7. Welke is de breedte en de lengte van de Noordpool?
 8. Welke is de grootste breedte die eene plaats hebben kan?

9. Welke is de grootste lengte die eene plaats hebben kan?

10. Welk gedeelte der aarde heeft geene breedte?

VRAAGSTUK II. De plaats op de globe te vinden waarvan de breedte en lengte gegeven zijn.

REGEL. Zoek de gegebene lengte op den equator, en breng die aan den koperen meridiaan, zoek daarna de gegebene breedte op den koperen meridiaan: en de plaats die er juist onder is, zal de gevraagde zijn.

Voorbeelden.

11. Welke plaats heeft 20° noorder breedte en 76° wester lengte?

Welke plaatsen hebben ongeveer de volgende breedten en lengten?

12. 54° N. B. en $18^{\circ} 30'$ O. L.

13. 30° N. B. en 31° O. L.

14. 21° Z. B. en $55^{\circ} 30'$ O. L.

15. 29° N. B. en 18° W. L.

16. 34° Z. B. en 18° O. L.

VRAAGSTUK. III. Al de plaatsen te vinden die dezelfde breedte hebben als eene gegebene plaats.

REGEL. Breng de gegebene plaats onder den koperen meridiaan en zoek hare breedte; draai de globe langzaam rond en al de plaatsen, die onder de waargenomen breedte doorgaan, zullen de gevraagde zijn.

Al de plaatsen op dezelfde breedte hebben dezelfde jaargetijden en dezelfde lengte van dag en nacht: maar, door verschillende natuurlijke oorzaken (zooals de betrekkelijke verdeling van land en water) zullen zij niet dezelfde luchtgesteldheid hebben.

Voorbeelden.

17. Welke plaatsen hebben bijna dezelfde breedte als Konstantinopel?

Welke plaatsen hebben bijna dezelfde breedte als de volgende:

18 Londen; 19 Alexandrie; 20 Rome?

21. Welke plaatsen hebben bijna dezelfde lengte van dagen als Maltha?

VRAAGSTUK IV. Al de plaatsen te vinden die dezelfde lengte hebben als eene gegevene plaats.

REGEL. Breng de gegevene plaats onder den koperen meridiaan; al de plaatsen onder den rand van den koperen meridiaan, van pool tot pool, hebben dezelfde lengte.

De menschen, op alle plaatsen, welke dezelfde lengte hebben, hebben hunnen middag en al de uren van den dag gelijk.

Voorbeelden.

22. Welke plaatsen hebben bijna dezelfde lengte als Madera?

23. Welke bewoners der aarde hebben ongeveer denzelfden tijd als de bewoners van de Kaap de Goede Hoop?

24. Welke plaatsen hebben bijna dezelfde lengte als Gibraltar?

VRAAGSTUK V. Den afstand tusschen twee plaatsen te vinden.

REGEL. Leg den rand van het hoogte-kwadrant over de twee plaatsen, zoodat het punt 0 over eene daarvan kome, dan zal het cijfer tegenover de andere plaats, het aantal graden aanwijzen, die zij van elkander verwijderd zijn.

Vermenigvuldig het aantal graden met 15, en het product zal den afstand in D. geogr. mijlen geven.

Of; meet den afstand tusschen de twee plaatsen met eenen draad, leg dien afstaad op den equator, en deze zal aanwijzen hoeveel graden de afstand bevat.

Voorbeelden.

25. Hoe groot is de afstand tusschen Londen en Madera?

Welke is de afstand tusschen de volgende plaatsen:

26. Londen en Konstantinopel?

27. De Kaap Verdische eilanden en de Kaap de Goede Hoop?

28. Londen en Petersburg?

29. Welke is de afstand van Land's End tot Jamaïca?

30. Veronderstel dat een schip moet zeilen van Liverpool naar Madras, met den volgenden koers: van Liverpool naar de Kaap Verdische eilanden, dan naar St. Helena, dan naar de Kaap, dan naar Mauritius, dan naar Ceilon en dan naar Madras: hoeveel mijlen heeft het op die wijze te reizen?

VRAAGSTUK VI. Het uur van den dag op eene plaats gegeven zijnde, den tijd eener andere plaats te vinden.

REGEL. Breng de plaats waarvan de tijd gegeven is aan den koperen meridiaan, zet den uurwijzer op het gegeven uur, draai de globe tot dat de gezochte plaats aan den koperen meridiaan komt en de wijzer zal den gevraagden tijd aangeven.

Of door berekening, aldus: zoek het verschil van lengte tusschen de twee plaatsen, neem één uur voor elke 15 graden, en vier minuten tijd voor elken graad, en de tijd, dien men verkrijgt, zal het verschil van tijd tusschen

de twee plaatsen geven. Wanneer de plaats, waarvan de tijd gevraagd wordt, ten oosten van de andere plaats ligt, moet dit verschil bijgevoegd worden om den tijd van de gevraagde plaats te vinden; maar ligt zij westelijk, dan moet het afgetrokken worden. Zie Art. 22, en Oefeningen: *Breedte en lengte*, p. 72 en verv.

Voorbeelden.

31. Wanneer het te Londen 4 uur in den namiddag is, hoe laat is het dan te Petersburg?

32. Wanneer het één uur in den namiddag te Alexandria is, hoe laat is het dan te Philadelphia?

33. Wanneer het 4 uur des namiddags aan Kaap Hoorn is, hoe laat zal het dan op het eiland St. Helena zijn?

34. Wanneer het 10 uur 's morgens te Nanking in China is, hoe laat is het dan te Plymouth?

VRAAGSTUK VII. Het verschil in lengte van twee plaatsen te vinden, wanneer het verschil in tijd gegeven is.

REGEL. Breng den eersten meridiaan aan den koperen meridiaan, zet den uurwijzer op 12 uur, draai de globe tot dat de gegeven tijd aan den koperen meridiaan komt, en de graad van den equator, die door den koperen meridiaan gesneden wordt, zal het verschil in lengte zijn.

Of op deze wijze door berekening: Neem 15 graden verschil in lengte voor ieder uur verschil in tijd of 1 graad voor elke vier minuten tijd.

Voorbeelden.

35. Wanneer het op eene zekere plaats middag is, zal het te Londen 8 uur 's morgens zijn; wordt gevraagd de lengte van die plaats?

36. Wanneer het 10 uur 's morgens te Londen is, op welke plaatsen zal het dan middag zijn?

37. Welke plaatsen zullen 7 uren 55 minuten vóór Londen middag hebben?

VRAAGSTUK VIII. De lengte van eenen graad op een gegeven parallel van breedte te vinden.

REGEL. Leg den rand van het hoogte-kwadrant evenwijdig met den equator tusschen twee meridianen, (15 graden lengte van elkander verwijderd), dan zal het aantal graden tusschen de twee meridianen juist de lengte van eenen graad op de gegeven parallel in D. geogr. mijlen aanwijzen. Dit getal met 4 vermēnigvuldigd, geeft de lengte van dien graad in Eng. zeemijlen van 60 op eenen graad. Dit weder met 111,5 verm. en door 60 gedeeld, geeft de lengte in Ned. mijlen nagenoeg.

Voorbeelden.

38. Hoeveel D. geogr. en hoeveel Eng. mijlen bevat een graad op eene breedte van 40°?

Hier is de afstand tusschen twee meridianen (15 graden van elkander verwijderd) op den parallel van 40° ongeveer 11½ graad van den equator, dus hebben wij:

Lengte van 15 graden op den parallel van 40°:

$$= 11\frac{1}{2} \text{ graden van den equator.}$$

$$= 11\frac{1}{2} \times 15 \text{ geogr. mijlen.}$$

Lengte van één graad op den parallel van 40° is dus 11½ geogr. mijl.

$$11\frac{1}{2} \text{ D. geogr. mijl} \times 4 = 46 \text{ Eng. zeemijlen.}$$

$$\frac{46 \times 111,5}{60} \text{ Ned. m.} = 86,5 \text{ Ned. m. of kilometers.}$$

Hoeveel D. geogr. en hoeveel Eng. zeemijlen bevat een graad op de volgende breedten?

39. 30° ; 40. 51° , 41. 56° ; 42. 60° .

VRAAGSTUK IX. De tegenvoeters van eene gegevene plaats te vinden.

REGEL. Plaats de twee polen van de globe in den horizon, draai den globe tot dat de gegevene plaats in het oostpunt van den horizon komt, neem het aantal graden waar, die de plaats noord- of zuidwaarts van het oostpunt van den horizon ligt; hetzelfde aantal graden zuid of noord van het westpunt van den horizon, zal de gevraagde tegenvoeters geven.

