ILMOE NLAM

WERELDBESCHRIJVING

OF DE

INLANDSCHE SCHOLEN.

EERSTE STUKJE. — TWEEDE DRUK.

VOOR DEN WERK DER HARDE, DE HEIDENEN DER HARDE EN DER [illegible] EN DE

MAHOMETTANEN, DE MOESSOES, DE INLANDSCHEN EN DE EILANDEN.

DOOR

Dr. J. A. C. OUDEMANS.

BATAVIA
LANDSDRUKKERIJ
1870.

N 03-68

ISN = 220

KONINKLIJK INSTITUUT VD TROPEN-BIBLIO
14 0000 0264
OPEN-BIBLIO

ILMOE ALAM

OF

WERELDBESCHRIJVING

VOOR DE

INLANDSCHE SCHOLEN.

TWEEDE STUKJE.

Over de eklipsen, over zonnewijzers, het vinden van den meridiaan, het bepalen van geographische breedte en lengte, over middelbaren en waren tijd, en over het maken van kaarten.

DOOR

DR. J. A. C. OUDEMANS,

HOOGLEERAAR TE UTRECHT.

BATAVIA.

Verkrijgbaar ter Lands Drukkerij.

1880.

Koninklijke Vereeniging
Centrale Bibliotheek
's-Rijks Instituut

Stoomsnelpersdruk van de firma L. E. BOSCH & ZOON,
bezorgd door DANNENFELSER & Co. (G. METZELAAR),
(beide te Utrecht).

INHOUD.

Bladz.

Voorbericht IX

EERSTE HOOFDSTUK.

Nadere beschouwing der eklipsen.

34. De eklipsen hebben altijd plaats op twee tijden van het jaar, die omtrent een half jaar uiteenliggen 1
35. De tijden der eklipsen vervroegen alle jaar. De teruggang van de knoopenlijn der maan; zijne verklaring . . 3
36. Onveranderlijkheid van de helling der maansloopbaan . . 16
37. Er zijn in het algemeen meer zoneklipsen dan maaneklipsen, maar voor eene bepaalde plaats meer zichtbare maaneklipsen dan zoneklipsen 18
38. Welke regels er op te merken zijn in de volgorde der eklipsen 23
39. Hoe men de grootte der eklipsen aanduidt 30
40. Over den tijdkring van Meton, van 19 jaar 31
41. Over den Saros, een tijdkring van 18 jaar en 11 dagen . 34
42. Over de berekening eener maaneklips. Moeilijkheid hiervan. Gebruik van een almanak. Wat men eigenlijk vinden moet 38
43. Eenheid van maat op de teekening of bij de berekening. 40
44. Onderscheid tusschen groote en kleine cirkels op eenen bol 40
45. Een paar voorafgaande eigenschappen der driehoeken . . 41
46. Gebruik der ekliptika bij de berekening eener maaneklips. Wat lengte en breedte op den hemelbol beteekent . . . 44

Bladz.

§ 47. Berekening der maaneklips van 22 Juni 1880. Berekening van het oogenblik van volle maan en van de breedte der maan op dat oogenblik 46

§ 48. Hoe men nu het begin en het einde der eklips vindt. Hiervoor moet men kennen den straal der aardschaduw. Hoe men dien vindt 49

§ 49. Berekening van het midden der eklips 53

§ 50. Berekening van de tijden van begin en einde 55

§ 51. Berekening van de grootte eener gedeeltelijke eklips . . 57

§ 52. Zeldzaamheid van eene totale of ringvormige zoneklips voor eene bepaalde plaats. Teekeningen betreffende de zoneklips van 19 Juli 1879 en kaarten van de zoneklipsen van 18 Aug. 1868, van 12 Dec. 1871 en van 18 Juli 1879 58

§ 53. Over de berekening eener zoneklips. Onderscheid in de berekening eener zoneklips en die eener maaneklips . . 67

§ 54. Parallaxis of verschilzicht 69

§ 55. Verschilzicht in de richting van de parallel en in de richting van de declinatie 72

§ 56. Voorbeeld. Berekening van begin, einde en grootte der zoneklips van 19 Juli 1879 voor Kota Radjah (Atjeh) . . 75

§ 57. Berekening van het geheele verloop van dezelfde eklips voor de geheele aarde 84

§ 58. Welke verschijnselen eene totale zoneklips aanbiedt. . . 93

TWEEDE HOOFDSTUK.

Over zonnewijzers, het vinden van den meridiaan en het bepalen der geographische breedte.

§ 59. Inleiding 95

§ 60. Vervolg. Hoe men den meridiaan, d. i. de richting van Noord naar Zuid, met een kompas vindt 100

§ 61. Vervolg. Hoe men den meridiaan zonder een kompas vindt. Eerste methode, door de opkomst of den ondergang der zon in Maart en September 102

§ 62. Tweede methode. Door opkomst of ondergang der zon op één dag 108

Bladz.

§ 63. Derde methode. Door opkomst of ondergang alleen, op een' willekeurigen dag 109

§ 64. Vierde methode. Den meridiaan te vinden op eene plaats waar men de zon niet kan zien opkomen en ook niet kan zien ondergaan 117

§ 65. Hoe men de breedte eener plaats vindt. Eerste methode. Door middel eener kaart of van den regeeringsalmanak . 120

§ 66. Tweede methode. Door de middagschaduw van eenen rechtop staanden stijl, in Maart of September, of ook op elken willekeurigen dag. 121

§ 67. Derde methode. Door de middagschaduwen van eenen rechtop staanden stijl, in Juni en December 123

§ 68. Over het teekenen van de uurlijnen, en de keus van het vlak, waarop zij getrokken worden 128

§ 69. Over de mongso's 134

DERDE HOOFDSTUK.

Over het bepalen van geographische lengte en over het verschil van middelbaren en waren tijd.

§ 70. Over het verschil in tijd op twee verschillende plaatsen . 141

§ 71. Hoe men het lengteverschil van twee plaatsen vindt. Eerste methode, door maaneklipsen 145

§ 72. Tweede methode, door zoneklipsen of sterrebedekkingen . 149

§ 73. Derde methode, door overbrenging van tijd met behulp van uurwerken 151

§ 74. Vierde methode, door den electrischen telegraaf 152

§ 75. Beschrijving van den electrischen telegraaf 153

§ 76. Over de sterrekundige bepaling van den tijd. Verschil tusschen zonnetijd en middelbaren tijd 162

VIERDE HOOFDSTUK.

Over het maken van kaarten.

§ 77. Eerste kaarten van een land, hoofdzakelijk door sterrekundige metingen 171

§ 78. Betere kaarten, door triangulatie en opneming 172

Bladz.

§ 79. Grootere landkaarten. Twee verschillende soorten van halfronden. 185

§ 80. Over de kaarten van gedeelten van den aardbol. Vier hoofdsoorten 192

§ 81. Verschil tusschen de graden breedte en de graden lengte. 194

§ 82. Kaarten, waarin de parallellen door rechte lijnen worden voorgesteld. *a.* Platte kaarten 198

§ 83. *b.* De methode van Flamsteed 200

§ 84. *c.* De 1e methode van Ptolemaeus. 202

§ 85. *d.* De methode van Mercator 204

§ 86. Kegelvormige kaarten. *a.* De zoogenoemde methode van Mayer 207

§ 87. *b.* De methode van de l'Isle 210

§ 88. *c.* De 2e methode van Ptolemaeus. 211

§ 89. De 3e methode van Ptolemaeus, gewoonlijk genaamd de methode van Bonne 214

§ 90. Hoe de aarde er uitziet, gezien van verre 215

VOORBERICHT.

Was de taak niet gemakkelijk, dien ik eenige jaren geleden op mij nam, om het eerste stukje eener „Wereldbeschrijving voor inlandsche scholen" ter neder te stellen, niet veel lichter was het bewerken van dit tweede stukje, en ik wil wel erkennen, dat de uitnoodiging der Indische Regeering, om het werkje te vervolgen, een welkome, maar ook noodige prikkel was, om er de handen voor aan het werk te slaan.

Allereerst deed zich de vraag voor, welke onderwerpen aan de beurt lagen? In het eerste stukje waren behandeld de vorm der aarde, de beweging der aarde en der maan, de jaargetijden, de moessons, de tijdrekening en de eklipsen, dus in het kort datgene, wat de vorm der aarde en de beweging der aarde en der maan aanleiding geeft op te merken.

De bovengestelde vraag heb ik rijpelijk overwogen. Ik geloofde getrouw te moeten blijven aan het beginsel, om zooveel mogelijk onderwerpen te kiezen, bij welker behandeling van eigene waarneming kon uitgegaan worden. Allereerst kon dus het hoofdstuk eklipsen verder uitgewerkt worden, en het is ook moeilijk een belangwekkender hoofdstuk in de sterrekunde te kiezen, of een hoofdstuk, dat meer aanleiding geeft, om allerlei merkwaardige bijzonderheden van den loop der hemellichamen te behandelen.

De overige drie hoofdstukken, die in dit deeltje behandeld zijn, volgen geleidelijk op elkander. De zonnewijzers, die men schier overal op *Java* vindt, hoewel zij, naar ik vernomen heb, er niet

inheemsch zijn, vormden mijns inziens een geschikt punt van uitgang, te meer daar zij van zelf de gelegenheid aanboden, de bepaling van den meridiaan en der geographische breedte te bespreken.

Omtrent de beteekenis der mongso's voor de rijstcultuur ben ik de noodige inlichtingen verschuldigd aan de welwillendheid van Raden Mas Adipati Ario Tjondro Negoro, Regent van *Koedoes*, wien ik daarvoor bij deze openlijk mijnen dank betuig.

Ter voltooiing van dit onderwerp moesten wel in een volgend hoofdstuk de geographische lengte en de lengteverschillen behandeld worden.

Zoo kwam ik van zelf tot de kaarten, en nu gaf de omstandigheid, dat de heeren Versteeg, als vervaardiger, en Kolff, als uitgever, de bevolking van *Nederlandsch Indië* door de uitgave van eenen met zorg bewerkten Maleischen Atlas, aan zich verplicht hebben, eene gereede aanleiding, de wijze, waarop die kaarten vervaardigd zijn, te verklaren.

Dat er weder geen sprake kon zijn, bij het bewerken dezer bouwstoffen, een of ander europeesch handboek, zelfs in de verte, te volgen, behoeft nauwelijks vermelding. Wie wel eens in de gelegenheid of noodzakelijkheid geweest is, met eenen Javaan over een wetenschappelijk onderwerp een gesprek te voeren, weet ook bij ondervinding, dat dit iets geheel anders is, dan hetzelfde onderwerp met een landgenoot te behandelen. De redeneering moet noodzakelijk eenvoudiger worden samengesteld, en sprongen in het betoog moeten vermeden worden. Toch hoop ik, dat het niet ondoenlijk blijken zal, een tamelijk ingewikkeld onderwerp, zooals zoneklipsen, op die wijs te behandelen. Men vergete niet, dat in vroegere eeuwen Egyptenaren, Hindoes en Arabieren het in de sterrekunde zelve tot eene aanzienlijke hoogte gebracht hebben, getuige de Almagestum van Ptolemaeus, de Surya Siddhanta, de werken van Al-baten en Ibn Junis, waardoor wel bewezen is, dat de oostersche landaard zich niet tegen de beoefening dezer wetenschap verzet.

Hoewel nu populair moetende schrijven, wenschte ik toch een ander beginsel getrouw te blijven, namelijk: niet, ter vermijding van moeilijkheden, de zaken verkeerd of onwaar voor te dragen. Zoo vindt men in meer dan één handboek, dat de teruggang der knoopenlijn der maan regelmatig plaats heeft, hetgeen eene onjuistheid is, die dadelijk in het oog valt, als men slechts de oorzaak van dien teruggang nagaat. Ofschoon dit een onderwerp is, dat zelfs Kaiser in zijne populaire werken ontweek, geloof ik toch, dat het volstrekt niet onmogelijk is, het verstaanbaar voor te stellen.

Bij de behandeling der kaartenprojecties trof het mij, dat door de geografen der voorgaande en van deze eeuw de verdiensten van den grootsten geograaf der oudheid, Ptolemaeus (± 120 jr. na Chr.), schijnen vergeten zijn. Toch bestaat eene Nederlandsche uitgaaf van zijnen atlas, uitgegeven te *Franeker* in het jaar 1695. Ook zijn handboek over aardrijkskunde, waarvan in de Bibliotheek der Utrechtsche Rijks-Universiteit meer dan éćne uitgaaf is, schijnt zeer weinig bekend te zijn. Het bleek mij, dat verscheidene projecties, die namen van anderen dragen, reeds ongeveer 1750 jaar geleden door dien grooten egyptischen sterrekundige nauwkeurig beschreven zijn, en dit was zelfs het geval met de projectie van Bonne, het kunstigste der gebruikelijke netten, om uitgestrekte werelddeelen af te beelden. De wereldkaart in den atlas van Ptolemaeus is uit zijne „Geographia" ontleend, en geheel naar de projectie van Bonne geteekend, terwijl de constructie van die projectie in het handboek zelf uitvoerig en duidelijk beschreven is. Ik heb gemeend, den eersten beschrijver recht te moeten laten wedervaren, door hem, waar het hem toekwam, in de eerste plaats te noemen.

Het bericht, dat het eerste stukje der „Ilmoe Alam" uitverkocht was, en er dus een tweede druk noodig was, heeft mij den moed gegeven, te vooronderstellen, dat ik den vereischten toon niet geheel gemist heb; ik word in die hoop gesterkt doordien, naar ik verneem, reeds vertalingen van dat stukje in het maleisch, javaansch en soendaneesch gereed of onder handen zijn. Ook

schijnt daaraan een niet onwelkom onthaal in sommige nederlandsche scholen in *Nederlandsch Indië* ten deel gevallen te zijn. Van harte hoop ik, dat als het vervolg ter hand genomen wordt, zij, die het eerste stukje verstaan hebben, ook met dit tweede geene te groote moeite zullen hebben, en op die wijs kennis zullen erlangen van onderwerpen, die zonder twijfel hunne belangstelling wel zullen opwekken.

Er is nog stof genoeg over, om verder op het ingeslagen pad voort te gaan. Mocht dit stukje eenen dergelijken bijval genieten, als het eerste stukje ten deel gevallen is, dan hoop ik, tusschen mijne ambtsbezigheden in, nog tijd over te houden, een derde stukje samen te stellen.

UTRECHT,
3 Februari 1878.

DE SCHRIJVER.

EERSTE HOOFDSTUK.

Nadere beschouwing der Eklipsen.

---

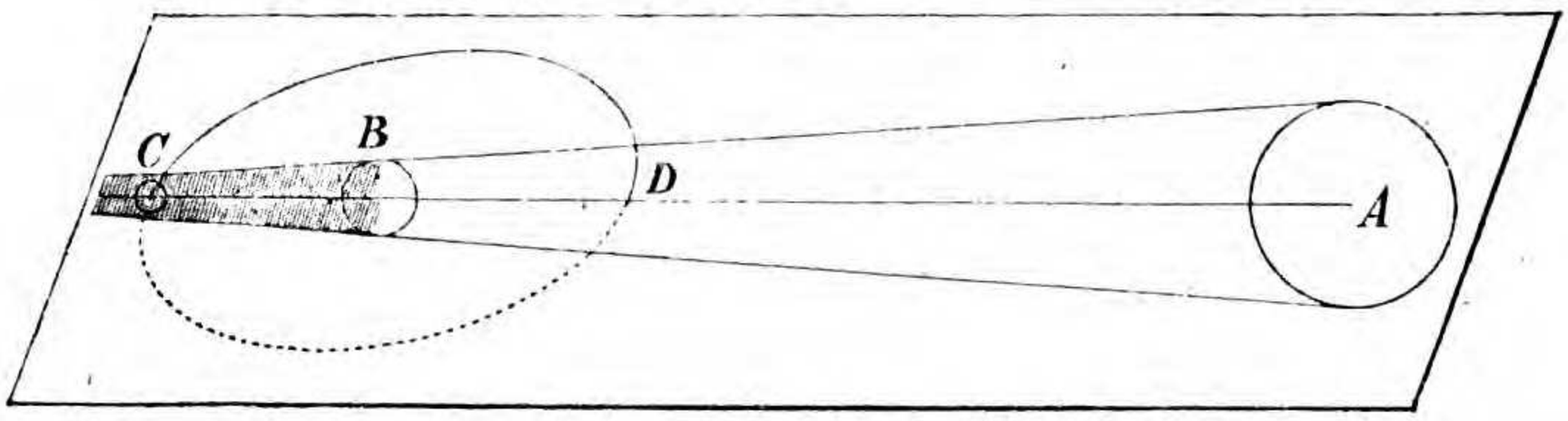
§ 34.

DE EKLIPSEN HEBBEN ALTIJD PLAATS OP TWEE TIJDEN VAN HET JAAR, DIE OMTRENT EEN HALF JAAR UITEEN LIGGEN.

DE HEER. Wel Abdullah, hebt gij alles nog wel onthouden, wat ik u over de eklipsen verteld heb?

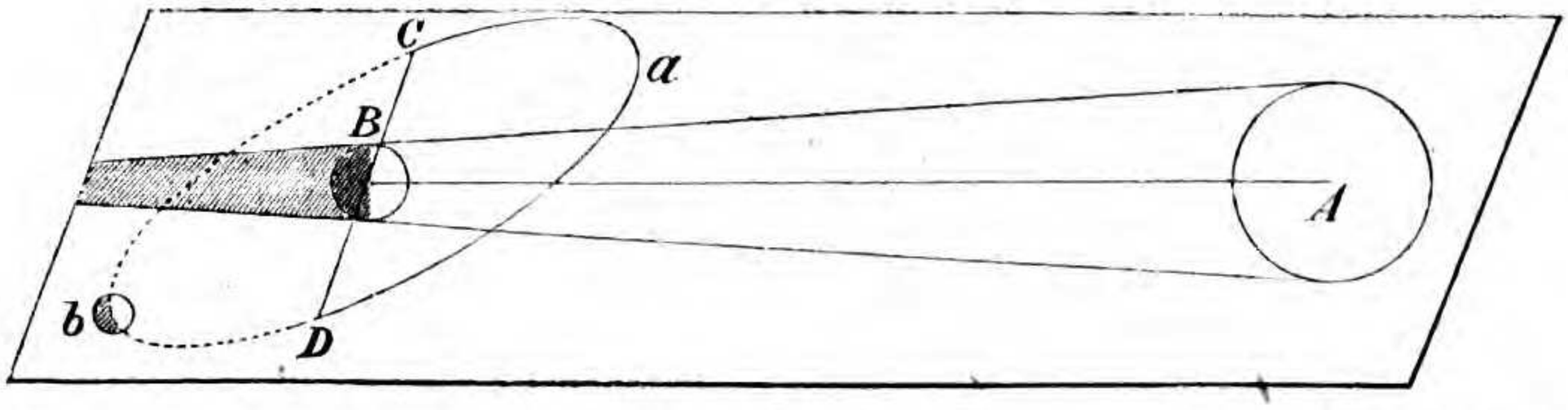
ABDULLAH. Jawel mijnheer, maar er zijn toch verschillende zaken, die ik nog niet goed begrijp. Bijv. u hebt mij gezegd, dat, als het volle maan is, zooals in fig. 69, en de maan dan

(fig. 69).



in of bij een knoop is, er dan eene maaneklips is; en wanneer zij, zooals in fig. 70, bij volle maan ver van de knoopen is, dat er dan geene maaneklips is; maar hoe kan men nu weten, wanneer dat plaats heeft; wanneer is het, zooals fig. 69 aan-

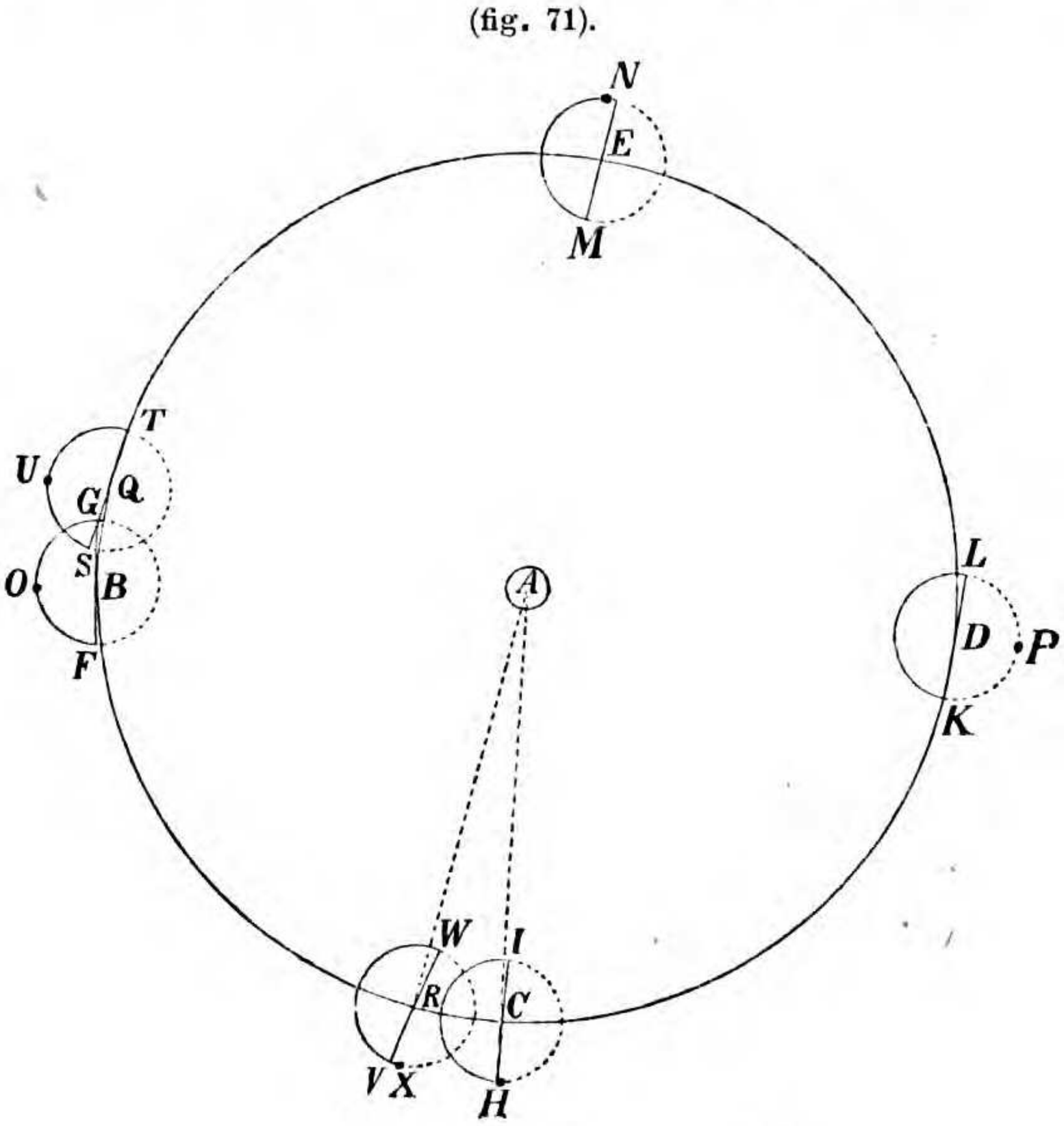
(fig. 70).



toont, en wanneer is het, zooals fig. 70 aanwijst? Want in de Javaansche almanakken, die in het begin des jaars uitkomen, vindt men die eklipsen al voor het geheele jaar voorspeld?

DE HEER. Ik zal eens trachten u dat uit te leggen. Gij weet nu, dit heb ik u al dikwijls uitgelegd, dat de loopbaan der maan niet valt in het vlak van de loopbaan der aarde, maar dat zij dit vlak snijdt, evenals een hoepel, die schuins in een bak met water gehouden wordt, en voor de helft onder water is, en voor de helft boven het water uitsteekt. De lijn *C D*, die in beide figuren de knoopen met elkander verbindt, gaat door het middelpunt der aarde en heet *knoopenlijn*. Bezie nu eens deze figuur, 71. De zon *A* neemt hier het midden in, de cirkel *B C D E* stelt de loopbaan der aarde, en de lijnen *F G*, *H I*, *K L* en *M N* stellen de knoopenlijn der maan voor; zooals gij ziet, zijn die wel ten naasten bij, maar niet geheel evenwijdig. Als de aardbol in *B* is, en de maan in

(fig. 71).



O vol is, dan is de maan ver boven het vlak van de loopbaan der aarde, en er is geene maaneklips. Drie volle manen later, als de aarde in *C* is, dan komt de maan, als zij vol wordt, in of nabij den *dalenden knoop H*, dien men zoo noemt, omdat de maan daarin onder het vlak van de loopbaan der aarde neêrdaalt. Drie volle manen later is de aarde in *D*, dan staat de maan, als zij vol is, in *P*, ver onder het vlak van de loopbaan der aarde. Zij gaat dus onder de schaduw der aarde door, en wordt niet verduisterd, er is dan geene maaneklips. Eindelijk weder drie volle manen later, wanneer de aarde in *E* is, is de maan, als zij vol is, in of bij *N*, d. i. bij haren *klimmenden knoop*, dan kan er dus weder eene maaneklips plaats hebben.

Gij ziet dus, dat er altijd twee tijden in het jaar zijn, waarop de maaneklipsen kunnen plaats hebben, en die tijden liggen omtrent een half jaar van elkander. In diezelfde tijden kan er dan ook eene zoneklips plaats hebben, maar dan natuurlijk bij nieuwe maan. Bijv. is de aarde in *C*, en is het dan juist nieuwe maan, dan zal die nieuwe maan plaats hebben dicht bij *I*, d. i. dicht bij den klimmenden knoop, en 6 maanden later, als de aarde in *E* is, en het is nieuwe maan, dan heeft die nieuwe maan plaats in *M*, in of dicht bij den dalenden knoop, en in beide gevallen heeft er altijd eene zoneklips plaats.

---

§ 35.

DE TIJDEN DER EKLIPSEN VERVROEGEN ALLE JAAR. DE TERUGGANG VAN DE KNOOPENLIJN DER MAAN; ZIJNE VERKLARING.

ABDULLAH. Komen er dan elk half jaar eklipsen? Dan zouden die op vaste tijden van het jaar moeten vallen?

DE HEER. Als de knoopenlijn evenwijdig aan zich zelve

bleef, ja, dan zou dit zoo zijn, maar om eens goed te zien, hoe de eklipsen terugkomen, zullen wij dit zelf eens onderzoeken. Ik heb uit de almanakken van eenige jaren achter elkander de eklipsen ontleend, die er geweest zijn en nog komen moeten. Zie hier dat lijstje; het begint met 1860 en eindigt met 1880. Die eklipsen, die vlak achter elkander komen, staan bij elkander en zijn van het volgende groepje eklipsen door eene rechte streep afgescheiden.

1860; eene zoneklips, den 23 Januari, te *Batavia* onzichtbaar,
eene gedeeltelijke maaneklips, den 7 Februari, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 18 Juli, te *Batavia* onzichtbaar,
eene gedeeltelijke maaneklips, den 2 Augustus, te *Batavia* zichtbaar.

1861; eene zoneklips, den 11 Januari, te *Batavia* zichtbaar.

---

eene zoneklips, den 8 Juli, te *Batavia* zichtbaar.

---

eene gedeeltelijke maaneklips, den 17 December, te *Batavia* onzichtbaar,
eene zoneklips, den 31 December, te *Batavia* onzichtbaar.

1862; eene totale maaneklips, den 12 Juni, te *Batavia* onzichtbaar,
eene zoneklips, den 27 Juni, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 22 November, te *Batavia* onzichtbaar,
eene totale maaneklips, den 6 December, te *Batavia* onzichtbaar.

1863; eene zoneklips, den 17 Mei, te *Batavia* onzichtbaar,
eene totale maaneklips, den 2 Juni, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 11 November, te *Batavia* onzichtbaar,
eene gedeeltelijke maaneklips, den 24 November, te *Batavia* onzichtbaar.

1864; eene zoneklips, den 6 Mei, te *Batavia* zichtbaar.

eene zoneklips, den 30 October, te *Batavia* onzichtbaar.

1865; eene gedeeltelijke maaneklips, den 11 April, te *Batavia* onzichtbaar,
eene zoneklips, den 25 April, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene gedeeltelijke maaneklips, den 5 October, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 19 October, te *Batavia* onzichtbaar.

1866; eene zoneklips, den 17 Maart, te *Batavia* onzichtbaar,
eene totale maaneklips, den 31 Maart, te *Batavia* onzichtbaar,
eene zoneklips, den 15 April, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene totale maaneklips, den 24 September, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 9 October, te *Batavia* onzichtbaar.

1867; eene zoneklips, den 6 Maart, te *Batavia* onzichtbaar,
eene gedeeltelijke maaneklips, den 20 Maart, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 29 Augustus, te *Batavia* onzichtbaar,
eene gedeeltelijke maaneklips, den 14 September, te *Batavia* onzichtbaar.

1868; eene zoneklips, den 23 Februari, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 18 Augustus, te *Batavia* zichtbaar.

1869; eene gedeeltelijke maaneklips, den 28 Januari, te *Batavia* onzichtbaar,
eene zoneklips, den 11 Februari, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene gedeeltelijke maaneklips, den 23 Juli, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 8 Augustus, te *Batavia* onzichtbaar.

1870; eene totale maaneklips, den 17 Januari, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 31 Januari, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 29 Juni, te *Batavia* onzichtbaar,
eene totale maaneklips, den 13 Juli, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 28 Juli, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 22 December. te *Batavia* onzichtbaar,
1871; eene gedeeltelijke maaneklips, den 7 Januari, te *Batavia* zichtbaar.

---

eene zoneklips, den 18 Juni, te *Batavia* zichtbaar,
eene gedeeltelijke maaneklips, den 2 Juli, te *Batavia* zichtbaar.

---

eene zoneklips, den 12 December, te *Batavia* zichtbaar.

1872; eene gedeeltelijke maaneklips, den 23 Mei, te *Batavia* onzichtbaar,
eene zoneklips, den 6 Juni, te *Batavia* zichtbaar.

---

eene gedeeltelijke maaneklips, den 15 November, te *Batavia* onzichtbaar,
eene zoneklips, den 1 December, te *Batavia* onzichtbaar.

1873; eene totale maaneklips, den 12 Mei, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 26 Mei, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene totale maaneklips, den 4 November, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 19 November, te *Batavia* onzichtbaar.

1874; eene zoneklips, den 16 April, te *Batavia* onzichtbaar,
eene gedeeltelijke maaneklips, den 1 en 2 Mei, te *Batavia* zichtbaar.

---

eene zoneklips, den 10 October, te *Batavia* onzichtbaar,
eene totale maaneklips, den 25 October, te *Batavia* onzichtbaar.

1875; eene zoneklips, den 6 April, te *Batavia* zichtbaar.

---

eene zoneklips, den 29 September, te *Batavia* onzichtbaar.

1876; eene gedeeltelijke maaneklips, den 10 Maart, te *Batavia* onzichtbaar,
eene zoneklips, den 26 Maart, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene gedeeltelijke maaneklips, den 4 September, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 18 September, te *Batavia* onzichtbaar.

1877; eene totale maaneklips, den 28 Februari, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 15 Maart, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 9 Augustus, te *Batavia* onzichtbaar,
eene totale maaneklips, den 24 Augustus, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 7 September, te *Batavia* onzichtbaar.

1878; eene zoneklips, den 2 Februari, te *Batavia* onzichtbaar,
eene gedeeltelijke maaneklips, den 17 Februari, te *Batavia* zichtbaar.

---

eene zoneklips, den 30 Juli, te *Batavia* onzichtbaar,
eene gedeeltelijke maaneklips, den 13 Augustus, te *Batavia* zichtbaar.

1879; eene zoneklips, den 22 Januari, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 19 Juli, te *Batavia* zichtbaar.

1880; eene zoneklips, den 12 Januari, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene totale maaneklips, den 22 Juni, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 7 Juli, te *Batavia* onzichtbaar.

---

eene zoneklips, den 2 December, te *Batavia* onzichtbaar.
eene totale maaneklips, den 16 December, te *Batavia* zichtbaar,
eene zoneklips, den 31 December, te *Batavia* onzichtbaar.

Zie nu zelf dit tafeltje maar eens na, en zeg mij dan eens of het uitkomt, wat gij zegt. Hebben nu werkelijk de eklipsen op vaste tijden van het jaar plaats?

ABDULLAH. Neen, dat komt niet uit, want in 1860 is het Januari, Februari, Juli en Augustus, in 1862 Juni, November en December, en als ik verder zie, wordt het telkens vroeger. In 1864 komt er al in Mei en October eene eklips, in 1866 in Maart, April en September, en in 1869 weder in Januari, Februari, Juli en Augustus, even als in 1860; zij komen dus telkens vroeger in het jaar.

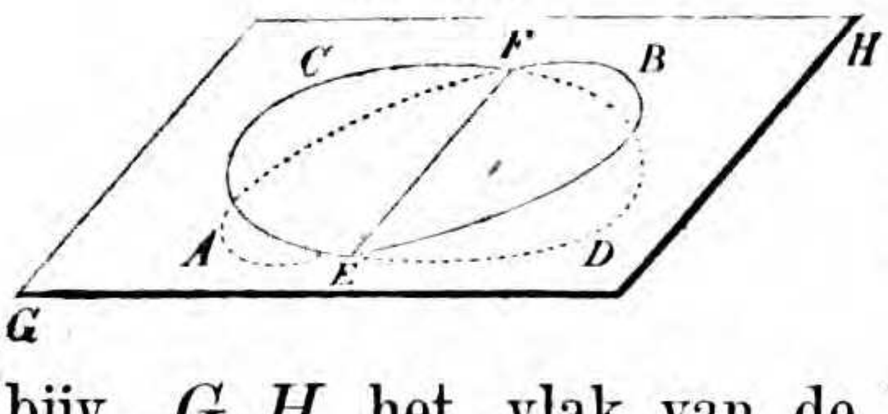
DE HEER. Juist, en als gij het goed beziet, dan hebben in 9 of 10 jaar de beide groepen eklipsen met elkander verwisseld. Zetten wij de lijst voort, dan blijkt dat na 19 jaar de eklipsen wederom in dezelfde maanden vallen als vroeger, dan hebben zij den geheelen jaarkring doorloopen. Gij begrijpt nu zeker wel, dat dit alleen daardoor komen kan, dat die knoopenlijn *niet* evenwijdig aan zich zelve blijft, zooals gij reeds in fig. 71 gezien hebt. Werkelijk verandert die knoopenlijn langzaam van richting. Die figuur is zoo geteekend, dat de 6 punten B, C, D, E, Q en R nu werkelijk voorstellen de plaatsen, waar de aarde zich bevindt telkens 3 volle manen later. De afstanden $B\,C$, $C\,D$, $D\,E$, $E\,Q$ en $Q\,R$, zijn dus 87°,3, want tusschen elke volle maan en de volgende zijn gemiddeld $29^{d}\ 12^{u}\ 44^{m}$, dit herinnert gij u van vroeger. De aarde doorloopt in dien tijd in haren loopbaan 29°,1, dus in 3 van die tijdvakken $3 \times 29°,1 = 87°,3$. Zet men nu, van B te beginnen, 4 maal dien boog af, dan komt men in C, D, E en Q, dit punt Q is nu van B linksom $4 \times 87°,3 = 349°,2$, dus rechtsom nog $360° - 349°,2 = 10°,8$ af. Evenzoo is R van C ook 10°,8 vandaan. De aarde doorloopt dien boog van 10°,8 in 11 dagen, vandaar ook, zooals gij u herinnert, dat het mohammedaansche jaar, dat precies 12 maanmaanden bevat, 11 dagen korter is dan het europeesche.

Gij ziet nu wel dat de lijnen $F\,G$, $H\,I$, $K\,L$, $M\,N$, $S\,T$ en $V\,W$, hoe langer hoe schuiner zijn met betrekking tot den rech-

ter- of linkerrand van het papier. Wanneer gij van C begint te tellen, dan stelt D de plaats der aarde voor bij de 3de volle maan, E bij de 6e, Q bij de 9e en R bij de 12e volle maan. AR maakt nu nog, zooals wij gezien hebben, een hoek van bijna 11° met $A\ C$, maar nog grooter is de hoek dien $V\ W$ met $I\ H$ maakt.

Elk jaar draait de knoopenlijn der maan omstreeks 19½° om, en in 18 jaar en 7 maanden gaat die knoopenlijn dus den geheelen omtrek of 360° eenmaal rond. Dus in 9 jaar 3½ maand de helft, d. i. 180°. Na 9 jaar kunt gij weder rekenen, dat de eklipsen in dezelfde maanden terugkomen als vroeger, zooals gij ook opgemerkt hebt. Maar dan is, (zie fig. 72) de bovenzijde van de maansloopbaan niet naar denzelfden kant gekeerd als vroeger, en waar vroeger de klimmende knoop was, is nu de dalende, en omgekeerd; indien bijv. $G\ H$ het vlak van de loopbaan der aarde, en $A\ B$ de ligging van de maansbaan voorstelt in 1868, dan stelt $C\ D$ die voor in 1877. De helling van deze vlakken op het vlak $G\ H$ bedraagt slechts iets meer dan 5°. Na weder 9 jaar en 3 maanden ligt het vlak der maansloopbaan wederlangs $E\ B\ F$.

(fig 72.)



ABDULLAH. Maar mijnheer, dat is toch zeer vreemd; weet men de oorzaak daar ook van, waarom die knoopenlijn omdraait?

DE HEER. Ja, maar dat is toch zoo lang niet geleden, dat dit bekend is. Dat die knoopenlijn omdraaide, wisten de sterrekundigen in Griekenland en Egypte al, meer dan 2000 jaar geleden, de Chineesche sterrekundigen nog vroeger, maar de reden konden zij onmogelijk weten. Want ik heb u immers vroeger gezegd, (1e Stukje, blz. 70, § 21) dat Newton, die in 1642 geboren is, de aantrekkingskracht ontdekt heeft, waardoor hij de verklaring van den loop der aarde om de zon en der maan om de aarde gegeven heeft. Welnu, dat die knoopenlijn zoo omdraait, is ook een gevolg van die aantrekkingskracht, en het is ook Newton geweest, die dit het eerst heeft uitgelegd.

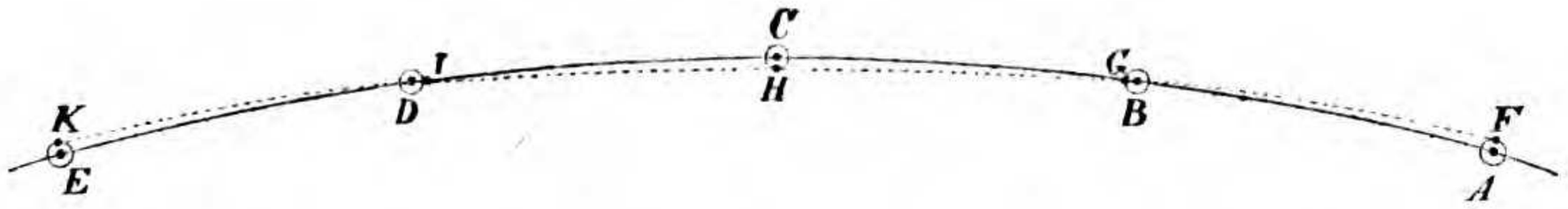
En het is zoo moeilijk niet om dat te begrijpen. Ik zal trachten u dat eens uit te leggen. In de eerste plaats moet gij wel weten, dat, als de maan met de aarde alleen was, dat wil zeggen, dat de zon er niet was, en als de maan om de aarde draaide even als nu, de vlakte van de loopbaan der maan *niet* zou veranderen, maar altijd door dezelfde blijven. De maan zou dan elke maand dezelfde sterren bedekken, hetgeen nu niet plaats heeft. Ook zou de loop der maan veel eenvoudiger zijn dan nu, want men zou eenvoudig dezelfde wetten hebben, als die ik u vroeger geleerd heb, namelijk 1° dat de maan in eene ellips zou loopen, waarvan de aarde een brandpunt inneemt, en 2° dat de voerstralen in gelijke tijden gelijke sectoren zouden beschrijven. (§ 21.) Maar de maan moet niet alleen gehoorzamen aan de aantrekking der aarde, maar ze moet ook gehoorzamen aan de aantrekking der zon. En die aantrekking is vrij sterk, want de zon staat wel 400 maal verder van de maan af, dan de aarde, en daardoor wordt hare aantrekking wel 400 × 400 of 160000 maal verzwakt, maar de zon is 320000 maal zwaarder dan de aarde en dus is hare aantrekking om die reden op gelijken afstand 320000 maal sterker. Het resultaat is dus, dat de aantrekkingskracht der zon op de maan nog 2 maal sterker is dan de aantrekkingskracht der aarde.

ABDULLAH. Maar dan moet de maan nog meer gehoorzamen aan de zon, dan aan de aarde.

DE HEER. Dat doet de maan ook. Want de maan gaat met de aarde om de zon in den tijd van een jaar. Zij loopt om de zon omtrent in denzelfden kring als de aarde, maar bij nieuwe maan is zij een weinig binnen den kring en bij volle maan een weinig buiten den kring. Gij moet u altijd wel herinneren dat de maan 400 maal dichter bij de aarde staat als de aarde bij de zon: en dat zulke figuren als fig. 71 dus niet juist geteekend zijn, want daarin is de loopbaan der maan naar verhouding van de loopbaan der aarde veel te groot geteekend. Wanneer ik nu die verhouding precies wilde maken, dan moest ik den straal van de loopbaan der aarde = 400 deelen, bijv. 200

millimeters aannemen en den straal van de loopbaan der maan = 1 deel, of ½ millimeter, hiervoor zou ik dus een groot vel papier noodig hebben. In figuur 73 is echter een gedeelte van

(fig. 73).



die maansbaan in de juiste verhouding getrokken. De volle lijn stelt de baan der aarde om de zon voor, de gestippelde, de baan der maan. Als de aarde in *A* is, wordt vooronderstelt dat het volle maan is, en de maan is dus in *F*; na $7\frac{3}{8}$ dag is de aarde in *B*, het is dan laatste kwartier en de maan is in *G*; na $14\frac{3}{4}$ dag is de aarde in *C*, het is dan nieuwe maan, en de maan is in *H*; na 22 dagen nagenoeg is de aarde in *D*; het is dan eerste kwartier en de maan is in *I*; en eindelijk na 29½ dag is de aarde in *E* en het is weder volle maan, en de maan is in *K*. De teekening is nu op zoo kleine schaal, dat de aarde en de maan maar als zwarte stipjes zijn geteekend, hoewel de helft, die naar de zon gekeerd is, verlicht moet zijn; wanneer men nu de tusschengelegene plaatsen van de maan ook teekent, dan verkrijgt men de gestippelde lijn, en dat is de eigenlijke baan der maan; zij draait wel in 29, of eigenlijk in 27 dagen om de aarde, maar met de aarde draait zij om de zon. Gij ziet dus, dat de maan werkelijk aan de aantrekking van de zon gehoorzaamt, maar was nu die aantrekking altijd even sterk als de kracht, waarmede de zon de aarde aantrekt, en was de loopbaan der maan in hetzelfde vlak als de loopbaan der aarde, dan zouden wij niet veel van die werking der zon merken, en de loop der maan om de aarde zou geheel regelmatig zijn, volgens de twee wetten, die wij ons zooeven nog herinnerd hebben. Maar die aantrekking der zon is niet altijd even sterk; want als de maan in *F* of *K* is, is zij verder van de zon dan de aarde, dus is de aantrekking der zon op de maan zwakker dan op de aarde, en wanneer zij in *H* is, is zij

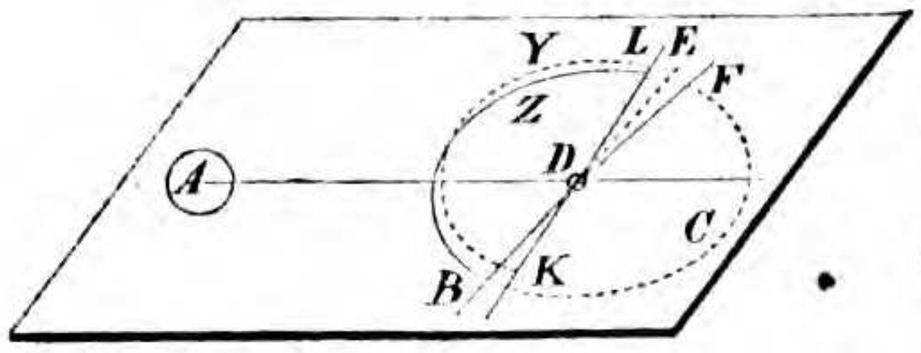
dichter bij de zon dan de aarde, en dus is de aantrekking van de zon op haar dan ook sterker dan op de aarde.