Voorbeelden.

43. Worden gevraagd de tegenvoeters van Londen?

44. Worden gevraagd de tegenvoeters der volgende plaatsen:

Het eiland Bermudas; 45. Kaap Hoorn; 46. Kaap de Goede Hoop; 47. De Azoren?

VRAAGSTUK X. De globe voor eene gegevene plaats te stellen.

REGEL. Verhef de overeenkomstige pool zooveel graden boven den houten horizon, dat die gelijk zij aan de breedte der plaats. Zie Art. 27.

Wanneer de globe nu wordt rondgedraaid om de plaats onder den koperen meridiaan te brengen, zal men zien dat de plaats in het zenith van de globe staat, dat wil zeggen, de houten horizon vormt den waren horizon der plaats.

VRAAGSTUK XI. De plaats der zon in den zonnweg voor een' gegeven dag te vinden.

REGEL. Zoek de maand en het teeken, dat met den

dag der maand overeenkomt in den buitensten cirkel van den houten horizon, dan zal het overeenstemmend teeken in den cirkel, voor de teekens van den dierenriem bestemd, de plaats der zon in den zonnweg aangeven, die dan op den globe kan gevonden worden.

VRAAGSTUK XII. Om de zons-declinatie op een' gegeven dag van eene geveene maand te vinden, en de plaatsen waarvoor op dien dag de zon loodrecht zal staan.

REGEL. Zoek de plaats der zon in den zonnweg op den gegeven dag (Vraagst. XI); breng dat punt van den zonnweg onder den koperen meridiaan en de graad, die er juist boven is op den koperen meridiaan, is de noorder- of zuider declinatie der zon.

Draai de globe rond en iedere plaats, die onder dien graad van den koperen meridiaan doorgaat, zal op dien dag de zon loodrecht boven zich hebben.

Het is duidelijk dat de zons-declinatie de breedte aangeeft der plaatsen die de zon loodrecht boven zich hebben.

De zon kan alleen loodrecht staan boven de plaatsen van de verzengde luchtstreek.

Voorbeelden.

48. De zons-declinatie op den 11 Juli gevraagd. Welke breedte hebben de plaatsen, waarboven de zon op dien dag loodrecht staat?

49. De declinatie en de plaatsen te vinden, waarop de zon op de volgende dagen loodrecht staan zal.

3 Oct.; 50. 24 Juli; 51. 10 Januari; 52. 10 Juni?

VRAAGSTUK XIII. Het uur te vinden waarop de zon opkomt en ondergaat voor eene geveene plaats en eenen bepaalden dag.

REGEL. Stel de globe voor de breedte der plaats (zie Vraagst. X); zoek de plaats der zon in den zonnweg (zie Vraagst. XI), en breng die onder den koperen mediaan. Zet den wijzer van den uurcirkel op XII, draai den globe tot de plaats der zon aan den oostelijken rand van den houten horizon komt en de wijzer zal den tijd aantoonen, wanneer de zon opkomt; draai daarna de globe tot de plaats der zon aan den westelijken rand van den houten horizon komt, en de wijzer zal den tijd aanwijzen, waarop de zon ondergaat.

De lengte van den dag wordt gevonden door het dubbel van het uur te nemen, waarop de zon ondergaat.

De amplitudo der zon zal gevonden worden door eenvoudig het punt waar te nemen van den houten horizon, waarin de plaats der zon in den zonnweg gesneden wordt, op den tijd van haren op- en ondergang.

Voorbeelden.

53. Hoe laat zal de zon op- en ondergaan voor de inwoners van Londen op den 21 December?

Wordt ook gevraagd de amplitudo der zon op dien dag.

54. Hoe laat zal de zon opkomen en ondergaan voor de inwoners van Rome op den 1 April, enz.?

55. Welke lengte heeft de langste dag voor de inwoners van Parijs? Op welken afstand van het oostpunt van den horizon gaat de zon op en onder op dezen dag?

56. Toon aan dat de dag altijd 12 uren duurt voor hen, die onder den equator wonen. Toon aan dat 21 Juni voor de bewoners van het noordelijk halfrond de langste en 21 December de kortste dag is.

De lengte van den kortsten dag voor de bewoners van de volgende plaatsen gevraagd:

57. Edimburg; 58. Nieuw-York.

VRAAGSTUK XIV. De zons-meridiaanhoogte voor eene gegevene plaats op eenen gegeven dag te vinden.

REGEL. Stel de globe voor de breedte der plaats, breng de plaats der zon in den zonnweg voor den gegeven dag onder den koperen meridiaan, tel het aantal graden op den koperen meridiaan tusschen die plaats en den horizon, die voor de meridiaanhoogte gevraagd is.

Of op deze wijze: Zoek de declinatie der zon en tel die bij het verschil, dat men verkrijgt wanneer men 90° met de breedte der plaats vermindert, als declinatie en breedte denzelfden naam hebben, maar trekt die van het verschil af, wanneer zij een' verschillenden naam hebben.

Voorbeelden.

59. Wat is de zons-meridiaanhoogte te Londen op onzen langsten dag?

60. Wat is de zons-meridiaanhoogte te Londen op onzen kortsten dag?

61. Men vraagt de zons-meridiaanhoogte te Parijs voor den 1 Augustus?

62. Wat is de zons-meridiaanhoogte te Londen op den 2 Februari?

Wat zal de meridiaanhoogte der zon den 21 Juni op de volgende plaatsen zijn:

63. De noordpool; 64. De noord-poolcirkel, 65. De equator?

VRAAGSTUK XV. De zons-hoogte voor eene gegevene

plaats en een gegeven uur te vinden, alsmede haar azimuth?

REGEL. Stel de globe voor de breedte van de gegevene plaats; breng de plaats der zon onder den koperen meridiaan; zet den uurwijzer op XII; draai de globe tot de wijzer het gegeven uur aantoot; bevestig het hoogtekwadrant aan den koperen meridiaan op den breedtegraad van de gegevene plaats, en leg zijn rand over de plaats der zon: tel dan het aantal graden op het kwadrant tusschen dit punt en den houten horizon, en dit zal de gevraagde hoogte geven.

De afstand van het punt, waar de rand van het hoogtekwadrant den houten horizon snijdt, tot de noord- of zuidpunt, zal het azimuth der zon geven.

Voorbeelden.

66. Gevraagd de zons-hoogte enz. te 7 uren in den morgen van den 5 Mei, voor de bewoners van Londen?

67. Gevraagd de zons-hoogte en het azimuth der zon te 4 uren in den namiddag op den 2 Juli, voor de bewoners van Petersburg?

68. Hetzelfde, als in het laatste voorbeeld, voor de inwoners van Londen?

VRAAGSTUK XVI. Het uur en de dag voor eene bijzondere plaats gegeven zijnde, de plaats te vinden waar dan de zon loodrecht boven staat?

REGEL. Zoek de zons-declinaatie voor den gegeven dag (zie Vraagst. XII), dit geeft de breedte van de gevraagde plaats; breng de gegevene plaats onder den koperen meridiaan; zet den uurwijzer op het gegeven uur; draai de globe tot de uurwijzer op XII middag staat; dan zullen

al de plaatsen onder den koperen meridiaan op den gegeven tijd middag hebben, en de plaats wier breedte gelijk is aan de zons-declinatie zal de zon loodrecht boven zich hebben.

Voorbeelden.

69. Boven welke plaats zal de zon bijna loodrecht staan op den 5 Februari, wanneer het 23 minuten na den middag te Londen is?

70. Boven welke plaats zal de zon bijna loodrecht staan den 30 April, wanneer het 34 minuten over 1 uur des namiddags te Londen is?

71. Wanneer het te Londen op den 25 April, 40 min. over zessen in den morgen is, boven welke plaats staat de zon dan loodrecht?

72. Wanneer het 4 uur in den namiddag te Londen is op den 18 Augustus, boven welke plaats staat de zon dan loodrecht?

VRAAGSTUK XVII. Eene plaats in de verzengde luchtstreek gegeven zijnde, de twee dagen van het jaar te vinden, waarop de zon loodrecht boven de gegebene plaats staat?

REGEL. Breng de gegebene plaats onder den koperen meridiaan, en neem hare breedte waar; draai de globe om hare as, en neem waar, welke twee punten van den zonnweg onder die breedte doorgaan; zoek die twee punten van den zonnweg in den cirkel, die de teekens van den dierenriem bevat op den houten horizon, en daar tegenover zal men de gevraagde dagen vinden.

Voorbeelden.

73. Op welke twee dagen van het jaar zal de zon loodrecht boven St. Helena staan?

74. Op welke twee dagen van het jaar zal de zon loodrecht boven Madras staan?

VRAAGSTUK XVIII. Het uur en de dag op eene bijzondere plaats gegeven zijnde, de plaatsen te vinden waar de zon opkomt en ondergaat, en waar het middag of middernacht is?

REGEL. Stel de globe voor de breedte van de gegevene plaats; zoek (zie Vraagst. XVI) de plaats, waarboven op dien tijd de zon loodrecht staat, en breng die onder den koperen meridiaan, dan zullen al de plaatsen aan den westelijken rand van den houten horizon de opgaande, al de plaatsen aan den oostelijken rand de ondergaande zon hebben; al de plaatsen onder de bovenhelft van den koperen meridiaan zullen middag, en al de plaatsen onder de benedenhelft van den koperen meridiaan, middernacht hebben.

Voorbeelden.

75. Wanneer het te Londen 52 minuten over vieren in den morgen van 5 Maart is, de plaatsen te vinden waar de zon opkomt en ondergaat, en waar het middag of middernacht is?

76. Waar komt de zon op, enz. wanneer het te Londen 4 uur in den middag is op den 25 April?

VRAAGSTUK XIX. De drie standen van den aardbol, den *rechten*, *parallelle*n en *schuinschen* stand te verklaren,

ten einde te doen zien hoe de zon enz. zich op verschillende tijden van het jaar vertoont.

1. De *rechte sphaer*. Voor hen die aan den equator wonen heeft de bol dezen stand: de noordpoolster staat altijd in hunnen horizon. Om de globe in dezen stand te plaatsen, brenge men de twee polen aan den houten horizon, draaie de globe rond, dan zullen de volgende zaken gemakkelijk verklaard worden.

Aan den equator zijn de dagen altijd 12 uren lang, welke ook de stand der zon in den zonnweg zijn moge: want de zon en al de hemellichamen *schijnen* zich in cirkels te bewegen, die parallel met de evennachtslijn zijn, en de dagboog boven den horizon zal altijd gelijk zijn aan den nachtboog, welke er onder is. De geheele hemel zal aan den equator in den loop van eenen dag, en in den loop van een jaar zullen al de sterren aan den hemel gezien worden, terwijl aan de polen slechts de helft van den hemel zichtbaar is. Bij de nachtevening gaat de zon loodrecht over de hoofden van hen, die aan den equator wonen. Wanneer de zon in de noorderhelft van den zonnweg is, ziet men haar op den middag ten noorden, en tegenovergesteld, wanneer de zon in de zuiderhelft van den zonnweg is, ziet men haar ten zuiden.

2. De *parallele sphaer*. Indien er aan de noordpool menschen woonden, zou voor hen de bol dezen stand hebben: de noordpoolster zou juist boven hunne hoofden aan den hemel staan. Om de globe in dezen stand te plaatsen, moet men de noordpool 90° boven den horizon verheffen, of, wat hetzelfde is, men moet maken dat de evennachtslijn met den houten horizon zamenvalt.

Aan de polen schijnt de zon, gedurende zes maanden van het jaar, zonder onder te gaan, en gedurende de andere zes maanden verschijnt zij niet boven den horizon. Op den 21sten Maart, wanneer de zon in de lentedachtevening is, zou zij door de bewoners van den noordpool (indien er waren) als zwevende langs den horizon gezien worden; en wanneer de noorderdeclinatie der zon vergroot, zal zij ook elken dag hooger boven den horizon verschijnen, totdat zij hare grootste noorderdeclinatie ($23\frac{1}{2}^{\circ}$) bereikt, wanneer hare hoogte boven den horizon $23\frac{1}{2}^{\circ}$ zal zijn, dat is: gelijk aan hare declinatie; daarna zal hare hoogte steeds verminderen, totdat zij hare herfst-nachtevening bereikt, wanneer zij weder als langs den horizon schijnt te zweven; zij zal zes maanden boven den horizon geweest zijn zonder onder te gaan, en hierna gedurende zes maanden geheel verdwijnen. Maar er zal schemerlicht zijn totdat de zon 18° beneden den horizon is, of 18° zuider declinatie bereikt heeft. Hetzelfde zal ten opzichte van de zuidpool plaats hebben, doch met dit verschil, dat, terwijl zij op de noordpool schijnt, zij voor de veronderstelde bewoners van den zuidpool onzichtbaar zal zijn, en zoo ook omgekeerd.

Een waarnemer aan de noordpool kan alleen de sterren in het noordelijk halfroond zien, namelijk die, welke ten noorden van de evenachtslijn liggen.

3. De *schuinsche bol*. Voor al de bewoners der aarde, behalve voor hen, welke aan den equator en de polen wonen, heeft de bol dezen stand. In dit geval snijdt de horizon den equator in eene schuinsche richting. Om de globe in dezen stand te plaatsen, verheft men de noord- of zuidpool, naar het geval vereischt, tot de breedte van

de plaats, waar wij veronderstellen dat een waarnemer zich bevindt. Laat ons bij voorbeeld aannemen, dat de noordpool tot de breedte van Londen verheven is. Voor de bewoners van Londen zijn de dagen gedurende zes maanden van het jaar meer dan twaalf uren, en gedurende de overblijvende zes maanden minder dan twaalf uren lang; dat wil zeggen: van den 21sten Maart tot den 22sten September, wanneer de zon aan de noorderkant van de evenachtslijn is, zijn de dagen meer dan 12 uren, en in tegendeel, van den 22sten September tot den 21sten Maart, wanneer de zon aan den zuiderkant van de evenachtslijn is, minder dan twaalf uren lang. Bij de lente-nachtevening (21 Maart) schijnt de zon loodrecht op den equator, en de dagen en nachten zijn dan over den geheelen aardbol gelijk; wanneer de zon in noorder declinatie toeneemt, nemen de dagen ook in lengte toe, want de dagbogen, die door de zon beschreven worden, worden door den horizon ongelijk verdeeld; wanneer de zon hare grootste noorder declinatie heeft bereikt (21 Juni), hebben ook de dagen hunne grootste lengte bereikt, maar zullen dan voor de bewoners van het zuidelijk halfrond het kortste zijn. Hierna neemt de zons noorder declinatie tragsgewijze af, en de dagen korten dus ook tragsgewijze in lengte; wanneer zij de herfst-nachtevening bereikt (22 September), zijn de dagen en nachter weder gelijk in lengte; daarna worden de dagen hoe langer hoe korter, naarmate de zons zuider declinatie toeneemt, totdat zij hare grootste zuider declinatie heeft bereikt (21 December); dan zullen de dagen bij ons het kortst, maar op hunne grootste lengte voor de bewoners van het zuidelijk halfrond zijn; hierna beginnen

onze dagen weder in lengte toe te nemen, en wanneer de zon weder de lente-nachtevening bereikt, zijn de dagen en nachten ook weder gelijk.

De duur van het schemerlicht is langer bij ons dan aan den equator, omdat de dagboog van de zon den horizon in eene schuinsche richting snijdt, hetgeen veroorzaakt, dat zij meer tijd noodig heeft om 18° beneden den horizon te komen: bij den equator echter, daalt de zon loodrecht onder den horizon, waardoor daar ook het schemerlicht korter duurt.

De menschen, die het noordelijk halfrond bewonen, kunnen de sterren, die bij de zuidpoolster schijnen, nooit zien, evenmin als de bewoners van het zuidelijk halfrond ooit de sterren zien kunnen, die bij de noordpoolster schijnen: maar, zooals reeds opgemerkt is, (bl. 100) kan een waarnemer aan den equator, in den loop van een jaar, al de sterren aan den hemel gadeslaan.

VRAAGSTUK XX. Eene plaats in de noordelijke koude luchtstreek gegeven zijnde, te vinden hoe lang de zon daar schijnt zonder onder te gaan, en hoe lang zij onzichtbaar is?

REGEL. Stel de globe voor de breedte van die plaats; breng de klimmende teekens van den zonneweg, (de teekens die de Kreeft voorafgaan) naar het noordpunt van den horizon, en neem waar, welke graad van den horizon door dat punt doorsneden wordt; zoek op den houten horizon den dag en de maand, die met dien graad overeenkomen; van dien dag af begint de zon te schijnen zonder onder te gaan. Breng nu de dalende teekens (de teekens die de Kreeft volgen) naar het noordpunt van den horizon, en neem waar, welke graad van den zonneweg

door dat punt doorsneden wordt; zoek, als vroeger, op den houten horizon, den dag en de maand, die met dien graad overeenkomen; op dien dag houdt de zon op te schijnen zonder onder te gaan. Door op dezelfde wijze met het zuidpunt van den horizon te handelen, zullen wij het begin en het einde vinden van het tijdperk waarin de zon onzichtbaar is.