Hierdoor komen dus onregelmatigheden in den loop der maan, die maken dat het zeer veel moeite aan de sterrekundigen gekost heeft, om dien loop juist te berekenen.

Maar ik zeide ook, dat er ook onregelmatigheden in den loop der maan ontstonden, doordien de loopbaan der maan om de aarde niet valt in hetzelfde vlak, als dat van de loopbaan der aarde om de zon: daardoor komt namelijk dat die knoopenlijn in bijna 19 jaar over eenen geheelen cirkel omdraait, zooals ik u reeds heb medegedeeld. Ik zal trachten u duidelijk te maken, hoe dit nu gebeurt. Ik moet beginnen met u te zeggen, dat de werking der zon op de ligging der loopbaan der maan eene geheele andere is, als de aarde is in *B*, *D* of *Q*, fig. 71, dan wel of zij zich bevindt in *C* of *E* of *R*.

Laat ons eerst eens nagaan, wat er gebeurt als de aarde zich bevindt in *D*. Zie eens hier fig. 74. Laat *A* weder voorstellen de zon, *D* de aarde, *L Y K*, die in de figuur gestippeld geteekend is, de loopbaan der maan, zooals zij zoude zijn als de zon er niet was, *L K* de knoopenlijn, zoodat dus de eene helft *L Y K* boven, en de andere helft, die niet geteekend is, onder het vlak van de loopbaan der aarde is. Wat gebeurt er nu? Zoo de maan zich van *L* naar *Y* beweegt, trekt de zon haar aan, sterker dan de aarde, en daar komen dan de onregelmatigheden van haren loop *in hare baan* van daan, waarover wij nu niet verder zullen spreken; maar de zon bevindt zich *onder* de vlakte van de maansloopbaan en trekt de maan dus een weinig naar beneden, van hare eigene loopbaan af, en naar het vlak van de loopbaan der aarde toe; en daar dit nu 14 dagen lang aanhoudt, is het begrijpelijk, dat de maan eerder weder in dat vlak terug is, dan zij anders zijn zou, en dat het doorsnijpunt met dat vlak, namelijk *B*, onder de vlakte der maansloopbaan,

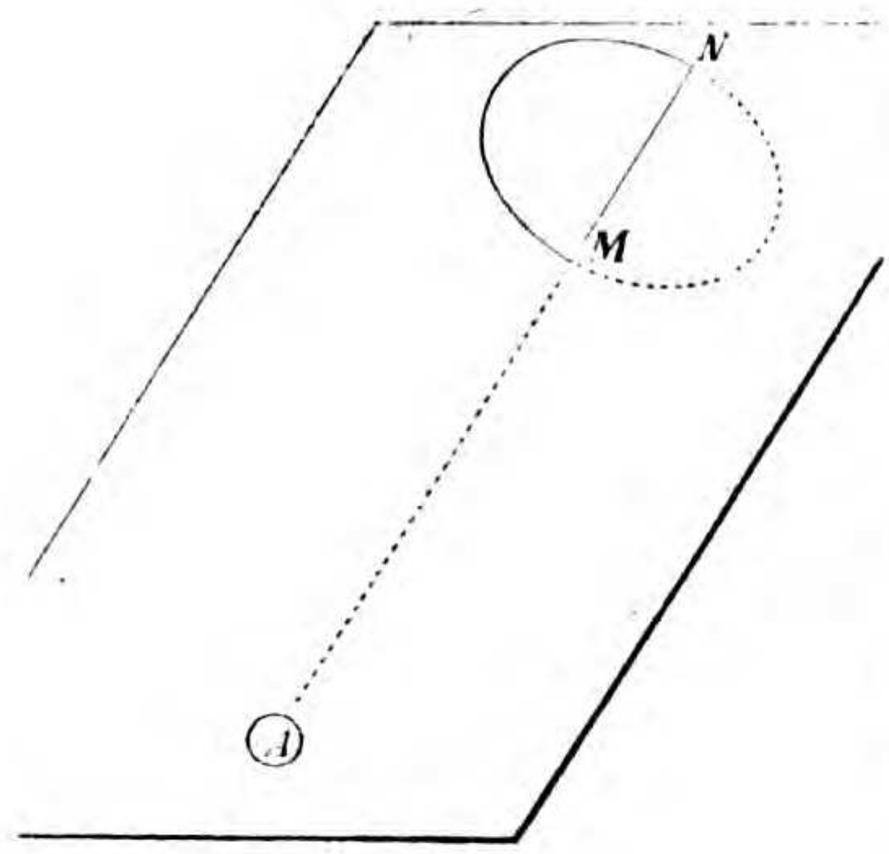
(fig. 74).



dus op zijde van *K* ligt. Zonder de werking der zon zou zij dus langs de gestippelde lijn *L Y K* loopen, maar door de werking der zon wordt het langs de doorgetrokkene lijn *L Z B*. De knoopenlijn was eerst *L K*, maar na eene halve maand is het niet meer *L K*, maar *D B* of *E D B*; dus het komt daarop neder, dat die knoopenlijn in die halve maand haren stand veranderd heeft van *L D K* naar *E D B*. En hoe is het nu in de volgende halve maand? Dan beweegt zich de maan onder het vlak van de loopbaan der aarde. Zij vertrekt nu van *B*; hield de aantrekking der zon geheel en al op, dan zou zij den weg *B C E* afleggen; maar nu trekt de zon haar aanhoudend aan, evenals de aarde. Behalve de onregelmatigheden, die daardoor weder in den loop der maan ontstaan, gebeurt nu weder hetzelfde als in de vorige halve maand, dat de zon de maan altijd naar de vlakte van de loopbaan der aarde toetrekt, maar het is nu niet naar beneden, maar naar boven. Het spreekt dus ook wel van zelf, dat zij weder vroeger in het genoemde vlak zijn zal, dan wanneer de zon niet aantrok, dus alweder heeft eene dergelijke omdraaiing der knoopenlijn plaats als in de vorige halve maand, namelijk van *D E* tot *D F*.

Gij moet nog letten op de richting van die omdraaiing; die is niet van de rechter- naar de linkerhand, zooals de maan om de aarde draait, als men ten minste het hoofd naar de noordpool gericht heeft; maar van de linker- naar de rechterhand, daarom noemt men die draaiing *den teruggang* der knoopenlijn.

(fig. 75).



In fig. 74 is de voerstraal *A D* ongeveer loodrecht op de knoopenlijn, evenals in fig. 71, als de aarde in *D* is, maar als nu, zie fig. 75, drie volle manen vroeger of later de knoopenlijn

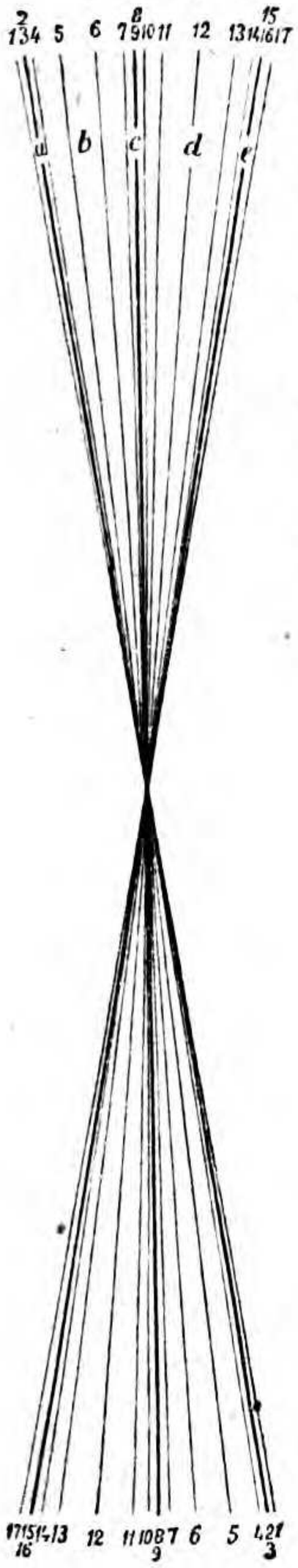
M N juist naar de zon *A* gericht is, evenals wanneer de aarde in *C* of *E* van fig. 71 is, dan is de zaak natuurlijk anders. Dan bevindt zich de zon in het vlak der maansloopbaan, en dan hebben er wel weder de gewone onregelmatigheden in den loop der maan plaats, waarvan ik u reeds gesproken heb, maar het spreekt van zelf, dat de zon dan de maan niet van dat vlak van daan kan trekken; noch naar boven, noch naar beneden, en op de ligging van de vlakte der maansloopbaan heeft de zon dus dan geene werking, dat wil zeggen eene draaiing der knoopenlijn is er dan niet. Is de aarde weder drie volle manen later in *Q*, fig. 71, dan is het weder evenals toen de aarde in *D* was; terwijl de maan zich van *T* door *U* naar *S* beweegt, wordt zij door de aantrekking der zon, ook aanhoudend naar beneden getrokken, en het gevolg is, dat als zij van *T* uitgaat, zij niet in *S* weder het vlak van de loopbaan der aarde snijdt, maar iets meer naar den kant van *U*. Het is dus ook hier weder een teruggang der knoopenlijn.

ABDULLAH. Maar mijnheer, dat begrijp ik niet. Als de maan zich van *T* naar *U* en dan naar *S* beweegt, en de zon staat in *A*, dan is dat punt *A* toch boven de vlakte van de loopbaan der maan *T U S*, en ik zou dan zeggen, dat de zon de maan naar boven moet trekken en niet naar beneden.

DE HEER. Ja, maar dat is toch maar schijn. Want gij moet niet vergeten, dat als de maan in *U* is, zij wel door de zon wordt aangetrokken, maar diezelfde zon trekt de aarde, die in *Q* staat nog sterker aan; als gij dus de aantrekking van de zon van op de maan vergelijkt bij die op de aarde, dan is het eerder alsof de maan door de zon *afgestooten* wordt. De aantrekking van de zon doet dus, als de aarde in *Q* is, de maan niet *boven* het vlak afwijken, zooals gij meendet, maar *onder*, zooals ook uitkomt met hetgeen ik u gezegd heb.

Is de aarde tusschen *D* en *E*, of tusschen *E* en *Q* in, dan bestaat de teruggang ook wel, maar hij is natuurlijk minder snel, naarmate de maan verder van *D* of *Q* en dichter bij *E*

(fig. 76).



is. Teruggang is er dus voortdurend, maar dan eens schielijk, dan eens langzaam, soms geheel stilstaand. Duidelijk zal u dit fig. 76 voorstellen; waar de beweging der knoopenlijn van de maan in het jaar 1878 is te zien; telkens wanneer zij haren klimmenden knoop doorgaat, is de knoopenlijn geteekend. De lijn 1—1 duidt de knoopenlijn aan tijdens den doorgang door den klimmenden knoop den 6en Januari:

de lijn	2— 2	den	3	Februari	1878.
„	3— 3	„	2	Maart	„
„	4— 4	„	29	„	„
„	5— 5	„	25	April	„
„	6— 6	„	23	Mei	„
„	7— 7	„	18	Juni	„
„	8— 8	„	16	Juli	„
„	9— 9	„	12	Augustus	„
„	10—10	„	8	September	„
„	11—11	„	5	October	„
„	12—12	„	1	November	„
„	13—13	„	28	December	„
„	14—14	„	26	„	„
„	15—15	„	22	Januari	1879.
„	16—16	„	19	Februari	„
„	17—17	„	18	Maart	„

Gij ziet hier, hoe onregelmatig de beweging der knoopenlijn is; tusschen 3 Februari en 2 Maart is er geene teruggaande beweging in merkbaar, evenmin als tusschen 16 Juli en 12 Augustus, en tusschen 22 Januari en 18 Februari 1879, terwijl daarentegen tusschen 29 Maart en 23 Mei, evenals tusschen 5 October en 28 November, die teruggang zeer aanzienlijk is. De punten b, c, d, e duiden den stand der knoopenlijn aan, als de aarde zich in B, C, D, E in fig. 71

bevindt; gaat men na, hoe groot de teruggang is tusschen b en c, tusschen c en d, tusschen d en e, is die verschuiving telkens nagenoeg gelijk, namelijk omtrent $4\frac{1}{2}°$; per jaar is zij dus iets meer dan $4 \times 4\frac{1}{2}$, namelijk omtrent 19°,4; en het duurt 18 jaar en 7 maanden, eer dat de knoopenlijn den geheelen cirkel eens rondgedraaid heeft. Als dus de knoopenlijn heden juist door de zon gaat, dan is heden over een jaar die knoopenlijn niet gericht naar de zon, maar 19° rechts van de zon, dus 19 dagen vroeger, als de zon ook 19° meer ter rechterzijde staat, dan gaat die knoopenlijn weder door de zon. De tijd, waarop eklipsen verwacht kunnen worden, wordt dus alle jaar omtrent 19 dagen vroeger, en derhalve na 19 jaar omtrent $19 \times 19 = 361$ dagen vroeger, d. i. nagenoeg een jaar, en de eklipsen vallen dus dan weder in dezelfde maanden als vroeger.

---

§ 36.

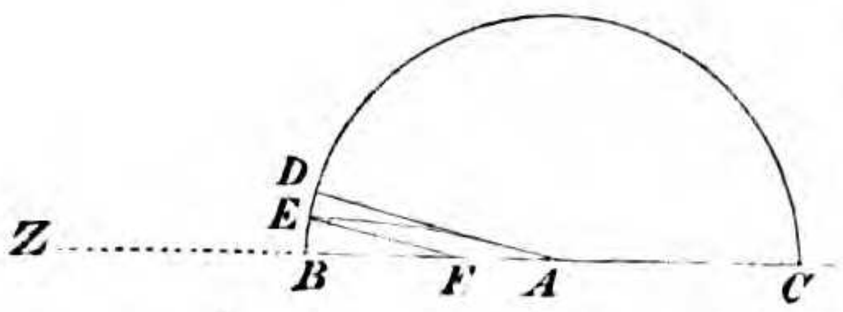
ONVERANDERLIJKHEID VAN DE HELLING DER MAANSLOOPBAAN.

ABDULLAH. Maar mijnheer, dat is wezenlijk nog al eenvoudig; maar ééne zaak moet ik u nu eens vragen. Als ik figuur 74 bezie, dan zou ik zeggen, dat de loopbaan der maan $L\ Y\ K$ een weinig gedaald is, en dus tot de loopbaan der aarde genaderd is. De volgende halve maand, als de maan onder dat vlak is, geschiedt, hebt u gezegd, hetzelfde, ik zou dus zeggen, dat als de zon altijd doorgaat, de maan naar het vlak van de loopbaan der aarde te trekken, dan moet die loopbaan der maan al heel spoedig met de vlakte van de loopbaan der aarde samenvallen.

DE HEER. Dat is toch niet zoo. Zie eens hier. Gij weet wel, dat men bogen meet met graden, minuten en sekonden, en hoeken evenzoo; en dat, als men in een cirkel twee stralen trekt,

de hoek tusschen de stralen even veel graden enz. heeft, als de boog aan den omtrek tusschen die stralen; zie nu eens deze figuur 77, die stelt den hemelbol voor, gezien op zijde, even als wij vroeger [1]) in de figuren 37—41, en verder nog in de eerste der beide figuren van fig. 43, 44 en 45, de aarde, van op zijde gezien geteekend hebben. Laat nu $B\ C$ voorstellen het vlak van de loopbaan der aarde, $A\ D$ de loopbaan, die de maan zou hebben als de zon haar niet aantrok, die links, in Z, maar op grooteren afstand staat. Nu stellen wij, dat de maan van het punt A, dat aan de overzijde van den hemelbol ligt, vertrekt in de richting van $A\ D$, maar doordien nu de zon de maan naar beneden trekt, komt de maan niet in D, maar in E terecht, dus werkelijk iets lager. Maar wat gebeurt nu bij het nederdalen? De zon blijft de maan naar beneden trekken, dus gaat zij nu langs $E\ F$ verder en komt weder in F op het vlak van de loopbaan der aarde. Nu was hoek $B\ A\ D$ de eigenlijke helling der maansloopbaan op die der aarde, toen de maan in A was, doordien zij naar E ging, in plaats van naar D, verminderde die helling, en $B\ E$ is ook kleiner dan $B\ D$; maar door dezelfde aantrekking der zon, die de helling der maansloopbaan verminderde, wordt die helling nu weder vergroot, want als de maan in F aankomt, is de hoek $B\ F\ E$ even groot als eene halve maand vroeger de hoek $B\ A\ D$ was. En zoo gaat het nu elken halven maansomloop juist hetzelfde. Als gij de hoogte $B\ E$ boven het vlak der aardloopbaan in graden uitdrukt, en de helling evenzoo, komt dus de maan een weinig minder hoog boven het vlak der aardloopbaan, als de eigenlijke helling, hoek A of hoek F bedraagt, maar hoek A wordt op den duur door de werking der zon niet kleiner, en $B\ E$ ook niet.

(fig. 77).



---

1) Zie het eerste stukje.

§ 37.

ER ZIJN IN HET ALGEMEEN MEER ZONEKLIPSEN DAN MAANEKLIPSEN, MAAR VOOR EENE BEPAALDE PLAATS MEER ZICHTBARE MAANEKLIPSEN DAN ZICHTBARE ZONEKLIPSEN.

DE HEER. Wel Abdullah, hebt gij nu nog alles onthouden, wat ik u van eklipsen verteld heb?

ABDULLAH. Ja mijnheer, wat u mij verteld heb, heb ik goed begrepen, en ik geloof ook wel onthouden, maar ik heb met verwondering die lijst van eklipsen eens nagezien, die u mij gegeven hebt. Daar schijnt geene regelmaat in te zijn, behalve dat er elk jaar in twee tegenovergestelde maanden eklipsen komen, en dat die eklipsen alle jaar wat vroeger komen.

DE HEER. Toch kunt gij uit die lijst nog veel leeren, als gij haar maar eens aandachtig bekijkt. Laat ik u maar eens doen opmerken. Hoeveel zoneklipsen zijn er op die lijst aangeteekend?

ABDULLAH. Negen en veertig.

DE HEER. En hoeveel maaneklipsen?

ABDULLAH. Drie en dertig.

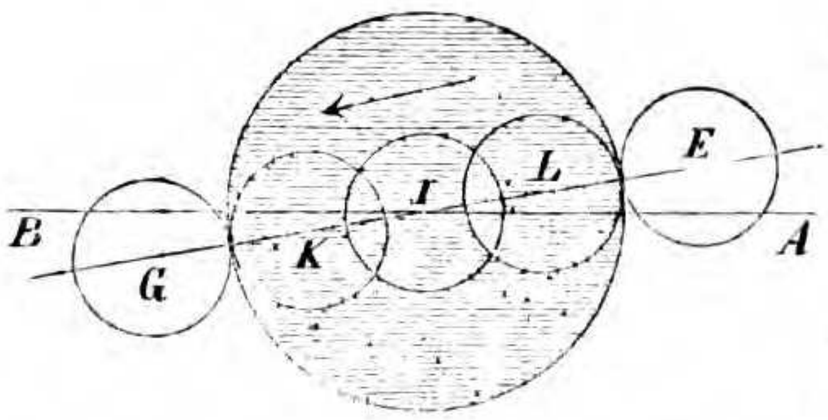
DE HEER. Dus in hetzelfde tijdvak anderhalf maal meer zoneklipsen dan maaneklipsen?

ABDULLAH. Ja, maar hoe komt dat? Is daar eene reden voor?

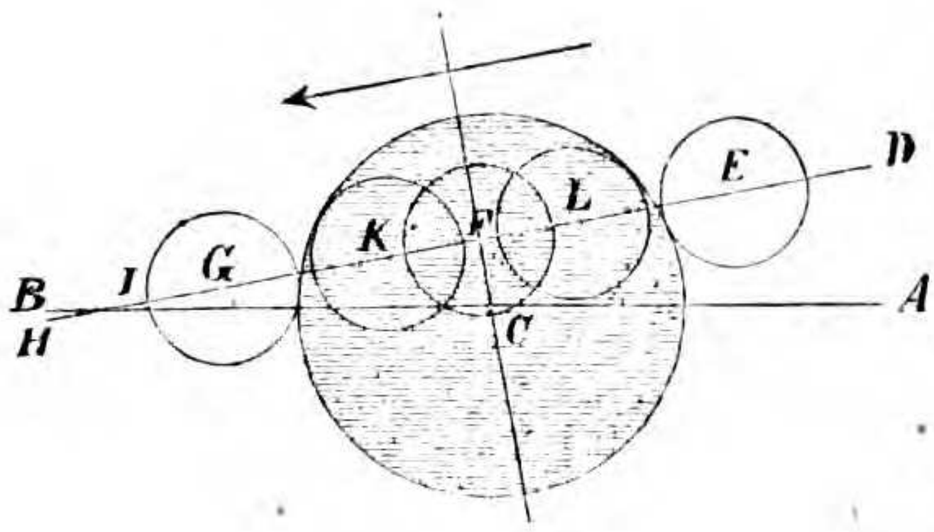
DE HEER. Zeer zeker, en als gij maar wilt opletten zult gij het zelf wel zien. Wij moeten daarvoor weder eens fig. 69 bekijken. Gij herinnert u wel, dat die figuur voorstelde eene maaneklips; de donkere ruimte links van de aarde *B* was de schaduw van de aarde, die besloten is binnen eene kromme vlakte, die men *den binnensten schaduwkegel* noemt. In die figuur was de maan geheel binnen dien schaduwkegel gedompeld, en het was dus eene *totale eklips*. Wanneer nu de maan niet geheel in dien schaduwkegel komt, maar slechts met haar boven- of onderrand, dan is er eene *gedeeltelijke eklips*. Om dit nu gemakkelijker te begrijpen moet gij opmerken, dat in fig. 69 en 70 de lijnen *A B voerstralen* der aarde zijn, dat zijn lijnen, getrokken

uit het middelpunt der zon naar dat van de aarde; die lijnen liggen dus in het vlak van de loopbaan der aarde, en zijn tevens de assen der schaduwkegels die de aarde achter zich heeft. Indien wij nu dien schaduwkegel dwars doorsnijden op de plaats, waar de maan zich bevindt, als zij vol is, dan verkrijgen wij eenen donkeren cirkel, waarvan het middelpunt in het vlak der aardbaan ligt. In de figuren 78, 79, 80, 81 en 82 ziet gij nu zulk eene doorsnede van den schaduwkegel. Toen wij den schaduwkegel doorsneden, sneden wij natuurlijk het vlak der loopbaan der aarde ook door, dit geschiedde volgens de lijn *A B;* die lijn stelt dus aan den hemel voor den weg, dien, uit de zon gezien, het middelpunt der aarde doorloopt; maar dit is ook precies de weg, dien uit de aarde gezien, het middelpunt der zon een half jaar later doorloopt, en dien weg noemen wij daarom den *zonsweg.* Toch is er een nog meer gebruikelijke naam, voor dien zonsweg, die ook al jaren lang in gebruik is. Omdat namelijk de eklipsen alleen plaats hebben als de maan, wanneer zij vol of nieuw is, dicht bij dien boog aan den hemel staat, heeft men hem de *ekliptika* genoemd. Ekliptika beteekent dus hetzelfde als zonsweg, het is de groote cirkel, waarlangs het vlak van de loopbaan der aarde den hemelbol snijdt. En die vlakte zelve

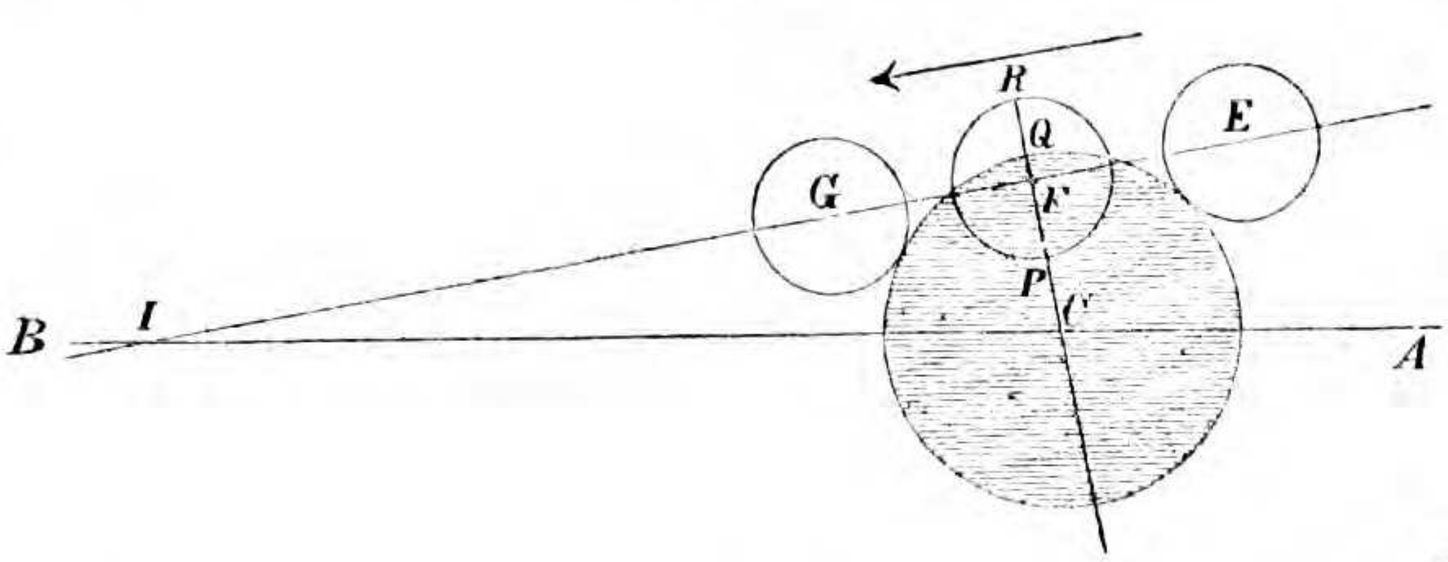
(fig. 78).



(fig. 79).



(fig. 80).



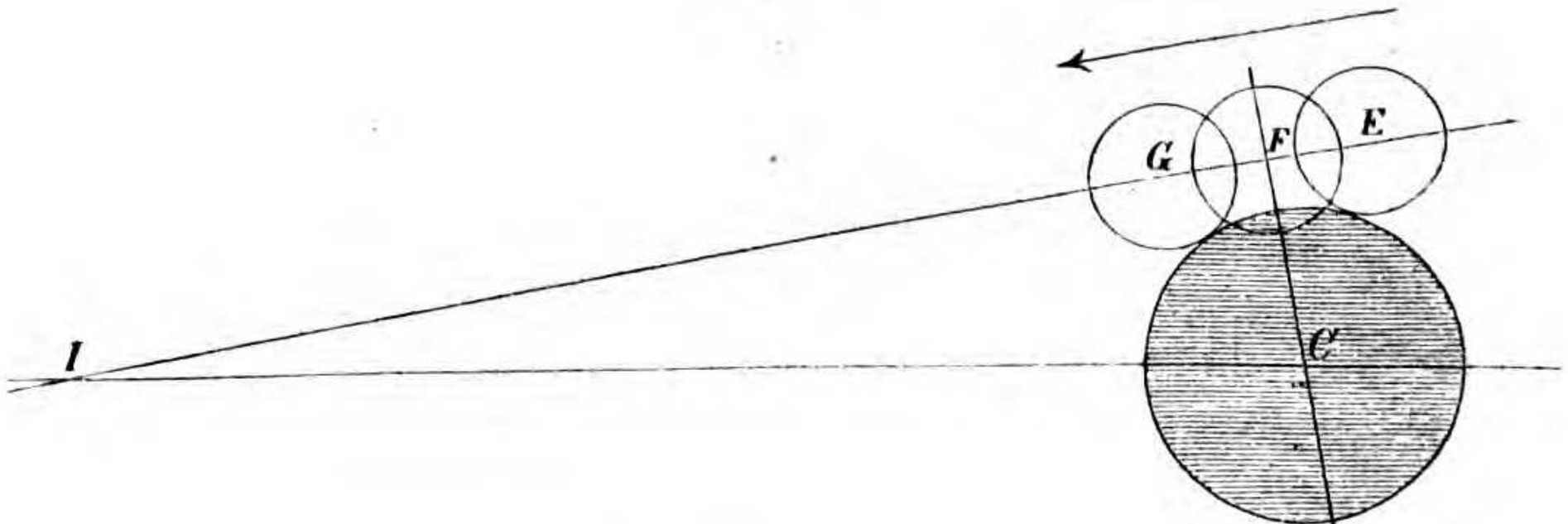
noemt men ook *het vlak der ekliptika*, en de punten aan den hemel, die overal 90° van de ecliptica afstaan, heeten *de polen der ekliptika.* *A B* is dus in fig. 79 en 80 de zonsweg of ekliptika, en *E I* is de weg, dien het middelpunt der maan aan den hemel schijnt te doorloopen. Het punt, waar die maansweg de ekliptika snijdt, is in deze figuren de dalende knoop en door de letter *I* aangeduid. Nu stelt voor:

Fig. 78 eene totale, tevens centrale eklips, dat wil zeggen eene eklips, waar het midden der schaduw precies over het middelpunt der maan loopt,
„ 79 eene totale, niet centrale eklips,
„ 80 eene gedeeltelijke, vrij groote eklips,
„ 81 eene gedeeltelijke, zeer geringe eklips,

terwijl in fig. 82 het geval is voorgesteld, dat de maan den schaduwkegel juist voorbijgaat en aanraakt, en dat er dus geene eklips is.

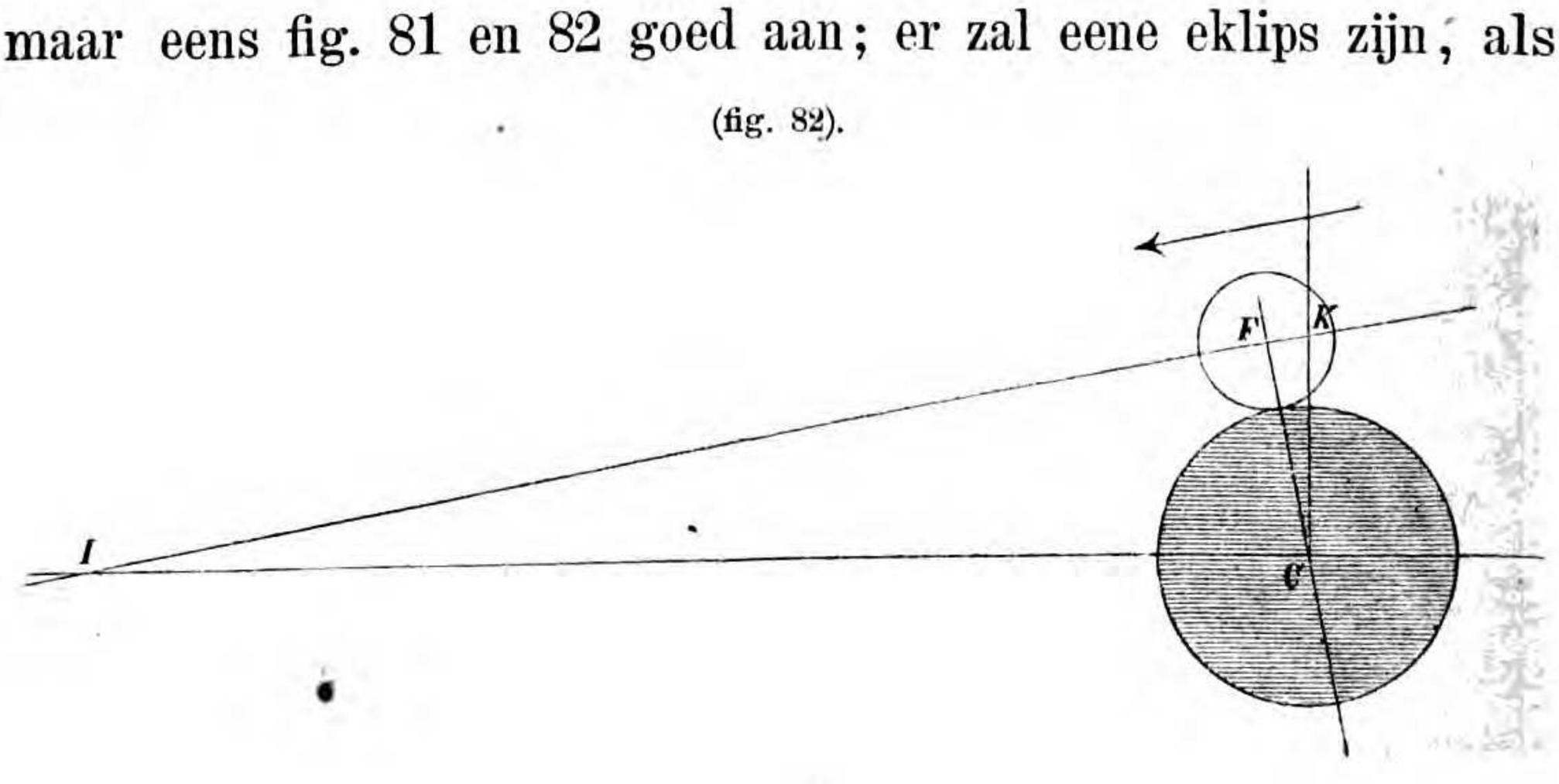
Wanneer is het nu eene eklips en wanneer geene eklips? Zie

(fig. 81).



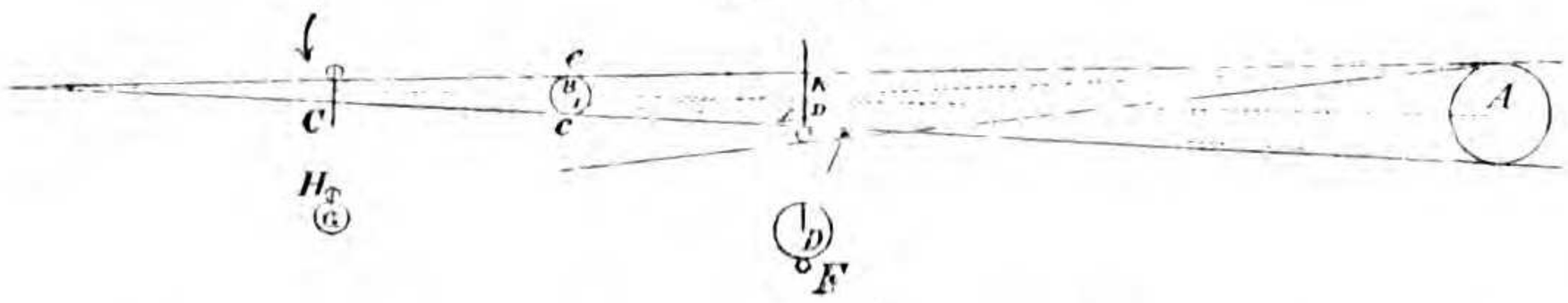
maar eens fig. 81 en 82 goed aan; er zal eene eklips zijn, als

(fig. 82).



de kortste afstand $C\ F$, van het middelpunt der schaduw tot de maansbaan, kleiner is dan de straal der schaduw plus de straal der maan, of in fig. 83 kleiner dan $G\ H$. En die schaduw

(fig. 83).



is de dwarsche doorsnede van den schaduwkegel op den afstand van de aarde, zoover als de maan is.

Maar laat ons nu eens zien, wanneer er eene zoneklips mogelijk is. Dit kunnen wij het best beoordeelen, wanneer wij denzelfden schaduwkegel gebruiken, van zoo even, fig. 83; wij snijden dien kegel weder dwars door, ook wel op den afstand van de aarde, gelijk aan den afstand der maan, maar aan den kant der zon, in D, waar de maan zich bevindt, als zij nieuw is. De doorsnede, die wij hier in D verkrijgen, is natuurlijk grooter dan die wij in C verkregen hebben. Beide doorsneden zijn onder de figuur afgeteekend. En nu zult gij wel begrijpen dat zoodra de maan, — als zij tusschen de aarde en de zon doorgaat, dus als het nieuwe maan is, — de doorsnede D maar even binnengaat, het dan eene zoneklips is. Dan zijn er ergens plaatsen op de aarde B, die een gedeelte der zon bedekt zien door een gedeelte der maan, voor die plaatsen is er een gedeeltelijke eklips. Wij kunnen ook hier dezelfde figuren teekenen als fig. 78, 79, 80, 81 en 82; maar de groote cirkel beteekent dan geene schaduw, maar de doorsnede D van den schaduwkegel. Toch blijft de redeneering dezelfde. Er zal eene zoneklips wezen, als de kortste afstand van het middelpunt der doorsnede, tot de maansbaan, kleiner is dan de straal der doorsnede plus de straal der maan, dus kleiner dan $D\ F$.

Maar de straal der doorsnede, aan dezen kant der aarde, is grooter dan de straal der doorsnede van den schaduwkegel aan den anderen kant der aarde; dus is het natuurlijk, dat er meer mogelijkheid is voor eene zoneklips, dan voor eene maaneklips.

En als men de teekening naar de juiste verhoudingen maakte, dan zou het ook blijken, dat de afstand DF vrij nauwkeurig anderhalf maal zoo groot is als GH, zoodat de verhouding die gij hebt opgemerkt, 33 maaneklipsen en 49 zoneklipsen, ook verklaard wordt.

Maar nu is er nog eene andere opmerking te maken. Tel eens even, hoeveel van die eklipsen er te *Batavia* zichtbaar zijn.

ABDULLAH. Van de 49 zoneklipsen zijn er te *Batavia* zichtbaar 9, en van de 33 maaneklipsen zichtbaar 18.

DE HEER. Wel, dat is zonderling. Nu is het juist andersom. In plaats van meer zoneklipsen, hebben wij nu meer maaneklipsen. Wat zou daar nu de reden van zijn?

De verklaring daarvan is weder niet moeielijk te vinden. Eerst moet ik u doen opmerken, dat de zoneklipsen alleen zichtbaar zijn bij dag, als de zon boven den horizon is en de maaneklipsen alleen bij nacht, want zij hebben altijd plaats bij volle maan, en bij volle maan komt de maan pas op, als de zon ondergaat. Nu heb ik u vroeger reeds geleerd, en dat begrijpt gij zonder twijfel ook wel, dat, als de maan maar op is, ieder, die haar zien kan, dan ook de eklips ziet. Als dus eene maaneklips een verschijnsel was, dat maar een oogenblik duurde, dan zou men van een zeer groot aantal maaneklipsen de eene helft niet zien, namelijk die over dag plaats hadden, en de andere helft wel zien, namelijk die bij nacht plaats hadden. Maar eene maaneklips duurt altijd eenigen tijd, soms, als zij centraal is, meer dan drie uur; en als nu maar na zonsondergang, of, wat bij volle maan hetzelfde is, na maansopgang het eind alleen te *Batavia* zichtbaar is, dan noemt men dat toch dat de eklips te *Batavia* zichtbaar is; en evenzoo is het met het begin der eklips, als zulk een begin des morgens zichtbaar is, even voor dat de maan ondergaat, dan zegt men ook dat de eklips zichtbaar is; daardoor komt het dus, dat meer dan de helft der maaneklipsen op eene bepaalde plaats zichtbaar zijn.

ABDULLAH. O ja, dat komt ook uit, want 18 is meer dan de helft van 33.

DE HEER. Maar hoe is het nu met de zoneklipsen? Als daarvoor hetzelfde waar was, dan zouden er van 49 meer dan 25 zichtbaar moeten zijn en er zijn maar 9 van de 49 zichtbaar. Dit moet u echter niet verwonderen; het is zeer duidelijk. Want stel eens dat *I*, fig. 83, eene bepaalde plaats voorstelt, bijvoorbeeld *Batavia*, en wanneer ik dan uit *I* naar de zon *A* zie, dan valt die op de doorsnede *D* samen met eenen cirkel, die *KL* tot middellijn heeft, die veel kleiner is dan de doorsnede van den schaduwkegel, die wij zoo aanstonds beschouwd hebben. Gaat nu de maan boven *K L* voorbij, dan is het wel eene zoneklips, voor punten die hooger dan *I* op den aardbol *B* liggen, maar niet voor *I*, d. i. niet voor *Batavia*. Gij ziet dus, dat er een aantal zoneklipsen voor *Batavia* moeten verloren gaan, die wel plaats hebben als het te *Batavia* dag is, als dus de zon zichtbaar is; maar die dan zichtbaar zijn in noordelijker of zuidelijker streken, bijv. in *China*, *Japan*, of *Nieuw Holland*.

§ 38.

WELKE REGELS ER OP TE MERKEN ZIJN IN DE VOLGORDE DER EKLIPSEN.

DE HEER. Wanneer gij nu het lijstje eklipsen nog nader beschouwt, dan zult gij nog meer merkwaardigheden kunnen opmerken. De strepen in het lijstje scheiden de eklipsen van elkander af, die tot verschillende groepen behooren, en nu ziet gij bijv. dat er in zulk eene groep één, twee of drie eklipsen zijn. Is er slechts ééne eklips, dan is het altijd eene zoneklips, komen er twee, dan zijn het natuurlijk eene zoneklips en eene maaneklips, en zijn er drie, dan is de middelste altijd eene maaneklips.

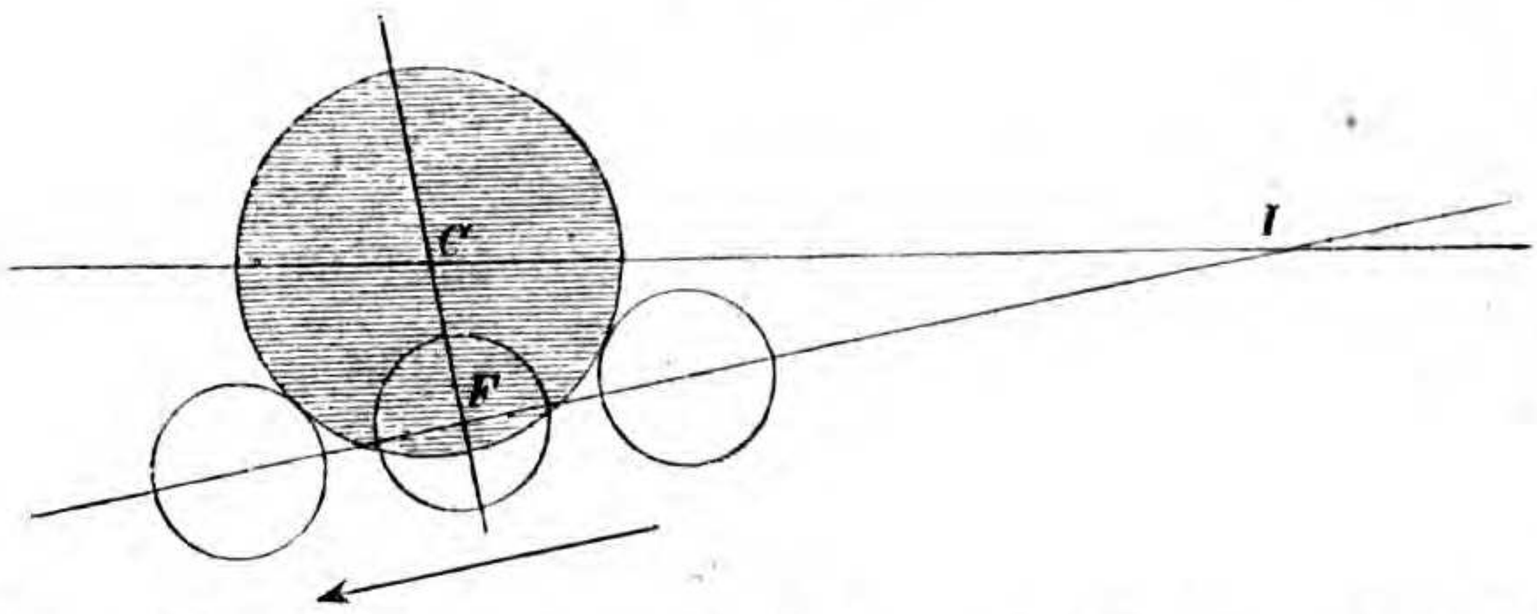
Eene maaneklips komt dus nooit alleen, en eene zoneklips komt nooit tusschen twee maaneklipsen in.