Voorbeeld. 77. Hoe lang zal de zon schijnen zonder onder te gaan, voor de bewoners van de Noordkaap op $71\frac{1}{2}^{\circ}$ noorderbreedte?

VRAAGSTUK XXI. Het begin en het einde van de schemering op eene gegevene plaats te vinden?

REGEL. Stel de globe voor de breedte der plaats, en breng de plaats der zon in den zonnweg voor den gegeven dag, onder den koperen meridiaan; zet den uurcirkel op XII; schroef het hoogte-kwadrant aan den koperen meridiaan op de gegevene breedte; draai de globe naar het westen, totdat de plaats der zon aan den westelijken rand van den houten horizon komt, dan zal de uurcirkel het uur van den ondergang aanwijzen, of het begin van de avondschemering; vervolg de beweging van de globe, tot de plaats der zon, waar 18° op het hoogte-kwadant onder den horizon zamenvalt, dan zal de uurcirkel den tijd aangeven waarop de avondschemering eindigt. De duur der schemering is gelijk aan het verschil tusschen den tijd waarop zij eindigt en den tijd, wanneer zij begint. De tijd waarop de avondschemering eindigt, van twaalf afgetrokken zal de morgenschemering geven, die even lang duurt als de avondschemering.

Voorbeelden.

78. Men vraagt den duur der schemering te Londen op den 22sten September?

79. Gevraagd den duur der schemering voor den 24sten April op die plaats, die dezelfde breedte hebben als Edimburg?

80. Hoe groot is de duur der schemering te Londen op den 20sten April?

VRAAGSTUK XXII. De zons-meridiaanhoogte, en de dag van de maand gegeven zijnde, de breedte der plaats te vinden?

REGEL. (Indien de zon ten zuiden van den waarnemer was toen de hoogte genomen werd); breng de plaats der zon in den zonnweg aan de zuidzijde van den koperen meridiaan: beweeg den koperen meridiaan totdat de plaats der zon, boven den horizon op gelijke hoogte met de gegevene meridiaanhoogte verheven wordt, dan zal de hoogte van de noordpool de breedte van de plaats geven. (Indien de zon ten noorden van den waarnemer was toen de hoogte genomen werd); ga dan op dezelfde wijze te werk, met dit onderscheid, dat de plaats der zon aan de noordzijde van den koperen meridiaan moet gebracht worden, en de hoogte van de pool zal de breedte der plaats geven.

Voorbeelden.

81. Op den 21sten Juni werd de meridiaanhoogte der zon waargenomen $96\frac{1}{2}^{\circ}$ graad te zijn en ten zuiden van den waarnemer: wordt gevraagd de breedte der plaats?

82. Op den 21sten December werd de meridiaanhoogte

van de zon waargenomen 25° en ten zuiden van den waarnemer te zijn; wordt gevraagd de breedte der plaats?

83. Op den 10den Mei werd de meridiaanhoogte waargenomen te zijn 38° en ten noorden van den waarnemer; wordt gevraagd de breedte van de plaats?

VRAAGSTUK XXIII. Den hoek (standhoek) tusschen twee plaatsen te vinden?

REGEL. Wanneer de twee plaatsen op denzelfden meridiaan zijn, liggen zij ten noorden of ten zuiden van elkander, en daardoor is hun standboek 0. Wanneer de twee plaatsen niet op denzelfden meridiaan liggen, ga dan op de volgende wijze te werk: stel de globe voor de breedte van eene der plaatsen; breng die plaats onder den koperen meridiaan, en schroef er het hoogte-kwadrant boven de plaats aan vast; draai het kwadrant totdat zijn rand op de andere plaats valt, dan zal het punt waar de rand van het kwadrant den houten horizon snijdt, den standhoek tusschen de twee plaatsen aangeven, die bepaald wordt in graden van het noordpunt geteld, of berekend naar de punten van het kompas.

Voorbeelden.

84. De standhoek tusschen Londen en Madras gevraagd?

85. Tusschen Londen en Jamaica?

86. En tusschen Madrid en Philadelphia?

VRAAGSTUK XXIV. Om de plaatsen te vinden waar eene verduistering op een gegeven oogenblik zichtbaar is?

REGEL. Zoek (volgens Vraagst. XVI) de plaats waar de zon op een' gegeven tijd loodrecht boven staat; breng de plaats onder den koperen meridiaan, en stel de globe voor de breedte van die plaats, dan kan op al de plaat-

sen binnen 70 graden van deze plaats verwijderd, eene zonsverduistering zichtbaar zijn, vooral wanneer het eene totale verduistering is. Voor eene maansverduistering, moeten, na al het bovenstaande verricht te hebben, den urencirkel op XII uren middag zetten; draai den globe tot de urencirkel op XII uren middernacht staat, dan zal eene maansverduistering aan alle plaatsen, die boven den houten horizon liggen, zichtbaar zijn.

Voorbeelden.

87. Er was eene zonsverduistering op den 9 October 1847, 29 min. over zevenen in den morgen te Londen, voor welke plaatsen was die zichtbaar?

88. Er had eene maansverduistering plaats den 26 Januari 1842, te zes uren des namiddags te Londen, op welke plaatsen was die te zien?

89. Er had eene maansverduistering plaats op den 31 Mei 1844, 50 min. over tien en in den avond te Londen, voor welke plaatsen was die zichtbaar?

90. Eene maansverduistering heeft plaats gehad op den 7 Januari 1852, 30 minuten over zessen in den morgen te Londen, op welke plaatsen was die waar te nemen?

VRAAGSTUK XXV. De aardglobe in den zonseschijsen te zetten, zoodat zij den tegenwoordigen stand der aarde ten opzichte van de zon voorstelt?

REGEL. Plaats de globe door middel van het zeekompass, dat zich gewoonlijk onder de globe bevindt, juist noord- en zuid, zorg dragende dat men de noordpool van de naald 24 graden naar het westen van het noordpunt van het kompas brengt, hetgeen men thans voor de afwijking moet nemen; breng de plaats waar gij woont on-

der den koperen meridiaan, en verhef de pool tot hare breedte, dan zal de globe met de verschillende lijnen enz. die zich op haar bevinden, ten opzichte van de zon overeenkomen. Het punt, waarop de zon loodrecht schijnt, het verlichte halfroond enz. kunnen alle op eens bepaald worden.

VRAAGSTUK XXVI. Door middel van de globe eenen horizontalen zonnewijzer voor eene gegevene breedte zamen te stellen?

REGEL. Plaats de globe even als in het laatste vraagstuk, juist noord en zuid; stel haar voor de breedte van de plaats en breng den eersten meridiaan onder den koperen meridiaan; neem dan de punten waar, waar de uurmeridianen op de globe den horizon snijden, en nummer deze punten volgens de uren van den dag. Het punt van den zonnewijzer onder den koperen meridiaan moet met XII genummerd worden, dan XI, X, enz. naar het westen voor de morgenuren, en I, II, enz. naar het oosten voor de avonduren. De wijspen van den zonnewijzer stelt de as der aarde voor, en moet daarom altijd met het vlak van den horizon, of met het vlak van de plaat des zonnewijzers, eenen hoek maken, die gelijk is aan de breedte der plaats.

DE HEMELGLOBE.

Bepalingen en verklaringen.

1. De *hemelglobe* is ingericht om ons den hemel, zoo als hij zich aan ons vertoont, voor te stellen; al de ster-

ren zijn op hare oppervlakte geplaatst volgens hare betrekkelijke ligging, en de verschillende denkbeeldige cirkels en punten van de aardglobe, worden verondersteld op de hemelglobe overgebracht te zijn. De rouddraaiende beweging der aarde, van het oosten naar het westen, stelt de schijnbare dagelijksche beweging der zon, der maan en der sterren aan den waarnemer voor, die verondersteld wordt in het midden van de globe geplaatst te zijn.

2. *De breedte en lengte van eene ster of planeet.*

De breedte van een lichaam op de hemelglobe, is zijn afstand, ten noorden of ten zuiden, van den zonnegeweg en wordt gemeten in graden van eenen grooten cirkel, die door het lichaam en de polen van den zonnegeweg gaat; de lengte is de afstand van het punt, waar de groote cirkel den zonnegeweg snijdt, van het eerste punt van Aries af. De breedte en lengte worden op de hemelglobe bepaald met betrekking tot den zonnegeweg, terwijl zij op de aardglobe bepaald worden met betrekking tot den equator.

3. *De declinatie en de rechte klimming van een hemellichaam.* De declinatie van een lichaam is zijn afstand van de evennachtslijn, ten noorden of ten zuiden, en wordt gemeten in graden op eenen meridiaan, die door het lichaam gaat. De rechte klimming is de afstand van het punt waar deze meridiaan de evennachtslijn snijdt, van het eerste punt van Aries af. Zij wordt somtijds in uren uitgedrukt, gewoonlijk een uur tijd voor 15 graden afstand nemende.

VRAAGSTUKKEN MET BETREKKING TOT DE HEMELGLOBE.

VRAAGSTUK I. Om de rechte klimming en de declinatie van de zon of van eene ster te vinden?

REGEL. Breng de plaats der zon, of de gegevene ster onder den koperen meridiaan; de graad die daarop wordt aangewezen is de declinatie, en de graad op den equator in zijn snijpunt met den koperen meridiaan geeft de rechte klimming.

Voorbeelden.

1. Wordt gevraagd de rechte klimming en declinatie van Regulus, in het sterrenbeeld de Leeuw?

2. De rechte klimming en declinatie van de volgende sterren gevraagd:

Capella, in het sterrenbeeld Auriga; 3. Dubhe, in het sterrenbeeld van den Grooten Beer; 4. Aldebaran, in het sterrenbeeld van den Stier; 5. Arcturus, in het sterrenbeeld van Bootes?

VRAAGSTUK II. De rechte klimming en de declinatie van een hemellichaam gegeven zijnde, hare plaats op de globe te vinden?

REGEL. Breng den gegeven graad van rechte klimming (of den gegeven tijd van de rechte klimming) onder den koperen meridiaan, dan zult gij onder de gegevene graden van de declinatie, die op den koperen meridiaan berekend zijn, de plaats van het lichaam vinden.

Voorbeelden.

6. De ster gevraagd wier rechte klimming $76^{\circ} 45'$ of 6 uren 7 min. en de declinatie $8^{\circ} 24'$ is?

Welke sterren hebben de volgende rechte klimmingen en declinatiën?

	Rechte klimming.	Declinatie.
7	$261^{\circ} 30'$ of 17 uren 26 min.	$52^{\circ} 25' N.$
8.	6 „ 38 „	$16^{\circ} 29' Z.$
9.	19 „ 43 „	$8^{\circ} 26' N.$
10.	7 „ 35 „	$28^{\circ} 26' Z.$

VRAAGSTUK. III. De breedte en lengte van eenige ster te vinden? .

REGEL. Breng de pool van den zonneweg onder den koperen meridiaan; bevestig het hoogte-kwadrant aan de pool, en draai het kwadrant totdat zijn rand boven de ster komt, dan is de graad van het kwadrant boven de ster de breedte, en het aantal graden tusschen den rand van het kwadrant en het eerste punt van Aries, de lengte.

Voorbeelden.

11. Welke breedte en lengte heeft Aldebaran in het sterrenbeeld de Stier?

12. Welke is de breedte en de lengte van Pollux in het sterrenbeeld de Tweelingen?

VRAAGSTUK IV. De dag en het uur, alsmede de breedte eener plaats gegeven zijnde, de hemelglobe zoo te stellen, dat zij ons den hemel voorstelt zooals deze zich dan vertoont?

REGEL. Plaats de globe noord en zuid door middel van het zeekompas; stel de globe voor de breedte der

plaats; breng vervolgens de plaats der zon in den zonnweg onder den koperen meridiaan; zet den uurcirkel op XII; draai de globe totdat de wijzer van den meridiaancirkel het gegeven uur van den dag aantoont; dan zullen in dezen stand de sterren, die op de globe afgebeeld zijn, juist met den wezenlijken stand der sterren aan den hemel overeenkomen.

VRAAGSTUK V. De dag en het uur, alsmede de breedte eener plaats gegeven zijnde, te vinden welke sterren opkomen, culmineren en ondergaan?

REGEL. Stel de globe voor de breedte van de plaats, en breng de plaats der zon aan den koperen meridiaan; zet den uurcirkel op XII; draai de globe totdat de uurcirkel het gegeven uur van den dag aanwijst, dan zullen al de sterren aan den oostelijken halven cirkel opkomen, die aan den westelijken halven cirkel ondergaan, die onder den koperen meridiaan zullen culmineren of door het zuiden gaan, en de sterren boven den houten horizon, zullen op den gegeven tijd en de gegevene plaats zichtbaar zijn. Om de sterren te bepalen, die nooit ondergaan, draaie men de globe om hare as; dan zullen de sterren, die niet beneden den houten horizon komen, op de gegevene plaats nooit ondergaan.

Voorbeelden.

13. De sterrenbeelden te vinden, die op- en ondergaan en culmineren, den 20sten Januari, te 2 uren in den morgen te Londen?

14. De sterren te vinden die opkomen, ondergaan en culmineren, op den 8sten Februari, om 9 uur in den avond te Londen?

VRAAGSTUK. VI. Den tijd te vinden wanneer eenig hemellichaam opkomt, in den meridiaan is, en ondergaat op eenen bepaalden dag en eene gegevene plaats?

REGEL. Stel de globe voor de breedte der plaats, breng de plaats der zon in den zonnweg aan den koperen meridiaan, zet den uurwijzer op XII, draai de globe tot dat de gegeven ster ¹⁾ aan den oostelijken rand van den houten horizon komt, dan zal de uircirkel den tijd van het opkomen aangeven; draai nu de globe tot dat de ster tot onder den koperen meridiaan komt, en de uircirkel zal den tijd aanduiden, wanneer zij in den meridiaan is of door het zuiden gaat; eindelijk, draai de globe tot dat de ster aan den westelijken rand van den houten horizon komt, en de uircirkel zal den tijd van haren ondergang aanwijzen.

Voorbeelden.

15. Hoe laat zal Arcturus in het sterrenbeeld Bootes opkomen, culmineeren en ondergaan, te Londen op den 7den September?

16. Hoe laat zal Aldebaran in het sterrenbeeld de Stier opkomen, enz. te Edimburg den 26sten September?

VRAAGSTUK VII. De dag van de maand, de breedte van de plaats en de hoogte der ster gegeven zijnde, het uur van den nacht te vinden?

REGEL. Stel de globe voor de breedte van de plaats, breng de plaats der zon in den zonnweg onder den koperen meridiaan, zet den uircirkel op XII, schroef het

¹⁾ De plaats eener planeet op de globe moet door Vraagstuk VIII gevonden worden.

hoogte-kwadrant aan het zenith, en draai het naar dien kant van den meridiaan, waar de ster werd waargenomen; draai de globe en het kwadrant tot dat de ster op den graad van het kwadrant is, gelijk met de gegeven hoogte, dan zal de uircirkel het gevraagde uur aanwijzen.

Voorbeelden.

17. Te Rome werd op den 2den December de ster Capella, in het sterrenbeeld Auriga, 42° boven den horizon en ten westen van den meridiaan waargenomen, men vraagt den tijd?

18. Te Londen werd op den 29sten December de ster Deneb, in den staart van den Leeuw, 43° boven den horizon en ten oosten van den meridiaan waargenomen, men vraagt den tijd?

VRAAGSTUK VIII. Het jaar en den dag gegeven zijnde, de plaats van eene planeet op de globe te vinden?

REGEL. Breng de plaats der zon in den zonnweg onder den koperen meridiaan, zet den uircirkel op XII, zoek in den zeemans-almanak den tijd, wanneer op den gegeven dag die planeet door den meridiaan gaat, en draai de globe tot dat de wijzer van den uircirkel het dus gevonden uur aantoot; zoek in den almanak de declinatie van die planeet voor denzelfden dag, dan is onder deze declinatie, die op den koperen meridiaan gevonden wordt, de plaats van de gevraagde planeet.

A N T W O O R D E N

op de vraagstukken over de aardglobe.