ABDULLAH. Maar hoe komt dit nu?

DE HEER. Ook dit alles is zoo moeilijk niet te begrijpen. Laat ons daartoe eerst eens de figuren 78 tot 82 bezien. Wat

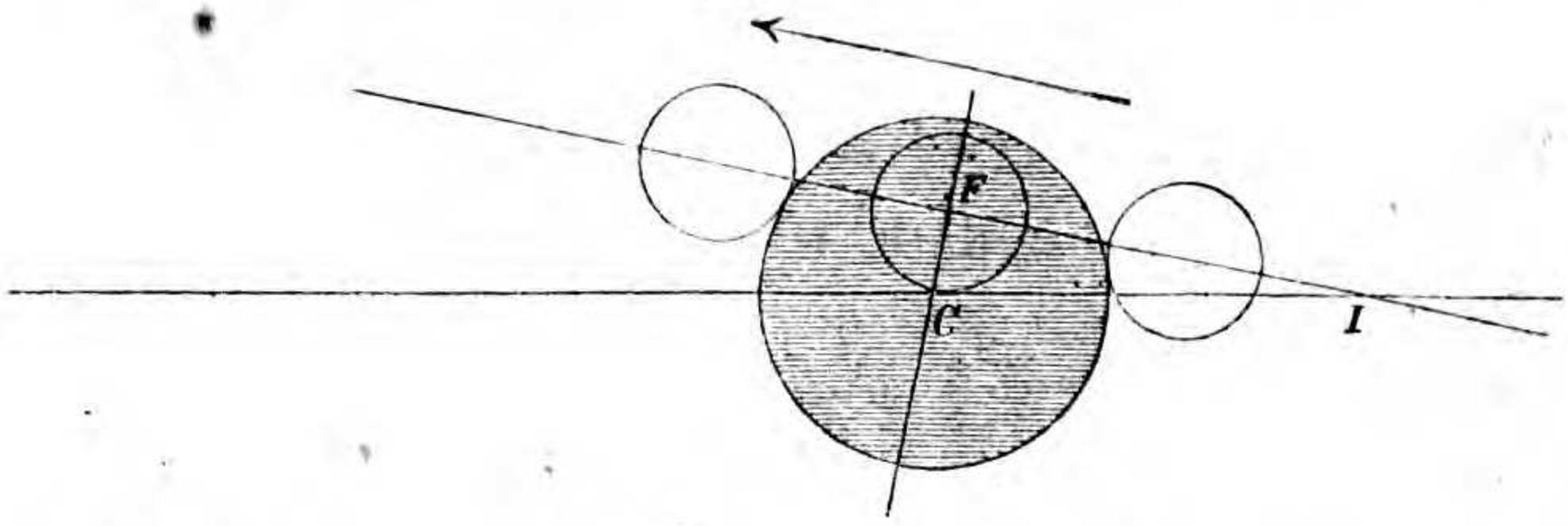
die figuren beteekenen, heb ik u reeds eene vorige keer medegedeeld, fig. 78 en 79 stellen totale, fig. 80 en 81 gedeeltelijke maaneklipsen voor. In één opzicht komen deze figuren alle overeen, nl. dat zij eklipsen voorstellen, die bij den *dalenden* knoop voorvallen, en dat de maan, althans in de figuren 79, 80 en 81 het middelpunt van den schaduwkegel *ten noorden* voorbijgaat, zoodat zij den knoop *I* dus eerst later bereikt. Maar dit is natuurlijk niet altijd zoo; fig. 84 stelt bijvoorbeeld

(fig. 84).



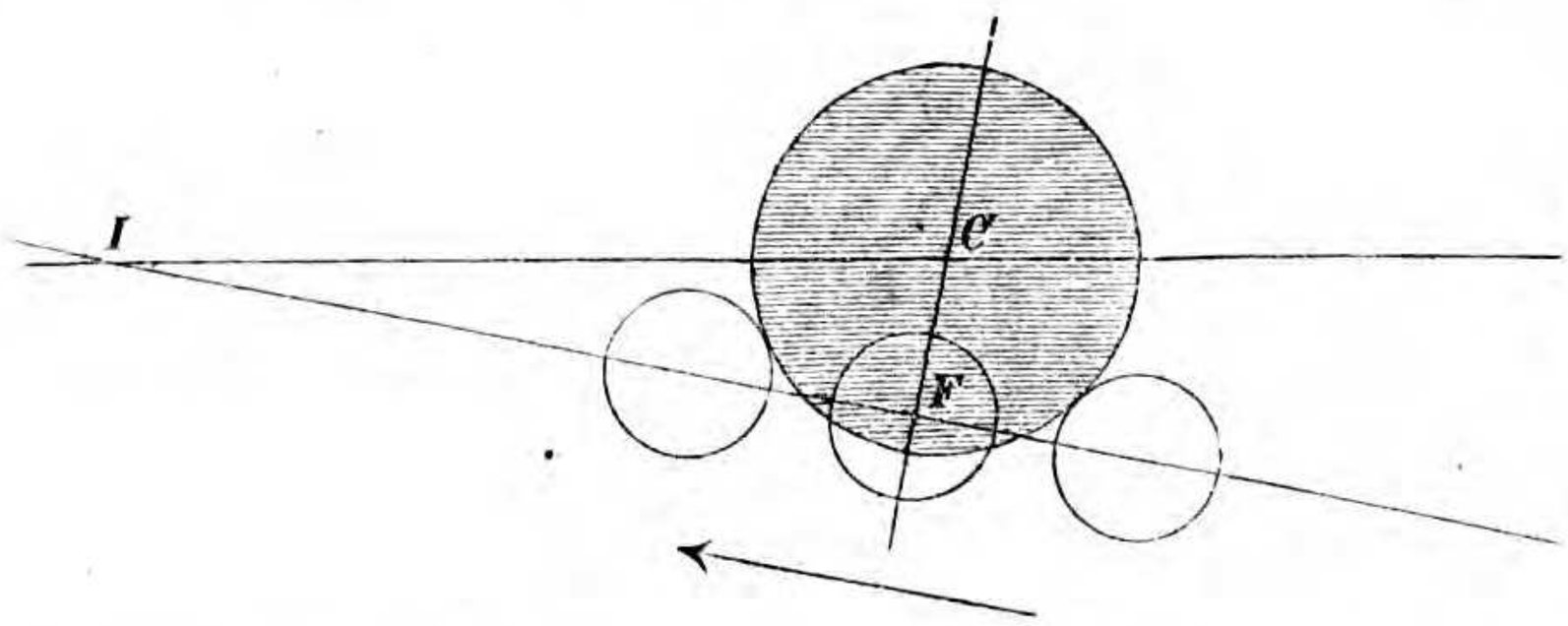
eene eklips voor, insgelijks bij den dalenden knoop, waar de maan het middelpunt der schaduw ten zuiden voorbijgaat, dan gaat zij door den knoop vóór het

(fig. 85).



midden der eklips en evenzoo stellen fig. 85 en 86 maaneklipsen voor, nabij den klimmenden knoop der maan, en wel fig. 85, terwijl de maan ten

(fig. 86).



noorden en fig. 86, terwijl zij ten zuiden van het middelpunt der schaduw voorbijgaat.

In al deze figuren is nu te zien, dat hoe grooter $C\ F$ is, hoe grooter ook $C\ I$ is; dat wil zeggen, hoe grooter de afstand is, waarop de maan het midden van de schaduw der aarde voorbijgaat, hoe grooter ook de afstand is tusschen het middelpunt der schaduw en den klimmenden of dalenden knoop.

Als nu de schaduw der aarde op den afstand der maan altijd even groot was, en als de straal der maan altijd even groot was, dan zou de grootste waarde van $C\ F$, zie fig. 82, ook altijd even groot zijn. Indien nu ook de helling $C\ I\ F$ altijd hetzelfde bleef, dan zou men maar $C\ I$ behoeven te kennen, d. i. den afstand van het middelpunt der aardschaduw tot den naasten knoop, om te weten of er eene eklips is of niet. Maar nu is de schaduw der aarde op den afstand der maan niet altijd even groot; hoe verder de maan van de aarde is, hoe kleiner de doorsnede van den schaduwkegel is, en ook hoe dichter de aarde bij de zon is, hoe schielijker de schaduwkegel toeloopt; evenmin is ook de straal der maan, van de aarde gezien, altijd even groot, want gij herinnert u, dat de maan niet in een cirkel om de aarde loopt, maar in eene ellips. Daardoor is die grens van $C\ I$ niet altijd dezelfde, zij is telkens anders. Is die afstand $C\ I$ grooter dan eene zekere grootheid, dan is er geene eklips mogelijk; men noemt die grootheid de *mogelijke grens;* en is zij kleiner dan eene zekere andere grootheid, dan is er stellig eene eklips; die grootheid noemt men de *noodzakelijke grens;* en ligt zij tusschen beide grootheden in, dan is het nog twijfelachtig of er eene eklips is; dat moet dan nog nader berekend worden.

De schaduw der aarde is aan den hemel niet zichtbaar, tenzij de maan er in komt; wanneer nu de maan juist boven het midden dier schaduw komt, zooals in fig. 82 het punt K, dan noemt men het volle maan, hoewel eigenlijk in F de maan zoo dicht mogelijk bij C is. De afstand $C\ I$ stelt daarom ook zeer nabij den afstand voor van de volle maan tot den knoop der maansloopbaan.

Hetzelfde, wat gezegd is van eene maaneklips in het algemeen, geldt ook van eene totale maaneklips. Wanneer gij fig. 79 en 80 vergelijkt, dan ziet gij wel dat er altijd eene totale

maaneklips zal zijn, als de maan geheel binnen de schaduw der aarde komt, en dit zal plaats hebben als $C\ F$, de loodlijn van het middelpunt der schaduw op den maansweg, kleiner is dan de straal der schaduw, *verminderd* met den straal der maan. Maar even goed kan men weder alleen $C\ I$ beschouwen en dan hebben de sterrekundigen berekend, welke grens die afstand overtreffen moet, opdat geene totale eklips mogelijk zij, en bene den welke grens die afstand blijven moet, opdat er stellig eene totale eklips zij. Die grenzen zijn nu natuurlijk kleiner dan de vorige.

Maar hoe is het nu met eene zoneklips, wel te verstaan niet voor eene bepaalde plaats, bijv. *Batavia*, maar voor de geheele aarde in het algemeen? Wanneer gij u herinnert, wat ik u de vorige keer heb medegedeeld, waarom er meer zondan maaneklipsen zijn, dan zult gij dat wel reeds begrijpen. In de plaats van de doorsnede C, fig. 83, komt bij de zoneklipsen de doorsnede D in aanmerking, en daar deze nu zooveel grooter is dan de doorsnede C, zoo zijn de grenzen ook zooveel ruimer. Uit het middelpunt der aarde gezien, is nu het punt D niet het middelpunt der schaduw, maar het valt zamen met het middelpunt der zon. Bevindt zich de maan daar juist boven of onder, dan noemt men het nieuwe maan.

Nu moet gij nog hierop letten, dat de middellijn der maan niet altijd grooter is dan de middellijn der zon; al gaat dus de maan over de zon, middelpunt over middelpunt, dan is daarom de zoneklips nog niet altijd totaal, maar er blijft dikwijls nog een rand over; men noemt dan de eklips eene *ringvormige* zoneklips.

Bij de maaneklipsen hebben wij dus eene grens voor de mogelijkheid eener *totale* maaneklips, bij de zoneklipsen voor de mogelijkheid eener *totale of ringvormige* zoneklips.

De sterrekundigen hebben nu door hunne berekeningen de volgende grenzen gevonden. Voor de maaneklipsen zijn het de grenzen van den afstand van *volle* maan tot klimmenden of dalenden knoop; voor de zoneklipsen de grenzen van den afstand van *nieuwe* maan tot klimmenden of dalenden knoop.

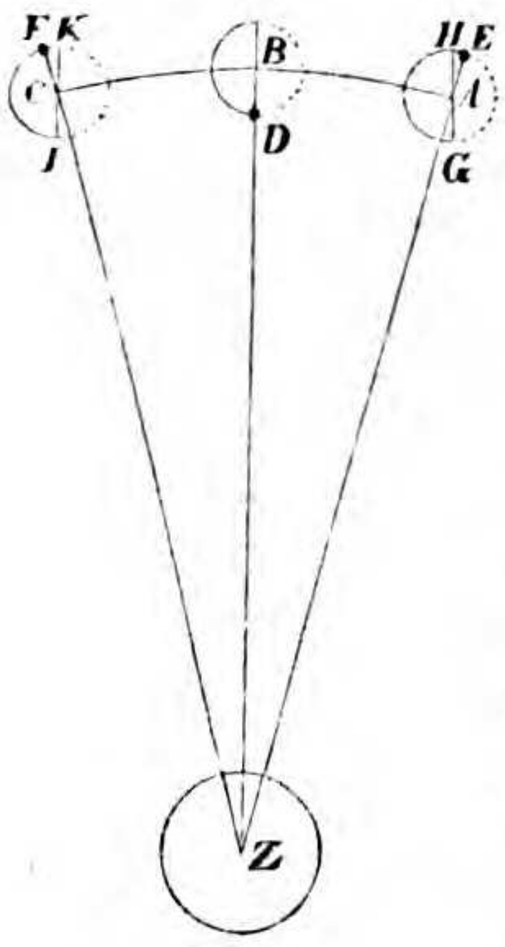
Maaneklipsen.

Gedeeltelijke: noodzakelijke grens 7°,8, mogelijke grens 13°,4,
Totale : „ „ 3,5, „ „ 7,3.

Zoneklipsen.

Gedeeltelijke: noodzakelijke grens 13°,5, mogelijke grens 19°,7,
Totale of ringvormige: „ „ 7,8, „ „ 13,3.

(fig. 87).



Laat nu eens fig. 87 drie standen *A*, *B* en *C* van de aarde in hare baan voorstellen, juist eene halve maanmaand na elkander; stellen wij verder, dat er, als de aarde in *B* is, eene centrale zoneklips is, zoo, dat uit het middelpunt der aarde *B* gezien, het middelpunt der maan *D* juist over het middelpunt der zon *Z* gaat, dan gaat dat middelpunt der maan ook juist door den knoop *D*, maar hoe was het nu eene halve maand vroeger, bij de vorige volle maan *E*, en hoe is het eene halve maand later bij de volgende volle maan *F*? Wanneer de knoopenlijn, zoo als *B D*, naar de zon gericht is, doet, zooals wij gezien hebben, de aantrekking der zon haar niet van richting veranderen, de knoopenlijnen *H G*, *B D* en *I K* zijn dus ook nagenoeg evenwijdig, maar de voerstraal der aarde is in zulk een halve maand omtrent 14½° verdraaid, dus maakt *Z E* een hoek van 14½° met *H G*, en *Z F* maakt een hoek van 14½° met *K I*. Wanneer bij volle maan de maan zoover van den knoop af is, dan is er geene eklips mogelijk, want de mogelijke grens van dezen afstand, hebben wij gezien, bedraagt voor eene maaneklips slecht 13°,4.

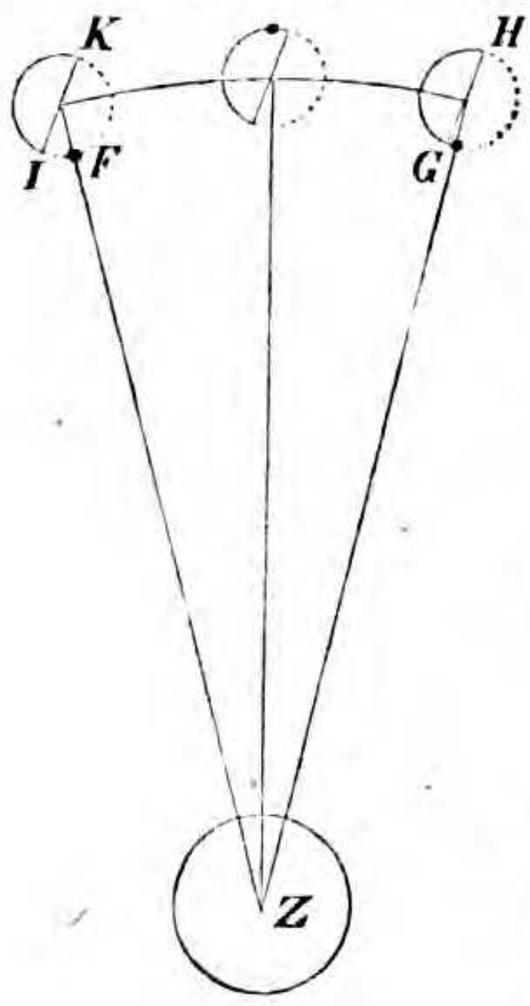
Hierdoor ziet gij dus, dat eene zoneklips wel eens alleen kan plaats hebben, zonder door eene maaneklips voorafgegaan of gevolgd te worden.

Maar laat ons nu eens onderstellen, dat er, toen de aarde in *B* was, niet eene zoneklips, maar eene centrale maaneklips

was, dan hebben wij eene halve maand vroeger en later hetzelfde als zoo aanstonds, namelijk dat de nieuwe maan dan, op een afstand van $14\frac{1}{2}^\circ$ van den knoop af, plaats heeft; maar eene zoneklips is, in gunstige omstandigheden (d. i. als zoowel de maan als de zon dicht bij zijn,) nog mogelijk als die afstand 19°,7 bedraagt; zeer waarschijnlijk als die afstand kleiner dan 16°,6 bedraagt, maar daar zij eerst zeker is als die afstand 13°,5 bedraagt, zoo schijnt er nog mogelijkheid te bestaan, dat er voor en na zulk eene maaneklips geene zoneklips volgt; doch het verschil tusschen 13°,5 en 14°,4 is zoo klein, dat die mogelijkheid zeer gering is. Ook geldt die grens van 13°,5 voor ongunstige omstandigheden, d. i. als zoowel de maan als de zon ver af zijn, maar als de zon ver af is, (omstreeks 1 Juli), dan is de beweging der aarde ook langzaam en bedraagt die in eene halve maanmaand slechts 14°,1. Men kan dus zeggen, dat als er eene centrale maaneklips is, dan is er bijna altijd, voor en na, eene gedeeltelijke zoneklips. Totaal kan zij niet zijn, want dan moet de afstand van nieuwe maan tot den knoop kleiner dan 13°,3 zijn.

Is nu die maaneklips niet zoo centraal, bijv. zie fig. 88,

(fig. 88).



dan kan het wel gebeuren, dat de ééne zoneklips bij G totaal is, maar dan is de andere bij F het niet, ja het kan gebeuren, dat de afstand $F\ I$ van die andere nieuwe maan tot den knoop dan zoo groot is, dat daar de zoneklips niet mogelijk is.

In dat geval is er dus enkel eene zoneklips en eene maaneklips.

Voorbeelden van eene enkele zoneklips, zonder eene maaneklips voor en na, ziet gij den 11 Januari en 8 Juli 1861, den 6 Mei en 30 October 1864, den 15 April 1866, den 23 Februari en den 18 Augustus 1868, den 6 April en 29 September 1875, den 22 Januari en 19 Juli 1879 en den 12 Januari 1880.

Voorbeelden van eene totale maaneklips met voor en na eene zoneklips, ziet gij den 31 Maart 1866, den 13 Juli 1870, den 24 Augustus 1877 en den 16 December 1880. De overige groepen in de lijst, die ik u gegeven heb, vertoonen altijd ééne zon- en ééne maaneklips, en die maaneklips kan even goed totaal als gedeeltelijk zijn. Onmiddellijk vóór eene op zich zelf staande zoneklips, heeft men altijd eerst de zoneklips, en dan de maaneklips; maar onmiddelijk na de op zich zelfstaande zoneklips, heeft men altijd eerst de maaneklips, en dan de zoneklips; en bij den overgang van deze paren tot de andere, waar de zoneklips voorgaat, gebeurt het dan, dat er eene zoneklips voorafgaat en volgt, en eene maaneklips in het midden is, zoo als gij in de lijst zelve kunt zien.

ABDULLAH. Maar mijnheer, hoeveel eklipsen kunnen er nu in een jaar wel zijn?

DE HEER. Dit kunt gij gemakkelijk begrijpen als gij maar een weinig oplet. Minstens zijn er twee eklipsen, en dan zijn het alle beide zoneklipsen, zoo als in 1864, 68, 75 en 79; en ten hoogste kunner er plaats hebben 7 eklipsen, nl. 3 eklipsen in het begin des jaars, nl. ééne zoneklips, ééne maaneklips en ééne zoneklips, dan een half jaar verder weder drie, en eindelijk nog ééne zoneklips op het eind van het jaar, elf dagen vroeger dan de eerste eklips. Het worden dus 5 zoneklipsen en 2 maaneklipsen. Even zoo kan de alleen staande zoneklips het eerste komen, kort na 1 Januari, dan in Juni en Juli drie eklipsen achtereen, en in November en December weêr.

Een voorbeeld, dat er binnen den kring van een jaar 7 eklipsen zijn, heeft het jaar 1805 gegeven. Gij ziet het onder anderen ook in het tijdverloop van 10 Januari 1870 tot 10 Jannari 1871; hetzelfde heeft ook plaats gehad tusschen 20 Januari 1841 en 20 Januari 1842; zijn die grenzen, in plaats van 10 of 20 Januari, 1 Januari, dan zijn er binnen een gewoon europeesch jaar 7 eklipsen.

§ 39.

HOE MEN DE GROOTTE DER EKLIPSEN AANDUIDT.

DE HEER. Ik heb u nog niet medegedeeld, hoe men verder gewoon is aan te duiden, hoe groot eene eklips is. Zie eens fig. 80. In deze figuur is de maan gedeeltelijk verduisterd; even als in fig. 81; als nu *F* de plaats van het middelpunt der maan is, tijdens het midden der eklips, wanneer de verduistering het grootst is, en wanneer mij nu door het middelpunt van de schaduw der aarde *C* en het middelpunt der maan *F* eene lijn *C R* trekken, dan snijdt die lijn het stukje van de maan, dat nog geheel verlicht blijft, juist midden door, op het breedste gedeelte *Q R*. Van de middellijn *P R* is dus *Q R* licht gebleven en *P Q* geëklipseerd. Nu heeft men aangenomen, die middellijn *P R* in 12 deelen te verdeelen, even als vroeger een voet, en die deelen ook duimen te noemen, even als de twaalfde deelen der voeten ook heetten. Zoo veel van die deelen nu het donkere gedeelte *P Q* van de middelijn *P R* bevat, zooveel duimen heeft de eklips. Eene totale eklips is dus eene eklips van 12 duimen, eene eklips zoo als in fig. 80 is eene eklips van 8 duimen, eene eklips zoo als in fig. 81, eene van 2 duimen, enz. Bij de zoneklipsen gebruikt men dezelfde uitdrukkingen, in fig. 64 is de eerste eklips eene van 6 duim de 4de is van 9 duim. De vorm van het overblijvende gedeelte der zon is, zooals gij ziet, eenigszins anders, dan hetgeen bij maaneklipsen van de maan overblijft, omdat bij zoneklipsen voor de zon de donkere maan komt; bij maaneklipsen daarentegen op de maan de schaduw der aarde valt, en die schaduw is ongeveer 2½ maal breeder dan de maan, en de rand van die schaduw is dus niet zoo gebogen, als die van de donkere maan op de zon bij eene zoneklips.

Nu heeft men bij de zoneklipsen nog de ringvormige, die bij de maaneklipsen niet bestaan. Die ringvormige eklipsen worden in de telling met duimen gewoonlijk niet begrepen, — deze wordt alleen voor de gedeeltelijke eklipsen gebruikt.

§ 40.

OVER DEN TIJDKRING VAN METON, VAN 19 JAAR.

ABDULLAH. Mijnheer, U hebt mij onlangs medegedeeld dat telkens, na 19 jaar, de eklipsen weder in dezelfde maanden vallen, maar als ik de eerste twee jaren 1860 en 1861 van de lijst der eklipsen, die u mij gegeven hebt, vergelijk met de twee laatste jaren 1879 en 1880, dan zie ik dat de eklipsen na 19 jaar dikwijls op dezelfde dagen vallen, of ten minste een dag vroeger of later, gaat dat altijd door?

DE HEER. Neen, niet altijd, maar toch zeer dikwijls; het is niettemin zeer merkwaardig, en toen dit het eerst, nu omtrent 2300 jaren geleden, ontdekt werd, waren de menschen daarover niet weinig in bewondering. Om eens na te gaan, hoe het uitkomt, moeten wij ons herinneren dat eene maand, van nieuwe tot nieuwe maan, of eene zoogenaamde maanmaand, gemiddeld duurt 29 dagen, 12 uren, 44 minuten en 4 sekonden, of in eene tiendeelige breuk 29,5306 dag; wanneer er geene eeuwjaren tusschenbeide komen, dan zijn er in 19 jaar 19×365 dagen en 4 of 5 schrikkeldagen, te zamen 6939 of 6940 dagen; en nu zijn 235 maanmaanden gelijk aan $235 \times 29,5306 = 6939,691$ dagen.

Tusschen 23 Januari 1860 en 23 Januari 1879 zijn 5 schrikkeldagen, namelijk 28 Februari 1860, 1864, 1868, 1872, en 1876, dus in het geheel 6940 dagen.

Tusschen 18 Juli 1860 en 18 Juli 1879 daarentegen zijn slechts 4 schrikkeldagen, want de 28 Februari 1860 is daar niet meer tusschen, dus in het geheel 6939 dagen.

Nu zijn 235 maanmaanden 6939,69 dagen; dus als de 19 jaren 6939 dagen bedragen, moet er nog 0,69 dag bij en de 18 Juli wordt dan 19 Juli; er is ook eene eklips op den 19 Juli 1879.

Bedragen de 19 jaren daarentegen 6940 dagen, dan moet er eigenlijk 0,31 dag af, daardoor kan het wel op den vorigen dag komen; er is ook voor Bataviaschen tijd geene eklips op 23 Januari 1879, maar op 22 Januari 1879.

Somtijds maakt dat bijvoegen van 0,69 dag of afnemen van 0,31 dag geen verschil in den dag en dan blijft die dus hetzelfde: zoo is er eene eklips op den 31 December 1880 en op den 31 December 1879.

Indien nu de knoopenlijn der maan ook juist in dienzelfden tijd eens omdraaide, dan zoude er ook altijd na 19 jaar weder eene eklips plaats hebben; maar zooals ik u reeds heb medegedeeld, draait de knoopenlijn om in 18 jaar en 7 maanden of nauwkeuriger in 6793,39 dagen. De 235 maanden bedragen 6939,69 dagen, zoodat de knoopenlijn na 19 jaar reeds sedert 140 dagen eens om is. In dezen tijd beweegt zij zich nog 8 graden achteruit, dat is in de richting van de linker- naar de rechterhand, als men het hoofd naar de noordpool gekeerd heeft.

Bij de zoneklips van 25 Januari 1880 was de knoopenlijn omtrent 8° vóór de maan, zoodat de maan eerst omtrent 17 uur na het midden der eklips door den knoop ging; de maan bevond zich ten zuiden van de ekliptika, zoodat de eklips omtrent was, zooals in fig. 86 afgebeeld was, behalve dat deze figuur voor eene gedeeltelijke maaneklips geldt, en onze zoneklips totaal was.

Twee honderd vijf en dertig maanden later, nl. den 22 Januari 1879, was de knoopenlijn, achteruitgaande, eens rond geweest en had zij nog 8° afgelegd, zij was dus nagenoeg gelijk met de nieuwe maan en dus heeft er toen eene prachtige zoneklips plaats gehad, maar zij was niet totaal, maar ringvormig.

Bij de maaneklips van 7 Februari 1860 daarentegen was de maan den knoop reeds 10 uren geleden doorgegaan, de knoop was, tijdens het midden der eklips, omtrent 4° achter de maan. 235 maanden later, den 6 Februari 1879, was de knoopenlijn tijdens de volle maan 12° achter de maan, en er had geene maaneklips plaats.

Wel zal er dus na 19 jaar eene volle of nieuwe maan op denzelfden dag als vroeger *kunnen* plaats hebben, maar het zal niet altijd zeker zijn, dat er eene eklips is.

En als er na een tijdkring van 19 jaar op denzelfden dag,

of één dag vroeger of later, eene eklips is, dan kan dat weder 19 jaren later wel weder gebeuren, en hoogstens nog eens weder 19 jaar later, maar dan 19 jaar later niet meer, want, wanneer de knoopenlijn na elken tijdkring een geheelen omtrek en 8° teruggaat, dan is na drie of vier zulke tijdkringen geene eklips meer mogelijk.

In *Griekenland* werd, 432 jaren voor Christus en dus meer dan 1000 jaren vóór het begin der Hidsjra, deze tijdkring van 19 jaar door een geleerde, Meton genaamd, ontdekt, en de Grieken hechtten er zeer veel gewicht aan, niet zoo zeer om de terugkomst der eklipsen, maar om de terugkomst der nieuwe manen. Zijne ontdekking werd met gouden letters op een gedenkteeken gebeeldhouwd. Gij moet wel in acht nemen, dat Meton niet zulk eene lijst van eklipsen of volle en nieuwe manen kon raadplegen, als ik u gegeven heb: die bestonden toen nog niet, en kon men toen niet berekenen. Alles moest in dien tijd door eigen waarneming gevonden, en de waarnemingen moesten opgeschreven worden, en daarom was zijne vondst zeer belangrijk. Die Grieken nu hadden niet zulke jaren als de Europeanen later hadden. Zij hadden eenen kalender, die meer met den arabischen overeenkwam, zij hadden gewone of korte jaren van 12 maanden, lang 354 dagen, en schrikkeljaren van 13 maanden, lang 384 dagen, en in elke 8 jaren waren 5 gewone en 3 schrikkeljaren, hetgeen te zamen maakt 2922 dagen. Hierdoor kwam het jaar gemiddeld op 365¼ dagen, dus even als bij den Ouden Stijl, die van den Keizer Julius Caesar van de Romeinen afkomstig is, maar na elken cirkel van 8 jaren kwamen de nieuwe manen niet op dezelfde dagen terug. Want in zulk eenen kring van 8 jaren kwamen 5×12 en 3×13 dat is 99 maanden, maar 99 maanmaanden bedragen ruim 2923½ dag, dus 1½ dag meer. Meton nu stelde voor, in 19 jaar te nemen 8 jaar van 354 dagen, 4 jaar van 355 dagen en 7 van 384 dagen. Nu kwamen er in 19 jaar 6940 dagen, hetgeen slechts zeer weinig te veel is, zoodat na den cirkel van 19 jaar de nieuwe manen nagenoeg op dezelfde dagen terugkwamen.

zonneklips	1860	23	Januari,	1878	2	Februari
maaneklips	„	7	Februari,	„	17	„
zonneklips	„	18	Juli,	„	30	Juli
maaneklips	„	2	Augustus,	„	13	Augustus

Verschil.		
18	jr.	10 d.
18	„	10 „
18	„	12 „
18	„	11 „

enz.

De beide eersten verschillen een' dag minder, omdat er

---

§ 41.

OVER DEN SAROS, EEN TIJDKRING VAN 18 JAAR EN 11 DAGEN.

DE HEER. Gij hebt, Abdullah, uit het lijstje, dat ik u gegeven heb, zelf opgemerkt, dat er een tijdkring van 19 jaar in de eklipsen te zien is, maar er is nog een andere tijdkring, die ook al in oude tijden bekend geweest is, en die veel beter uitkomt. Wanneer wij in plaats van eklipsen, die 19 jaar van elkander verwijderd zijn, eklipsen beschouwen, waartusschen 18 jaar liggen, dan zien wij, dat wij na 18 jaar de eklipsen ook wel terugkrijgen, maar dan 11 dagen later. Dit vergelijkende met den kring van 19 jaren, komt het ook uit met hetgeen u bekend is, dat 12 maanmaanden gelijk zijn aan 11 dagen minder dan één jaar. Zie maar eens hier:

						Verschil.
zonneklips	1860	23 Januari,	1878	2 Februari		18 jr. 10 d.
maaneklips	„	7 Februari,	„	17 „		18 „ 10 „
zonneklips	„	18 Juli,	„	30 Juli		18 „ 12 „
maaneklips	„	2 Augustus,	„	13 Augustus		18 „ 11 „

enz.

De beide eersten verschillen een' dag minder, omdat er

een schrikkeldag meer tusschen beide is als tusschen de anderen, nl. 28 Februari 1860; dien dag bijtellende, hebben wij:

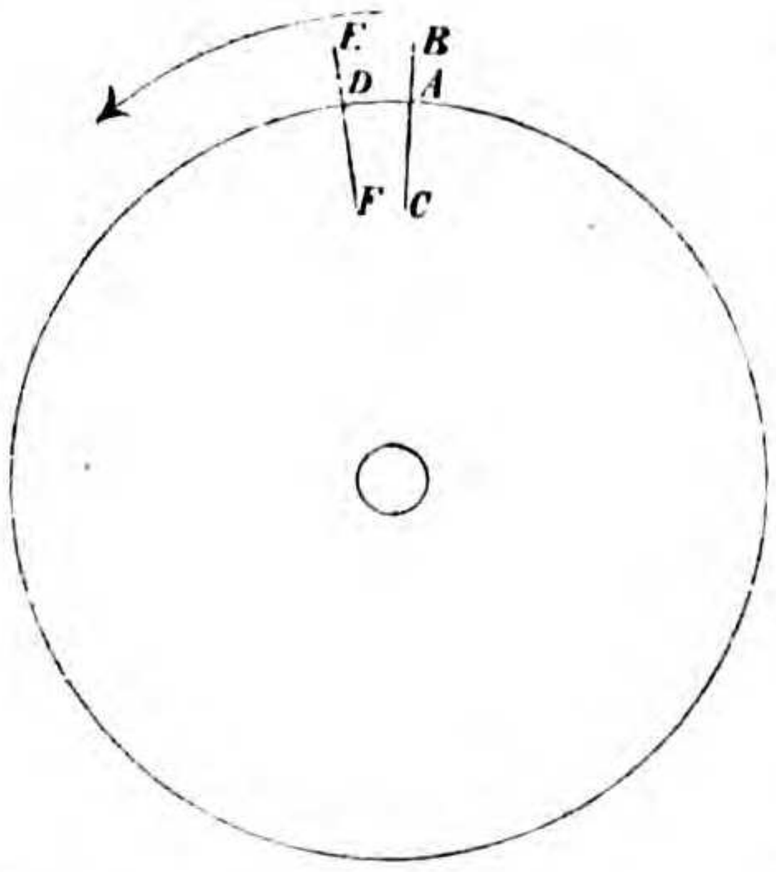
18 jr. 11 d.
18 jr. 11 d.
18 jr. 12 d.
18 jr. 11 d.

Tusschen die eklipsen van het jaar 1860 en die van 1878 zijn 223 maanden in, die, precies genomen, 6585,32 dagen uitmaken.

18 jaren van 365 dagen zijn 6570 dagen,
hierbij . . . . . 4 schrikkeldagen,
geeft . . . . . 6574 dagen.

Gij ziet dus, dat er een overmaat is van 11,32 dagen, en het kan dus ook licht gebeuren, dat, door de breuk, die er bij komt, de datum na 18 jaar één dag later komt, zoodat er 12 dagen bij de 18 jaar komen.

(fig. 89).



Deze tijdkring heette *Saros*, waarschijnlijk naar een Chaldeeuwsch woord *Sahara*, dat kring of maan beteekende.

Dat nu die tijdkring beter uitkomt, dan de vorige, komt hiervan daan. De knoopenlijn draait eens rond in den tijd van 6793,39 dagen. Nu bedragen die 223 maanden 6585,32 dagen. Stel, dat de aarde bij het begin van een Saros in *A* (fig. 89) geweest is; zij draait in dien tijd 18 maal in de richting van het pijltje om de zon, en nog langs den boog *A D*, die omtrent 11 graden lang is.

Stel nu, dat bij het begin van dat tijdvak de knoopenlijn de ligging *B C* gehad heeft, die juist naar de zon gericht is; dan draait die lijn, zooals wij vroeger gezien hebben, in tegengestelde richting van het pijltje, in 6793,39 dagen eens om, dat is dan beweegt zij zich door 360°; na 6585,32 dagen ontbreken er dus nog 208,07 dagen aan, die met eene beweging van 11°,3 overeenkomen.

De knoopenlijn is dus niet in den stand $B\ C$ terug, maar in den stand $E\ F$, die met $B\ C$ eenen hoek van 11°,3 maakt.

Daar nu de boog $A\ D = 11°$ is, en dus de hoek, dien de beide voerstralen van A en D met elkander maken, ook $= 11°$ is, zoo is $E\ F$ bijna precies naar de zon gericht, en als er dus, toen de aarde 18 jaar geleden in A was, eene eklips was, dan zal het nu, na 18 jaar en 11 dagen, als de aarde in D is, ook weder eene eklips zijn. Wij hebben hier slechts een verschil van 0°,3 gehad, terwijl de jaarkring van Meton een verschil van 8° opleverde, het is dus te verwachten dat de Saros veel nauwkeuriger en beter uit zal komen dan de jaarkring van Meton. En dit is ook het geval, want van het jaar 1841 tot en met 1858, dus in het tijdverloop van 18 jaar, komen er 72 eklipsen voor; van deze 72 komen er 69 na 18 jaar en 11 dagen terug; 3 komen er niet terug, doordat de afstand van de maan tot den knoop, die eerst al zeer groot was, na het tijdverloop van 18 jaar en 11 dagen nog grooter en te groot voor eene eklips geworden is; en slechts ééne nieuwe eklips komt er voor in de plaats.

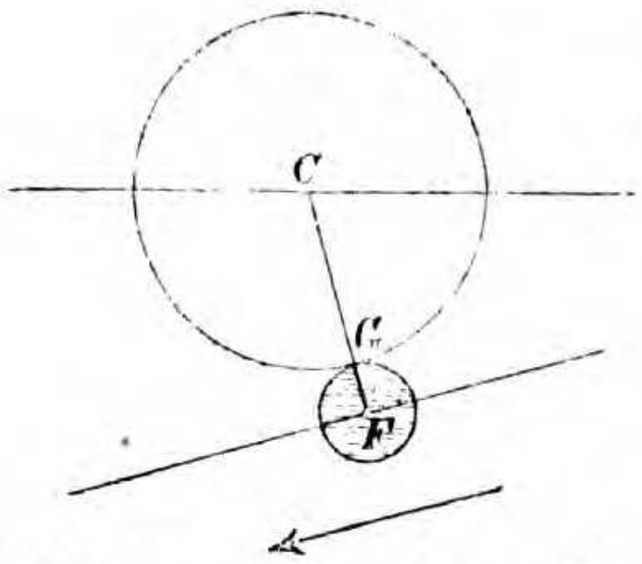
Er zijn dus van de 72 eklipsen 3 niet teruggekomen, dat is van de 24 eklipsen één.

Telt men daarentegen de eklipsen van de 19 jaren 1841 tot en met 1859, dan zijn er 78, en van deze komen in het daarop volgende tijdvak van 19 jaar, op dezelfde dagen 55 voor; er ontbreken dus 23, dat is dus in verhouding veel meer.

De Saros diende dan ook in de oudheid om de eklipsen te voorspellen, meer nog dan de tijdkring van Meton, en daarvoor kon zij ook beter dienen, want daar zij beter uitkomt, blijft dezelfde eklips ook verscheidene Sarossen achter elkander bestaan, maar elke keer dat zij na eenen Saros terugkeert, heeft zij ten opzichte van den knoop een weinig meer rechts plaats. De loodlijn $C\ F$, zie fig. 79, 80, 81, 82, en 84, verandert dus ook langzamerhand, totdat zij ten laatste te groot wordt om nog eene eklips toe te laten. Nemen wij eens tot voorbeeld de zoneklips van

19 Juli 1879; de daarmede overeenstemmende eklipsen moeten het eerst zichtbaar geworden zijn, den 28 September van het jaar 1410 Oude Stijl, toen raakte de maan even den schaduwkegel aan de zuidzijde even als in fig. 83, als men aanneemt dat die figuur eene vertikale doorsnede, of eene afbeelding van den schaduwkegel, op zijde gezien beteekent. Fig. 90 stelt ook duidelijker voor hoe de zaak zich toen toedroeg. Nu is, sedert dat jaar, telkens na 18 jaar 10 of 11 dagen en omtrent 7 uren weder de maan door den schaduwkegel voorbij de zon geloopen, doch telken keere dichter bij het middelpunt der zon. Als men alles, wat men daartoe noodig heeft, uit de sterrekundige werken ontleent, dan ziet men, dat de schaduwkegel der aarde, op de plaats, waar de nieuwe maan haar bij die eklipsen doorsneed, zulk eene breedte heeft, dat uit de aarde gezien de doorsnede, D, fig. 83, een straal had van 73′, terwijl de maan een straal had van $15\frac{1}{2}'$. De loodlijn $C\ F$ moet dus minstens $88\frac{1}{2}'$ bedragen, voordat er iets van eene zoneklips gezien kon worden.

(fig. 90).



Telkens na verloop van eene Saros was die loodlijn nu geringer, zie hier hoeveel zij in deze eeuw bedragen heeft:

den	6 Juni 1807,	0^u,5	nam.	te *Batavia*	26′,2
den	16 Juni 1825,	7 ,5	nam.	„ „	21 ,9
den	28 Juni 1843,	2 ,5	vm.	„ „	17 ,4
den	8 Juli 1861,	9 ,2	vm.	„ „	12 ,7
den	19 Juli 1879,	4 ,3	nam.	„ „	8 ,5

Al deze keeren had de eklips plaats, nadat de maan haren dalenden knoop was doorgegaan. Gij ziet dat de loodlijn $C\ F$ elke keer met ongeveer 4′,4 verminderd is. Wanneer dus twee Sarossen na het jaar 1879 onze zoneklips weder plaats heeft, zal de maan uit het middelpunt der aarde gezien, nagenoeg precies door den knoop gaan, maar dan zal nog twintig Sarossen lang, de maan altijd, telkens na diezelfde tusschenruimte,

weder door den schaduwkegel doorgaan; doch dan vóórdat zij door den dalenden knoop gegaan is. De loodlijn $C\ F$ wordt dan weder telkens grooter, totdat zij ten slotte weer grooter dan $88\frac{1}{2}'$ geworden is, en er geene eklips meer plaats heeft.

---

§ 42.

OVER DE BEREKENING EENER MAANEKLIPS.

ABDULLAH. Maar Mijnheer, hoe kan men toch die berekeningen maken, te hoe laat zulk eene eklips begint en eindigt?

DE HEER. Dat zou veel gemakkelijker zijn dan het is, als de maan regelmatig in een' cirkel om de aarde liep; maar dit is niet zoo. De maan loopt eerstens in eene ellips om de aarde, en wanneer de zon haar niet aantrok, zou zij daarbij de tweede wet van Keppler precies volgen, en dan zou de berekening ook wel gemakkelijk zijn, maar de loop der maan wordt gestoord door de aantrekking der zon, zooals ik u reeds een paar maal heb gezegd. Die aantrekking der zon maakt, dat de loop der maan zeer ingewikkeld en lastig te volgen is; maar de sterrekundigen hebben langzamerhand dit toch al beter en beter gedaan, en thans kent men den loop der maan al zeer goed. Maar het is toch altijd eene zeer langwijlige berekening, om eene enkele plaats van de maan te berekenen. Nu heeft men sterrekundige almanakken, waar men van uur tot uur de plaatsen der maan aan den hemel vindt aangegeven, zoodat men die langwijlige berekeningen niet zelf behoeft uit te voeren; en wanneer men die nu maar weet, en ook die der zon, dan is het berekenen van eene eklips zooveel werk niet meer. Van de maaneklipsen bevatten die almanakken ook de tijden van begin en einde; en die behoeft men nu maar op den tijd van de plaats, waar men zich bevindt, te herleiden, zooals ik u vroeger heb uitgelegd, 1. stukje § 33; van de zoneklipsen vindt

men in die almanakken ook berekend, wanneer zij in het algemeen op de aarde beginnen en eindigen, wanneer evenzoo de totale of ringvormige begint of eindigt; in de engelsche, fransche en amerikaansche vindt men zulk een kaartje als fig. 99 voorstelt, en dat ik u later zal uitleggen; daar nu de zoneklipsen op elke plaats anders gezien worden, moet de berekening van begin en einde ook voor elke plaats opzettelijk gedaan worden. In de sterrekundige almanakken vindt men dit wel eens voor een paar plaatsen opgegeven, maar men moet het gewoonlijk voor de plaats, waar men woont, zelf doen, en dit wordt ook in de sterrekunde geleerd. Voor Nederlandsch Indië vindt gij de opgaven gewoonlijk in den Regeringsalmanak.