1. $48^{\circ} 50'$ N. breedte, $2^{\circ} 20'$ O. lengte ¹⁾.
2. $41^{\circ} 54'$ N. breedte, $12^{\circ} 27'$ O. lengte.
3. $76^{\circ} 32'$ N. breedte, $13^{\circ} 45'$ O. lengte.
4. $35^{\circ} 53'$ N. breedte, $14^{\circ} 30'$ O. lengte.
5. $55^{\circ} 58'$ N. breedte, $67^{\circ} 11'$ W. lengte.
6. 39° N. breedte, 28° W. lengte.
7. Alleen 90° N. breedte.
8. 90° .
9. 180° Ooster- of Westelengte.
10. De equator.
11. Het eiland Cuba.
12. Dantzig.
13. Caïro.
14. Het eiland Bourbon.
15. De Canarische eilanden, Palma.
16. Kaapstad, Kaap de Goede Hoop.
17. Napels; Peking; Philadelphia, enz.
18. Rotterdam, enz.
19. Het eiland Cummin, China.
20. Nieuw Schotland.
21. Kaap St. Vincent, Portugal.
22. De vulkaan Hecla; Het eiland Teneriffe; kaap Blanco, westkust van Africa, enz.
23. Dantzig; Stockholm, enz.

¹⁾ Alle lengten zijn berekend naar den meridiaan over Greenwich.

24. St. Davids Head, Wales, enz.
 25. Ongeveer $22\frac{1}{2}^{\circ}$ of 337 geographische mijlen.
 26. 22° of 330 geographische mijlen.
 27. 65° of 975 geographische mijlen.
 28. 19° of 285 geographische mijlen.
 29. 64° of 960 geographische mijlen.
 30. Ongeveer 185° of 2775 geographische mijlen.
 31. Zes uren 's avonds.

Of op deze wijze nauwkeuriger door berekening: Het verschil in lengte tusschen Londen en Petersburg is $30^{\circ} 25'$. Hier geven de 30 graden juist 2 uren verschil in tijd, en om de $25'$ in tijd te herleiden, hebben wij:

$$= \frac{25}{60} \text{ graden.}$$

Aantal minuten die met de $25'$ overeenkomen,

$$= \frac{25}{60} \times 4 = \frac{5}{3} = 1\frac{2}{3},$$

die, gevoegd wordende bij de 2 uren, geeft 2 uren $1\frac{2}{3}$ min. voor het verschil in tijd.

Daar nu Petersburg ten oosten van Londen ligt, zal het op de eerste plaats 2 uren $1\frac{2}{3}$ minuut later zijn dan te Londen; dat wil zeggen: het zal te Petersburg $1\frac{2}{3}$ minuut over zes uur in den avond zijn.

32. Zeven uren 's morgens.

Of op deze wijze nauwkeuriger door berekening:

$$\text{Lengte van Alexandrie} = 36^{\circ} 16' \text{ oost.}$$

$$\text{Lengte van Philadelphia} = \underline{75^{\circ} 19'} \text{ west.}$$

$$\text{Verschil in lengte} = 104^{\circ} 35'$$

$$\text{Verschil van tijd in uren} = \frac{104.5}{15} = 7 \text{ uren.}$$

$$\text{,, ,, ,, ,, min.} = \frac{35}{60} \times 4 = \frac{7}{3} = 2\frac{1}{3} \text{ min.}$$

$$\text{Geheel verschil in tijd} = 7 \text{ uren } 2\frac{1}{3} \text{ min.}$$

Daar nu Philadelphia ten westen van Alexandrie ligt,

zal het op de eerste plaats 7 uren $2\frac{1}{3}$ min. vroeger zijn dan op de laatste plaats; het zal dus te Philadelphia $57\frac{2}{3}$ min. over 5 uur in den morgen zijn.

33. Omstreeks 6 min. over achten in den avond.

34. Bijna drie kwartier over eenen des morgens.

35. 60° O. lengte.

Of op deze wijze door berekening: Hier is het verschil in tijd 4 uren.

Verskil in lengte $= 4 \times 15 = 60$ graden.

Daar de tijd vroeger te Londen dan op de gevraagde plaats is, volgt hieruit dat zij 60 graden O. L. hebben moet.

36. Al de plaatsen die 36° O. lengte hebben; — Petersburg, enz.

37. Al de plaatsen die $118^\circ 15'$ O. lengte hebben, — Nankin, enz.

39. 12,9 geogr. mijlen of 51,6 eng. mijlen.

40. 9,5 geogr. mijlen of 38 eng. mijlen.

41. 8,5 geogr. mijlen of 34 eng. mijlen.

42. 7,5 geogr. mijlen of 30 eng. mijlen.

43. Antipodes eiland, bij Nieuw-Zeeland.

44. Het zuid-westelijk gedeelte van Nieuw-Holland.

45. Het oosten van het meer Baikal.

46. Het noorden der Sandwichs eilanden.

47. Ten oosten van kaap Howe, N. Holland.

48. 22° N. declinatie en 22° N. breedte; het eiland Lessoe, het Kattegat, enz.

49. 4° Z. decl. en 4° Z. breedte.

50. 22° N. decl. en 20° N. breedte.

51. 22° Z. decl. en 22° Z. breedte.

52. 23° N. decl. en 25° N. breedte.

53. Zij komt kwartier vóór acht uren op, en gaat kwartier over vier uren onder. De amplitudo is ongeveer 36° zuidelijk van het oostpunt van den horizon.

54. Komt op kwartier vóór zessen en gaat onder kwartier over zessen; amplitudo 5° noordelijk van het oostpunt.

55. Lengte van den dag 16 uren, en amplitudo omstreeks 37° ten noorden van het oostpunt.

57. $6\frac{1}{2}$ uur.

58. 9 uren.

59. 62° . Dit is de grootste hoogte der zon boven den horizon voor Londen.

Of op deze wijze door berekening: Hier zijn de declinatie en de breedte beiden noordelijk. Op dezen dag heeft de zon $23\frac{1}{2}^\circ$ noorder declinatie, en het complement van de breedte is $90^\circ - 51\frac{1}{2}^\circ = 38\frac{1}{2}^\circ$; dus de meridiaanhoogte $= 38\frac{1}{2}^\circ + 23\frac{1}{2}^\circ = 62^\circ$.

60. 15° . Dit is de kleinste zons-meridiaanhoogte voor de inwoners van Londen.

Of op deze wijze door berekening: Hier hebben de declinatie en de breedte verschillende namen. In dit geval hebben wij dus: meridiaanhoogte $= 38\frac{1}{2}^\circ - 23\frac{1}{2}^\circ = 15$ graden.

61. $59^\circ 10'$.

62. $21^\circ 30'$.

63. $23^\circ 30'$.

64. 47° .

65. $66\frac{1}{2}^\circ$, of $23\frac{1}{2}$ graad van het zenith.

66. Meridiaanhoogte $21\frac{1}{2}^\circ$ en azimuth 90° van het noordpunt van den horizon.

67. 35° meridiaanhoogte en azimuth 75° van het zuidpunt van den horizon.

68. 37° meridiaanhoogte en azimuth 80° van het zuidpunt van den horizon.

69. Boven het eiland St. Helena.

70. Op het eiland St. Jago, eene der Kaap-Verdische eilanden.

71. Boven Madras.

72. Boven Barbados.

73. Op den 5den Februari en op den 6den November.

74. Op den 25sten April en op den 18den Augustus.

75. De zon komt op aan de Witte zee, Petersburg, Morea, enz.; gaat onder aan de oostelijke kust van Kamtschatka, tusschen de Vriendschaps- en de Societeitseilanden, enz.; het is middag op de Sunda eilanden, Cochin China enz; middernacht te New-York, St. Domingo, enz.

76. Zij komt op, op Owaihi; gaat onder aan de Kaap de Goede Hoop, enz.; het is middag te Buenos Ayres, enz. en zoo verder.

77. De zon begint aanhoudend te schijnen den 14den Mei, en houdt op voortdurend te schijnen den 30sten Juli. De langste dag is dus 77 dagen, dat wil zeggen; de zon schijnt 77 dagen, zonder onder te gaan. De tijd, gedurende welken de zon onzichtbaar is, strekt van 16 November tot 27 Januari. De langste nacht is dus 73 dagen, dat wil zeggen: dat de zon door de inwoners van deze plaats gedurende 73 dagen niet gezien wordt.

78. De zon gaat onder om 6 uren, en de schemering eindigt om 8 uren; bij gevolg duurt deze 2 uren.

79. 3 uren.

80. 2 uren 18 minuten.

81. 44° Noorder breedte.

82. 41½° Noorder breedte.

83. 42° 25' Zuider breedte.

84. 90° van het noorden naar het oosten.

85. Het hoogste-kwadrant valt samen met het westpunt van den horizon; de standhoek is 90° van het noorden naar het oosten.

86. 65°.

87. Voor Hindostan, Arabië, enz.

88. In Europa, Azië, Australië en een gedeelte van Afrika.

89. Voor Europa, Azie en een gedeelte van Afrika.

90. Zichtbaar te Londen, enz.

ANTWOORDEN

op de vraagstukken over de hemelglobe.

1. Rechte klimming 150° , N. declinatie $12^\circ 47'$.
2. Rechte klimming 76° , N. decl. $45^\circ 49'$.
3. Rechte klimming $163^\circ 15'$, N. decl. $62^\circ 36'$.
4. Rechte klimming 66° , N. decl. $16^\circ 10'$.
5. Rechte klimming 212° , N. decl. $20^\circ 3'$.
6. Rigel, eene ster van de eerste grootte in het sterrenbeeld Orion.
7. 2, eene ster van de tweede grootte in het sterrenbeeld Draco.
8. Sirius, in den Grooten Hond.
9. Altair, in den Arend.
10. Pollux; de zuidelijke Tweelingen.
11. Z. breedte $5^\circ 28'$, lengte 2 teekens $6^\circ 53'$.
12. N. Breedte $6^\circ 30'$, lengte 3 teekens 21° .
13. Het sterrenbeeld Lyra, enz. komt op; Andromeda enz. gaat onder, en de Grootte Beer, enz. culmineert.
14. Eene ster in de Noorder kroon komt op: Arcturus in Bootes is een weinig boven den horizon; Sirius is in den meridiaan of culmineert; Markab, in Pegasus is een weinig beneden den wester horizon.
15. Arcturus zal ongeveer kwartier over zeven uur in den morgen opkomen, kwartier over 3 uren des namiddags culmineren, en des avonds kwartier over tien ondergaan.
16. Zij komt ongeveer half vijf uur in den namiddag op, enz.
17. Vijf uur in den morgen.
18. Omstreeks kwartier over 2 uren in den morgen.

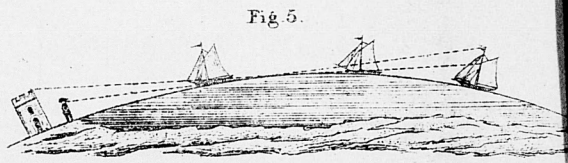
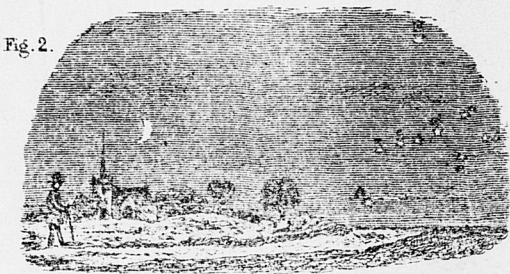
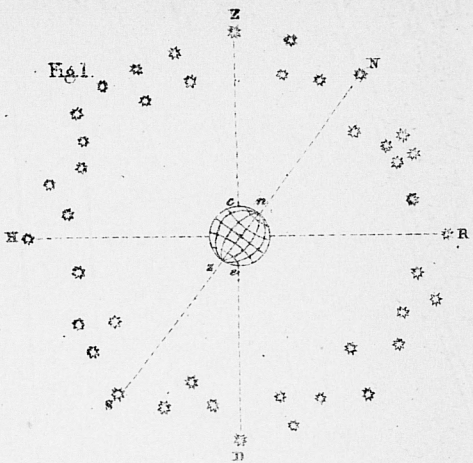


Fig. 3.

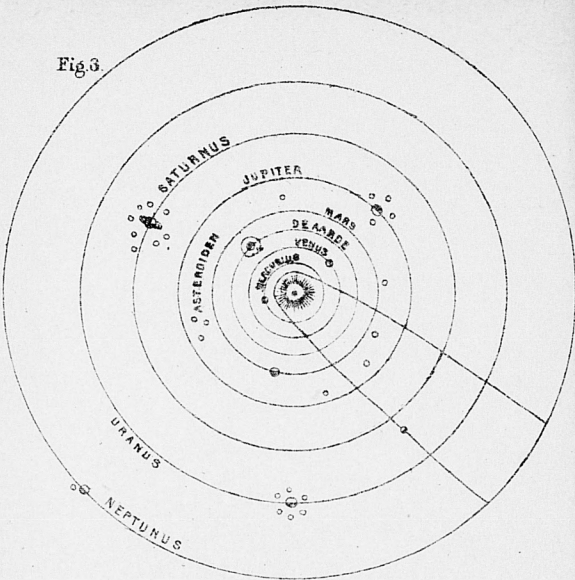


Fig. 7.

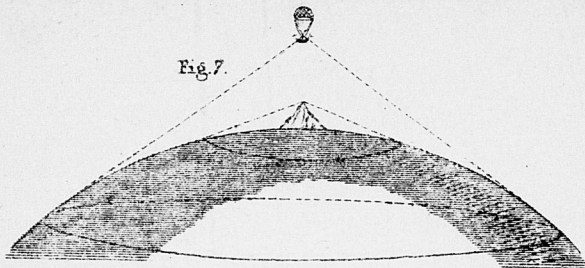


Fig. 8.

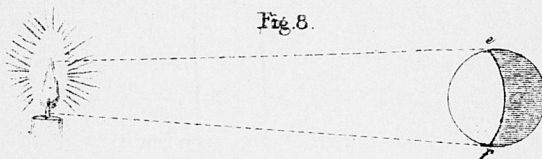


Fig. 9.

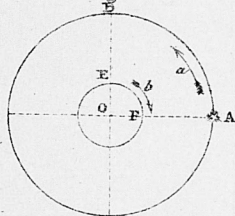


Fig. 10.

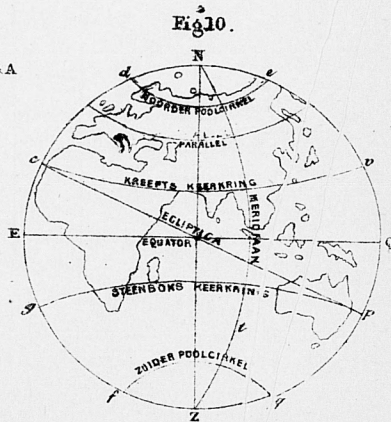


Fig. 4.

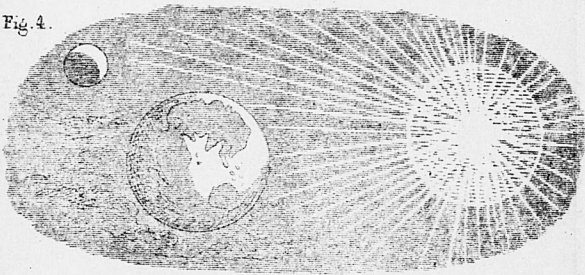
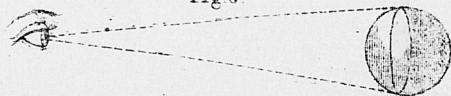


Fig. 6.



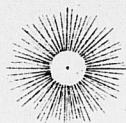


Fig. 11.

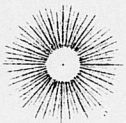
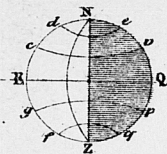


Fig. 12.

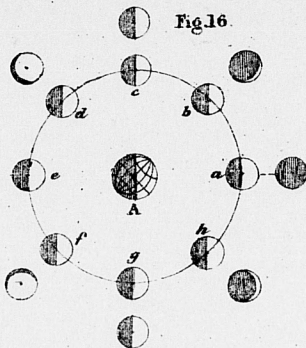
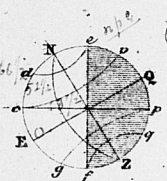


Fig. 16.

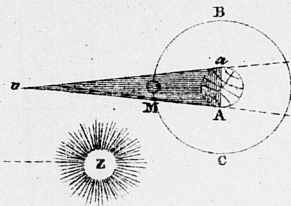


Fig. 17.

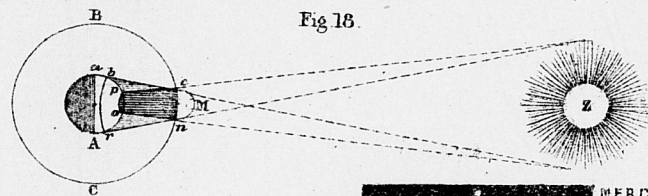


Fig. 18.

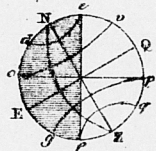


Fig. 13.