Maar ik wil uwe weetgierigheid toch wel voldoen door u te laten zien, waarop die berekening nu eigenlijk neêrkomt, en wij zullen maar eerst beginnen met eene maaneklips. Gij moet u verbeelden dat de schaduwkegel der aarde, op den afstand van de aarde, waar de maan moet doorgaan, door een plat vlak wordt doorgesneden, dan heeft men op dat vlak een donkeren cirkel, even als in fig. 78—82 en 84—86 is afgebeeld, deze is dan de totale schaduw der aarde. De maan beweegt zich nu van de rechter- naar de linkerzijde, als men ten minste de noordpool boven zijn hoofd heeft, en het komt er nu op aan te berekenen, te hoe laat de maan in *E* en *G* komt, fig. 78 tot 81; de maan raakt dan de schaduw uitwendig aan, en dat zijn dan de tijden van begin en einde der eklips; en als het eene totale eklips is, moet dan nog berekend worden hoe laat zij in *L* en *K* komt. fig. 78 en 79; de maan raakt dan de schaduw inwendig aan en dat zijn de tijden van het begin en einde der totale eklips. Als de maan in *F* komt, dan is het het midden der eklips. Raakt de maan de schaduw alleen aan, zooals in fig. 82 en 90, dan hebben begin, midden en einde op hetzelfde oogenblik plaats, en dan is er dus geen eklips meer.

Om nu al de bijzonderheden ven eene eklips te berekenen, moet men ook weten, hoeveel duim de eklips in het midden

groot is; dus fig. 80 tot voorbeeld nemende, hoe groot $P\ Q$ is, als $P\ R = 12$ duim gesteld wordt. En dit alles is zoo moeilijk niet, als men maar eerst de noodige gegevens uit den almanak ontleenen kan. Omtrent hetgeen die almanak opgeeft, moet ik u nog het volgende opmerken. Ik heb u medegedeeld dat in de figuren 78—82 en 84—86 de lijn $C\ I$, uit de zon gezien, de aardbaan en uit de aarde gezien de zonsweg of ekliptika is. Men kan hiervoor ook eene andere lijn aannemen, bijv. de parallel van het punt C; zoo is het in de meeste sterrekundige almanakken tegenwoordig gebruikelijk; en dat kan ook even goed.

---

§ 43.

EENHEID VAN MAAT OP DE TEEKENING, OF BIJ DE BEREKENING.

Nu moest men verder eene eenheid van maat aannemen, waarmede men den straal der schaduw en dien der maan en ook de andere afstanden in de figuur meet; daarvoor neemt men naar verkiezing aan *de sekunde*, dat wil zeggen het lijntje, dat zich van het middelpunt der aarde af, onder een' hoek van ééne sekunde vertoont, of de *minuut*, die 60 maal grooter is.

---

§ 44.

ONDERSCHEID TUSSCHEN GROOTE EN KLEINE CIRKELS OP EENEN BOL.

Nu moet ik u nog eerst herinneren dat er tweeërlei cirkels aan den hemel of op de aarde, en ook op elken bol

kunnen getrokken worden; men noemt ze *grootc cirkels* en *kleine cirkels.* Men noemt een' cirkel op den bol een' grooten cirkel, wanneer de vlakte, die er door heen gaat, ook door het middelpunt van den bol gaat; dat middelpunt is dus ook het middelpunt van dien cirkel; het zijn de grootste cirkels, die men op den bol trekken kan, en hun straal is gelijk aan dien van den bol; zij deelen de oppervlakte van den bol in twee gelijke deelen, en zij zijn alle even groot.

Gij kunt u daar het best eene voorstelling van maken, als gij eene ronde vrucht, bijv. een' sinaasappel, midden door snijdt.

Snijdt men zulk een' vrucht, of in 't algemeen een' bol, zoo door, dat men *niet* door het middelpunt gaat, dan is de doorsnede der oppervlakte kleiner, men noemt die doorsnede een' *kleinen* cirkel, zijn middelpunt valt *niet* zamen met het middelpunt van den bol, hij deelt ook de oppervlakte van den bol *niet* in twee gelijke deelen; en zijn straal is altijd *kleiner* dan die van een grooten cirkel of dan die van den bol zelven. Eene sekunde (of minuut) op zulk eenen cirkel is dus ook kleiner dan eene sekunde (of minuut) op eenen grooten cirkel, de verhouding van die twee sekunden (of minuten) is natuurlijk dezelfde als die der stralen der cirkels, waartoe zij behooren. Hierop moet nu gelet worden, wanneer men voor de lijn $C\ I$ niet de ekliptika, maar de parallel van het punt C neemt, want de parallellen zijn kleine cirkels.

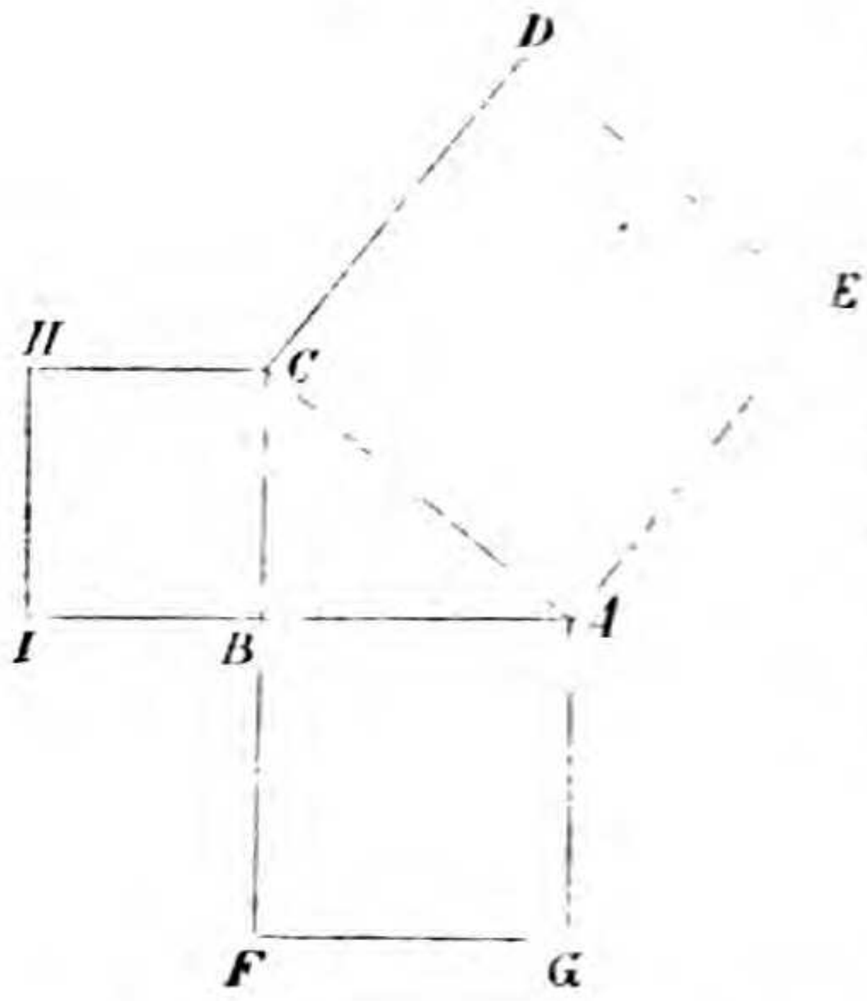
---

§ 45.

EEN PAAR VOORAFGAANDE EIGENSCHAPPEN DER DRIEHOEKEN.

Wij zullen nu eens eene eklips berekenen, maar daarvoor moet ik nog een paar andere zaken laten voorafgaan, die gij weten moet, alvorens die berekening te kunnen begrijpen.

(fig. 91).



Zie vooreerst eens deze figuur 91, die stelt een driehoek voor $A\ B\ C$, waarvan één der hoeken B een rechte hoek of een hoek van 90 graden is. Zulke driehoeken komen in onze teekening voor en hebben de merkwaardige eigenschap, dat, wanneer men op elk der zijden een vierkant beschrijft, dus

op $A\ C$, het vierkant $A\ C\ D\ E$,
op $A\ B$, het vierkant $A\ B\ F\ G$,
op $B\ C$, het vierkant $B\ C\ H\ I$,

alsdan het vierkant op de schuine zijde $A\ C$ even veel inhoud heeft, als de beide anderen vierkanten te zamen. Deze eigenschap kan men gemakkelijk bewijzen, maar dat bewijs zou ons nu te lang ophouden. Nu weet gij wel, dat de inhoud van een vierkant gevonden wordt, door de lengte van de zijde met zich zelf te vermenigvuldigen; dan verkrijgt men den inhoud in vierkante eenheden; daardoor kan men dus zich zelf gemakkelijk van die eigenschap overtuigen. Is bijvoorbeeld, zooals in de figuur, $A\ B = 16$ en $B\ C = 12$ millimeters, dan is

$$\begin{aligned} A\ B \times A\ B &= 16 \times 16 = 256 \\ B\ C \times B\ C &= 12 \times 12 = 144 \\ \hline & \quad 400 \end{aligned}$$

En nu is 400 juist $= 20 \times 20$, dus moet $A\ C = 20$ millimeters zijn, hetgeen ook uitkomt.

Daaruit volgt nu, dat als $A\ B$ en $B\ C$ bekend zijn, $A\ C$ berekend kan worden, men behoeft dan alleen maar te kunnen vinden, welk getal, met zichzelf vermenigvuldigd, een ander getal oplevert. Zulk een getal heet dan de *wortel* van het andere, en de bewerking om het te vinden heet *worteltrekking*. Ik kan u nu die worteltrekking niet uitleggen, als gij nu maar weet, dat zij licht geschieden kan. Men kan zulk een wortel

ook altijd vinden door beproeven, zoo kan men bijv. gemakkelijk vinden dat 16 de wortel van 256 of 25 de wortel van 625 is.

Maar daaruit volgt tevens, dat, als de schuine zijde $A\,C$ en eene der andere zijden bijv. $B\ C$ bekend is, de andere $A\ B$ ook bekend wordt; weten wij bij voorbeeld dat $A\ C = 20$ en $B\ C = 12$ millimeters is, dan zeggen wij:

$$A\ C \times A\ C = 20 \times 20 = 400$$
$$B\ C \times B\ C = 12 \times 12 = 144$$
$$\text{Rest: } A\ B \times A\ B = \qquad 256$$

dus moet $A\ B = 16$ millimeters zijn.

Van deze eigenschap zullen wij nu bij de berekening eener eklips moeten gebruik maken.

Eene tweede eigenschap, waarvan wij gebruik moeten maken, is deze, dat, als twee driehoeken gelijke hoeken hebben, zooals de driehoeken $A\ B\ C$ en $D\ E\ F$ of $G\ H\ I$ en $X\ L\ M$,

(fig. 92).

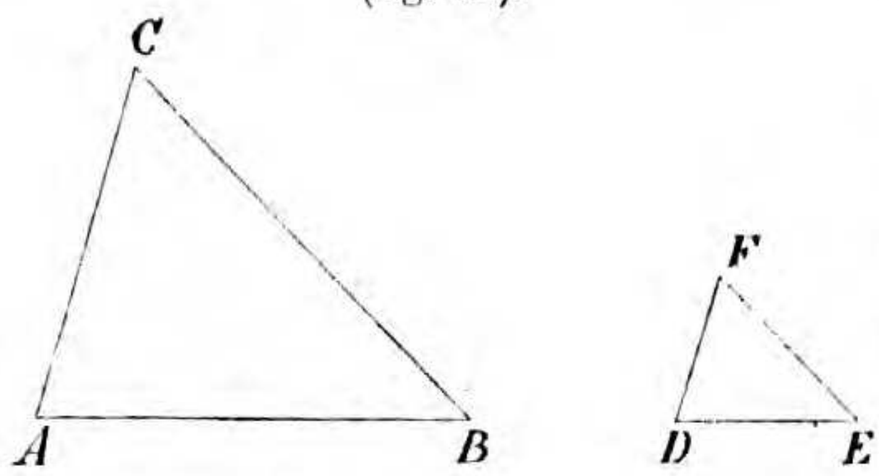
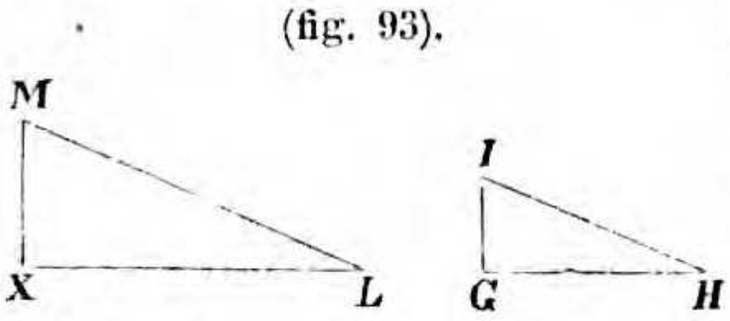


fig. 92 en 93, de zijden tot elkander in beide driehoeken dezelfde verhouding hebben. Zulke driehoeken hebben volkomen hetzelfde uiterlijk, denzelfden vorm en worden daarom ook *gelijkvormige driehoeken* genoemd. Bijvoorbeeld in driehoek $A\ B\ C$ is $A\ B = 22{,}5$, $A\ C = 18{,}8$ en $B\ C = 25{,}25$ millimeters, en in driehoek $D\ E\ F$ is $D\ E = 9{,}5$ millimeters. Nu is

(fig. 93).



$$\frac{18{,}8}{22{,}5} = 0{,}8125 \text{ en } \frac{25{,}25}{22{,}5} = 1{,}123,$$

dus is $A\ C = 0{,}8125\ A\ B$,
en $B\ C = 1{,}123\ \ A\ B$,

maar nu zal ook

$$D\ F = 0{,}8125\ D\ E = 0{,}8125 \times 9{,}5 = 7{,}7 \text{ mM.}$$

en $E\ F = 1{,}123\ D\ E = 1{,}123 \times 9{,}5 = 10{,}7$ mM.

zijn.

Evenzoo is in driehoek $G\ H\ I$, die rechthoekig in G is, $G\ H = 12$, $G\ I = 5$ en $H\ I = 13$ millimeters, en in driehoek $X\ L\ M$ is $X\ L = 18$ millimeters; deze is nu anderhalf maal grooter dan $G\ H$; nu zal ook $M\ X$ anderhalf maal grooter dan $G\ I$ zijn, dus $= 7\frac{1}{2}$; en $L\ M$ anderhalf maal grooter dan $H\ I$, dus $19\frac{1}{2}$ millimeter, en nu heeft men ook, zooals behoort:

$$\frac{G\ I}{G\ H} = \frac{X\ M}{X\ L} = \frac{5}{12} = \frac{7\frac{1}{2}}{18}$$

$$\frac{H\ I}{G\ H} = \frac{L\ M}{K\ L} = \frac{13}{12} = \frac{19\frac{1}{2}}{18}$$

---

§ 46.

GEBRUIK VAN DE EKLIPTIKA BIJ DE BEREKENING EENER MAANEKLIPS. WAT LENGTE EN BREEDTE AAN DEN HEMELBOL BETEEKENT.

Wanneer gij deze twee zaken goed begrepen hebt, dan zal het u niet moeielijk vallen de berekening eener maaneklips te volgen. Wij zullen daarvoor kiezen de maaneklips van 22 Juni 1880. Gemakshalve zullen wij nu voor de lijn $C\ I$ van de figuren 78—82 en 84—46 niet aannemen de parallel, maar de ekliptika. Het middelpunt van de schaduw der aarde is altijd in die ekliptika gelegen, en juist tegenover de zon. Nu moet ik u nog twee benamingen leeren, die in de sterrekunde voor het gemak zijn ingevoerd. Gij herinnert u dat de ligging eener plaats op den aardbol wordt aangeduid door de *lengte* en *breedte*,

denk maar eens na wat ik u in § 7 daaromtrent heb medegedeeld. Op den aardbol noemt men de lengte eener plaats dat gedeelte der evennachtslijn, dat tusschen den eersten meridiaan en den meridiaan der plaats ligt. Men noemt breedte dat gedeelte van den meridiaan der plaats, dat tusschen de evennachtslijn en de plaats zelve ligt. Als wij dus de aarde als een bol beschouwen, dan is die breedte dus een boog van een grooten cirkel, die uit de plaats loodrecht op de evennachtslijn is neêrgelaten.

Wanneer wij den hemel weder, evenals wij dat vroeger gedaan hebben, ons voorstellen als een bolvormig gewelf, dan kunnen wij op dezelfde wijs de plaats van eene ster of van elk ander punt op dat bolvormig gewelf, of zooals men het noemt: op dien *hemelbol*, aangeven. Dat hebben de alleroudste sterrekundigen ook al begrepen, maar die hadden nog geen denkbeeld er van, dat men aan den hemel ook de evennachtslijn gebruiken kon; zij gebruikten dus de ekliptika en telden de lengte daarlangs. Als oorsprong van telling werd in die ekliptika gekozen het punt A, fig. 26, waar de ekliptika de evennachtslijn snijdt. In die figuur 26 heeft dus het punt B 90° lengte, het punt C 180° en het punt D 270° lengte, en omdat deze punten in de ekliptika zelve liggen, hebben zij geene breedte, dat is, hunne breedte $= 0$.

Is nu een punt boven of onder de ekliptika gelegen, dan kan men uit dat punt een' loodrechten boog op de ekliptika trekken, en die boog heet de *breedte* van dat punt.

De lengte der zon is dus

0° den 20en Maart,
90° „ 21en Juni,
180° „ 23en September,
270° „ 22en December,

en de breedte der zon is altijd $= 0$.

Als nu de lengte der maan gelijk is aan die der zon, dan is het *nieuwe* maan; en als de lengte der maan gelijk is aan 180° + die der zon, dan is het *volle* maan.

Het middelpunt van de schaduw der aarde heeft natuurlijk ook eene lengte gelijk aan 180° + die der zon, dus als het volle maan is, staat de maan daar juist boven of onder.

Als de maan in een harer knoopen is, dan is hare breedte = 0. Wanneer de maan 90° van hare knoopen af is, zooals in *b* of *a*, fig. 70, dan heeft zij de grootst mogelijke breedte en die bedraagt dan slechts een weinig meer dan 5°.

De breedte der maan kan, evenals de breedte van elk ander punt of van eene ster, zijn *noordelijk* of *zuidelijk*.

---

§ 47.

BEREKENING DER MAANEKLIPS VAN 22 JUNI 1880. BEREKENING VAN HET OOGENBLIK VAN VOLLE MAAN, EN VAN DE BREEDTE DER MAAN OP DAT OOGENBLIK.

Nu zullen wij eens zien, hoe wij de eklips van 22 Juni 1880 kunnen berekenen. Wij zullen eerst trachten te vinden, wanneer het precies volle maan is, dat is: wanneer het middel punt der maan dezelfde lengte heeft als het middelpunt der schaduw. Zie hier nu wat ik uit den sterrekundigen almanak ontleend heb.

Tijd te Greenwich.	Lengte der zon.	Lengte der maan.	Breedte der maan.
0u	91°22′,2	270°19′,6	Zuid 0°33′,8
1	91 24 ,7	270 57 ,6	„ 0 30 ,3
2	91 27 ,1	271 35 ,5	„ 0 26 ,8
3	91 29 ,6	272 13 ,4	„ 0 23 ,3
4	91 32 ,1	272 51 ,4	„ 0 19 ,8

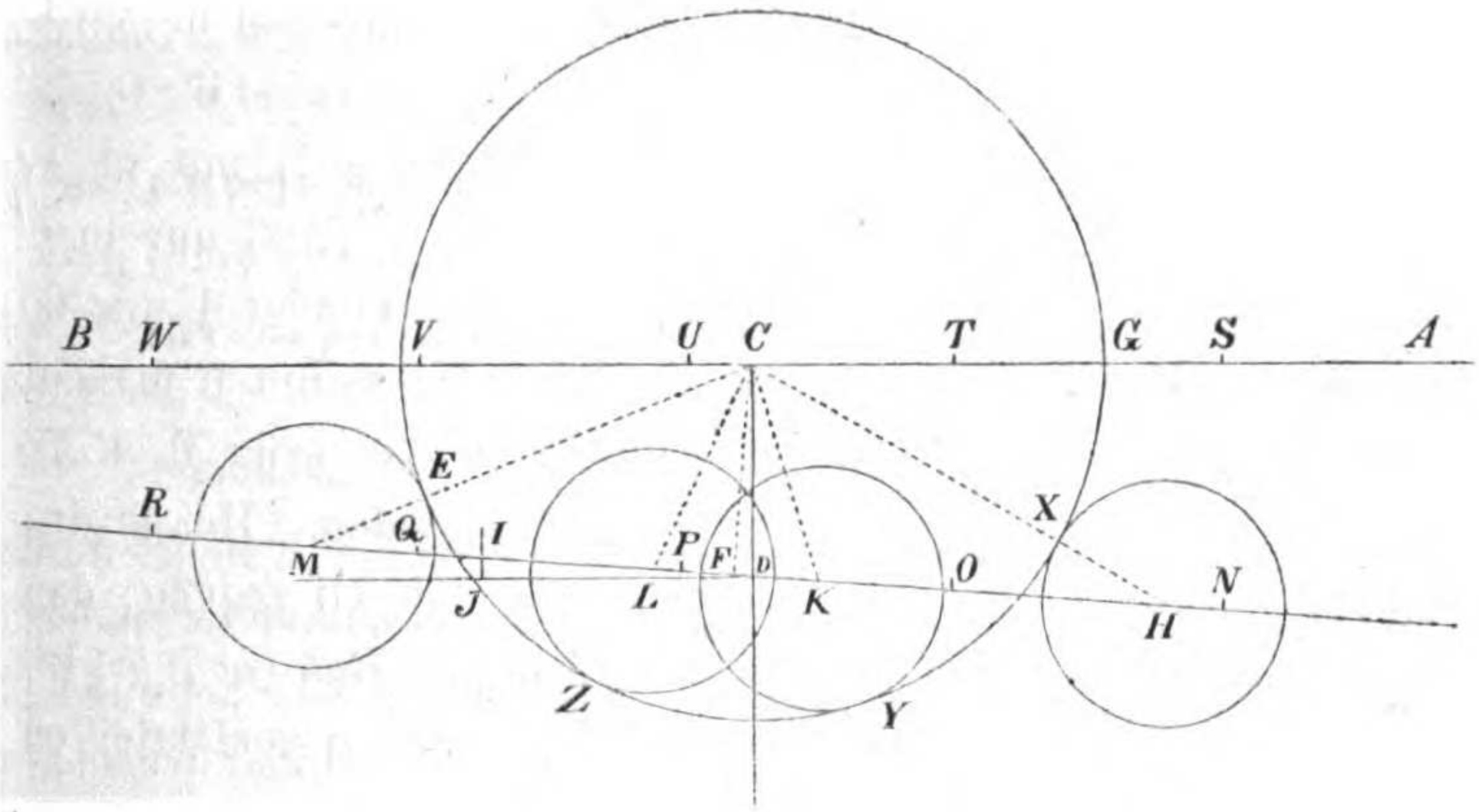
Als ik nu bij de lengte der zon 180° optel, dan krijg ik de lengte van het middelpunt der aardschaduw en als ik daar nu

de lengte der maan bij vergelijk, dan vind ik dat de lengte der maan

te 0 uur 62′,6 minder,
„ 1 „ 27,1 „ ,
„ 2 „ 8,4 meer,
„ 3 „ 43,8 „ ,
„ 4 „ 79,3 „

is. — Let nu eens op fig. 94; daar beteekent C het midddelpunt

(fig. 94.)



der aardschaduw, $A\ B$ is de ekliptika, $N\ R$ de maansweg; in deze figuur is, voor elke minuut aan den hemel, een halve millimeter genomen. — Nu zijn N, O, P, Q, R de plaatsen waar het middelpunt der maan zich te 0^u, 1^u, 2^u, 3^u en 4^u (te *Greenwich)* bevindt. Ik heb die punten gevonden, door te maken

voor de plaats der maan te 0 uur,	$CS = 62',6$			$SN = 33',8$
„ „ „ „ „ „ 1 „ ,	$CT = 27,1$	en loodrecht		$TO = 30,3$
„ „ „ „ „ „ 2 „ ,	$CU = 8,4$	op $A\ B$		$UP = 26,8$
„ „ „ „ „ „ 3 „ ,	$CV = 43,8$	te trekken:		$VQ = 23,3$
„ „ „ „ „ „ 4 „ ,	$CW = 79,3$			$WR = 19,8.$

Die lijnen $S\ N$, $T\ O$, $U\ P$, $V\ Q$, $W\ R$, heb ik allen naar beneden gericht moeten trekken, omdat de maan al den tijd dien wij beschouwen, zuiderbreedte heeft. In de figuur zijn zij maar weggelaten, daar zij verder geene dienst doen. Men noemt die lijnen, of liever bogen op den hemelbol, die, doorgetrokken, alle in de pool der ekliptika samenkomen, *breedtecirkels.*

Nu is de eerste vraag: wanneer bevindt zich de maan in D, vlak onder het middelpunt der schaduw C? Dit bereken ik aldus:

$C\ T$ is 27′,1, $C\ U$ is 8′,4, dus $T\ U$, (of de verandering in één uur van de lengte der maan, ten opzichte van de aardschaduw) = 35′,5; dit deel ik in 27′,1, en dan vind ik: 0,763. De breedtecirkel der maan snijdt de ekliptica te 1 uur in T; te 2 uur in U, dus zal hij de ekliptika te 1,763 uur in C snijden, dit is dus het verlangde tijdstip. Omdat 1 uur 60 minuten heeft, kan ik die breuk 0,763 tot minuten maken, door haar met 60 te vermenigvuldigen en dan krijg ik 45,78 minuten, of nagenoeg 45 minuten, 47 sekonden. Het is dus volle maan te $1^u\ 45^m\ 47^s$ te *Greenwich*, dat wil zeggen, dan is het middelpunt der maan in D. En omdat *Batavia* $7^u\ 7^m\ 12^s$ Oosterlengte van *Greenwich* heeft is het daar zooveel later en is het dus volle maan te $8^u\ 52^m\ 59^s$ te *Batavia.*

Hierbij behoort nu deze tweede vraag: Wat is de breedte $C\ D$ der maan op dit oogenblik? Dit is gemakkelijk te vinden, want in één uur, vermindert de breedte met 3′,5, dus in 0,763 uur met 0,763 × 3′,5 of nagenoeg 2′,7. Te één uur was de breedte der maan 30′,3, dus bij de volle maan 30′,3—2′,7 d. i. 27′,6; zoo groot is dus $C\ D$.

§ 48.

HOE MEN NU HET BEGIN EN HET EINDE DER EKLIPS VINDT. — HIERVOOR MOET MEN KENNEN DEN STRAAL DER AARDSCHADUW. — HOE MEN DIEN VINDT.

Wanneer wij nu onze figuur goed beschouwen, dan zien wij dat, als de cirkel $G\ X\ Y\ Z\ E$ de schaduw der aarde beteekent, het begin der eklips plaats heeft als de maan in H is en die schaduw in X *uitwendig* aanraakt;

dat het begin der totale eklips plaats heeft als de maan in K is, en de schaduw in Y *inwendig* aanraakt;

dat het einde der totale eklips eenigen tijd later plaats heeft, als de maan in L is en de schaduw in Z opnieuw *inwendig* aanraakt;

dat eindelijk het einde der geheele eklips plaats vindt, als de maan in M is, en voor de tweede maal de schaduw in E *uitwendig* aanraakt.

En het is duidelijk, dat in het eerste en vierde geval de afstanden $C\ H$ en $C\ M$ gelijk zijn, en in het tweede en derde geval $C\ K$ en $C\ L$ ook. Want $C\ H$, evenals $C\ M$, is blijkbaar gelijk aan den straal der schaduw $C\ X$ *plus* den straal der maan $X\ H$. En $C\ K$ (zoowel als $C\ L$) is evenzoo gelijk aan den straal der schaduw $C\ Y$ (of $C\ Z$) *verminderd* met den straal der man $K\ Y$ (of $L\ Z$).

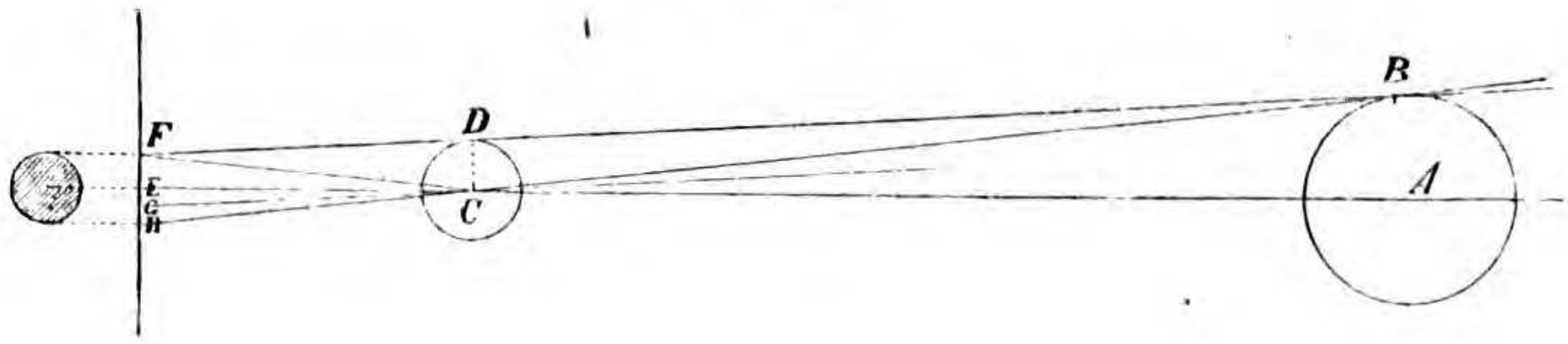
Nu is het ons dus te doen om te weten, wanneer de maan in H, K, L en M is, en hoe zoudt gij dat nu berekenen?

ABDULLAH. Maar mijnheer, ik weet niet, hoe groot die straal van de aardschaduw wel is; hoe kan men dien toch weten?

DE HEER. Dat schijnt wel vrij moeilijk, maar is het toch niet, althans als men maar een almanak heeft, waaruit men

de noodige gegevens ontleenen kan. Zie eens deze figuur 95.

(fig. 95).



A B stelt hier den straal der zon, *C D* dien der aarde en *E F* dien der schaduw voor op het vlak, dat de schaduw rechthoekig doorsnijdt, op den afstand der maan. Het donkere cirkeltje er naast stelt die schaduw op dat vlak zelve voor. Nu ziet gij wel, dat wij moeten weten den hoek *E C F*; zooveel minuten die hoek is, zoo groot moeten wij ook den straal der schaduw aannemen.

En. zie nu eens hier hoe wij dien hoek vinden. Wij zullen door *C* nog twee lijnen trekken. Vooreerst zullen wij *C B* doortrekken tot in *H*, en aangezien *A C* ook doorgetrokken is tot in *E*, zoo is hoek *E C H* even groot als hoek *B C A*, dat is als de hoek, waaronder wij den straal der zon zien. Men noemt dien hoek den *schijnbaren straal* der zon.

De tweede lijn, die wij in de figuur trekken, is de lijn *C G*, evenwijdig aan *D F;* beide deze lijnen worden gesneden door de lijn *C F*, en nu is het eene bekende eigenschap der evenwijdige lijnen, dat zij door eene derde lijn onder gelijke hoeken gesneden worden; dus is hoek *F C G* gelijk aan hoek *C F D*, dus gelijk aan den hoek, waaronder de straal der aarde gezien wordt op den afstand der maan. Dezen hoek noemt men het *horizontale verschilzicht der maan*, omdat het het verschil is tusschen de richtingen *D F* en *C F*, in welke een punt *F*, dat op den afstand der maan is, gezien wordt uit *D* en uit *C*, dat is uit een punt *D*, dat de maan in den horizon heeft, en uit het middelpunt der aarde.

Dit horizontale verschilzicht der maan verandert aanhoudend, omdat de afstand der maan aanhoudend verandert, maar in de

sterrekundige almanakken vindt men het opgegeven van 12 tot 12 uur, zoodat men licht kan berekenen, hoeveel het bedraagt op een gegeven tijdstip.

Eindelijk moeten wij opmerken dat $G\ C$ en $F\,B$ evenwijdig loopen, en gesneden worden door de lijn $H\ C\ B$; zoodat de hoek $H\ C\ G$, even groot is als de hoek $H\ B\ F$ of anders gezegd $C\ B\ D$, d. i. de hoek, waaronder de straal der aarde gezien wordt uit de zon, of anders: het *horizontale verschilzicht der zon.* Ook deze grootheid is niet geheel standvastig, omdat de afstand der aarde tot de zon niet standvastig is; men vindt ook de opgaven daarvan in de sterrekundige almanakken.

Nu ziet gij wel, dat $E\ F\ +\ E\ H$ even groot is als $F\ G\ +\ G\ H$; namelijk gelijk aan $F\ H$, — dat dus $E\ F$ gelijk is aan $F\ G\ +\ G\ H$ verminderd met $E\ H$.

En wanneer wij nu deze lijnen alle uit C zien, doen zij ons voor als de hoeken, die wij zoo aanstonds beschouwd hebben, en dus komen wij tot het besluit:

dat de straal (S) der aardschaduw $E\ F$, gelijk is aan het horizontale verschilzicht (V) der maan, vermeerderd met het horizontale verschilzicht (v) der zon, en verminderd met den schijnbaren straal der zon, (r). Nu vinden wij in den engelschen sterrekundigen almanak voor den tijd van deze eklips:

V	of het	horizontale verschilzicht	der	maan	61′,3
v	„	„	„	zon	8″,8 of 0 ,15
r	„	de schijnbare straal	„	„	15 ,8
en ook R	of	de „	„	maan	16 ,7

zoodat wij dus voor den straal der schaduw zullen hebben:

$$S = V + v - r = 61',3 + 0',15 - 15',8 = 45',65.$$

Maar nu heeft men opgemerkt dat de schaduw altijd een weinig grooter is; men kan dit verklaren doordien de dampkring der aarde dikwijls veel wolken inhoudt, die het zonlicht tegenhouden; bij de berekening in de sterrekundige jaarboeken wordt daarom bij dien straal der schaduw, zooals hij nu berekend

is, nóg een zestigste gedeelte opgeteld, dus hier 0′,76, zoodat wij dan krijgen, als wij de honderdste deelen van minuten maar weglaten, 46′,4.

Wanneer heeft dus nu het begin der geheele eklips plaats? Hoe groot is dan de afstand van het midden *C* der schaduw, fig, 94 tot het middelpunt der maan *H*?

ABDULLAH. Wel, mijnheer; die afstand is dan gelijk aan den straal der schaduw *C X*, vermeerderd met den straal der maan *X H*, dus gelijk aan 46′,4 + 16′,7 of 63′,1.

DE HEER. En hoe groot is nu die afstand bij het begin en het einde der *totale* eklips?

ABDULLAH. Wel mijnheer, dan is hij gelijk aan den straal der schaduw *(C Y* of *C Z)*, *verminderd* met den straal der maan, dus 46′,4 — 16′,7 of 29′,7.

DE HEER. Juist zoo. Het komt er dus maar op aan, te vinden, wanneer het middelpunt der maan die afstanden tot het middelpunt der schaduw *C* bereikt. Zie nu eens hier, hoe dit geschiedt. Op het oogenblik van volle maan, dat wij reeds berekend hebben, bevindt zich het middelpunt der maan in *D;* als wij nu uit *D* eene lijn *D J* trekken, evenwijdig aan de ekliptika *A B*, en die lijn gelijk maken aan de verandering in één uur van de lengte der maan ten opzichte der aardschaduw, nl. 35′,5; en als wij nu door *J* een lijntje *J I* trekken, daar loodrecht op, en dat loodlijntje *J I* gelijk maken aan de verandering in één uur van de breedte der maan of 3′,5, dan ligt het uiteinde *I* van dat lijntje in de baan *N O P Q R* van het maansmiddelpunt en het wordt door dat middelpunt een uur later bereikt dan *D*. Van het driehoekje *D I J*, dat wij dus gevormd hebben, is *D I* de uursnelheid van het maansmiddelpunt, en die hebben wij natuurlijk noodig om te berekenen, in hoeveel tijd de maan de verschillende einden weegs doorloopt, die hier in aanmerking komen. Hiervoor komt nu te pas, hetgeen ik u geleerd heb, want driehoek *D J I* is rechthoekig in *J;* *D J* is bekend = 35′,5 en *J I* is ook bekend = 3′,5. Wij vinden nu *D I*, doordien wij weten:

$$D\,J \times D\,J = 35',5 \times 35',5 = 1260',25$$
$$J\,I \times J\,I = 3',5 \times 3',5 = 12',25$$

dus is $D\,I \times D\,I = \ldots\ldots 1272',5$

Nu is $35',6 \times 35',6 = 1267',36,$

$35',7 \times 35',7 = 1274',49.$

D I is dus grooter dan 35′,6 en kleiner dan 35′,7, maar komt toch dichter bij 35′,7. Eene verder voortgezette berekening zou geven 35′,67.

---

§ 49.

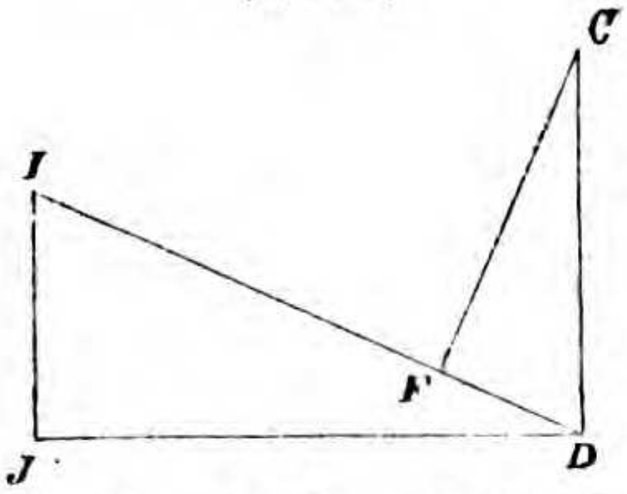
BEREKENING VAN HET MIDDEN DER EKLIPS.

Tot zoover gekomen zijnde, kunnen wij nu overgaan tot de berekening, wanneer het middelpunt der maan in *F* is, dat is: wanneer het midden der eklips plaats heeft. Dit punt *F* wordt gevonden door uit *C* eene loodlijn neer te laten op den maansweg *H R*.

Want *C H* is even lang als *C M*, en *C K* is even lang als *C L*, dus staan *H* en *M* even ver van *F*, en *K* en *L* ook.

Om dat te vinden is het natuurlijk noodig, dat wij weten hoe groot *D F* is. Daarvoor merk ik nu eerst op, dat de beide driehoeken *C D F* en *D J I* gelijkvormig zijn.

(fig. 96.)



Om dit beter te begrijpen, moet gij fig. 96 eens beschouwen, waar deze beide driehoeken alleen geteekend zijn, maar de helling der maansloopbaan met de ekliptika grooter genomen is.

Gij hebt zeker wel geleerd, dat in elken driehoek de som der drie hoeken = 180° is, hieruit volgt, dat, wanneer een driehoek rechthoekig is, de twee andere hoeken te zamen 90° uitmaken.

Nu is in driehoek $C\ F\ D$, de hoek F recht, en in driehoek $D\ J\ I$ is de hoek J recht, dus is in driehoek $C\ F\ D$:

$$\text{hoek } F\ D\ C + \text{hoek } F\ B\ D = 90^\circ$$

en in driehoek $D\ J\ I$

$$\text{hoek } J\ D\ I + \text{hoek } J\ I\ D = 90^\circ.$$

Maar nu is $C\ D$ ook loodrecht op $J\ D$, dus is

$$\text{hoek } C\ D\ J = \text{hoek } F\ D\ C + \text{hoek } J\ D\ I = 90^\circ;$$

hieruit leiden wij dus af, uit de eerste vergelijking:

$$\text{hoek } F\ C\ D = 90^\circ - \text{hoek } F\ D\ C,$$

uit de derde:

$$\text{hoek } I\ D\ J = 90^\circ - \text{hoek } F\ D\ C,$$

zoodat dus klaarblijkelijk

$$\text{hoek } F\ C\ D = \text{hoek } J\ D\ I$$

is. Maar nu volgt ook uit de beide eerste vergelijkingen, dat

$$\text{hoek } F\ D\ C = \text{hoek } J\ I\ D$$

is. De drie hoeken van den éénen driehoek zijn dus gelijk aan de drie hoeken van den anderen driehoek; driehoek $C\ F\ D$ is dus gelijkvormig aan driehoek $J\ D\ I$, en $F\ D$ heeft dus dezelfde verhouding tot de schuine zijde $D\ C$, als $J\ I$ tot de schuine zijde $I\ D$. Nu is $J\ I = 3',5$ en $I\ D = 35',7$ dus is $J\ I = 0{,}098\ I\ D$, derhalve is ook $F\ D = 0{,}098 \times C\ D = 0{,}098 \times 27{,}6 = 2',7$ en daar de maan in één uur $35',7$ doorloopt, zoo heeft zij voor die $2',7$ noodig 0,076 uur of 4,56 minuut, of 4 minuut en 34 sekonden nagenoeg.

Nu hebben wij gevonden, dat de maan in D was te $8^u\ 52^m\ 59^s$ te *Batavia*, hier nu $4^m\ 34^s$ bij, dan komt er, dat de maan in F is te $8^u\ 57^m\ 33^s$ te *Batavia*. Dit oogenblik is nu de tijd van het midden der eklips.

---

§ 50.

BEREKENING VAN DE TIJDEN VAN BEGIN EN EINDE.

Om nu de tijden van begin en einde ook te kennen, moeten wij nog berekenen de lengte van $C\ F$. Wegens de gelijkvormigheid der driehoeken $C\ F\ D$ en $D\ J\ I$ heeft men weder dat $C\ F$ dezelfde verhouding heeft tot $C\ D$ als $D\ J$ tot $D\ I$. Nu is $D\ J = 35',5$ en $D\ I = 35',7$ dus is $D\ J = 0{,}9944 \times D\ I$. Dus is $C\ F$ ook $= 0{,}9944 \times C\ D = 0{,}9944 \times 27',6 = 27',4$ nagenoeg.

En nu komt weder de toepassing van die eigenschap der rechthoekige driehoeken te pas, die ik u geleerd heb. Want de driehoeken $C\ F\ H$ en $C\ F\ K$ zijn rechthoekig in F en er is van beiden bekend de schuine zijde $C\ H$ en $C\ K$ en de eene driehoekzijde $C\ F$; en nu moeten wij van beide deze driehoeken de andere driehoekszijden $F\ H$ en $F\ K$ vinden.

Wij hebben nu deze berekening:

$$C\ H \times C\ H = 63{,}1 \times 63{,}1 = 3931{,}61$$
$$C\ F \times C\ F = 27{,}4 \times 27{,}4 = \underline{\ 750{,}76}$$
$$\text{dus aftrekkende: } F\ H \times F\ H = 3230{,}85$$

waaruit door worteltrekking of beproeving gevonden wordt $F\ H = 56',84$.

En verder:

$$C\ K \times C\ K = 29{,}7 \times 29{,}7 = 882{,}09$$
$$C\ F \times C\ F = 27{,}4 \times 27{,}4 = \underline{\ 750{,}76}$$
$$\text{dus aftrekkende: } F\ K \times F\ K = 131{,}33$$

waaruit door worteltrekking of beproeving gevonden wordt $F\ K = 11',46$.