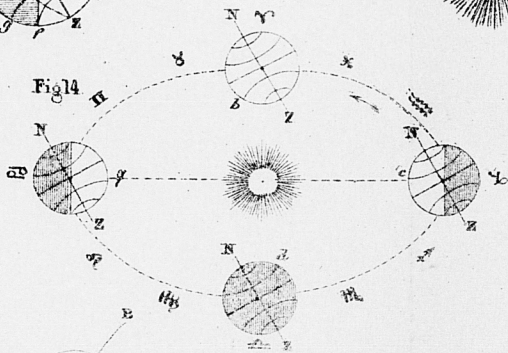
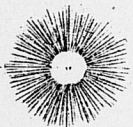


Fig. 14.

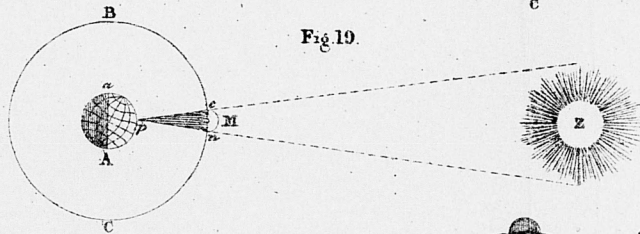


Fig. 19.

Fig. 22

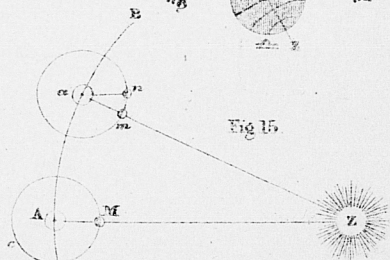
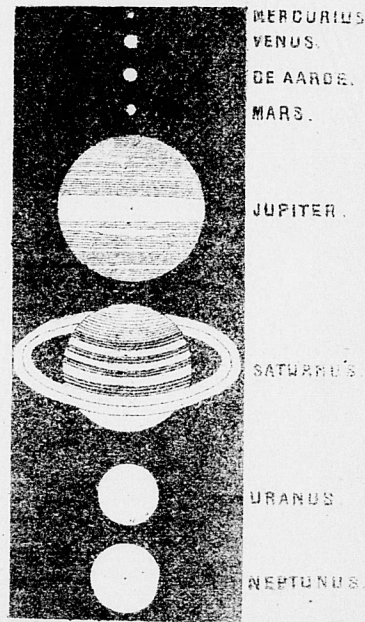


Fig. 15.

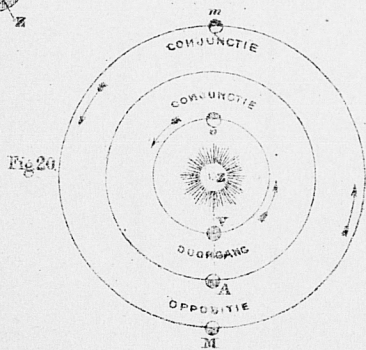


Fig. 20.

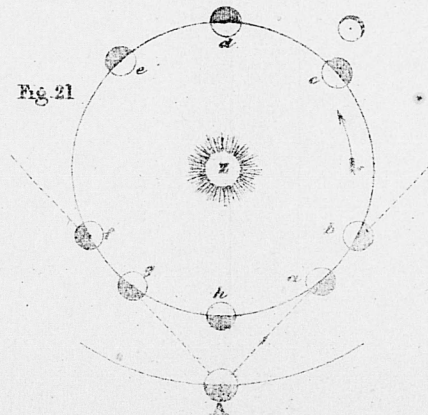


Fig. 21.

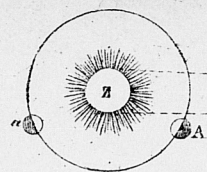


Fig. 23.

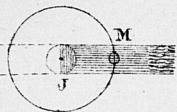


Fig. 24.

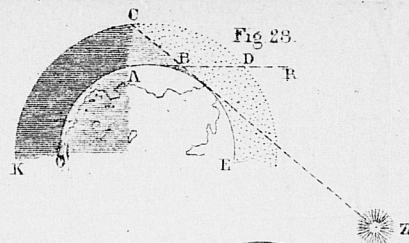


Fig. 29.

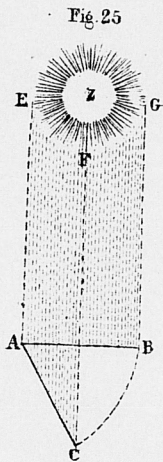


Fig. 25.

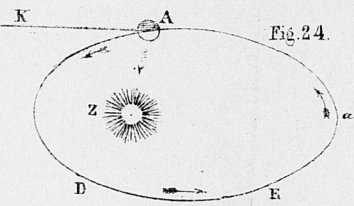


Fig. 26.



Fig. 29.

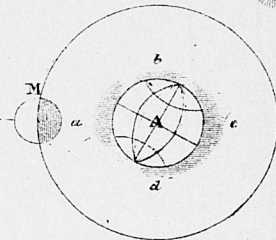


Fig. 30.

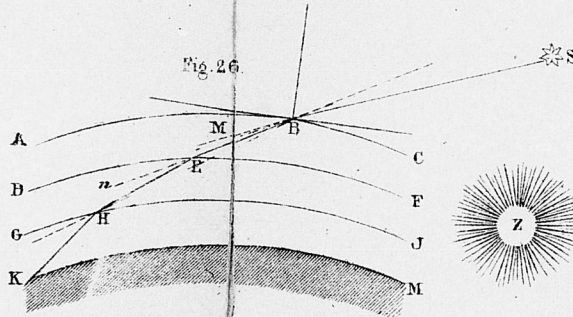


Fig. 26.

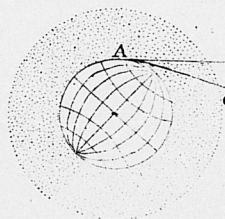


Fig. 27.



Fig. 31.

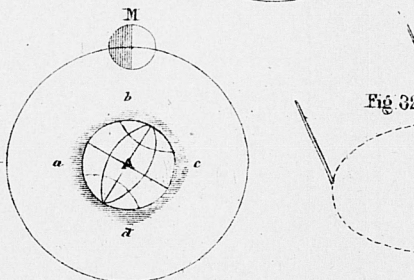


Fig. 32.

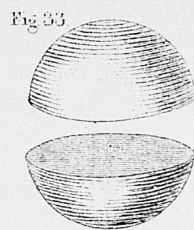


Fig. 33.

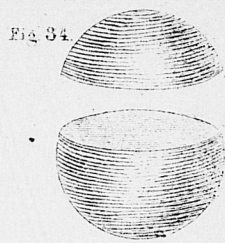


Fig. 34.

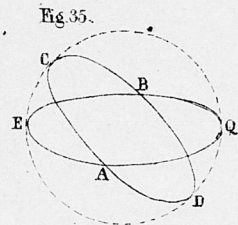


Fig. 35.

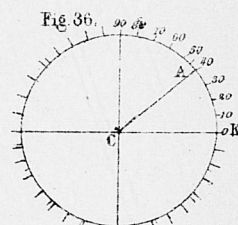


Fig. 36.

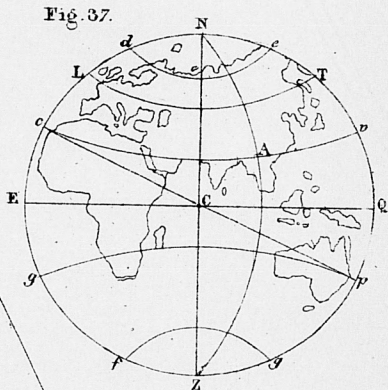


Fig. 37.

1230437



UITGAVEN VAN GEBROEDERS VAN DER HOEK,
BOEKHANDELAREN TE *Leiden*.

Dr. D. BIERENS DE HAAN. Overzicht der goniometrie en der vlakke driehoeksmeting	f 1.40
G. J. VERDAM. Handleiding bij de beoefening der spherische trigonometrie met betrekking tot hare toepassing op de mathematische geographie en op de spherische astronomie 2e druk, in linnen	f 3.30
— — Handboek der spherische trigonometrie ten gebruike bij het Hooger- en Middelbaar onderwijs, in linnen	f 4.75
— — Summarium der goniometrie en der rechthoekige of vlakke trigonometrie, eene handleiding bij het volgen van Academische lessen over deze onderwerpen der meetkunde, 3e verb. en vermeerd. druk, in linnen	f 4.30
JACOB GEEL. Onderzoek en phantasie, gesprek op den Drachenfels. Het Proza. Met een voorrede van W. P. WOLTERS	f 1.50
— — In net linnen stempelband	„ 1.80
— — Wat proza, bloemlezing	„ 0.15
— — Bij inrichtingen van onderwijs aanbevolen.	
Dagregister van uitgeleende boeken	„ 0.50

Door alle Boekhandelaren te bekomen.