Maar nu weten wij, dat de beweging der maan langs den

maansweg per uur bedraagt 35′,67, dus moeten wij de gevondene waarden van $F\,H$ en $F\,K$ daardoor deelen en dan krijgen wij:

voor den tijd, dien de maan noodig heeft om $F\,H$ door te loopen: 1,5935 uur of 1 uur, 35,61 minuut of $1^{u}\ 35^{m}\ 37^{s}$,

en voor den tijd, dien de maan behoeft om $F\,K$ te doorloopen, 0,3214 uur of 19,284 minuut of $19^{m}\ 17^{s}$, zoodat wij ten slotte hebben:

Midden der eklips	8^{u}	57^{m}	33^{s}	te *Batavia.*
Hieraf en hierbij	1	35	37	

dan verkrijgen wij:

Begin der geheele eklips . . .	7^{u}	21^{m}	56^{s}	te *Batavia.*
Einde „ „ „ . . .	10	33	10	„ „
Maar wanneer wij weder hernemen het midden der eklips .	8	57	33	„ „
en hiervan aftrekken en er bijtellen	0	19	17	

dan krijgen wij:

Begin der totale eklips. . . .	8	38	16	„ „
Einde „ „ „	9	16	50	„ „

Zoodat wij nu in het geheel hebben:

Begin der geheele eklips . . .	7^{u}	21^{m}	56^{s}	te *Batavia.*
Begin „ totale „	8	38	16	„ „
Midden der „	8	57	33	„ „
Einde der totale eklips . . .	9	16	50	„ „
Einde der gedeeltelijke of anders gezegd, einde der geheele eklips	10	33	10	„ „

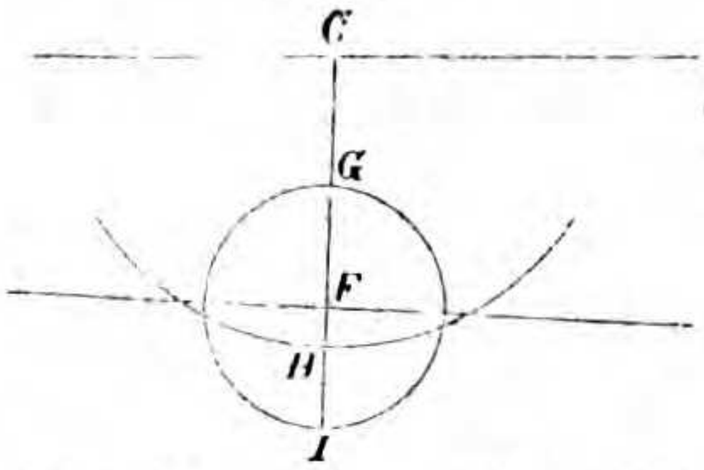
En gij herinnert u nu wel, dat voor elke andere plaats van den indischen archipel het begin en het einde gemakkelijk te vinden is, door het lengteverschil met *Batavia* bij deze vier tijden bij te tellen, als de plaats oostelijker ligt, want daar is het dan zooveel later; en er van af te trekken, als de plaats westelijker ligt, want daar is het dan zooveel vroeger. En hiermede is dan deze berekening afgeloopen.

§ 51.

BEREKENING VAN DE GROOTTE EENER GEDEELTELIJKE EKLIPS.

Wanneer er geene totale, maar slechts eene gedeeltelijke eklips is, zoodat dus $C\ F$ grooter is dan de straal der schaduw, verminderd met den straal der maan, dan geeft men gewoonlijk ook op, hoe groot de eklips in duimen is. Daartoe, fig. 97, moet men dus van $C\ F$ aftrekken den straal der maan, dan heeft men $C\ G$; deze afgetrokken van $C\ H$ of den staaal der schaduw S, dan houdt men $G\ H$ over; dat is dus de grootste breedte van het verduisterde gedeelte. Nu wordt $G\ I$ of de maansmiddellijn gelijk gesteld aan 12 duim, dus is het gemakkelijk om uit te rekenen, hoeveel van die zoogenaamde duimen op $G\ H$ gaan.

(fig. 97).



Ingeval wij bij voorbeeld gevonden hadden $C\ F = 41',0$, dan moet hier af $R = 16',7$, en dan houden wij over $C\ G = 24',3$. Deze nu van $S = 46',4$ afgetrokken, geeft $G\ H = 22',1$.

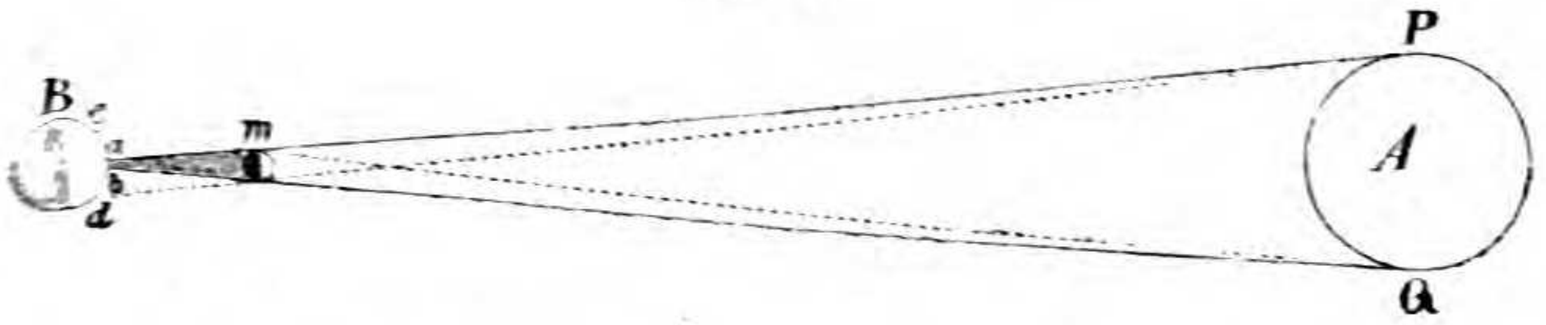
Nu is $G\ I = 2 \times 16',7 = 33',4 = 12$ duim, dus is elke duim $2',783$, en $22',1$ is dus bijna 8 duim. In dat geval zou het dus eene eklips van bijna 8 duim geweest zijn.

§ 52.

ZELDZAAMHEID VAN EENE TOTALE OF RINGVORMIGE ZONEKLIPS VOOR EENE BEPAALDE PLAATS. TEEKENINGEN BETREFFENDE DE ZONEKLIPS VAN 19 JULI 1879 EN KAARTEN VAN DE ZONEKLIPSEN VAN 18 AUGUSTUS 1868, VAN 12 DECEMBER 1871, EN VAN 19 JULI 1879.

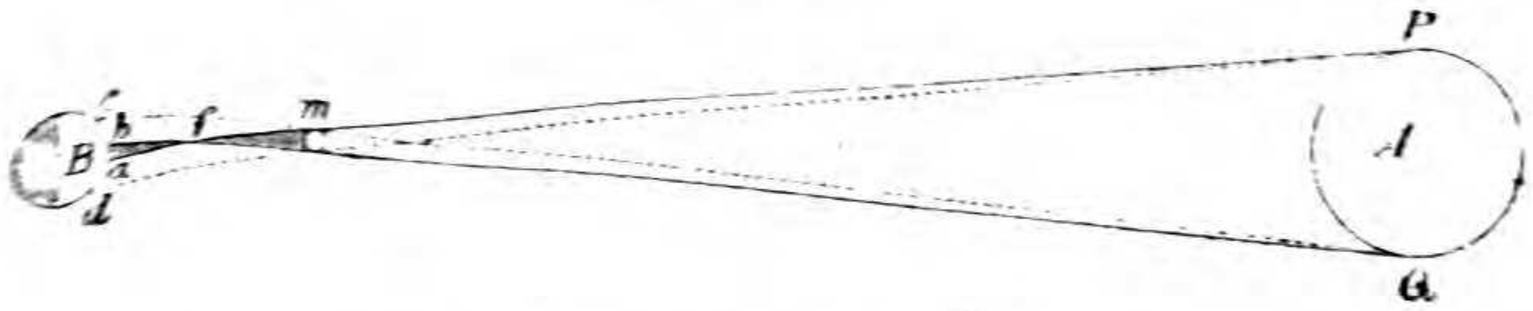
DE HEER. Wij komen nu tot de zoneklipsen; daaromtrent kan ik u nog veel belangrijks mededeelen. Gij herinnert u, dat ik u gezegd heb, dat eene zoneklips kan zijn gedeeltelijk of totaal of ringvormig. Wanneer gij nu de figuren 67 en 68, die hierop betrekking hebben, nog eens beziet, dan zult gij wel opmerken, dat bij elke zoneklips voor het grootste gedeelte der aardbewoners, die de eklips kunnen zien, de eklips gedeeltelijk is; alleen die menschen, die binnen *a b*, d. i. binnen den eigenlijken schaduwkegel wonen, zien de eklips *totaal*, als de punt van dien kegel verder van de maan ligt dan *a b*,

(fig. 67).



zooals in fig. 67; en *ringvormig*, als de punt *f* van dien kegel

(fig. 68).



de oppervlakte nog niet bereikt, zooals in fig. 68.

Hierbij is nu nog niet in acht genomen, dat de maan *m* zich gedurende de zoneklips om de aarde beweegt; door die beweging is er aan de eklips een begin en een einde. Heeft nu de nieuwe maan plaats ver van den knoop, maar toch even binnen de grens, bijv. op 12° afstand, dan is er enkel eene gedeeltelijke eklips, en de binnenschaduw der maan gaat boven de aarde heen of beneden onder de aarde door.

Heeft nu de nieuwe maan plaats, dichter bij een der knoopen, bijv. op 6° afstand, dan raakt ook de binnenschaduw de aarde, en door de beweging der maan gaat die schaduw over de aarde heen. Indien de aarde plat was en die schaduw er dwars op viel, zou zij op een bepaald oogenblik natuurlijk rond zijn, omdat de zon en de maan beide rond zijn; daar de aardbol nu echter gebogen is, en de schaduw niet altijd recht op de oppervlakte valt, is die schaduw, zooals zij op de aarde valt, niet altijd rond; door de beweging der maan beweegt die schaduw nu over de aarde heen en al de plaatsen, waarover zij heenloopt, zien gedurende eenige minuten eene totale of ringvormige eklips. Al die plaatsen liggen in eene smalle strook, die, waar de schaduw loodrecht op de aarde valt, nooit meer dan 30 duitsche mijlen [1]) breed is, terwijl de middellijn der aarde 1719 duitsche mijlen bedraagt. Wanneer nu die binnenschaduw, ten noorden of ten zuiden, maar even over de aarde gaat, dan blijft de buitenschaduw nog aan dienzelfden kant buiten de aarde, hetgeen gij gemakkelijk begrijpen kunt, want als in fig. 67 en 68 de schaduw *a b* iets hooger op de aarde valt, dan valt *c* buiten de aarde, en als de schaduw *a b* iets lager komt, dan valt *d* buiten de aarde.

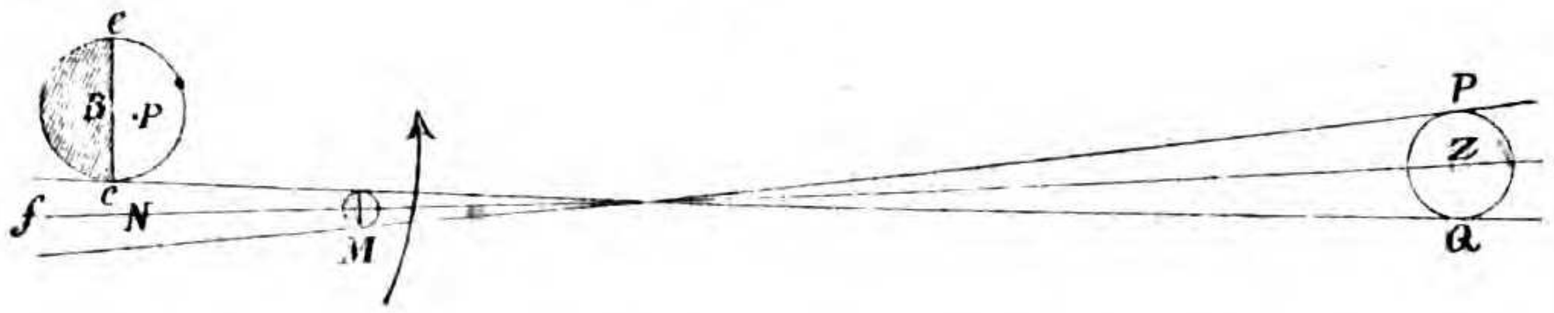
Alleen wanneer de nieuwe maan zeer dicht bij één der knoopen plaats vindt, dan komt, zooals fig. 67 en 68 aangeven,

---

[1]) Eene duitsche of geographische mijl is het 5400ste gedeelte van den omtrek der evennachtslijn, en bedraagt 7420,4 meters. De Javasche paal is 400 Rijnlandsche roeden of 1506,9 meters; dus is één duitsche mijl = 4,9243 paal.

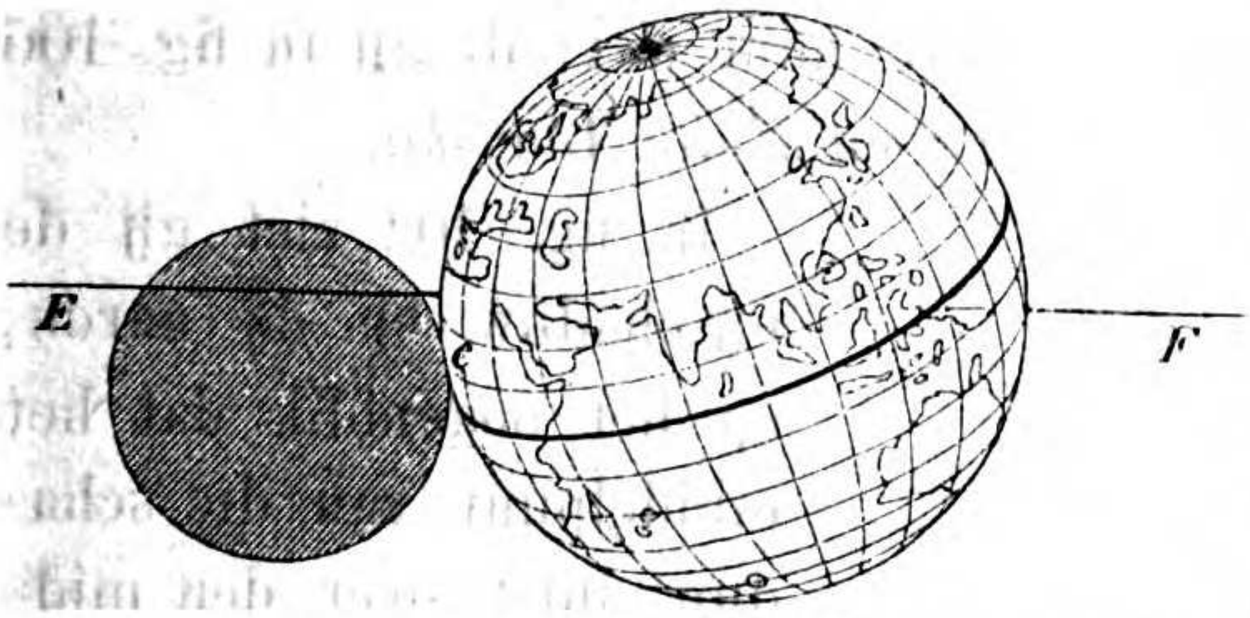
de buitenschaduw ook geheel op de aarde terecht. Die buitenschaduw is geheel begrepen in eene kegelvlakte, die men verkrijgt door, zie fig. 98, de lijn $Q\ c$ te laten om-

(fig. 98).



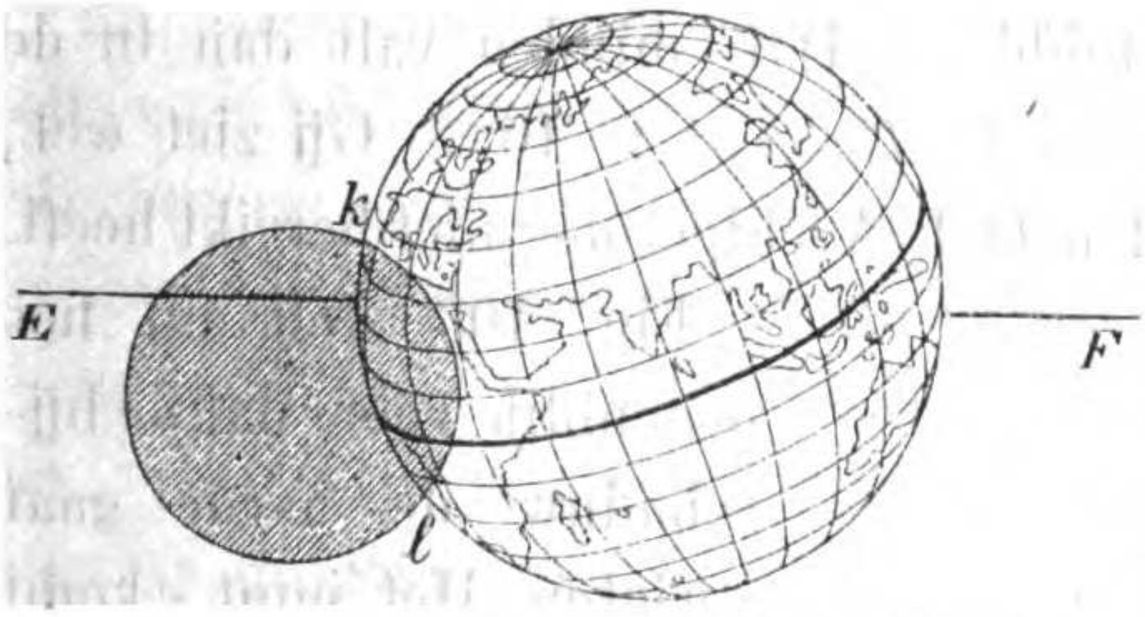
draaien om de lijn $Z\ f$. Wanneer die kegel de aarde ontmoet, heeft hij eene breedte omtrent half zoo groot als de middellijn der aarde; in de figuren 67 en 68 is die breedte dus een weinig te groot geteekend. Wat gebeurt er nu, wanneer de eklips op de aarde begint? Zie eens fig. 98, die de zon, maan en aarde voorstelt, van boven het vlak van de loopbaan der aarde gezien, op het oogenblik dat de eklips begint. Het pijltje duidt de richting van de beweging der maan aan. De buitenschaduwkegel der maan *raakt* nu de aarde in c aan, en nu ziet gij wel, dat in het punt c op de teekening de linkerrand der maan en de rechterrand der zon beide in den horizon zijn. Voor eenen bewoner op c is dit echter de onderrand der maan en de bovenrand der zon. Nu draait de aarde om hare as in dezelfde richting als de maan zich beweegt, dus in de richting van het pijltje en derhalve komt de zon voor iemand, die in c woont, juist op. Om u nu het verdere beloop van de eklips te doen begrijpen, ziet gij hier in fig. 99—106, eene reeks teekeningen, die den loop der ringvormige zoneklips van 19 Juli 1879 voorstellen. In de 7 eerste figuren 99—105 ziet gij telkens de aarde, zooals zij zich van de zon af voordoet, en de donkere kring beteekent de bijschaduw, die al de plaatsen bevat, die iets van de eklips zien. In al deze figuren stelt $E\ F$ de ekliptika of de aardbaan voor en de noordpool is in al deze figuren zichtbaar, want het is pas bijna eene maand sedert den 22 Juni, wanneer die pool zooveel mogelijk naar de zon gekeerd is. De zuidpool is onzicht-

(fig. 99).



baar. In fig. 99 wordt voorgesteld de eerste aanraking van die bijschaduw met de aarde, die heeft plaats den 19 Juli, te 1^{u} 18^{m} na den middag, tijd van *Batavia*. Het punt *c*, waar de aanraking plaats heeft, komt door de wenteling der aarde om hare as in het zonlicht, dat is de zon komt daar op. In fig. 106 vindt gij dit punt aangegeven; het ligt in het westelijk gedeelte van *Afrika*.

(fig. 100).

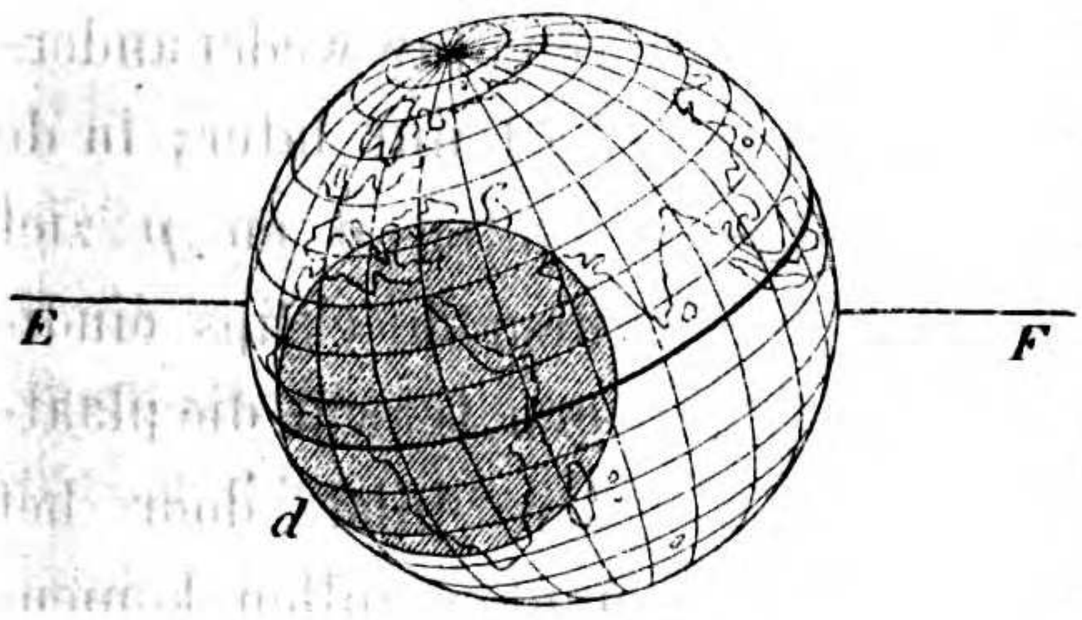


In fig. 100 wordt voorgesteld, hoe de bijschaduw op de aarde valt, 40 minuten later; nu ziet gij, dat er twee punten *k* en *l* zijn, waar de eklips ook begint, terwijl de zon opkomt; deze punten zijn in fig. 106 ook te vinden.

Gij zult opmerken, dat de aarde sedert het oogenblik, waarvoor fig. 99 geldt, d. i. sedert 40 minuten, een zichtbaar eind is omgedraaid; het punt *c* is nu ook in het zonlicht, en daar is nu de eklips zichtbaar.

Die punten *k* en *l* liggen nu in fig. 98 op den cirkel *c B*, die echter van oogenblik tot oogenblik over andere plaatsen der aarde loopt. In fig. 101 is de aarde weder een eind omgedraaid; de bijschaduw is voortgegaan; de achterzijde heeft eerst telkens de afscheiding van licht en donker in twee punten gesneden, en nu

(fig. 101).



raakt de bijschaduw die afscheiding in het punt *d* aan. Het is nu te *Batavia* 3ᵘ 24ᵐ. Het punt *d* vindt gij in fig. 106 terug, het ligt tusschen *Afrika* en *Zuid-Amerika*.

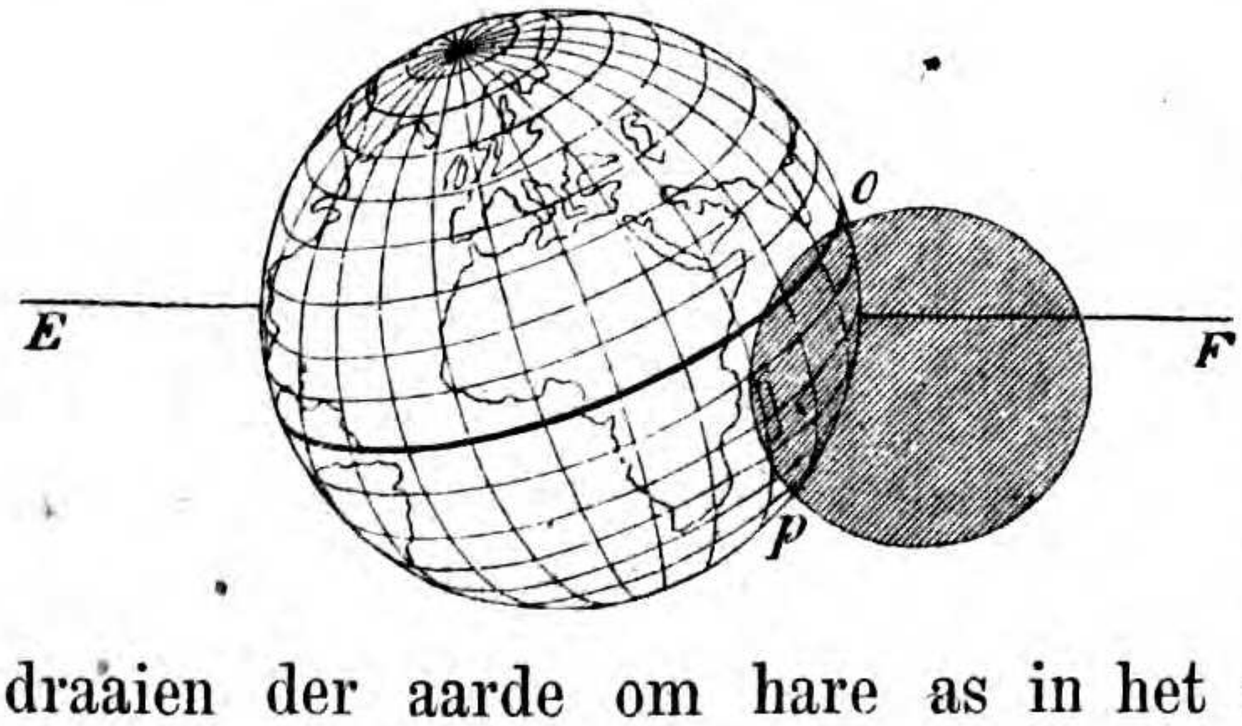
(fig. 102).

In fig. 102 ziet gij de bijschaduw op de aarde, op het oogenblik dat het middelpunt van die schaduw juist over den middelsten meridiaan gaat. Het is niet precies het midden der eklips; maar de plaats, waar nu de as der bijschaduw valt, en waar het ook ringvormige eklips is, heeft nu de zon juist in den meridiaan; dus daar is het juist middag. Dat midden valt dan in de golf van *Aden*. Het is nu te *Batavia* 4ᵘ 16ᵐ. Gij ziet wel, dat de bijschaduw dan den O. I. Archipel nog niet bereikt heeft.

(fig. 103).

Fig. 103 stelt nu het oogenblik voor, dat de bijschaduw de aarde gaat verlaten. Het punt *e* komt nu overeen met het punt *e* in fig. 98, en dat gij ook in fig. 106 vindt aangegeven; het ligt ten zuidwesten van *Nieuw-Holland*. Een gedeelte van *Hindostan* ligt nu in de bijschaduw; het is nu 5ᵘ 8ᵐ na den middag.

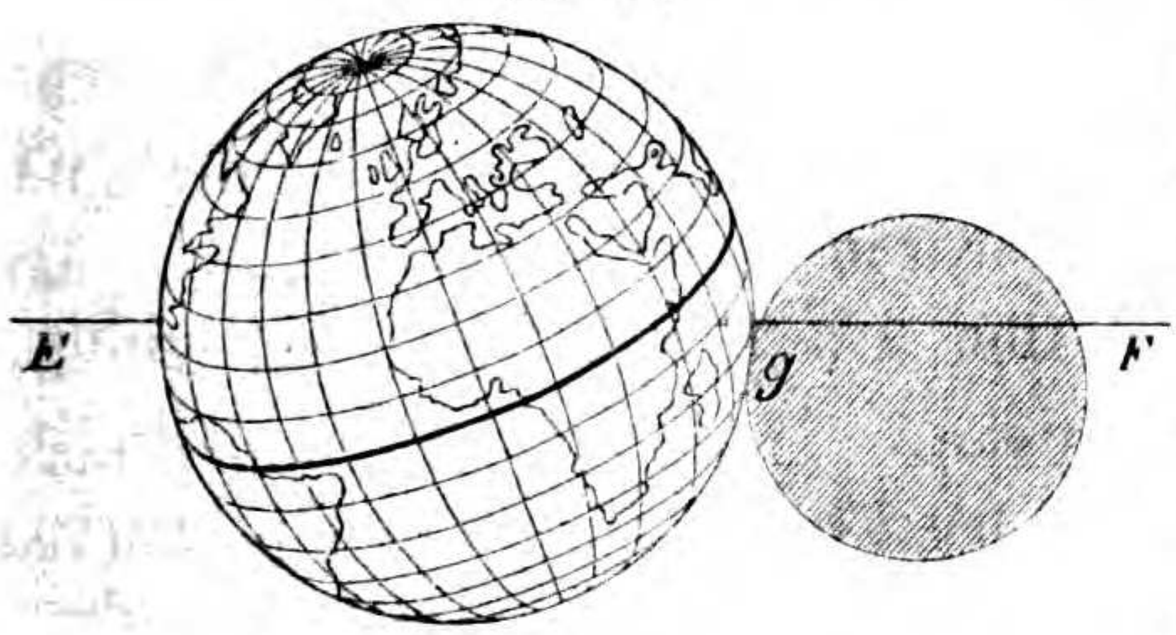
(fig. 104).



In fig. 104 ziet gij het beloop van de bijschaduw weder anderhalf uur later; in de punten *o* en *p* ziet men de eklips eindigen, terwijl die plaatsen juist door het draaien der aarde om hare as in het donker zullen komen,

d. i. dat de zon daar ondergaat. Die plaatsen langs den rand der aarde, die tusschen *o* en *p* liggen, zien dus wel het begin der eklips, maar niet het einde, want voordat de achterkant van de bijschaduw ze bereikt heeft, gaan ze al achter de afscheiding van licht en donker, d. i. gaat de zon er onder.

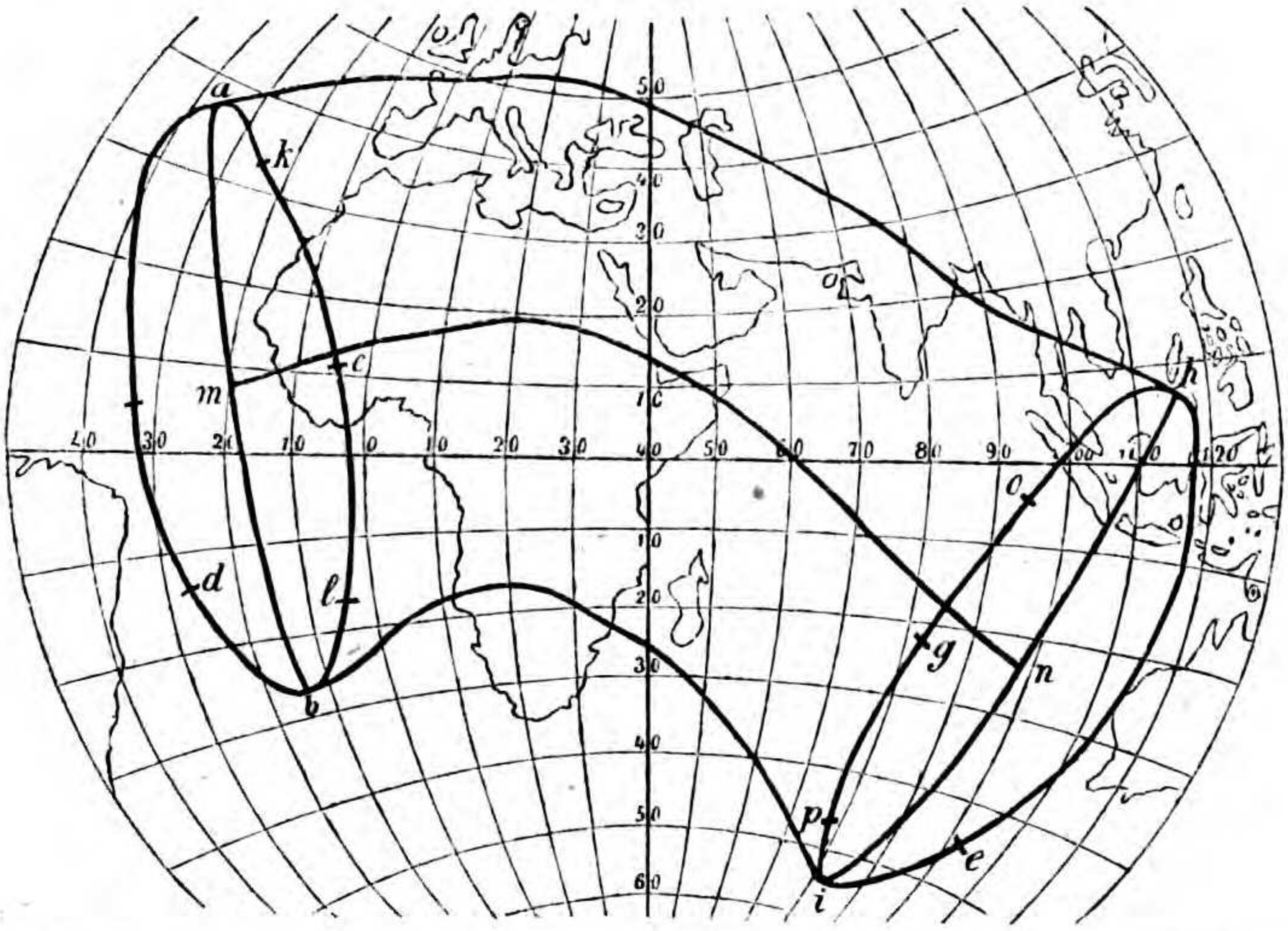
(fig. 105).



In fig. 105 ziet gij de laatste aanraking van de bijschaduw met de aarde, in het punt *g*; dit punt ziet gij ook in fig. 106; het ligt in de Indische zee, tusschen *Madagascar* en *Nieuw-Holland*. Het is nu te *Batavia* 7^u 5^m des namiddags. De zon is daar dus reeds onder, zij was er ondergegaan kort nadat voor *Batavia* het midden der eklips plaats had.

Fig. 106 geeft nu een algemeen overzicht van den loop der

(fig. 106).



bijschaduw over de geheele aarde. Gij ziet hier nu al de landen, waar de eklips zichtbaar geweest is. De noordelijke grens loopt dwars over *Europa* en *Azië*, en eindigt aan de noordkust

van *Borneo*. De zuidelijke grens loopt dwars door *Afrika*. Noordelijk *Europa*, noordelijk *Azië* en *Zuid-Afrika* zien dus niets van de eklips. Aan de westzijde is eene ovale figuur, daarbinnen bevinden zich alle plaatsen, die slechts het laatste gedeelte der eklips zien, want wanneer die plaatsen uit het donker in het zonlicht komen, d. i. wanneer de zon er opkomt, is de eklips al begonnen.

Voor al de plaatsen op de binnenste grens van dit ovaal, *a k c l b*, begint de eklips, als de zon opkomt.

Voor al de punten op de lijn *a m b* is het juist het midden der eklips, als de zon opkomt.

Voor al de punten op den boog *a d b*, d. i. de buitenste grens van het ovaal, is het juist het einde der eklips, als de zon opkomt.

Aan de oostzijde is insgelijks zulk een ovaal te zien; de buitenkant er van, *h e i*, loopt over al de punten, waar het begin van de eklips te zien is, als de zon ondergaat, de lijn in het midden, *h n i*, over al de punten, waar het midden der eklips te zien is, als de zon ondergaat, en de binnenkant *h o g p i* over al de punten, waar het einde der eklips gezien wordt als de zon ondergaat.

Hetzelfde, wat omtrent de buitenschaduw gezegd is, geldt ook van de binnenschaduw, die slechts zeer smal is. De eklips van 19 Juli 1879 is ringvormig, de binnenschaduw heeft tot as de lijn *Z f*, fig. 98, die door de middelpunten der zon en der maan gaat. Door de beweging der maan raakt deze lijn de aarde op één punt het eerst, dit is het punt *m*, bewesten *Afrika*; die as der schaduwkegels gaat nu over de aarde langs de kromme lijn *m n*, dus dwars door *Afrika* heen, en in het puut *n* verlaat die as de aarde weder; in het punt *m* en in het punt *n* heeft de binnenschaduw eene breedte van bijna 15 mijlen, maar, omdat de punt van die binnenschaduw gevormd wordt, vóór dat die schaduw de aarde bereikt, is daar binnen geene totale maar eene ringvormige eklips. Naarmate de binnenschaduw vordert, wordt natuurlijk hare breedte geringer, omdat zij dan dichter bij de punt de oppervlakte der aarde ontmoet. Dicht bij straat *Bab-el-Mandeb* is die binnenschaduw dus het

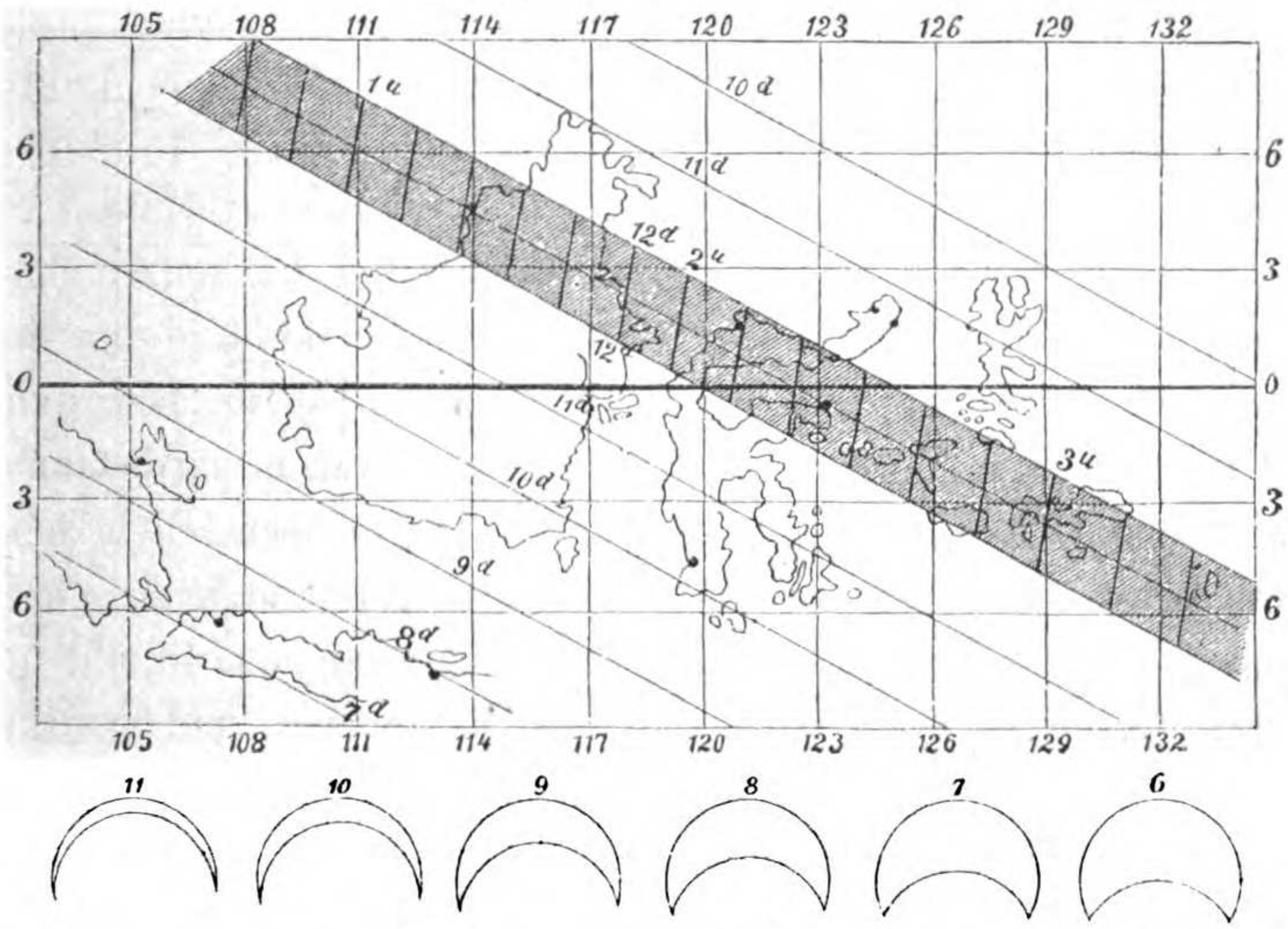
smalst, daar is het middag, als de as der schaduw er over heen trekt, fig. 102 stelt de bijschaduw op dat oogenblik voor.

Het punt *n* is nu het laatste punt, dat eene ringvormige eklips ziet, en dit punt ligt dan, op het oogenblik, dat de omtrek der schaduw er over heen gaat, op de afscheiding van licht en donker, d. i. de zon gaat er juist onder.

Enkele keeren gebeurt het, dat de spits van den binnensten schaduwkegel verder valt dan *a b*, fig. 67, maar nog niet zoo ver als *c* of *d*; in dat geval ziet men op *c* en *d*, de eklips ringvormig en tusschen *a* en *b* totaal. Dit had onder anderen den 20 November 1854 en den 1 December 1872 plaats.

Nog twee zoneklipsen zijn bij menschengeheugenis in den indischen archipel gezien, die zeer merkwaardig waren, namelijk die van 18 Augustus 1868 en van 12 December 1871. Deze waren totale eklipsen, en bij die van 18 Augustus 1868 was de binnenschaduw der maan ook zoo breed mogelijk, omtrent 30 mijlen. Zij liep, zie fig. 107, over *Borneo*, *Celebes*, *Boeroe*,

(fig. 107).



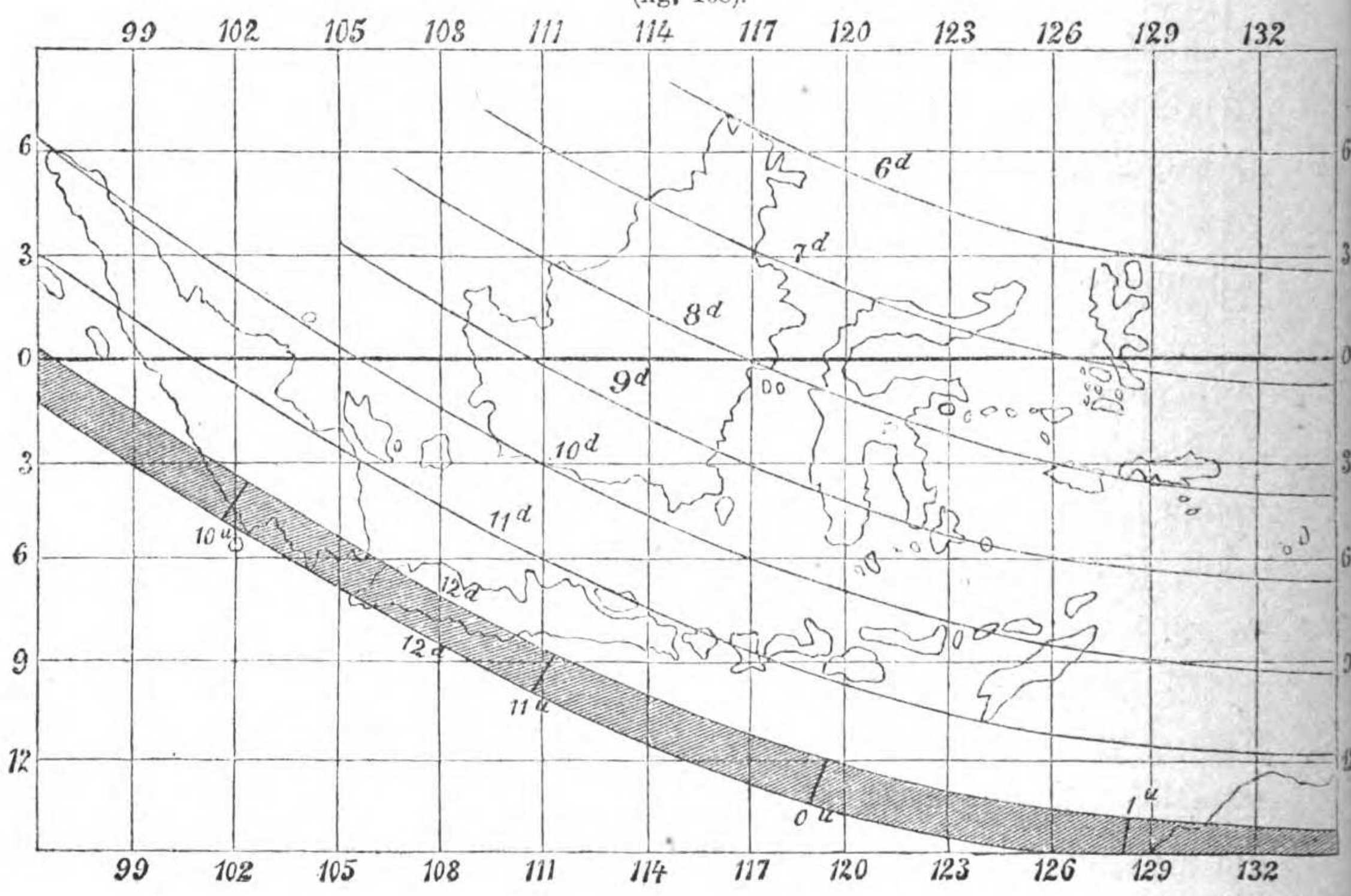
Ambon, *Ceram* en de *Key-eilanden* heen; de geschaduwde band op de kaart duidt dit ten duidelijkste aan, terwijl er ook op

aangegeven is, hoe laat het op de plaatsen binnen dien band was, toen de as der schaduw daar over heen trok. Aan weêrszijden van dien band was de eklips natuurlijk niet totaal, maar gedeeltelijk. Er is eene lijn getrokken over al de plaatsen, waar de eklips 11 duim, 10 duim, enz. was, zoodat gij bijv. ook met een oogopslag zien kunt, dat de eklips te *Batavia* iets meer dan 7 duim groot was. Onder de figuur staat afgebeeld, hoe de zon zich voordeed, als zij 11 duim, 10 duim, enz. geëklipseerd was.

Op het eilandje *Mantawaloe-kéké* in den ingang der baai van *Gorontalo*, waren hollandsche, engelsche en spaansche waarnemers, om de eklips te observeeren; daar was zij totaal.

Ook de eklips van 12 December 1871 was in den geheelen O. Indischen Archipel zichtbaar; zij was onder anderen totaal te *Buitenzorg*, en is daar door een aantal menschen gezien. Te *Batavia* was zij nog maar gedeeltelijk, er bleef nog een dunne rand van de zon over; de grens van de totale eklips liep ongeveer halverwege tusschen *Batavia* en *Buitenzorg*. In fig. 108 vindt gij den loop dezer eklips voorgesteld.

(fig. 108).



Gij ziet ook daar kromme lijnen, waar de cijfers 11, 10, enz. bij staan. Op alle plaatsen, op die lijn 11 liggende, bijv. *Palembang*, het oosten van *Madura*, de eilanden *Lombok*, *Rotti* enz., was de eklips slechts 11 duim groot, en daar deed de zon zich bij het midden der eklips dan voor evenals het eerste figuurtje, dat onder figuur 107 staat.

De volgende kromme lijn loopt door *Atjeh*, het eiland *Karimata*, *Kotawaringin* (op *Borneo*), het eiland *Pantar*, *Timor Deli*, enz., daar was de eklips 10 duim groot, enz. enz. Op de noordpunt van *Borneo* was dus de eklips slechts 6 duim groot.

---

§ 53.

OVER DE BEREKENING EENER ZONEKLIPS. ONDERSCHEID IN DE BEREKENING EENER ZONEKLIPS EN DIE EENER MAANEKLIPS.

ABDULLAH. Maar mijnheer, u hebt mij uitgelegd, hoe de sterrekundigen eene maaneklips berekenen, en dat heb ik nog al tamelijk wel begrepen, maar ik vat volstrekt niet, hoe men vooruit al datgene van eene zoneklips kan berekenen, wat u mij in die figuren, van 99 tot 106 toe, hebt laten zien.

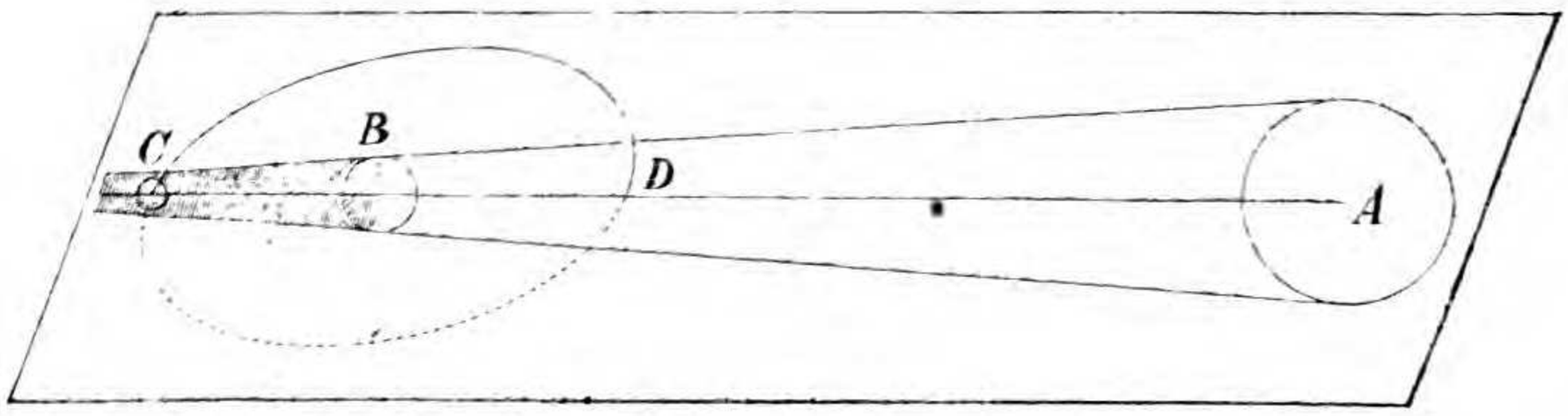
DE HEER. Ja maar, dat is ook veel ingewikkelder dan de berekening eener maaneklips. Ik kan echter wel trachten, u een denkbeeld te geven van die berekening. Ik moet u al dadelijk opmerken dat, wanneer men voor ééne bepaalde plaats, bijv. voor *Batavia*, wil berekenen het begin en het einde, en ook de grootte eener zoneklips, de teekening nagenoeg dezelfde wordt als fig. 94 en de berekening ook bijna op dezelfde wijs kan gemaakt worden, maar er is dit onderscheid in, dat bij de maaneklipsen de in- en uitgang der maan in de schaduw der aarde berekend moet worden, terwijl bij de

zoneklipsen de in- en uitgang der maan in de zonneschijf berekend moet worden.

Er is ook wel het onderscheid in, dat bij de maaneklipsen de maan vol en dus verlicht is, en bij de zoneklipsen nieuw en dus donker; maar dit geeft bij de berekening of teekening geen verschil in de manier van werken.

Maar er is een tweede onderscheid, en dat is belangrijker. Voor eene maaneklips kan men de plaats der maan van uur tot uur onmiddellijk uit de sterrekundige almanakken ontleenen: want die geven aan, waar de maan aan den hemel staan zou, indien men haar van uit het middelpunt der aarde kon waarnemen; en ik heb u wel medegedeeld, dat de plaats van het middelpunt der aardschaduw, op den afstand der maan, juist was tegenover de zon, en dus op de ekliptika, maar, dat geldt natuurlijk alleen, wanneer men zich verbeeldt, dat men zich in het *middelpunt* der aarde bevindt; en niet op de oppervlakte, zooals gij onder anderen uit fig. 69 zien kunt;

(fig. 69).



ook heb ik u getoond, hoe men den straal der aardschaduw vinden kan, maar dit is ook al weder gezien uit het middelpunt der aarde. Omdat nu eene maaneklips een verschijnsel is, dat op één oogenblik begint en op een ander oogenblik eindigt, zonder dat het er op aankomt, van welke plaats men het beziet, is die berekening altijd voldoende; maar hoe is het nu met eene zoneklips? Uit de sterrekundige almanakken kan men wel vinden, waar, van uur tot uur, aan den hemel de zon en de maan staan, dat wil zeggen, op hoeveel graden lengte, en wat de maan betreft, op hoeveel graden breedte, maar die opgaven gelden voor het middelpunt der aarde.

Liep nu verder de aarde om de zon in eenen cirkel, dan zou de zon zich altijd even groot voordoen, maar nu de aarde zich in eene ellips om de zon beweegt, schijnt de zon ons niet altijd even groot toe. Hetzelfde geldt van de maan, want de maan loopt ook in eene ellips om de aarde. En nu vindt men ook in die sterrekundige almanakken, *hoe groot* de zon en de maan zich alle dag voordoen.

Maar ook die opgaven in de almanakken gelden voor het middelpunt der aarde, en wij moeten ze weten voor een bepaald punt op de oppervlakte, bijv. voor *Batavia*, *Solo*, *Menado*, *Padang*, of eene andere plaats.

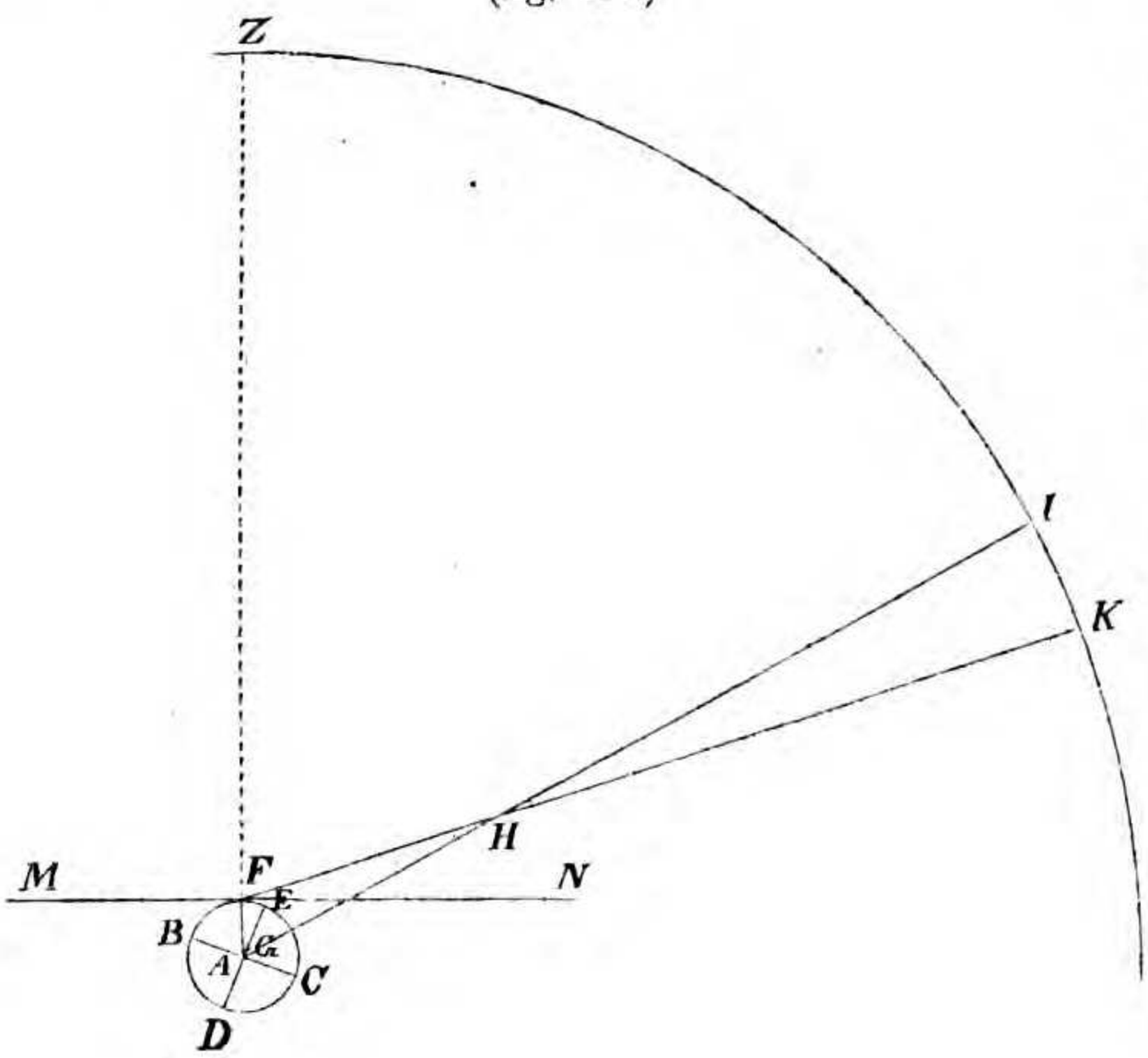
---

§ 54.

PARALLAXIS OF VERSCHILZICHT.

Nu is het niet moeilijk om te begrijpen, welk verschil er is tusschen de plaats, waar de maan zich bevindt, gezien uit het middelpunt der aarde en gezien uit bijv. *Batavia*.

(fig. 109.)



Stel eens dat in fig. 109, *A* het middelpunt der aarde is, *B C* de as, *D E* de evennachtslijn, *F* *Batavia*, *M N* een vlak, dat de aarde in *Batavia* aanraakt, met andere woorden een vlak, dat evenzoo gericht is als een stilstaand water of zooals men het noemt

de horizon van *Batvia*, *Z F G* de richting van een paslood, dan is *Z* het zenith van *Batavia*.

Als wij nu *A F* trekken, dan is deze lijn *A F* de afstand van *Batavia* tot het middelpunt der aarde. Nu kan men bij deze berekening de aarde als een bol beschouwen en dan is die afstand altijd gelijk aan den straal van dien bol, en *A F* is dan ééne lijn met *F Z*.

Stel nu dat het middelpunt der maan in *H* is, dan zou iemand, die zich in het middelpunt *A* der aarde bevindt, de maan zien in de richting *A H I*, terwijl iemand die in *F*, dus te *Batavia* is, haar zou zien in de richting *F H K*. Nu kunnen wij ons den hemel wel voorstellen als een bol, waar de zon en maan en sterren tegen gezien worden, maar dan moet die bol een zeer grooten straal hebben. Laat nu *A I* zulk een zeer groote straal zijn, en beschrijven wij dan met dien straal, uit *A* als middelpunt, eenen cirkelboog *Z I K*, dan ziet iemand, die in het middelpunt *A* der aarde is, de maan in *I*, en iemand te *Batavia (F)* ziet de maan in *K*, dus *lager* dan *I*.

Nu zijn *A F*, *F H* en *A H* drie zijden van eenen driehoek, men kan er dus een vlak door laten gaan; dat vlak zal den hemel langs een grooten cirkel *Z I K* snijden, en in dien cirkel zullen dus moeten liggen

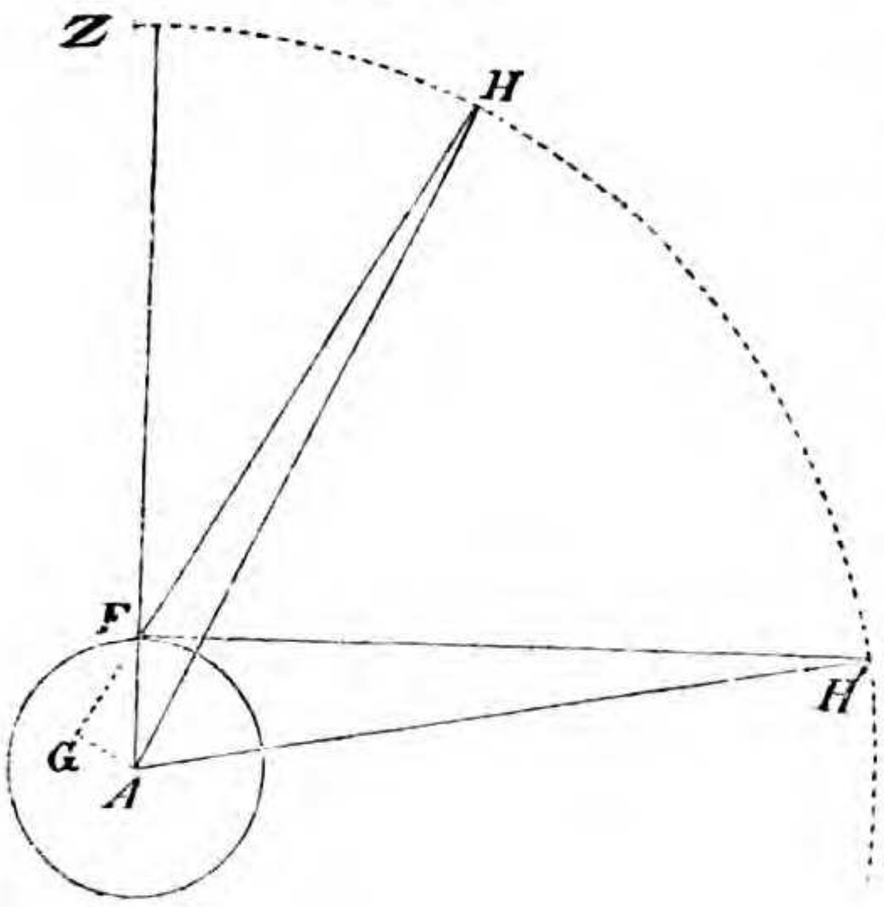
het punt *Z* of het zenith, waar *A F* den hemel ontmoet,
het punt *I*, waar *A H* den hemel ontmoet,
en het punt *K*, waar *F H* den hemel ontmoet.

Wanneer nu die hemelbol, zooals het behoort, zoo ontzettend groot genomen wordt, dan is *H A* zeer klein in vergelijking van dien straal, en wij moeten ons dan voorstellen, dat *H* even goed als het middelpunt van dien bol kan aangenomen worden als *A*, zoodat hoek *I H K* even groot in graden is als boog *I K*. Nu is hoek *I H K* = hoek *F H A*, en deze is de hoek, waaronder, uit de maan, de straal *A F* der aarde gezien wordt, die op *Batavia* uitkomt. Die hoek nu drukt het verschil in richting uit, waarvan wij gesproken hebben,

men noemt dat verschil daarom *verschilzicht*, of met een grieksch woord *parallaxis*.

Het verschilzicht is natuurlijk het grootst als de maan in H' in den horizon is, zie fig. 110.

(fig. 110).



Hoe groot het dan is, vindt men voor elken dag in de sterrekundige almanakken; ik heb u reeds vroeger medegedeeld (blz. 50), dat men dit het *horizontale verschilzicht* noemt. Het verschilzicht is verder = 0 als de maan in het zenith Z is, en het is kleiner dan het horizontale, als de maan ergens aan den hemel in H staat. Hoe dichter bij het zenith Z, hoe kleiner het verschilzicht is en hoe dichter bij den horizon, hoe grooter het verschilzicht is. En nu is het voor een' wiskundige niet veel moeite te berekenen, hoe groot dat verschilzicht is, als men weet, hoeveel het verschilzicht in den horizon is en hoever de maan van het zenith af is.

Want let nu maar eens op. $A\ H'$ is even groot als $A\ H$, namelijk de afstand van de maan tot het middelpunt der aarde. Nu is hoek H', het horizontale verschilzicht, ook de hoek, waaronder $A\ F$ gezien wordt op den afstand $A\ H'$ of $A\ H$. En hoek H, het verschilzicht als de maan in H is, is ook de hoek, waaronder $A\ G$ gezien wordt op denzelfden afstand $A\ H$.

Dus als $A\ G$ eene zekere breuk is van $A\ F$, dan is hoek H dezelfde breuk van hoek H'. En $A\ G$ is wel door eene teekening te vinden, maar voor een' wiskundige gemakkelijker door berekening. Want in den driehoek $A\ F\ H$ is bekend $A\ F$ de straal der aarde, $A\ H$ de afstand der aarde tot de maan, en hoek $F\ A\ H$ de afstand der maan van het zenith Z, gezien uit het middelpunt der aarde; die driehoek is dus geheel bekend en de loodlijn $A\ G$ ook.

Wanneer men dus bijv. vindt, dat het horizontale verschilzicht bedraagt 61′,3, dan is daaruit ook bekend, hoever de maan van de aarde af is; dit is duidelijk, want uit de wiskunde weet men, dat, als dat verschilzicht 1′ bedroeg, de afstand 3438 maal de straal der aarde zou zijn. Als nu het horizontale verschilzicht 61,3 maal grooter is, dan is de afstand ook 61,3 maal kleiner, dat is $\frac{3438}{61,3}$ of 56,08 maal de straal der aarde. Stel dus nu, dat men eene teekening maakte, evenals fig. 110, waarin $A\ F = 61,3$ millimeters, $F\ H'$ loodrecht op $A\ F$, $A\ H' = 56,08 \times 61,3 = 3438$ millimeters was, dan was daardoor het punt H' bekend. Maar stel nu, dat men weet, dat de afstand der maan van het zenith Z, gezien uit het middelpunt der aarde, was 35°, dan make men hoek $Z\ A\ H = 35°$ en $A\ H = A\ H'$, als men dan door H en F de lijn $H\ F$ trekt en $A\ G$ loodrecht op het verlengde van $H\ F$, dan zou men bevinden, dat $A\ G = 35′,7$ millimeters was, en zooveel minuten zou nu ook het verschilzicht H' zijn, dat is zooveel minuten ziet men uit *Batavia* de maan lager dan uit het middelpunt der aarde.

---

§ 55.

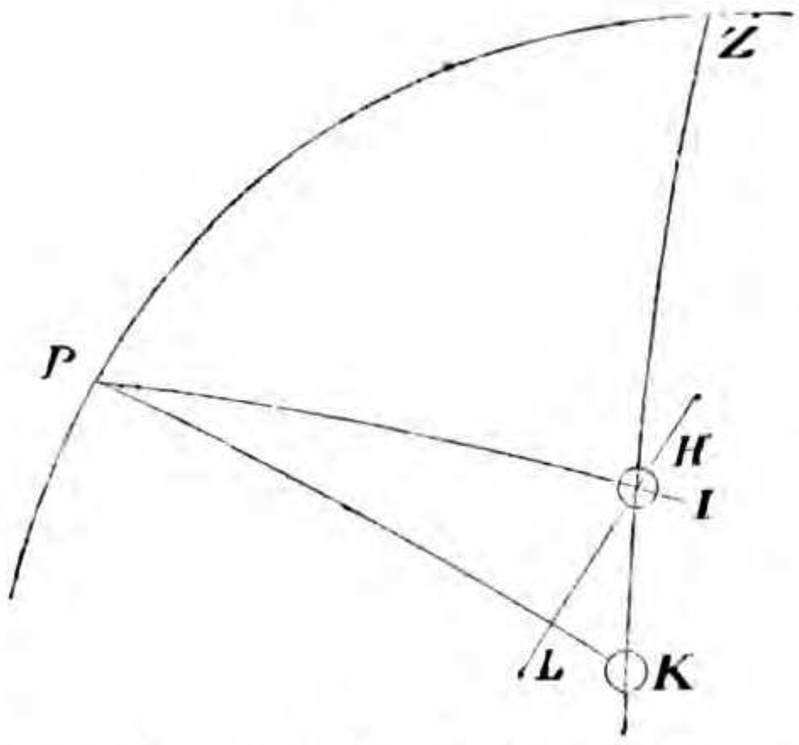
VERSCHILZICHT IN DE RICHTING VAN DE PARALLEL EN IN DE RICHTING VAN DE DECLINATIE.

ABDULLAH. Dat begrijp ik alles heel goed, mijnheer, maar ik begrijp nog niet, hoe men daardoor nu de zoneklips kan berekenen.

DE HEER. Wel, dan moet gij nog maar eens verder opletten. Ik heb u in de vorige les alleen willen doen opmerken, dat het verschilzicht de maan *lager* doet zien, dan zij uit het middelpunt der aarde zou gezien worden, en dat men de hoegrootheid van dat verschilzicht kan vinden, hetzij door eene teekening, hetzij door berekening. Nu moeten wij datzelfde

verschilzicht nog eerst anders uitdrukken, alvorens het dienen kan voor de berekening eener eklips. Want ik heb u immers vroeger doen zien, hoe men door eene teekening het geheele verloop eener maaneklips kan voorstellen; ik heb u toen gezegd dat de lijn $C\ I$, fig. 79—82 enz., kon zijn de parallel of de ekliptika, en dat, als men de parallel nam, men er nog op letten moest, dat de sekunden langs die parallel kleiner waren dan de sekunden loodrecht daarop. Daarom kozen wij toen de ekliptika. Als wij nu eene zoneklips willen berekenen, moeten wij weder hetzelfde verschil maken; het is echter dan voor de berekening van het verschilzicht gemakkelijker, dat wij de de parallel nemen. Want laat nu in fig. 111 H de plaats der maan aan den hemel zijn, gezien uit het middelpunt der aarde, K gezien uit *Batavia*, dan is $H\ K$ het verschilzicht; in de richting van $K\ H$ ligt dus op eenigen afstand het zenith Z.

(fig. 111).



Maar zij nu P de pool, voor *Java* de zuidpool des hemels, dan kunnen wij de bogen $P\ K$ en $P\ H$, en, met $P\ H$ als straal, een' kleinen cirkel $H\ L$ trekken, dan is dit de parallel der maan; in plaats nu dat men kent het verschilzicht $H\ K$, moet men nu kennen:

$H\ L$ het verschilzicht langs de parallel,

$L\ K$ het verschilzicht loodrecht op de parallel of in de richting naar de pool.

Maar het spreekt van zelf, dat dit niet moeilijk is, als men maar weet, hoe groot hoek $H\ K\ L$ is; dezen hoek noemt men den *parallaktischen hoek*, omdat hij dient om de parallaxis of het verschilzicht langs de parallel en langs de declinatie te berekenen. En als men nu op den hemelbol kent den boog $P\ Z$, dat is de afstand van het zenith tot de pool, of 90° verminderd met de breedte; $P\ H$ den poolsafstand der maan en hoek $Z\ P\ H$, dien men den uurhoek der maan noemt, dan

kan men door de wiskunde zeer licht den hoek $P\ H\ Z$ berekenen. Deze zou eigenlijk de parallaktische hoek zijn als de waarnemer in het middelpunt der aarde was, en dus de maan in H zag.

Nu is

$$\text{hoek } P\ H\ Z + \text{hoek } P\ H\ L + \text{hoek } L\ H\ K = 180°,$$
$$\text{maar} \qquad \text{hoek } P\ H\ L \qquad = 90°,$$

dus is

$$\text{hoek } P\ H\ Z + \text{hoek } L\ H\ K = 90°$$
$$\text{en hoek } L\ H\ K = 90° - \text{hoek } P\ H\ Z.$$

Is hoek $L\ H\ K$ bekend, dan is in driehoek $L\ H\ K$ bekend:

1°. $H\ K$: het verschilzicht;
2°. hoek $L\ H\ K$, pas berekend;
3°. hoek $H\ L\ K$ = recht,

en nu kunnen licht $H\ L$ en $L\ K$ door eene teekening of door eene berekening gevonden worden.

Ik kan u onmogelijk geheel en al uitleggen, hoe al die berekeningen gedaan worden, die zijn veel te ingewikkeld, maar ik heb u alleen maar willen duidelijk maken, dat de sterrekundigen niet alleen van uur tot uur in de sterrekundige almanakken de plaats der maan kunnen vinden, gezien uit het middelpunt der aarde, maar dat het ook niet moeilijk is het verschilzicht te berekenen, zoodat men ook de plaats der maan van uur tot uur weet, gezien uit *Batavia*.

En nu zult gij wel gemakkelijk inzien, dat de teekening en berekening dan nagenoeg dezelfde blijft als bij de maaneklips; alleen is de weg der maan, zooals wij haar nu beschouwen, niet recht, maar een weinig krom, en ook is zij, doordien dat verschilzicht van oogenblik tot oogenblik verandert, niet zoo gelijkmatig, als gezien uit het middelpunt der aarde.

§ 56.

VOORBEELD. BEREKENING VAN BEGIN, EINDE EN GROOTTE DER ZONEKLIPS VAN 19 JULI 1879 VOOR KOTA RADJAH (ATJEH).

Ik zal u nu eens tot voorbeeld laten zien, hoe men het begin en einde en de grootte der zoneklips van 19 Juli 1879 voor eene bepaalde plaats kan berekenen. Ik kies daarvoor Atjeh, of zoo het thans heet *Kota Radjah*, omdat daar de eklips nog voor zonsondergang eindigt.

Maar ik moet u nog eerst een paar termen leeren, die in de sterrekunde gebruikt worden en noodig zijn om zich duidelijk uit te drukken. Gij weet dat op den aardbol de ligging eener plaats wordt uitgedrukt door lengte en breedte, en dat de lengte geteld wordt langs de evennachtslijn van een bepaald punt af, en de breedte loodrecht op de evennachtslijn.

Gij weet ook, dat men ook spreekt van lengte en breedte aan den hemel, maar dat daar de lengte geteld wordt langs de ekliptika en de breedte loodrecht daarop. Nu kan men aan den hemel even goed langs de evennachtslijn en loodrecht daarop tellen; langs de evennachtslijn tellende, moet men dan natuurlijk ook een vast punt aannemen, om de telling van te beginnen, en daarvoor kiest men dan het ééne snijpunt van de evennachtslijn met de ekliptika, hetzelfde punt, dat de zon den 20 Maart doorgaat. Dat de loodrechte boog van eene ster of ander hemellichaam op de evennachtslijn de *declinatie* heet, weet gij al lang, nu moet ik u nog mededeelen dat het gedeelte der evennachtslijn tusschen het snijpunt met de ekliptika en de plaats, waar de loodlijn op de evennachtslijn nederkomt, de *rechte opklimming* van dat hemellichaam heet.

Ook heet de geheele groote cirkel die door de polen en over een hemellichaam loopt de *declinatiecirkel* van dat hemellichaam, en de declinatie is dus dat gedeelte van den declinatiecirkel, dat begrepen is tusschen het hemellichaam en de evennachtslijn.

Nu zal ik u eerst even opgeven, wat wij van de zoneklips van 19 Juli 1879 in den oostersch-indischen almanak vinden:

Zon en maan hebben dezelfde rechte opklimming den 19 Juli, des morgens te 9u 9m 9s te Greenwich.

Men noemt dit het *oogenblik der conjunctie (perhimpoenan) in rechte opklimming.*

Die rechte opklimming is dan	118° 17'.6.	
De maan-declinatie is dan	20 46.1	Noord.
De zons „ „ „	20 54.6	„
Per uur is de maansbeweging in rechte opklimming	33,37	
„ „ „ „ zons „ „ „ „	2,51	
„ „ „ „ maans „ „ declinatie: zuid	9,037	
„ „ „ „ zons „ „ „ „	0,452	
Het maans horizontaal verschilzicht	56,54	
„ zons „ „	0,15	
Gezien uit het middelpunt der aarde is de maans straal	15,43	
„ „ „ „ „ „ „ „ „ zons „	15,775.	

Nu moet men er nog bij weten de lengte en breedte van *Kota Radjah*, wij zullen daarvoor aannemen, zooals in het werk van den heer Brouwer over de zeevaartkunde is aangegeven:

Oosterlengte 95°18',0,
Noorderbreedte 5°35,0.

De eerste opmerking, die ik u maken moet, is, dat in deze opgave van den almanak de zon ook als zich bewegende voorkomt, maar daar wij nu in de figuur de zon als rustend zullen beschouwen, moeten wij de bewegingen aannemen van de maan, met betrekking tot de zon; voorts moet ik u herinneren dat het te *Kota Radjah* later is dan te *Greenwich*, en wel voor elke 15 graden oostelijke lengte één uur later, dus voor 95° 18' 6u 21m 12s later.

Wij hebben derhalve: des morgens te 9u 9m 9s te *Greenwich* of des namiddags te 3u 30m 21s te *Kota Radjah:*

Plaats der maan bezuiden de zon 8′,5
Uurbeweging der maan ten opzichte der zon { in rechte opklimming 30,86 / „ declinatie: zuid 8,585.

Met het verschilzicht is het hetzelfde, want als het horizontale verschilzicht der maan is 56′,54, dan wil dat zeggen dat als de maan in den horizon staat, ik haar 56′,54 lager zie; maar evenzoo zie ik de zon 0′,15 lager, dus met betrekking tot de zon komt de maan slechts 56′,39 lager, hetgeen men verkrijgt door 0′,15 van 56′,54 af te trekken.

Dan moet ik u nog doen opmerken, dat de maansstraal ook grooter is te *Kota Radjah* dan uit het middelpunt der aarde gezien, want als de maan boven den horizon is, dan is de maan ook dichter bij *Kota Radjah* dan bij het middelpunt.

Maar daar nu de verhouding van *A H* tot *F H*, fig. 109, door de teekening of door berekening bekend is, zoo kent men ook de hoegrootheid van dien maansstraal, zoo als die uit het punt *F* gezien wordt. Deze moet men dan ook van uur tot uur berekenen.

Wat de zon aangaat, die is zoo ver van ons van daan, dat het geen verschil maakt, of men haar uit het middelpunt der aarde of uit een punt op hare oppervlakte beziet, men kan dus den straal der zon aannemen, zoo als men hem in den almanak vindt. Voor de maan kan het omtrent een zestigste schelen, zooveel is dan namelijk de straal grooter, als de maan in of nabij het zenith staat, maar als de maan dicht bij den horizon staat, dan is natuurlijk het verschil zeer klein.

Ik zal u nu eens laten zien, hoe men verder de berekening inricht. Men berekent eerst uit de boven opgegeven getallen van half uur tot half uur de plaats der maan ten opzichte der zon, te beginnen met $1\frac{1}{2}$ of 2 uur vóór het oogenblik der conjunctie in rechte opklimming, dat boven opgegeven is.

Daarna berekent men voor dezelfde oogenblikken het verschilzicht der maan met betrekking tot dat der zon.

Eindelijk ook, hoe groot telkens de straal der maan ons toeschijnt.

Dit heb ik nu voor deze eklips gedaan en ziehier, wat ik gevonden heb:

		Plaats der maan ten opzichte der z o. gezien uit het middelpunt der aarde.		Verschil met der maan.		Plaats der maan, ten opzichte der zon, gezien uit *Kota Radjah*.	
		R. Opkl.	Decl.	R. Opkl.	Decl.	R Opkl.	Decl.
Voor de conjunctie.	1½ uur	— 46′,29	— 4′,37	— 29′,85	— 12′,48	— 76′,14	+ 16′,85
	1 „	— 30 ,86	— 0 ,08	— 36 ,28	— 11 ,02	— 67 ,14	+ 11 ,11
	½ „	— 15 ,43	— 4 ,21	— 42 ,10	+ 9 ,32	— 57 ,53	+ 5 ,11
Tijdens de conjunctie.		0′	— 8 ,5	— 47 ,22	— 7 ,37	— 47 ,22	— 1 ,13
Na de conjunctie.	½ uur	— 15 ,43	— 12 ,79	— 51 ,55	— 5 ,25	— 36 ,12	— 7 ,54
	1 „	+ 30 ,86	— 17 ,08	— 55 ,03	+ 2 ,97	— 24 ,17	— 14 ,11
	1½ „	+ 46 ,29	— 21 ,37	— 57 ,61	— 0 ,57	— 11 ,32	— 20 ,80
	2 „	+ 61 ,72	— 25 ,66	— 59 ,25	— 1 ,89	+ 2 ,47	— 27 ,55
	2½ „	+ 77 ,15	— 29 ,95	— 59 ,93	— 4 ,38	— 17 ,22	— 34 ,33

Gij begrijpt nu wel, dat de getallen in de 5e kolom gevonden worden, door die in de 1e en 3e op te tellen; en de getallen in de 6e kolom, door die in de 2e en 4e op te tellen; zoo is voor 1½ uur vóór de conjuctie

$$-46',29 - 29',85 = -76',14,$$
$$+\ 4,37 + 12,48 = +16,85.$$

Nu moet men, als men de teekening opmaakt, nog in acht nemen, dat de minuten rechte opklimming niet gelijk zijn aan de minuten declinatie. Wij kunnen nu al uit de voorlaatste kolom zien, dat, door de werking van het verschilzicht, pas omtrent twee uur na de conjunctie voor *Kota Radjah* het midden der eklips zijn zal; voor dat oogenblik is de declinatie der zon 20°53′,7, en de declinatie der maan, gezien uit *Kota Radjah*: 20°20′,2, dus het midden van de twee is 20°40′ nagenoeg. Op deze declinatie is 1′ rechte opklimming slechts even groot als 0′,93565 van de declinatie, en dit in aanmerking nemende, hebben wij

Na de conjunctie.	Plaats der maan ten opzichte der zon, gezien uit *Kota Radjah*.		
	Rechte opklimming	Declinatie.	Afstand.
$\frac{1}{2}$ uur.	— 33′,80	— 7′,54	34′,62
1 „	— 22,615	— 14,11	26,65
$1\frac{1}{2}$ „	— 10,59	— 20,80	23,34
2 „	+ 2,31	— 27,55	27,64
$2\frac{1}{2}$ „	+ 16,11	— 34,33	37,92

De andere verschillen hebben wij niet noodig.

De afstanden in de laatste kolom zijn berekend door middel der eigenschap der rechthoekige driehoeken, die wij in § 45 beschouwd hebben.

Ik heb u al medegedeeld, dat de maansstraal, gezien uit *Kota Radjah*, grooter is dan diezelfde maansstraal, gezien uit het middelpunt der aarde. Ik heb berekend, hoeveel het scheelde, en heb gevonden, dat, terwijl de maansstraal, gezien uit het middelpunt der aarde, tijdens deze eklips is 15′,43, die straal, gezien uit *Kota Radjah* is:

$\frac{1}{2}$	uur	na	de	conjunctie	15′,56,
1	„	„	„	„	15,53,
$1\frac{1}{2}$	„	„	„	„	15,51,
2	„	„	„	„	15,48,
$2\frac{1}{2}$	„	„	„	„	15,45.

Daar nu de straal der zon bedraagt 15′,78, zoo hebben wij voor de som der beide stralen:

$\frac{1}{2}$	uur	na	de	conjunctie	31′,34,
1	„	„	„	„	31,31,
$1\frac{1}{2}$	„	„	„	„	31,29,
2	„	„	„	„	31,26,
$2\frac{1}{2}$	„	„	„	„	31,23.

Nu moet gij u herinneren, dat bij het begin der eklips de afstand der middelpunten gelijk moet zijn aan de som der beide stralen, maar als gij de verkregene waarden vergelijkt, dan vindt gij dat die afstand is:

$\frac{1}{2}$ uur na de conjunctie	=	0^u 30^m	. .	3′,28 grooter,
1 „ „ „ „	=	1 0	. .	4,66 kleiner,
$1\frac{1}{2}$ „ „ „ „	=	1 30	. .	7,95 kleiner,
2 „ „ „ „	=	2 0	. .	3,62 kleiner,
$2\frac{1}{2}$ „ „ „ „	=	2 30	. .	6,69 grooter.

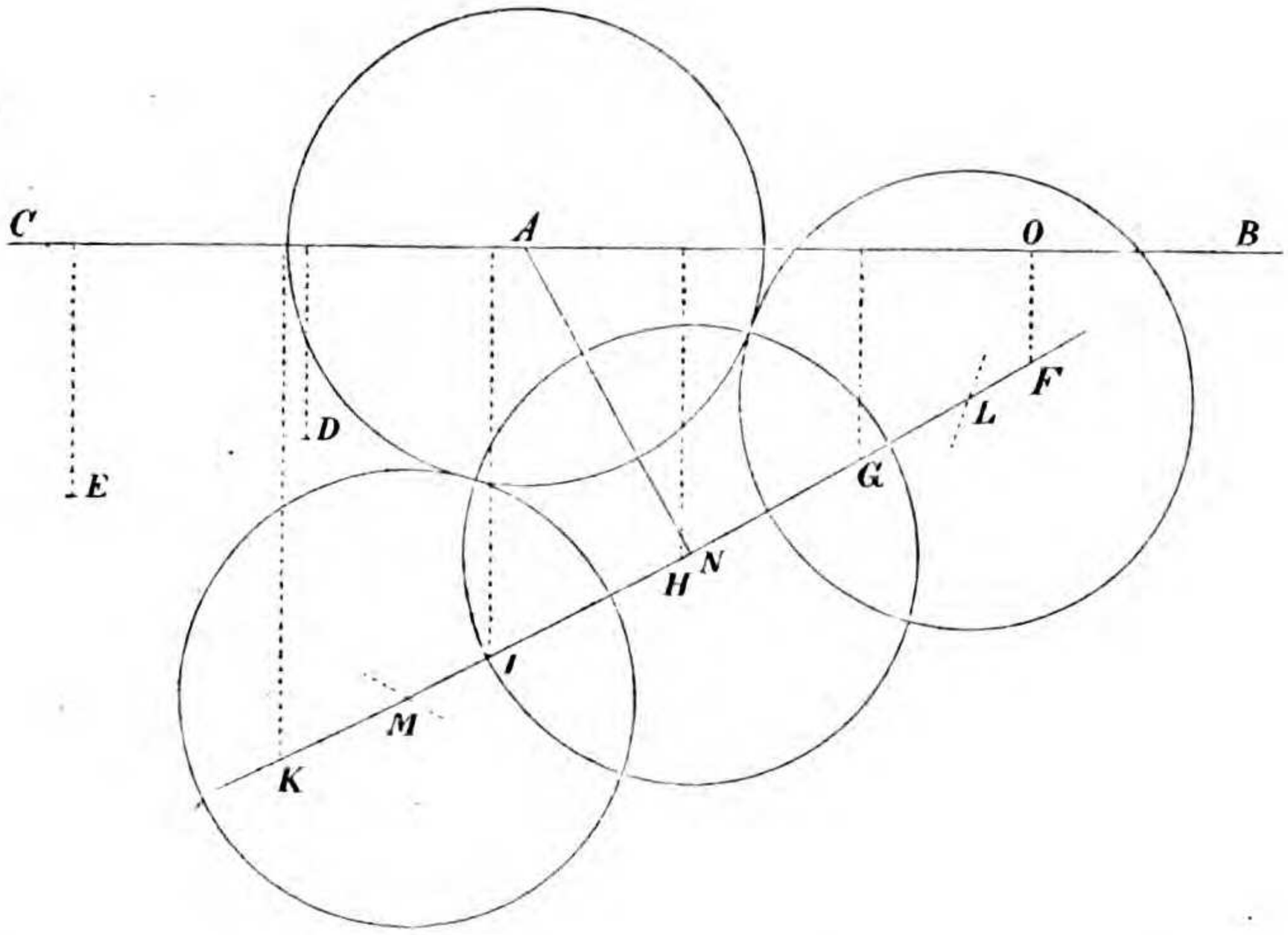
Uit deze opgaaf alleen kunt gij reeds zien, dat het begin der eklips plaats zal hebben tusschen 0^u 30^m en 1^u 0^m na de conjunctie; eene gewone evenredigheid geeft dit oogenblik nauwkeuriger, want het verschil tusschen 3′,28 grooter en 4′,66 kleiner is 7′,94, zooveel is dus de afstand in 30′ kleiner geworden. De vraag is dus: in hoeveel minuten hij 3′,28 kleiner wordt, antwoord:

$$7',94 : 30 = 0{,}265 \text{ per minuut, dus:}$$
$$\frac{3{,}28}{0{,}265} = 12{,}4 \text{ minuten.}$$

Deze berekening zou dus geven: begin te 0^u 42^m,4. — Evenzoo vindt men het einde te 2^u 10^m,5, beide na de conjunctie. Maar men kan die oogenblikken ook even goed door eene teekening vinden; en de berekening, zooals wij die gedaan hebben, is niet geheel nauwkeurig, want de afstand neemt niet regelmatig met den tijd toe en af, en er is dan ook wel eene methode, om de berekening geheel nauwkeurig te maken, maar die methode is natuurlijk ingewikkelder.

In de figuur 112 is A het middelpunt der zon, C A B de parallel der zon, D, E, enz. zijn de plaats der maan, gezien uit het middelpunt der aarde en wel D $\frac{1}{2}$ uur, E 1 uur na de conjunctie; evenzoo zijn F, G, H, I, K de plaatsen van

(fig. 112).



het middelpunt der maan, gezien uit *Kota Radjah*; en deze plaatsen zijn op de volgende wijze geteekend. Wij hebben gevonden, dat deze plaats $\frac{1}{2}$ uur na de conjunctie was —33′,80 in rechte opklimming en —7′,54 in declinatie. Nu is in de teekening voor de minuut aangenomen een millimeter, en omdat de maan zich van de rechter naar de linkerhand beweegt, (als men de noordpool, die te *Kota Radjah* zichtbaar is, boven zijn hoofd heeft), zoo beteekent —33′,80 : 33′,80 aan de rechterzijde. En omdat voor de declinatie + hier beteekent noord, zoo beteekent —7′,54, 7′,54 ten zuiden. Wij hebben dus aangenomen, van *A* af tellende, *A O* = 33,80 millimeters, en loodrecht daarop *O F* = 7,54 millimeters, dan is *F* het punt, dat de plaats aangeeft van de maan, gezien uit *Kota Radjah*, $\frac{1}{2}$ uur na de conjunctie. Op dezelfde wijze zijn ook de punten *G*, *H*, *I*, *K*, en evenzoo de punten *D* en *E* gevonden. Gij kunt nu zien, hoeveel het verschilzicht de plaats der maan veranderd heeft. Want

in plaats van *D* is het geworden *F*,
„ „ „ *E* „ „ „ *G*, enz. enz.

Ook kunt gij opmerken, dat, hoewel de loop der maan, gezien uit het middelpunt der aarde, voor zoo een tijdverloop van 3 of 4 uren, tamelijk regelmatig en ook nagenoeg rechtlijnig is, dit niet gezegd kan worden van den *schijnbaren loop* der maan, d. i. die, zooals zij gezien wordt uit eene plaats op de aarde, hier *Kota Radjah*. Want eerstens ziet gij wel, dat $F\ G\ H\ I\ K$ geene rechte, maar eene eenigzins kromme baan is, ten tweede, dat de afdeelingen $F\ G$, $G\ H$, $H\ I$, $I\ K$, enz. niet gelijk zijn en grooter worden, naarmate de maan den horizon nadert.

Verder is de zaak zeer eenvoudig. Neemt men $A\ L$ gelijk aan de som der stralen der zon en der maan, dan is L de plaats van het middelpunt der maan, tijdens het begin der eklips en op dezelfde wijs wordt het punt M gevonden voor de plaats der maan, tijdens het einde der eklips. Als $A\ N$ loodrecht staat op het middelste gedeelte $G\ I$ van deze baan der maan, dan is N de plaats, waar de maan zich bevindt, tijdens de eklips zoo groot mogelijk is. De middelste der drie cirkels toont nu aan, hoeveel van de zon dan door de maan verduisterd wordt. Het is juist de halve straal, dus, zooals men zegt, 3 duim.

Door deze teekening zijt gij nu in staat, eene meer nauwkeurige opgaaf te geven van den tijd van begin en einde. Want de afstand $F\ G$ wordt door de maan doorloopen in 30 minuten, de maan is in F $0^u\ 30^m$ na de conjunctie; in de figuur is $F\ G$ juist 13 millimeters, $F\ L$ juist 5 millimeters. Elken millimeter doorloopt de maan dus in $\frac{30}{13}$ minuten en 5 millimeters in

$$5 \times \tfrac{30}{13} = \tfrac{150}{13} = 11{,}5 \text{ minuten.}$$

De maan is dus in L 41,5 minuten na de conjunctie.

Evenzoo voor het einde. De maan is in I 2 uur na de conjunctie en beweegt zich van I tot K in 30 minuten. In de figuur is nu $I\ K = 15{,}4$ millimeters en $I\ M = 6{,}1$ millimeters, deze worden dus weder doorloopen in

$$6{,}1 \times \frac{30}{15{,}4} = \frac{183}{15{,}4} = 11{,}9 \text{ minuten.}$$

Het einde heeft dus voor *Kota Radjah* plaats 2 uur 11,9 minuten na de conjunctie.

Wij hebben dus nu het begin 0,9 minuut vroeger en het einde 1,4 later dan wij door de eerste berekening gevonden hebben. Maar ook deze laatste berekening is weder nog niet geheel precies, omdat de maan, gezien uit *Kota Radjah* van F tot G en van I tot K zich niet geheel gelijkmatig voortbeweegt, zooals wij vooronderstelt hebben; maar als men de berekening maakt van half uur tot half uur, zooals wij gedaan hebben, dan is het nauwkeurig genoeg.

Nemen wij nog in aanmerking, dat $H\ N$ ongeveer 0,6 millimeter is, dat $G\ H = 13{,}5$ en $H\ I = 14{,}4$ millimeter, dus $G\ I = 27{,}9$ millimeter is, die in 60 minuten doorloopen worden, dan weten wij ook, dat de maan voor 0,6 millimeter noodig heeft

$$\frac{0.6 \times 60}{27{,}9} = \frac{36}{27{,}9} = 1{,}3 \text{ minuten,}$$

en daar de maan in H is $1^u\ 30^m$ na de conjunctie, zoo vinden wij, dat de eklips het grootst is $1^u\ 28^m{,}7$ of $1^u\ 28^m\ 42^s$ na de conjunctie.

Maar de conjunctie heeft plaats te $3^u\ 30^m\ 21^s$ te *Kota Radjah*, dus hebben wij nu, hierbij 41,5 minuut of $41^m\ 30^s$ tellende: het begin te $4^u\ 11^m\ 51^s$.

Evenzoo de grootste eklips te $4^u\ 59^m\ 3^s$, en het einde $2^u\ 11^m, 9 = 2^u\ 11^m\ 54^s$ na de conjunctie of te $5^u\ 42^m\ 15^s$.

Gij ziet dus, dat het einde niet lang voor zonsondergang plaats heeft, zooals ik u ook reeds heb medegedeeld. Te *Padang* is deze eklips niet tot het einde toe zichtbaar, en op *Java* ziet men er voor zonsondergang slechts het begin van.

§ 57.

BEREKENING VAN HET GEHEELE VERLOOP VAN DEZELFDE EKLIPS VOOR DE GEHEELE AARDE.

DE HEER. Wel Abdullah, hebt gij nu nog goed onthouden, wat ik u de vorige keer medegedeeld heb, hoe men voor eene bepaalde plaats het begin en einde eener eklips vinden kan?

ABDULLAH. Ja, mijnheer, en dat heb ik ook wel begrepen, maar u zoudt mij ook eens uitleggen, hoe het gansche verloop der eklips gevolgd kan worden, zooals de figuren 99—106 dat aangeven.

DE HEER. Welnu, dat zal ik dan nu eens doen. De methode, die daarvoor gevolgd wordt, is natuurlijk anders dan die, welke ik u de vorige maal heb uitgelegd. Ook moet ik u opmerken, dat de sterrekundigen wel een middel hebben, om de berekening vlugger te doen, dan ik u toen heb uitgelegd, maar de methode die ik u gewezen heb, is eenvoudig en gemakkelijk te begrijpen. Wanneer men het gansche verloop wil vinden van eene eklips, dan moet men eerst vinden, wanneer en waar de eklips het allereerst op de aarde gezien wordt, wanneer en waar zij het allerlaatst gezien wordt, en ook welk gedeelte van den aardbol de eklips geheel of gedeeltelijk ziet, en welk gedeelte er niets van ziet.

Om dat nu te vinden moet men zich verbeelden dat men zich met het oog in het middelpunt der zon bevindt en dan naar de aarde ziet; als er voor de aardbewoners dan eene zoneklips is, gaat de maan tusschen de zon en de aarde door; men ziet de maan dan over de aarde heengaan.

Maar wij moeten nu in acht nemen, dat het in wezenlijkheid niet de maan is, die over de aarde heengaat, maar de schaduwkegel der maan, zooals die in fig. 98 geteekend is; die schaduwkegel wordt hoe langer hoe breeder, hoe verder van de zon men haar doorsnijdt.

Nu spreekt het van zelf, dat uit het middelpunt der zon Z gezien, het middelpunt N van den schaduwkegel samenvalt met het middelpunt M der maan, en wanneer ik dus weet, hoe dat middelpunt der maan zich beweegt, gezien uit de zon, dan weet ik ook hoe het middelpunt N van de schaduw zich op eenigen afstand van de maan schijnt te bewegen. Voor deze beschouwing nu kan men weder gebruik maken van het vlak der ekliptika, en dit zou het natuurlijkst zijn, omdat dat door het middelpunt der zon en dat der aarde gaat, en de aarde zich in die vlakte beweegt; maar noodig is dit niet; want wij hebben bij de vorige berekening de plaats en de beweging der maan gebruikt met betrekking tot die der zon en dus de zon als stilstaande beschouwd; nu kunnen wij even goed, uit de zon gezien, de aarde als stilstaande beschouwen en alleen de beweging der maan met betrekking tot de aarde volgen; en dan kunnen wij weder even zoo goed in de teekening voor grondlijn gebruiken de ekliptika als de parallel. Deze is dan een kleine cirkel op den hemel, die uit de zon gezien door het middelpunt der aarde gaat en die evenwijdig loopt aan de evennachtslijn des hemels. Omdat nu onze vorige getallen daarop betrekking hebben, zullen wij deze methode ook maar volgen. Ik stel dus, dat in fig. 98 het vlak van het papier is het vlak, dat gaat door de punten Z en B — dat zijn de middelpunten van de zon en de aarde — en tevens door de parallel van B, namelijk van het punt aan den hemel, waar men uit de zon de aarde ziet; het is nu niet gezegd dat de maan M juist *in* dat vlak ligt, zij kan zich ook wel hooger of lager bevinden. Ik wilde u nu maar doen opmerken dat de loop der maan wel bekend is, gezien uit het middelpunt der aarde B; wij hebben immers bij de vorige berekening de plaats der maan van half uur tot half uur, afgeleid uit eenen sterrekundigen almanak, gebruikt; maar dat was gezien uit het middelpunt der aarde, B. Nu hebben wij hier noodig dezelfde beweging der maan, maar gezien uit de zon Z. Maar de zon staat aan de andere zijde van de maan als de aarde; en als een bewoner der aarde

zijn hoofd naar de noordpool gericht heeft, beweegt de maan zich van de rechter- naar de linkerhand; dus als een bewoner van de zon, zijn hoofd naar de noordpool gericht heeft, beweegt de maan zich — als het nieuwe maan is, zoo als bij eene zoneklips altijd het geval is — van de linker- naar de rechterhand.

En die beweging schijnt natuurlijk langzamer, omdat de zon zooveel verder is dan de aarde. Nemen wij nu eens de eklips van 19 Juli 1879; wij hebben gezien dat uit den sterrekundigen almanak gevonden was

het maans horizontale verschilzicht 56′,54
„ zons „ „ 0,15

hieruit kan men nu vinden hoeveel de zon verder van de aarde af is dan de maan; want hoe verder een lichaam van de aarde af is, hoe kleiner zijn horizontaal verschilzicht is; deelen wij nu 0,15 in 56′,54 dan verkrijgen wij 377 nagenoeg. Als dus deze getallen juist zijn, dan is de zon 377 maal verder van de aarde dan de maan; dus als $M\ N$ is $= 1$, dan is $N\ Z = 377$, maar dan is natuurlijk $M\ Z = 376$.

Ik moet dus nu de verschillende grootheden, die bij de teekening eener eklips voorkomen, door 376 deelen, om te verkrijgen, hoe groot die grootheden zijn, gezien uit de zon; derhalve verkrijgen wij

Zamenkomst, (uit de zon gezien,) van de maan en de aarde, des morgens te $9^u\ 9^m\ 9^s$ te *Greenwich* of te $3^u\ 30^m\ 21^s$ des namiddags te *Kota Radjah* of te $4^u\ 16^m\ 21^s,5$ des namiddags te *Batavia*, enz., enz.

Plaats der maan, op dat tijdstip bezuiden de aarde $\frac{8',5}{376}$.

Evenzoo moet nu de beweging der maan ten opzichte der zon, nl. in rechte opklimming 30′,86,
in declinatie 8,585,
en de straal der maan 15,43
door 376 gedeeld worden, terwijl de straal der aarde 0′,15 zoo blijft.

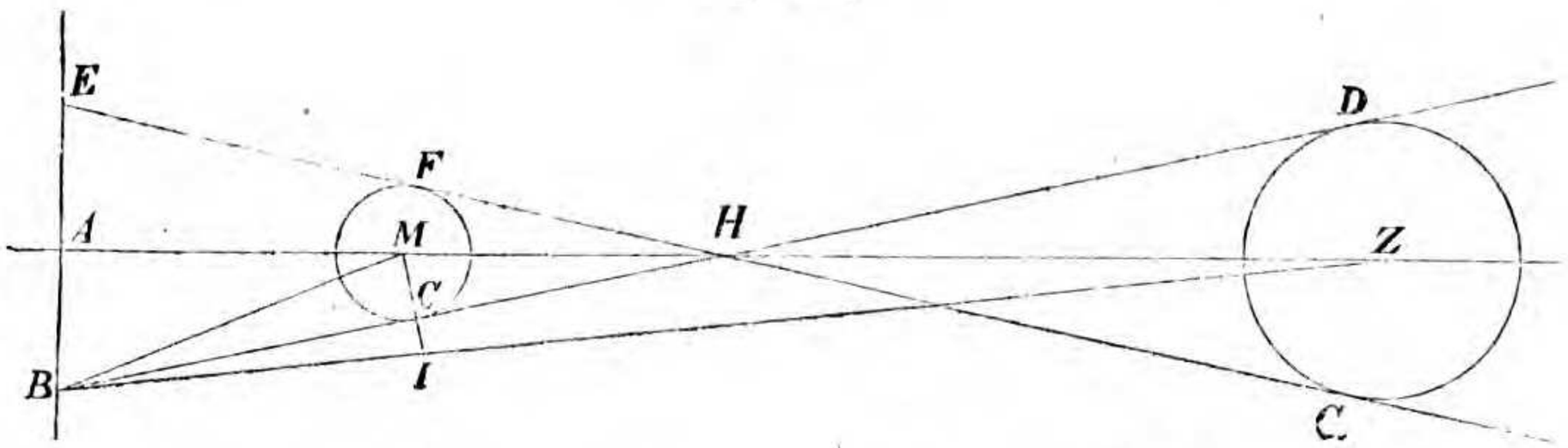
Nu is het echter voor het maken eener teekening geheel

onverschillig, welke eenheid van maat men gebruikt; en het is dus hier, waar alle grootheden, op ééne na, 376 maal kleiner worden, maar het eenvoudigst, die eenheid van maat ook 376 maal kleiner te nemen, dus blijven al onze getallen hetzelfde, alleen 0′,15, de parallaxis der zon, wordt nu 376 maal grooter, derhalve, daar 377 maal die parallaxis 56′,54 was, wordt het produkt nu 56′,54—0′,15 = 56′,39.

De teekening, die wij nu moeten maken, is geheel overeenkomstig die, (fig. 94,) welke wij vroeger gemaakt hebben om al de bijzonderheden eener maaneklips te vinden, maar de rustende cirkel *G Y Z* was in die figuur de schaduw der aarde, en hier zal het zijn de aarde zelve; en de cirkel die zich voortbeweegt, was bij de figuur voor de maaneklips de maan, maar hier is het de doorsnede van den schaduwkegel der maan; of liever van beide de schaduwkegels der maan; want gij herinnert u dat er een binnenste schaduwkegel bestaat, waarbinnen eene totale of ringvormige zoneklips is, en een buitenste, waarbinnen eene gedeeltelijke zoneklips is (fig. 67 en 68).

Wij moeten dus nu in de eerste plaats zoeken hoe groot die doorsnede van den schaduwkegel op de plaats der aarde wel is, gezien uit de zon, en gij zult zien dat de uitkomst zeer eenvoudig is. Want bezie eens fig. 113. Laat *Z* hier voór-

(fig. 113).



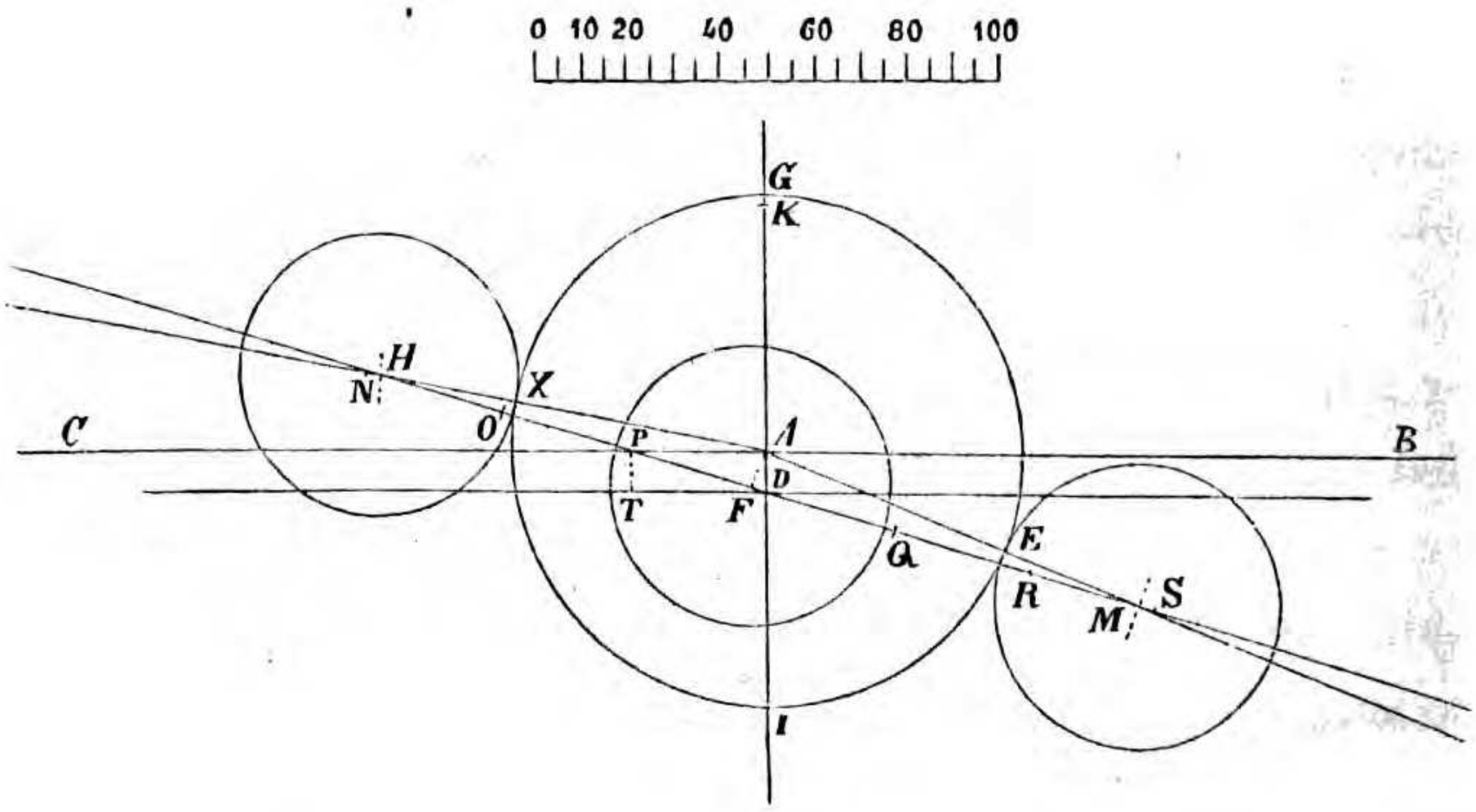
stellen het middelpunt der zon, *M* het middelpunt der maan, *A* het middelpunt der aarde. De buitenste schaduwkegel der maan wordt nu voorgesteld door de raaklijnen *B C D* en *E F G*, die de zon in *D* en *G* en de maan in *C* en *F* aanraken, en elkander in *H* ontmoeten, juist op de lijn *M Z*, die de middelpunten van zon en maan verbindt. Als ik nu dien

schaduwkegel in A doorsnijd, dan krijg ik een cirkel, die $A\,B$ tot straal heeft, en nu is de vraag: hoe groot is die straal, gezien uit de zon, of met andere woorden, hoe groot is de hoek $A\ Z\ B$.

Ik merk daartoe op, dat als ik uit M de lijn $M\,C$ doortrek tot I, dan is de hoek $A\ Z\ B$, dien ik zoek, hetzelfde als de hoek $M\ Z\ I$, dat is de hoek, waaronder $M\,I$ gezien wordt uit de zon. En nu is het niet moeilijk te vinden, hoe groot die hoek is, want uit B wordt $M\ I$ gezien onder den hoek $M\,B\,I$; deze is gelijk aan hoek $M\ B\ C$ plus hoek $C\ B\ I$; maar hoek $M\ B\ C$ is de hoek, waaronder de straal der maan gezien wordt uit de aarde, dus dat was hier 15′,43; en hoek $C\ B\ I$ is de hoek, waaronder de straal der zon gezien wordt uit de aarde, dus dat was hier 15′,77; hetgeen dus te zamen maakt 31′,20. Maar Z is van M 376 maal verder dan B af; wij zouden dus deze som door 376 moeten deelen; maar omdat wij nu gemakshalve de eenheid 376 maal kleiner hebben aangenomen, zoo moeten wij deze deeling nalaten, en kunnen dus in onze teekening eenvoudig aannemen voor den straal der doorsnede van den schaduwkegel 31′,20, dat is de schijnbare straal der zon, plus de schijnbare straal der maan.

Op die wijs is nu fig. 114 geteekend. De gebruikte schaal is er boven aangegeven.

(fig. 114).



A is hier het middelpunt der aarde, gezien uit de zon, $C\ A\ B$ de parallel; $A\ E = A\ X$, de straal der aarde, is nu genomen 56′,39, dat is dus 56,39 deelen van de schaal, $A\ D$ = 8′,5; verder stelt $N\ O\ P\ D\ Q\ R\ S$ de baan der maanschaduw voor, en de door deze letters afgescheidene gedeelten worden door die schaduw in één uur doorloopen. Die lijn is nu zoo getrokken, dat $D\ T$ gelijk is aan de verandering der rechte opklimming en $T\ P$ de verandering der declinatie, beide per uur. Hierbij is in acht genomen, dat $D\ T$ nog eerst tot dezelfde eenheid herleid moest worden, waarmede de andere lijnen in de figuur gemeten wordt, en die door de schaal wordt aangeduid. Derhalve

$$D\ T = 30',86 \times 0{,}93565 = 28',875$$
$$T\ P = 8',585.$$

Tijdens de conjunctie had de maan zuidelijker declinatie dan de zon, dat wil zeggen, uit de aarde gezien stond de maan zuidelijker dan de zon; dus staat zij ook, uit de zon gezien, zuidelijker dan de aarde, daarom is D onder A genomen.

En omdat de uurbeweging in declinatie der maan, in betrekking tot de zon, zuidelijker is, en de maan in deze teekening zich van de linker- naar de rechterhand beweegt, daarom heeft de lijn $H\ M$ ook de richting, zooals in de figuur is aangeduid.

Het vinden van de tijden van begin en einde is nu gemakkelijker te begrijpen. Want $A\ H$ moet gelijk zijn aan 56′,39 + 31,20 = 87′,09; zooveel deeltjes van de schaal tusschen de beenen van eenen passer nemende, en de eene punt in A zettende, vindt men dadelijk de twee punten H en M, voorstellende het oogenblik van begin en einde der eklips, dat is: het oogenblik van eerste en laatste aanraking van den schaduwkegel met de aarde. Uit de figuur ziet men al, dat H bijna drie uren vóór de conjunctie, M iets meer dan $2\frac{3}{4}$u na de conjunctie bereikt wordt, hetgeen ook juist is en overeenkomt met hetgeen ik u reeds vroeger van deze eklips heb medegedeeld. Tijdens het midden der eklips is het middelpunt der aard-

schaduw in F en wanneer men de berekening doet, evenals ik u dit bij de maaneklips heb uitgelegd, dan vindt men, dat dat middelpunt omtrent 5 minuten eerder in F is dan in D.

ABDULLAH. Maar mijnheer, als ik die figuur bij fig. 99 tot 105 vergelijk, dan vind ik nog al verschil, want fig. 99 bijv. stelt het begin voor, maar het middelpunt der schaduw is daar onder de lijn $E\,F$ en in de figuur 114, is H boven de lijn $C\,B$.

DE HEER. Wel dat is heel natuurlijk, want die lijnen $E\,F$ in fig. 99 en $C\;B$ in fig. 114 beteekenen niet hetzelfde. In de figuren 99 tot 105 beteekent $E\;F$ de ekliptika, en in fig. 114 $C\;B$ de parallel. Ik heb met opzet bij de beide figuren niet dezelfde methode gevolgd. Maar als gij in fig. 99 enz. de parallel ook wilt teekenen, dan moet gij door het middelpunt der aarde eene lijn trekken loodrecht op den middelsten meridiaan, die komt dan aan weêrskanten juist daar uit, waar de evennachtslijn eindigt, en deze is in die figuren kennelijk, doordat zij een weinig dikker getrokken is, en in fig. 99 zou dan het middelpunt der schaduw wel degelijk noordelijker dan deze lijn liggen. Ook ziet gij wel dat in fig. 99 het punt C noorderbreedte heeft, welnu het punt X in fig. 114, evenzoo. In fig. 105 heeft het punt G zuiderbreedte, welnu het punt E in fig. 114 evenzoo.

ABDULLAH. Maar nu nog de teekening van de aardglobes, zooals die in fig. 99 tot 105 gedaan is, die zal zeker wel moeilijk zijn.

DE HEER. Zij is altijd langwijlig en tijdroovend, maar als men maar weet, hoe men doen moet, gaat dat toch ook nog al. Gij ziet wel, dat in de figuren 99—105 de as der aarde schuins staat, dat komt omdat $E\;F$ daar de ekliptika voorstelt. Maar in fig. 114 stelt $C\;B$ de parallel voor, aan den hemelbol, en de lijn $G\;A\;I$ is dus de declinatiecirkel van A, dus liggen aan den hemel de polen in die richting en op de aarde moeten zij dus ook op de lijn $G\;I$ liggen. Om te weten waar, moet gij in aanmerking nemen, dat het punt op den aardbol, dat de zon in top heeft, eene breedte heeft juist zoo

groot als de declinatie der zon, dus tijdens de conjunctie 20°54′,6, en dit punt is nu het punt *A*. Zie nu verder maar de figuren 99 tot 105 en verbeeld u, dat gij die aardglobes nu recht voor u hebt; ik kan u nu niet uitvoerig uitleggen hoe die aardglobes alle geteekend zijn, want dat is zeer ingewikkeld; maar ik kan u toch op de voornaamste eigenschappen dier figuren opmerkzaam maken. Vooreerst moet ik u mededeelen, dat alle cirkels, die men uit de schuinte beziet, zich als eene ellips voordoen, diezelfde kromme lijn, waarover wij reeds vroeger gesproken hebben. Dit is nu ook in deze figuren het geval met al de parallellen en de meeste meridianen, dat zijn allen hier ellipsen, en het kost veel zorg die goed te teekenen.

Als men echter een' cirkel op zijn' kant beziet, namelijk als het oog juist in de vlakte van dien cirkel is, dan doet hij zich als eene rechte lijn voor; in de figuren 99, 102 en 105 is dit het geval met den middelsten meridiaan.

Nu is het eenige, wat men nog moet weten om de figuren te teekenen, deze: welke meridiaan is juist in het midden, en wat is de breedte van het punt, dat ook juist in het midden ligt?

Ik merk nu op, dat onder de getallen, die ik uit den sterrekundigen almanak ontleend heb, om de berekening te maken, deze was, dat de conjunctie in rechte klimming plaats had den 19 Juli, te $9^u\ 9^m\ 9^s$ te *Greenwich*. Het begin had, zooals wij reeds uit de figuur hebben opgemaakt, plaats bijna drie uur vroeger, het einde iets meer dan $2\frac{3}{4}$ uur later; eene nauwkeurige berekening geeft

Begin $6^u\ 10^m,7$ te *Greenwich*.
Einde 11 58 ,0 „ „

Om nu na te gaan, welke meridiaan op deze oogenblikken vlak in het midden ligt, merken wij op, dat voor al de plaatsen op dien meridiaan het juist middag is, want de figuren stellen de aarde voor, gezien uit de zon; de zon bevindt zich dus in dien middelsten meridiaan. Nu zal ik u later uitleggen, dat de zon niet altijd juist te 12 uur op het horlogie in den meri-

diaan is, ten minste als wij den tijd tellen, zooals tegenwoordig hier ook op *Java* gebruikelijk is, en zooals ook de tijden $6^u\ 10^m,7$ en $11^u\ 58^m,0$ zijn aangegeven.

Men vindt in den sterrekundigen almanak dat den 19 Juli 1879 de zon in den meridiaan zal zijn te $12^u\ 6^m,0$. Zoo laat is het dus op den middelsten meridiaan. Maar te *Greenwich* is het $6^u\ 10^m,7$, dus is het op dien middelsten meridiaan $5^u\ 55^m,3$ later, derhalve, omdat 1 uur tijdverschil overeenkomt met 15° lengteverschil, en het op *oostelijke* plaatsen *later* is, ligt die middelste meridiaan

$$15 \times 5^u\ 55^m,3 = 88°49',5$$

oostelijk van *Greenwich*. Hiervoor is nu gemakshalve in fig. 99 maar aangenomen 90°, dus iets meer dan 1° meer. Dus de plaatsen die in fig. 92 op den middelsten meridiaan liggen, hebben 90° oosterlengte.

In deze figuren zijn de meridianen 15° van elkander af, de andere meridianen zijn dus van 0°, 15°, 30°, 45°, 60° en 75° oosterlengte.

Bij elke volgende figuur ziet gij wel, dat de aarde weêr verder omgedraaid is, en bij de laatste is het tijdstip $11^u\ 58^m$, nog slechts 8^m vóórdat de zon te *Greenwich* in den meridiaan komt. De meridiaan, die dan in het midden is, is dus 2° oostelijker. De twee graden zijn gemakshalve in de figuur niet in aanmerking genomen en voor den middelsten meridiaan is daar de meridiaan van *Greenwich* zelf genomen.

In de tusschen beide liggende figuren is nu op gelijke wijs gehandeld, voor elke figuur behoeft men maar te weten, voor welk oogenblik zij geldt.

En als men nu de meridianen maar heeft en evenzoo de parallellen, die in al deze figuren gelijk zijn, dan is het niet moeilijk de omtrekken der werelddeelen in te teekenen.

En als men dat nu voor nog meer tijdstippen doet, dan wij nu gedaan hebben, bijv. van 10 tot 10 minuten, dan kunt gij op eene wereldkaart gemakkelijk afteekenen, welk gedeelte

telkens in de schaduw valt, en uit al die gedeelten ontstaat dan van zelf de figuur 106, waar de geheele plek is aangeduid, die iets van de eklips ziet.

---

§ 58.

WELKE VERSCHIJNSELEN EENE TOTALE ZONEKLIPS AANBIEDT.

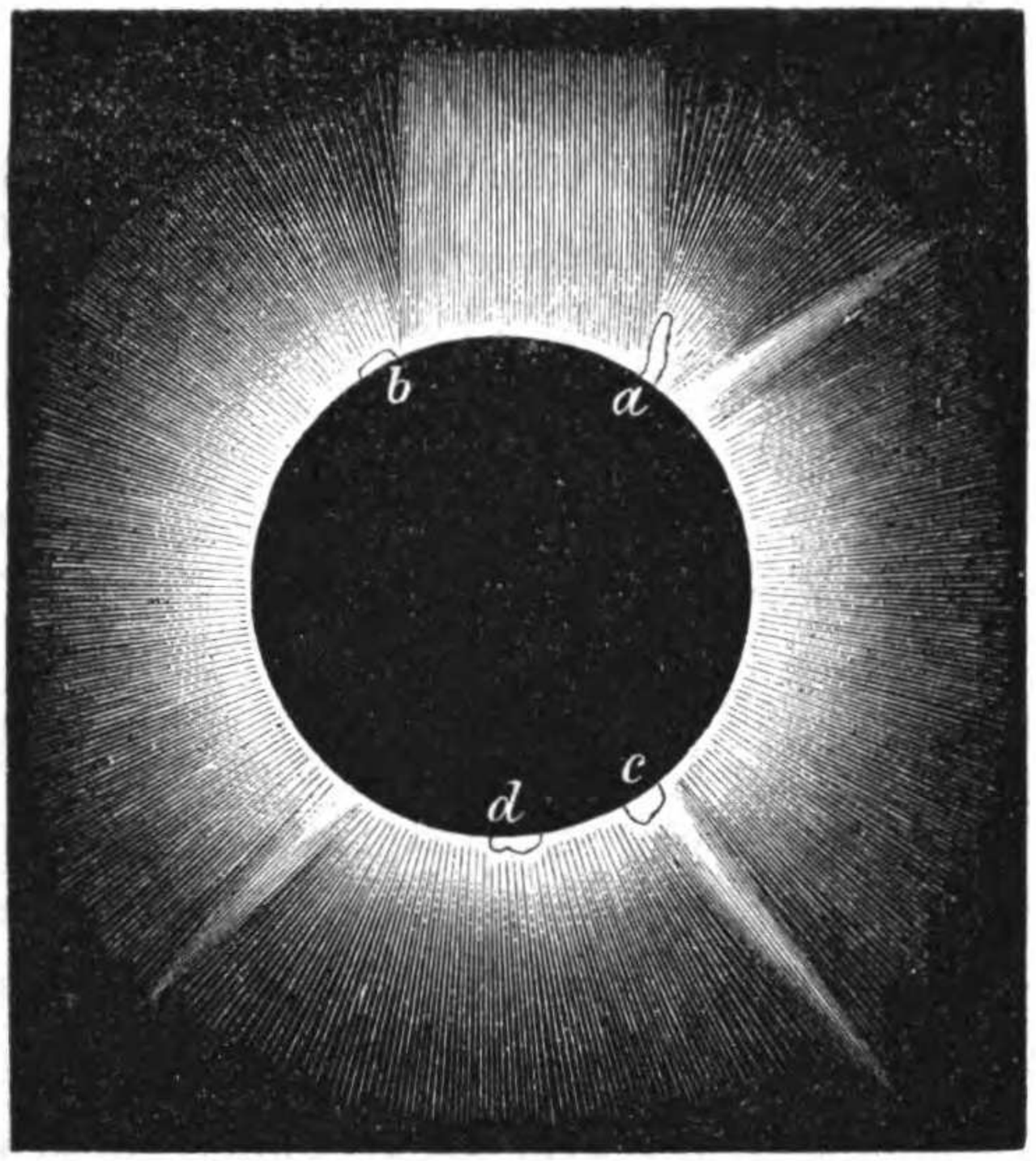
ABDULLAH. Maar mijnheer, indien er nu eene totale zoneklips is, wordt het dan geheel donker?

DE HEER. Niet geheel. Tot weinige oogenblikken vóór dat de zon geheel bedekt is, bemerkt men er weinig van, dat het licht vermindert; op het oogenblik, dat het laatste zonlicht weg is, treedt plotseling eene duisternis in, die menschen en dieren aandoet en treft; menigmaal heeft men gezien, dat de nachtvogels vlogen, de kippen naar het hok gingen, enz. Van de sterren worden de helderste zichtbaar, dit gebeurt trouwens reeds vóór het begin der totale eklips. Men kan duidelijk de binnenschaduw zien aankomen in het westen en zien verdergaan in het oosten.

Op het oogenblik, dat de maan geheel voor de zon is, doet zich een der prachtigste verschijnsels voor, die men zich bedenken kan. Om de zon heen ziet men den dampkring der zon, die door het zonlicht zelf verlicht is, en gewoonlijk de *lichtkroon* of *corona* genoemd wordt, die naar buiten wel zacht uitvloeit, maar niet naar alle kanten op dezelfde wijs, zoodat de buitenste omtrek der lichtkroon niet cirkelrond is, maar evenals met stralenbundels uitschiet. Deze corona kan niet het schijnsel van het zonnelicht door den dampkring der maan zijn, want de maan heeft geen dampkring. Bovendien ziet men telkens, bij eene totale zoneklips, eene rozenroode bergachtige rand, die ook blijkbaar tot de zon behoort en verder rozenroode uitsteeksels, die men in het eerst niet heeft kunnen verklaren, doch die in het jaar 1868 het eerst verklaard zijn,

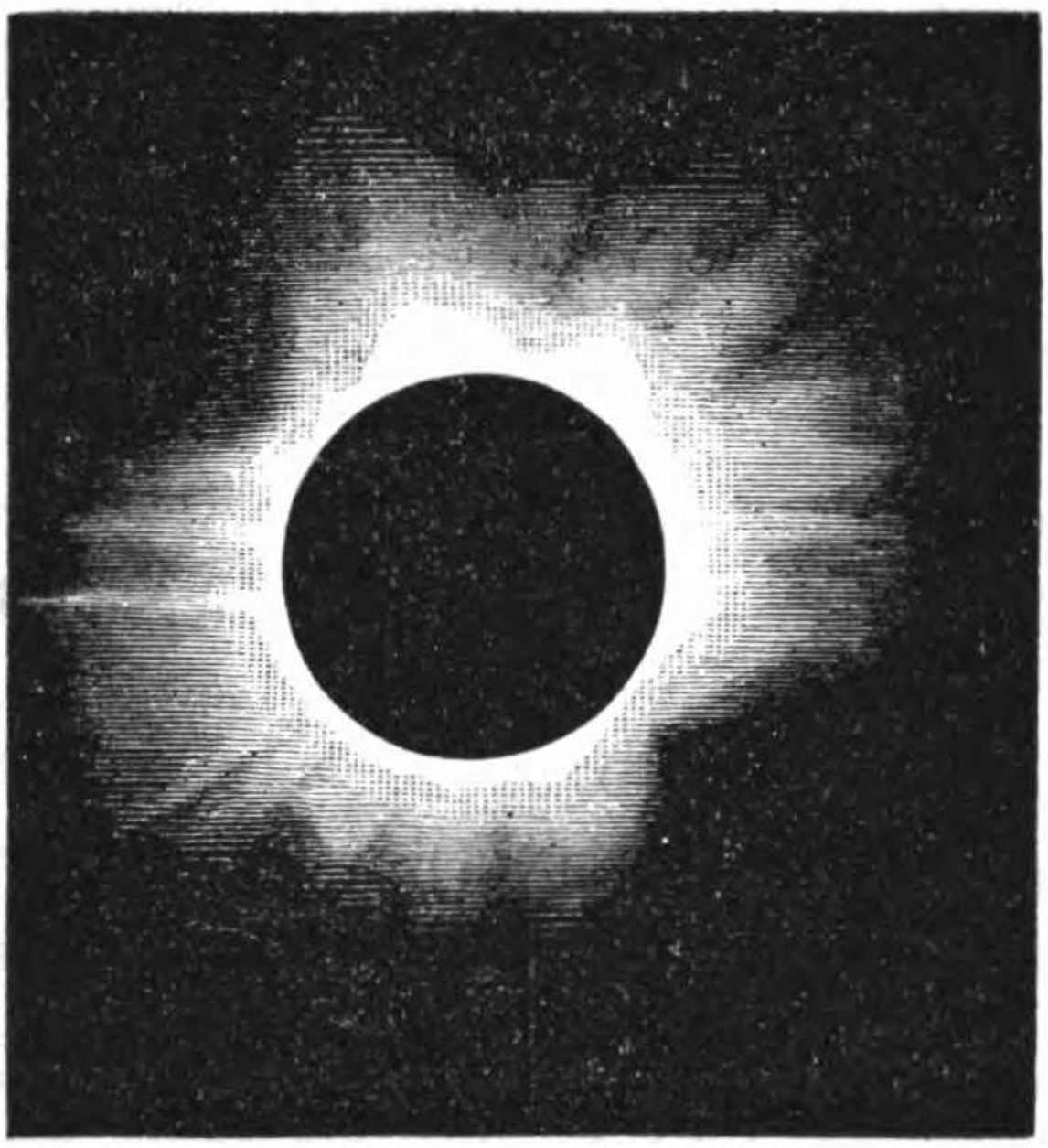
als te zijn uitstroomingen van gloeiend gas, dat door geweldige uitbarstingen op de zon naar buiten wordt uitgeworpen.

(fig. 115).



Maar men moet een' kijker gebruiken, om ze goed te zien. Fig. 115 toont aan, wat van die roode uitsteeksels den 18 Augustus 1868 op het eiland *Matawaloe-kéké* gezien is, zie *a*, *b*, *c*, *d*; fig. 116 is eene kopy van eene photographie, vervaardigd door den heer Dietrich, photograaf te *Buitenzorg*, die den ingenieur Metzger bij de waarneming der zoneklips van 12 December 1871 vergezelde. Het is merkwaardig, dat de lage gedeelten in de lichtkroon juist overeenstemmen met de noord- en zuidpool der zon, en dat dezelfde vorm van de lichtkroon, dezelfde inhammen en donkerder strepen, ook te vinden zijn op de photographiën, die in *Hindostan* genomen zijn, waar de schaduw der maan bijna een uur vroeger was, dan op *Java*. — De uitsteeksels worden gewoonlijk op de photographiën niet goed teruggegeven.

(fig. 116).



TWEEDE HOOFDSTUK.

Over zonnewijzers, het vinden van den meridiaan, en het bepalen der geografische breedte.

---

§ 95.

INLEIDING.

DE HEER. Wel, Abdullah, het is langen tijd geleden, dat wij over zon, maan of sterren gesproken hebben. Ik hoop, dat gij het vroeger geleerde goed onthouden zult hebben.

ABDULLAH. Ja, mijnheer, zoo tamelijk. Mijnheer heeft mij al veel uitgelegd, en het is zeker heel aangenaam, dit alles te weten, maar toch gebeurt het dikwijls, dat ik toch iets zie of overdenk, dat betrekking heeft op de zon of de maan, en dat ik maar niet begrijp. Bijvoorbeeld gisteren wilde mijn vader achter zijn huis gaarne een zonnewijzer gemaakt hebben, en hij vroeg mij, hoe die gemaakt moest worden, maar ik wist het niet precies.

DE HEER. Hebt gij dan wel eens er op gelet, hoe de zonnewijzers elders zijn ingericht?

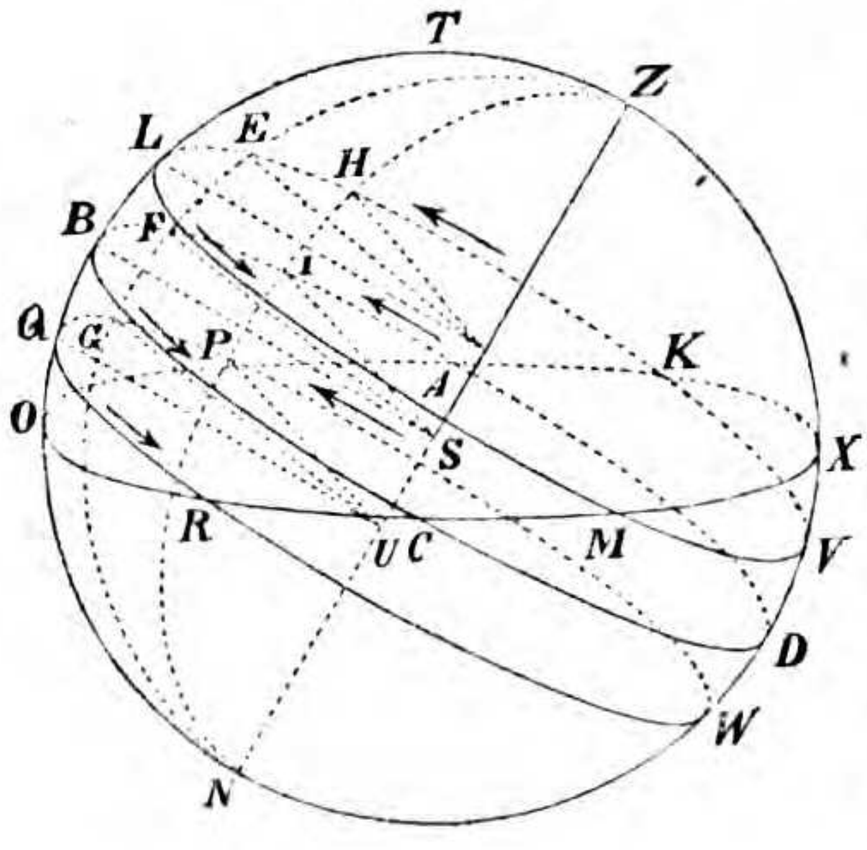
ABDULLAH. Ja, mijnheer, maar dat is ook verschillend. Bij den wedono van A heb ik een' zonnewijzer gezien; daar is een bamboezen stokje door een plank gestoken, die recht overeind staat, en dat stokje loopt evenwijdig met den grond (is horizontaal); maar op het erf van de suikerfabriek van den heer B is ook een zonnewijzer; het plankje staat ook wel overeind, maar er is een ijzerdraad doorgestoken en die staat daar eenigszins schuin; nu weet ik niet, hoe het wezen moet, of komt het er niet op aan? Ik heb er met verschillende kennissen over

gesproken, maar de een zegt dit, de ander dat; ik merk wel, dat zij er niet veel van weten.

DE HEER. Ja, als men niets van de sterrekunde afweet, is dat nog zoo heel gemakkelijk niet. Maar ik zal toch trachten het u duidelijk te maken. Of gij een stokje of ijzerdraad of wat anders gebruikt, om den zonnewijzer samen te stellen, is hetzelfde; men noemt het den *stijl* of *schaduwwijzer*. Nu begrijpt gij wel, dat als de zon elken dag juist in het oosten opkwam en elken dag langs denzelfden weg, dus langs de evennachtslijn, over den hemel ging, en 's avonds weder altijd precies in het westen onderging, dat het dan veel gemakkelijker was een zonnewijzer te maken dan nu. Het zou er dan niet op aankomen, hoe gij den stijl plaatstet; als de schaduw van den stijl dan ééns goed wees, dan wees zij altijd goed. Maar de zon komt in den regenmoesson veel zuidelijker dan het oosten op, staat dan ook des middags zuidelijk van het zenith en gaat ook zuidelijk van het westen onder, en in den droogen moesson daarentegen omgekeerd; zij komt dan noordelijk van het oosten op, is des middags noordelijk van het zenith en gaat 's avonds noordelijk van het westen onder. Wanneer men dus een zonnewijzer maken wil, moet men daarop letten, en zorgen, dat in alle tijden van het jaar de schaduw van den stijl op hetzelfde uur van den dag op dezelfde plaats valt.

ABDULLAH. Maar dat moet dan toch zeer moeielijk zijn; ik begrijp haast niet, hoe dat kan.

(fig. 117).



DE HEER. En toch is die zaak vrij eenvoudig. Zie eens deze figuur 117; zij komt nagenoeg overeen met fig. 25 van vroeger. Gij herinnert u, dat zij voor eene plaats met zuidelijke breedte voorstelt den dagelijkscher. loop van drie sterren, die *op* de evennachtslijn, *zuidelijk van* de evennachtslijn en *noordelijk van* de even-

nachtslijn aan den hemel staan. De hellende cirkels nu, welke dien loop voorstellen, en die met pijltjes voorzien zijn, noemt men parallellen, omdat zij met de evennachtslijn parallel of evenwijdig loopen, dat wil zeggen, overal denzelfden afstand van de evennachtslijn behouden. Gij herinnert u (§ 7), dat men op den aardbol dergelijke cirkels ook parallellen noemt. De drie, die gij hier ziet, stellen ook den dagelijkschen loop der zon voor, namelijk *K L M* den dagelijkschen loop der zon in December, *A B C* in Maart en September en *P Q R* in Juni.

Beschouwen wij nu de plaats, die de zon op den middag inneemt. Deze is natuurlijk

in December *L*,
„ Maart en September *B*,
„ Juni *Q*,

en deze drie punten liggen allen in den cirkel *Z L B Q O*, d. i. den meridiaan van den hemel.

Beschouwen wij nu eens de plaats, die de zon te 10^{u} des voormiddags inneemt; dit is 2 uur vóór den middag. De zon doorloopt den geheelen cirkel *A B C D* in 24 uren, maar die cirkel *A B C D* is, zooals gij u herinnert, evenals alle cirkels, in 360 graden verdeeld, dus doorloopt de zon 15 graden in één uur, dus in twee uren 30 graden. Nemen wij nu op onze drie parallellen bogen aan, *B F*, *L E* en *Q G*, die ieder gelijk zijn aan 30°, dan zal weder te 10 uur des morgens de zon zich bevinden

in December in *E*,
„ Maart en September „ *F*,
„ Juni „ *G*.

Als nu verder evenzoo de bogen *E H*, *F I* en *G P* ook weder bogen van 30° voorstellen, dan is de zon 2 uur vroeger, dus te 8 uur:

in December in *H*,
„ Maart en September „ *I*,
„ Juni „ *P*,

en nu is de vraag: kunnen wij nu den stijl zoo plaatsen, dat hij dezelfde schaduw geeft, als de zon in L of B of Q staat; dat hij ook dezelfde schaduw geeft, als de zon in E of F of G staat; en dat hij eindelijk dezelfde schaduw geeft, hetzij de zon in H of I of P staat. En gij zult zelf erkennen dat dit zeer gemakkelijk is. Want wanneer ik deze geheele figuur eens in het klein maakte en de cirkels allen door koperdraden voorstelde; en wanneer ik nu uit papier een' halven cirkel $Z\,B\,N$ uitknipte, en dien liet draaien om de lijn $Z\,N$; dan zou de rand van dien halven cirkel tegelijk gaan door de punten O, Q, B en L; wanneer ik hem nu gelijkmatig om de lijn $N\,Z$, zijne middellijn, omdraaide, dan zou het punt L gelijkmatig de parallel $L\,K\,V\,M$, het punt B gelijkmatig de evennachtslijn $B\,A\,D\,C$, en het punt Q gelijkmatig de parallel $P\,W\,R\,Q$ beschrijven. Door gelijkmatig versta ik hier: *altijd even snel*, zoodat die punten dus in denzelfden tijd dezelfde bogen van die cirkels doorloopen. Nu is

$L\,E = \frac{1}{12}$ van de parallel $L\,K\,V\,M$,
$B\,F = \frac{1}{12}$ „ „ evennachtslijn $B\,A\,D\,C$,
$Q\,G = \frac{1}{12}$ „ „ parallel $Q\,P\,W\,R$,

dus zal de rand van den halven cirkel ook tegelijk gaan door de punten G, F en E, en evenzoo zal die rand, eenigen tijd later, tegelijk door P, I en H gaan. En wat volgt nu hieruit? Dat de stijl den stand $S\,Z$ moet hebben, dat is die van de as van den hemel. Want of de zon in Q, of in B of in L is, de schaduw van $S\,Z$ zal natuurlijk naar denzelfden kant gekeerd zijn, in de richting van den halven cirkel $Z\,D\,N$, juist tegenovergesteld aan $Z\,B\,N$. En evenzoo zal de schaduw dezelfde zijn, hetzij de zon in E, F of G staat, en hetzij zij in H, I of P staat; met andere woorden te acht uur des morgens werpt de stijl dezelfde schaduw, in Juni, zoowel als in Maart of September, en als in December; evenzoo te 10 uur, evenzoo op den middag, en natuurlijkerwijs evenzoo op alle andere uren van den dag.

ABDULLAH. Dus, mijnheer, schijnt het dat die zonnewijzer op het erf van de suikerfabriek van den heer B. goed was, want daar was de stijl schuin.

DE HEER. Dat is zeker, dat die andere zonnewijzer bij den wedono van *A*, waarvan gij mij gesproken hebt, niet goed gemaakt geweest is. De stijl moet met de as van den hemel samenvallen, dus moet hij naar de pool van den hemel gericht zijn. Hier op *Java* is de zuidpool van den hemel boven den horizon, dus moet hier op *Java* het boveneind van den stijl naar de zuidpool gericht zijn. Al is nu, zooals gij zegt, de stijl in dien zonnewijzer op die suikerfabriek schuins gericht, dat is nog niet genoeg, hij moet naar de zuidpool gericht zijn, met andere woorden: het zuideinde van den stijl moet hooger zijn dan het noordeinde; dan moet de stijl juist van noord naar zuid d. i. in den meridiaan gericht zijn, en eindelijk juist zooveel boven het waterpasse vlak hellen, als de breedte der plaats bedraagt. Hieruit kunt gij dus van zelf nagaan, waar men op letten moet, als men een' zonnewijzer wil maken. En heeft men nu den stijl in zijne behoorlijke stelling gebracht, dan moet men nog op het plankje de uurlijnen teekenen, en daarbij moet men ook nog goed opletten.

ABDULLAH. Maar mijnheer, dat begrijp ik nu heel goed; maar u hebt mij vroeger gezegd dat *Pontianak* juist op de evennachtslijn lag, dus moet, als ik het wel begrijp, de stijl van een' zonnewijzer daar wèl waterpas zijn.

DE HEER. Ja natuurlijk, en in *Menado*, dat 1°30′ Noorderbreedte heeft, moet het noordeinde van den stijl hooger zijn dan het zuideinde; evenals in *Singapore* en *Ternate*, even als ook in Europa, in *China*, in *Japan*, enz.; maar het spreekt van zelf, hoe noordelijker men komt, hoe meer de stijl rechtop moet staan.

ABDULLAH. Dus zou hij op de noordpool geheel en al rechtop moeten staan?

DE HEER. Wel zeker, even als op de zuidpool, maar het is niet vooruit te zien, dat daar weldra een zonnewijzer zal gemaakt

worden, want alle moeite, die de Europeanen gedaan hebben om de noordpool te bereiken, is tot nog toe niet beloond, en met de zuidpool is dit nog minder het geval.

---

§ 60.

VERVOLG. HOE MEN DEN MERIDIAAN, DAT IS DE RICHTING VAN NOORD NAAR ZUID, MET EEN KOMPAS VINDT.

DE HEER. Wel Abdullah, als gij nu goed onthouden hebt, wat wij de vorige keer besproken hebben, dan zult gij u herinneren dat, wanneer wij een' zonnewijzer willen maken, wij in de eerste plaats moeten weten te vinden de richting van noord naar zuid, of anders hetgeen men noemt: den meridiaan van de plaats. En hebt gij daarover wel eens nagedacht?

ABDULLAH. Ja mijnheer, ik heb van eene kennis gehoord, dat op de suikerfabriek van den heer B. de stijl gesteld is door middel van een kompas; de naald van een kompas, zeide men mij, wijst altijd precies van het noorden naar het zuiden. Maar op *Java* zullen de menschen toch zeker niet overal een kompas gebruikt hebben, want die vindt men in de binnenlanden schaars.

DE HEER. Juist zoo. In de eerste plaats moet ik u zeggen, dat een kompas niet zoo precies naar het noorden en zuiden wijst, als men hier wel eens denkt. Hier op *Java* verschilt het zeer weinig, maar toch meer dan vroeger, want het verschil neemt tegenwoordig alle jaar toe.

ABDULLAH. Maar mijnheer, blijft dat dan niet altijd hetzelfde? Hoe komt dat?

DE HEER. O neen, dat is veranderlijk, maar hoe dat komt, dat is aan de geleerden nog niet bekend. Om precies te weten, hoeveel de naald van een kompas afwijkt van het noorden en zuiden, heeft men fijne werktuigen noodig. Men let bij het opgeven van die afwijking alleen op de noordpunt der naald

en geeft dan op of die ten oosten of ten westen van het noorden afwijkt. De geleerden, die deze afwijking onderzocht hebben, hebben gevonden dat zij

1° voortdurend verandert,

2° in den loop van het jaar heen en weder slingert,

3° in den loop van den dag heen en weder slingert.

Van de reden van al deze veranderingen is nog weinig bekend. De verandering in den loop van den dag is ook niet het gansche jaar dezelfde, die verschilt ook van de eene maand tot de andere.

Al deze afwijkingen zijn nu toch altijd hier op Java zeer gering en op een gewoon kompas niet merkbaar. [1]) Maar de *voortdureude* verandering wordt natuurlijk op den langen duur wel merkbaar; en men moet dus omtrent met de hoegrootheid der verandering bekend zijn. Te *Batavia* werd gevonden:

in Sept. 1846 door den Engelschen officier Elliot:								0°49′	Oost,
in Mei 1858 door den Oostenrijkschen zeeofficier									
Müller van het Fregat Novara								1° 6′	„
van 1 Juli	1868	tot	30 Juni	1869	door	Dr.	Bergsma	1°41′,4	„
„ 1 „	1869	„	30 „	1870	„	„	„	1°44′,3	„
„ 1 „	1873	„	30 „	1874	„	„	„	1°52′,7	„
„ 1 „	1874	„	30 „	1875	„	„	„	1°54′,4	„

Gij ziet dus dat men tegenwoordig rekenen moet, dat een kompas ongeveer 2° te veel oostelijke afwijking geeft. In andere deelen van den indischen archipel is dit nu weder anders, weet men nu op een halven graad na, hoeveel de afwijking van het kompas is, dan kan men het er ook wel voor gebruiken om een zonnewijzer goed te plaatsen.

---

1) In de morgenuren is de afwijking van den gemiddelden, voor het geheele etmaal geldenden, stand, gewoonlijk west: de grootste afwijking, te *Batavia* waargenomen, bedroeg ongeveer 3′ in October; de grootste oostelijke afwijking, die des namiddags plaats heeft, is iets geringer. De jaarlijksche verandering is deze, dat de magneetnaald van Januari tot Juli een weinig oostelijk, van Augustus tot December een weinig westelijk wijst, maar de verschillen met het gemiddelde bedragen ter nauwernood eene minuut.

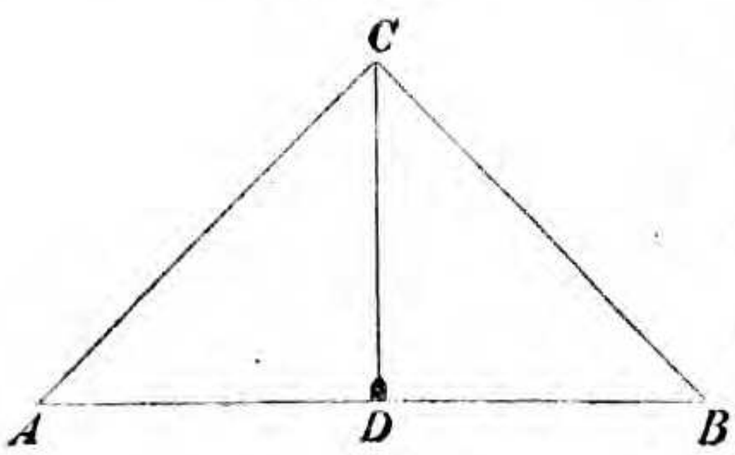
§ 61.

VERVOLG. HOE MEN DEN MERIDIAAN ZONDER EEN KOMPAS VINDT. EERSTE METHODE, DOOR DE OPKOMST OF DEN ONDERGANG DER ZON IN MAART EN SEPTEMBER.

Heeft men geen kompas, of weet men de afwijking niet, dan moet men den zonnewijzer op eene andere wijze stellen, dan ik u heb medegedeeld. Men kan daarbij verschillende eigenschappen van den loop der zon gebruiken. Ik zal u vier verschillende methoden leeren, om de richting van het noorden naar het zuiden te vinden. Men kan dan die methode gebruiken, die het gemakkelijkste is, hetgeen van omstandigheden afhangt. De zon staat in de evennachtslijn den 20 Maart en den 23 September; dan komt zij ook zeer nabij juist in het oosten op en gaat zij ook zeer nabij juist in het westen onder. Wanneer dus nu de zonnewijzer moet opgesteld worden op eene plaats, waar men in het oosten of westen ver zien kan, bijv. over sawah-velden, zooals dit hier op *Java* zeer dikwijls het geval is, dan behoeft men op die dagen maar op te letten waar de zon opkomt of ondergaat, en die richting is het oosten of het westen. Men moet dan beginnen met een' pilaar te bouwen of een' paal in den grond te zetten, en die van boven goed vlak en goed waterpas maken. Weet gij hoe dit gebeurt?

ABDULLAH. Ja mijnheer, ik heb het laatst een metselaar zien doen, toen aan de Regentswoning gewerkt werd. Hij gebruikte daarvoor een plankje met een loodje aan een touwtje.

(fig. 118.)



DE HEER. Juist, zie eens hier, fig. 118. Men noemt eene vlakte waterpas, die even als een stilstaand water gericht is. Wanneer men een gewichtje of een steentje aan een draad hangt, en in het water laat zakken, dan is die

draad precies loodrecht op die waterpasvlakte; wanneer men nu een plankje heeft *A B C*, en daarop is eene streep getrokken *C D*, die juist loodrecht op *A B* staat, dan zal, als ik in *C* een draad bevestigd heb, waar een loodje aan hangt, die draad precies langs *C D* moeten hangen, als ik het plankje recht overeind, met de zijde *A B* op eene waterpasse vlakte zet; en dit moet plaats hebben, hoe ik het plankje ook richt, naar het noorden, of oosten, of zuiden, of westen. — Op zulke eene vlakte, zal een knikker, er op gelegd, blijven liggen, en er niet afrollen, al is die vlakte nog zoo glad. Heb ik nu de bovenvlakte van den paal of pilaar goed waterpas, dan richt ik den 20 Maart of 23 September, eene lat juist in de richting van de opgaande of ondergaande zon en dan heb ik vrij nauwkeurig de richting van oost of west, en loodrecht daarop is de richting van noord naar zuid. Het is wel niet geheel juist, en het eene jaar of het andere verschilt het wel een weinig, dit verschil is echter zoo gering, dat men het des noods, voor het maken van een' zonnewijzer, zou kunnen verwaarloozen. Maar het is niet moeilijk op dat verschil te letten. Hier is eene tafel, waarin gij vinden kunt, hoeveel minuten boogs de zon van het oosten af opkomt, of van het westen af ondergaat. Deze tafel kan tot het jaar 1950 dienen en gemakkelijk voortgezet worden:

TAFEL I.

Afstand der zon van het oosten bij haren opgang en van het westen bij haren ondergang.

+ beteekent **zuid**; — beteekent **noord**.

	20 Maart.		23 September.			20 Maart.		23 September.	
	Op-komst.	Onder-gang.	Op-komst.	Onder-gang.		Op-komst.	Onder-gang.	Op-komst.	Onder-gang.
1876	+ 7′	— 5′	+ 6′	+ 18′	1916	+ 23′	+ 11′	— 10′	+ 2′
1877	+ 12	+ 1	+ 0	+ 12	1917	+ 29	+ 17	— 16	— 4
1878	+ 18	+ 6	— 5	+ 7	1918	+ 35	+ 23	— 21	— 9
1879	+ 24	+ 12	— 11	+ 1	1919	+ 40	+ 28,5	— 27	— 15
1880	+ 6	— 6	+ 7	+ 19	1920	+ 22	+ 11	— 9	+ 3
1881	+ 12	— 0	+ 1	+ 13	1921	+ 28	+ 16	— 15	— 3
1882	+ 17,5	+ 6	— 4	+ 7	1922	+ 34	+ 22	— 21	— 9
1883	+ 23	+ 11	— 10	+ 2	1923	+ 40	+ 28	— 26	— 14
1884	+ 5	— 7	+ 8	+ 19	1924	+ 22	+ 10	— 9	+ 3
1885	+ 11	— 1	+ 2	+ 14	1925	+ 27	+ 16	— 14	— 2
1886	+ 17	+ 5	— 4	+ 8	1926	+ 33	+ 21	— 20	— 8
1887	+ 22,5	+ 11	— 9	+ 2	1927	+ 39	+ 27	— 26	— 14
1888	+ 5	— 7	+ 8	+ 20	1928	+ 21	+ 9	— 8	+ 4
1889	+ 10	— 2	+ 3	+ 14,5	1929	+ 27	+ 15	— 13	— 2
1890	+ 16	+ 4	— 3	+ 9	1930	+ 32	+ 21	— 19	— 7
1891	+ 22	+ 10	— 9	+ 3	1931	+ 38	+ 26	— 25	— 13
1892	+ 4	— 8	+ 9	+ 21	1932	+ 20	+ 8	— 7	+ 5
1893	+ 10	— 2	+ 3	+ 15	1933	+ 26	+ 14	— 13	— 1
1894	+ 15	+ 3	— 2	+ 10	1934	+ 32	+ 20	— 18	— 7
1895	+ 21	+ 9	— 8	+ 4	1935	+ 37	+ 26	— 24	— 12
1896	+ 3	— 9	+ 10	+ 22	1936	+ 19,5	+ 8	— 6	+ 5,5
1897	+ 9	— 3	+ 4	+ 16	1937	+ 25	+ 13	— 12	— 0
1898	+ 15	+ 3	— 2	+ 10	1938	+ 31	+ 19	— 18	— 6
1899	+ 20	+ 8	— 7	+ 5	1939	+ 37	+ 25	— 23	— 11,5
1900	+ 26	+ 14	— 13	— 1	1940	+ 19	+ 7	— 6	+ 6
1901	+ 32	+ 20	— 19	— 7	1941	+ 24	+ 13	— 11	— 1
1902	+ 37,5	+ 26	— 24	— 12	1942	+ 30	+ 18	— 17	— 5
1903	+ 43	+ 31	— 30	— 18	1943	+ 36	+ 24	— 23	— 11
1904	+ 25	+ 13	— 12	— 0	1944	+ 18	+ 6	— 5	+ 7
1905	+ 31	+ 19	— 18	— 6	1945	+ 24	+ 12	— 11	+ 1
1906	+ 37	+ 25	— 23,5	— 12	1946	+ 29,5	+ 13	— 16	— 4
1907	+ 43	+ 31	— 29	— 17	1947	+ 35	+ 23	— 22	— 10
1908	+ 25	+ 13	— 11	+ 0	1948	+ 17	+ 5	— 4	+ 8
1909	+ 30	+ 18	— 17	— 5	1949	+ 23	+ 11	— 10	+ 2
1910	+ 36	+ 24	— 23	— 11	1950	+ 29	+ 17	— 15	— 4
1911	+ 42	+ 30	— 28	— 17					
1912	+ 24	+ 12	— 11	+ 1					
1913	+ 30	+ 18	— 16	— 5					
1914	+ 35	+ 23	— 22	— 10					
1915	+ 41	+ 29	— 28	— 16					

Wanneer gij deze tafel goed beziet, dan zult gij bemerken dat bijv. in de eerste kolom de cijfers vier jaar achtereen hoe langer hoe grooter worden, en dan in eens weer kleiner. De verklaring is hiervan eenvoudig deze:

De tijd, dien de zon noodig heeft om van het punt, waar zij de evennachtslijn in de maand Maart doorsnijdt, weder tot eene nieuwe doorsnede in de maand Maart van het volgende jaar te komen, is $365^{d}\ 5^{u}\ 48^{m}\ 45^{s}$ of 365,2422 dagen. Na een gewoon jaar of 365^{d} is dus de zon nog niet op hetzelfde punt terug, en daar zich de zon in Maart elken dag 23′,69 naar het noorden beweegt, is zij dus nog niet waar zij het vorige jaar op denzelfden dag en hetzelfde uur stond, maar nog

$$0{,}2422 \times 23'{,}69 = 5'{,}74 \text{ zuidelijker.}$$

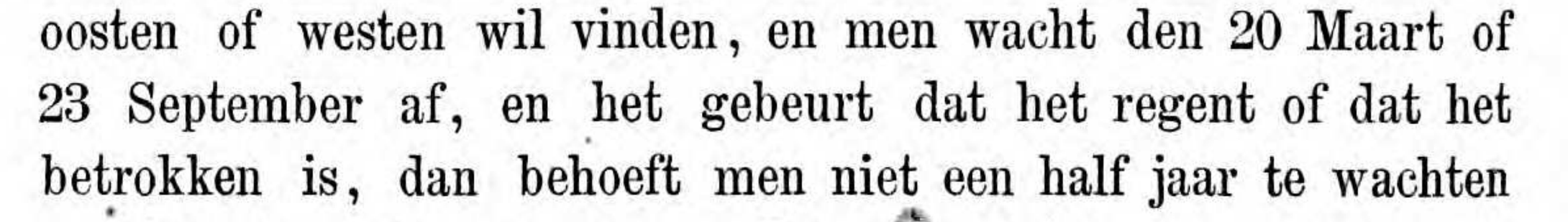
Evenzoo beweegt de zon zich den 23 September 23′,41 naar het zuiden; het volgende jaar, op denzelfden dag en hetzelfde uur, is zij nog niet op hetzelfde punt terug, maar nog

$$0{,}2422 \times 23'{,}41 = 5'{,}67 \text{ noordelijker.}$$

Maar wanneer nu vier jaar achtereen de jaartelling telkens 0,2422 dag ten achteren is geweest, dan wordt dit weder verbeterd door den schrikkeldag in het vierde jaar, zelfs een weinig te sterk, dan komt daardoor de 20ᵉ Maart een dag later, en komt dus de zon weder 23′,69 noordelijker. Even zoo komt zij in een schrikkeljaar in September 23′,41 zuidelijker dan zij komen zou, als het geen schrikkeljaar was. En om dezelfde reden is het duidelijk, dat als men dit weet, men ook wel eenige weinige dagen vóór of na 20 Maart of 23 September de zon kan gebruiken, wanneer men maar uitrekent, hoeveel de zon dan bij hare opkomst van het oosten of bij haren ondergang van het westen afwijkt. De vraag is maar, indien men nu weet, dat de opkomst der zon plaats heeft, bijv. 37′ benoorden het oosten, en men heeft nu op de bovenvlakte van den paal of den pilaar eene lijn getrokken naar het middelpunt der zon, die lijn zoodanig te verbeteren, dat zij precies naar

het oosten wijst. Heeft men een goeden graadboog, waarin een cirkel in graden of halve graden verdeeld is, dan kan men dit gemakkelijk op het oog doen, want 1° is 60′ en dus is 37′ iets meer dan $\frac{3}{5}$ graad. Heeft men dien niet, dan moet men toch een verdeeld liniaaltje hebben, waarop men bijv. millimeters zien kan, en anders maakt men van een reepje papier een dergelijk maatje, waar gelijke deelen op staan, het komt er dan niet op aan of het millimeters zijn of niet. En dan behoeft men maar te weten, dat als men een cirkel heeft met 100 millimeters straal, elke minuut zich op dien cirkel voordoet als een boog van 0,029 millimeters; dus 37′ = 1,073 millimeters of met een rond getal 1,1 millimeter. Wanneer dus in fig. 119

(fig. 119).



$a\ b$ voorstelt de gevondene richting; wanneer $a\ b$ = 100 millimeters en $b\ c$ = 1,1 millimeters is dan is $a\ c$ de ware richting van het oosten.

ABDULLAH. Dus mijnheer, als men nu op die manier het oosten of westen wil vinden, en men wacht den 20 Maart of 23 September af, en het gebeurt dat het regent of dat het betrokken is, dan behoeft men niet een half jaar te wachten om het weer te beproeven? Dat zou toch ook niet aangenaam zijn.

DE HEER. Neen, dat zou niet noodig zijn. Want daar men weet, hoeveel het elken dag scheelt, dat de zon in Maart noordelijker en in September zuidelijker opkomt of ondergaat, kan men het ook wel op andere dagen in Maart of September doen. En dat is gemakkelijk te onthouden. Men kan er wel een rond getal minuten voor aannemen en zeggen: het scheelt elken dag bijna 24 minuten, dus in $2\frac{1}{2}$ dag omtrent een graad. Is het dus den 20^{en}, 21^{en}, 22^{en}, 23^{en} en 24^{en} betrokken, maar den 25^{en} komt de zon helder op, dan kan men rekenen dat zij twee graden noordelijker dan den 20^{en} opkomt, en dus moet men, eerst in de Tafel I opzoeken hoeveel de zon den 20 Maart

benoorden of bezuiden het oosten opkomt. Twee graden noordelijker is dan het punt, waar de zon den 25 Maart opkomt. Bijv. als het in het jaar 1919 is, dan vindt men in Tafel I:

Opkomst 40′ zuid van het oosten,
hier van 2° noord

komt 1°20′ noord van het oosten.

Als men dus met eene lat of een liniaal de richting van de opkomende zon op den paal of den pilaar getrokken heeft, dan is deze lijn gericht 1°20′ noordelijk van het oosten, en dan moet men eene lijn trekken, die met de vorige een hoek van 1°20′ aan den zuidkant maakt, en dat is dan de zuivere lijn van west naar oost.

ABDULLAH. Maar mijnheer, ik heb u nog ééne vraag te doen. Ik zie in die tafel strepen getrokken, telkens vóór een schrikkeljaar, bijv. tusschen 1879 en 1800, enz., maar niet tusschen 1899 en 1900, dat is zeker, omdat 1900 geen schrikkeljaar is?

DE HEER. Natuurlijk. In den Nieuwen Stijl is het jaar 1900 geen schrikkeljaar, maar het jaar 2000 zal het wel zijn. Herinner u maar, wat ik u daaromtrent vroeger verteld heb. (Eerste stukje § 25). De teruggang, die in de getallen der 4 kolommen bij elk schrikkeljaar plaats had, heeft nu bij 1900 niet plaats, bijv. in de eerste kolom, die betrekking heeft op de opkomst der zon den 20 Maart, loopen de getallen 3, 9, 15, 20, 26, 32, enz. dóór. terwijl, als het jaar 1900 een schrikkeljaar was, men van 20 in eens zou terugkeeren tot 2.

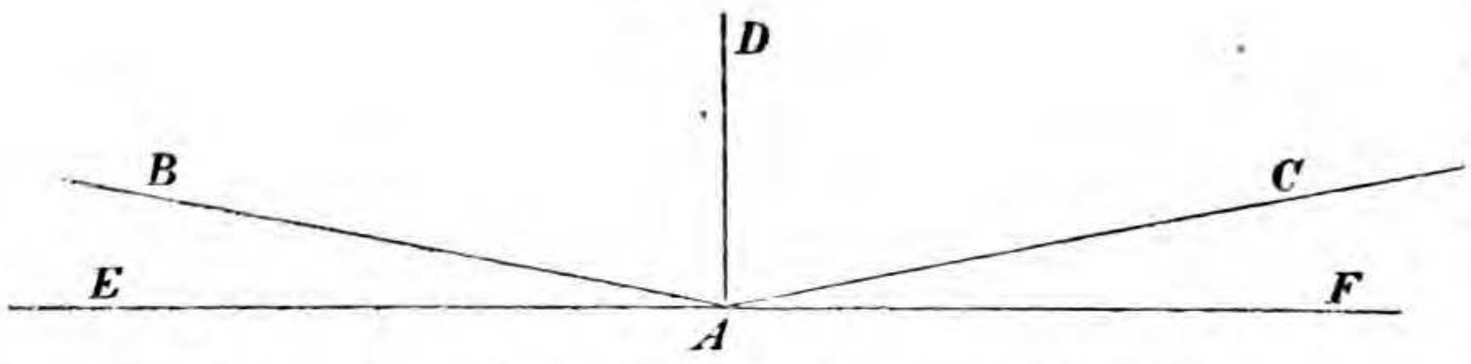
Gij kunt nu ook wel zien, welk voordeel het zonnejaar heeft, dat de Europeanen gebruiken. De dag, dat de zon in het oosten opkomt, is zoo goed als vast; maar in den arabischen kalender doorloopt hij in 33 jaar al de maanden van het jaar.

§ 62.

TWEEDE METHODE. DEN MERIDIAAN TE VINDEN DOOR OPKOMST EN ONDERGANG DER ZON OP ÉÉN DAG.

Als het oosten en westen nu toevallig niet zichtbaar zijn, dan kan men soms nog eene andere handelwijs volgen, als men maar van den paal of pilaar, waar men den zonnewijzer op zetten wil, de zon op een' anderen dag dan 20 Maart of 23 September kan zien opkomen en ondergaan. Want de zon komt nagenoeg even ver van het oosten op, als dat zij denzelfden dag van het westen af ondergaat; en wel aan denzelfden kant. Stel nu, dat dit aan den zuidkant is, dat is dus tusschen 23 September en 20 Maart, zie fig. 120. Wanneer nu *A* het midden is van de bovenvlakte van den paal of den pilaar, en men heeft de zon zien opkomen in de richting *A B*, en zien ondergaan in de richting *A C*, dan behoeft gij maar den hoek *B A C* midden door te deelen door de lijn *A D*, dan is deze lijn *A D* naar het zuiden gericht. Hoe men zoo een' hoek midden doordeelt, hebt gij zeker vroeger wel geleerd.

(fig. 120.)



ABDULLAH. O ja, mijnheer, dat is nu zeer duidelijk; en als ik nu eene lijn door *A* trek, *E A F*, die loodrecht is op *A D*, dan is die natuurlijk van het oosten naar het westen gericht. Maar u zeidet zoo even, dat de zon onderging *nagenoeg* even ver van het westen, als dat zij 's morgens van het oosten af is opgekomen, is dat dan niet precies?

DE HEER. Neen, want in den loop van den dag, van de opkomst tot den ondergang, gaat de zon nog iets naar het zuiden of noorden; maar dat is niet veel, zoodat men daarop bij het maken van een zonnewijzer niet behoeft te letten.

§ 63.

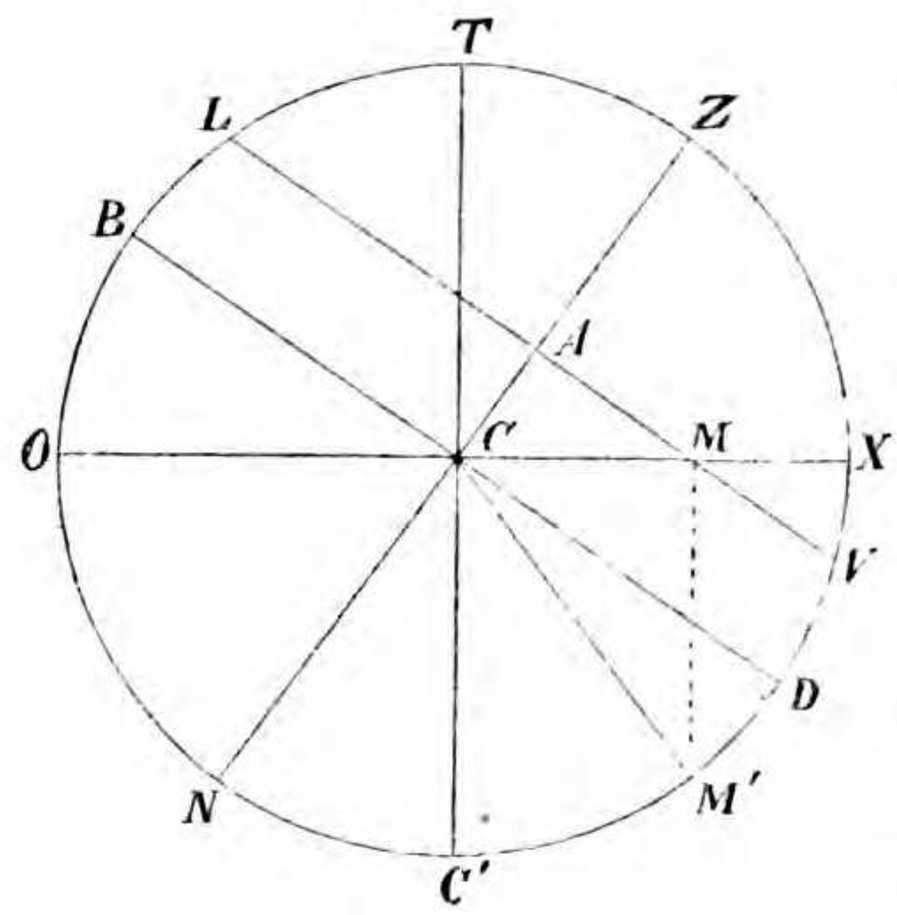
DERDE METHODE. DEN MERIDIAAN TE VINDEN DOOR OPKOMST OF ONDERGANG ALLEEN, OP EEN WILLEKEURIGEN DAG.

Nu kan het toch gebeuren, dat men wel de zon kan zien opkomen, maar niet zien ondergaan; bijv. wanneer aan den westkant overal boomen of huizen staan; of het kan gebeuren, dat men de zon wel kan zien ondergaan, maar niet opkomen, wanneer aan den oostkant overal huizen of boomen staan; dan wordt het niet zoo gemakkelijk om te vinden hoeveel de zon benoorden of bezuiden het oosten of westen opkomt of ondergaat, maar ik zal u toch laten zien, dat met een weinig handigheid in het teekenen het niet moeilijk is dat te vinden. Maar hierbij is noodig dat men een goeden graadboog heeft, dat is een boog van 180°, die in graden verdeeld is; gewoonlijk vindt men die van geel koper verdeeld in de passerdoozen, men kan hem anders wel zelf uit papier maken.

Men moet nu verder twee dingen weten, 1°. de breedte van de plaats waar men den zonnewijzer plaatsen wil. Die heeft men, zooals gij reeds weet, toch noodig om den stijl goed te stellen. 2°. den afstand der zon van de evennachtslijn, of, zooals men zegt, de declinatie der zon. Kent men die beide, dan kan men door eene eenvoudige teekening wel vinden waar de zon opkomt of ondergaat. En dat zult gij zelf wel inzien, wanneer gij fig. 117 nog eens beschouwt. Maar daarbij moet gij opletten, dat die figuur geteekend is uit de schuinte, het oog van den teekenaar was daarbij geplaatst boven het vlak van de evennachtslijn; maar nu plaats ik het oog ook wel buiten den bol, die hier voorgesteld wordt, maar recht in het westen, dus in de richting van S naar C, dan staat het dus niet meer boven, maar in het vlak der evennachtslijn; maar ook in het vlak van den horizon. Wat zal nu het gevolg van die plaatsing van het oog zijn? Dat zoowel de evennachtslijn als de horizon als

rechte lijnen afgeteekend worden. Wanneer het oog nu nog altijd dicht bij is, dan zullen de parallellen $K\,L\,M$ of $P\,Q\,R$ weder als langwerpige ellipsen geteekend moeten worden, maar wanneer ik mij nu voorstel dat het oog, in diezelfde richting van het westen, zeer, zeer ver staat, dan worden die parallellen even zoo goed rechte lijnen als de evennachtslijn, en de teekening wordt nu zoo als in figuur 121. Hier is de boog $Z\,X$ of de boog $B\,T$, evenals fig. 117, gelijk aan de breedte der plaats, die is dus in deze figuur nog al groot; $B\,D$ stelt de evennachtslijn voor, $L\,V$ de boog, dien de zon den 22 December doorloopt. De bogen $B\,L$ en $D\,V$ zijn dus beide gelijk aan de declinatie der zon. $O\,X$ stelt den horizon voor, en nu ziet gij dat $L\,V$ dien horizon $O\,X$ in het punt M snijdt, dat is dus de plaats, waar de zon opkomt of ondergaat, in de figuur 117 M en K. Om nu te vinden, hoe groot de boog $C\,M$ is, die hier nu als een recht lijntje geteekend is, merke men op, dat die horizon $O\,C\,X$, een cirkel is, dien wij hier op zijn' kant zien, maar wanneer wij de helft van dien cirkel, die naar ons toegekeerd is, nu omdraaien om de lijn $O\,X$, en op het papier neêrslaan, wordt die halve horizon zelf de halve cirkel $O\,C'\,X$, C komt in C' en het punt M komt dan natuurlijk in M'. Het punt C stelt nu een pilaar voor, waar de zonnewijzer op gesteld moet worden, de richting $C\,C'$ het oosten, de richting $C\,M'$ die, waar men de zon ziet opkomen, en de hoek $C'\,C\,M'$ is het verschil in deze richtingen en evengroot als de boog $C'\,M'$. Gij ziet dus, dat er zooveel moeite niet aan is, om dien boog $C'\,M'$ te vinden. Wil men hem in graden weten, dan moet men den graadboog maar met zijn middelpunt in C leggen, en de lijnen $C\,C'$ en $C\,M'$ zoover doortrekken, totdat zij den omtrek van den graadboog

(fig. 121).



snijden, dan kan men het aantal graden aan den omtrek van den graadboog gemakkelijk aflezen.

Wanneer men nu de zon heeft zien opgaan, en op den paal of pilaar, waar men den zonnewijzer op wil zetten, de richting heeft getrokken, waarin men dien opgang gezien heeft, dan behoeft men met behulp van denzelfden graadboog maar eene andere richting te trekken, die daarmede een even groot aantal graden maakt, als de boog C' M' bedroeg, en dan heeft men de richting van het oosten gevonden.

ABDULLAH. Dit is alles niet moeilijk, maar nu moet men toch weten, hoe groot de declinatie B L van de zon is.

DE HEER. Ja, dat is ook zoo. Men vindt die in de sterrekundige almanakken; ook wordt zij in den Regeeringsalmanak van 15 tot 15 dagen opgegeven; maar daar iedereen die niet alle dag bij de hand heeft, zoo zal ik u hier eene tafel laten zien, waar de declinatie van de zon voor iederen dag van het jaar uit te vinden is. Alleen moet ik u opmerken, dat het op denzelfden dag in verschillende jaren niet volkomen hetzelfde is, alweêr om dezelfde reden, waar wij vroeger over gesproken hebben, dat namelijk de zon niet precies een jaar, maar slechts 365 dagen 5 uren, 48 minuten en 45 seconden noodig heeft, om weder in de evennachtslijn terug te komen, maar het is niet moeilijk, om daar nu een klein tafeltje voor te maken, waardoor men zich ten allen tijde goed helpen kan. Zie nu eens hier; hier is de eerste tafel, die voor het jaar 1878 berekend is.

TAFEL II.

Declinatie der zon voor 1878, op den middag in *Midden-Java.*

	Januari.	Februari.	Maart.	April.	Mei.	Juni.	Juli.	Augustus.	September.	October.	November.	December.
	Zuid.	Zuid.	Zuid.	Noord.	Noord.	Noord.	Noord.	Noord.	Noord.	Zuid.	Zuid.	Zuid.
1	23°2′	17° 8′	7°38′	4°29′	15° 2′	22° 2′	23° 8′	18° 5′	8°21′	3° 7′	14°24′	21°48′
2	22 56	16 51	7 15	4 52	15 20	22 10	23 4	17 50	8 0	3 31	14 43	21 57
3	22 51	16 34	6 52	5 15	15 38	22 18	23 0	17 34	7 38	3 54	15 2	22 6
4	22 45	16 16	6 29	5 38	15 55	22 25	22 55	17 18	7 16	4 17	15 21	22 14
5	22 38	15 58	6 6	6 1	16 13	22 32	22 49	17 2	6 53	4 40	15 39	22 22
6	22 31	15 39	5 43	6 24	16 30	22 39	22 44	16 46	6 31	5 3	15 57	22 30
7	22 24	15 21	5 20	6 46	16 46	22 45	22 37	16 30	6 9	5 26	16 15	22 37
8	22 16	15 2	4 56	7 9	17 3	22 50	22 31	16 13	5 46	5 49	16 33	22 43
9	22 8	14 43	4 33	7 31	17 19	22 56	22 24	15 56	5 23	6 12	16 50	22 49
10	21 59	14 23	4 9	7 54	17 35	23 1	22 17	15 38	5 1	6 35	17 7	22 55
11	21 50	14 4	3 46	8 16	17 50	23 5	22 9	15 21	4 38	6 58	17 24	23 0
12	21 40	13 44	3 22	8 38	18 6	23 9	22 1	15 3	4 15	7 20	17 40	23 5
13	21 30	13 24	2 59	9 0	18 21	23 13	21 52	14 44	3 52	7 43	17 56	23 9
14	21 20	13 4	2 35	9 21	18 35	23 16	21 43	14 26	3 29	8 5	18 12	23 13
15	21 9	12 43	2 11	9 43	18 50	23 19	21 34	14 7	3 6	8 28	18 28	23 17
16	20 58	12 23	1 48	10 4	19 4	23 21	21 25	13 49	2 43	8 50	18 43	23 20
17	20 46	12 2	1 24	10 25	19 18	23 23	21 15	13 30	2 20	9 12	18 58	23 22
18	20 34	11 41	1 0	10 46	19 31	23 25	21 5	13 10	1 57	9 34	19 12	23 24
19	20 22	11 19	0 37	11 7	19 44	23 26	20 54	12 51	1 33	9 56	19 27	23 26
20	20 9	10 58	0 13	11 28	19 57	23 27	20 43	12 31	1 10	10 18	19 41	23 27
			Noord.									
21	19 56	10 37	0 10	11 48	20 9	23 27	20 32	12 11	0 47	10 39	19 54	23 27
22	19 43	10 15	0 34	12 9	20 21	23 27	20 20	11 51	0 23	11 0	20 7	23 27
23	19 29	9 53	0 58	12 29	20 33	23 27	20 8	11 31	0 0	11 21	20 20	23 27
									Zuid.			
24	19 14	9 31	1 22	12 49	20 44	23 26	19 56	11 11	0 23	11 42	20 32	23 26
25	19 0	9 8	1 45	13 8	20 55	23 25	19 43	10 50	0 47	12 3	20 44	23 25
26	18 45	8 46	2 9	13 28	21 6	23 23	19 30	10 29	1 10	12 24	20 56	23 23
27	18 29	8 24	2 32	13 47	21 16	23 21	19 17	10 8	1 34	12 45	21 7	23 21
28	18 14	8 1	2 56	14 6	21 26	23 18	20 3	9 47	1 57	13 5	21 18	23 18
29	17 58		3 19	14 25	21 36	23 15	18 49	9 26	2 21	13 25	21 28	23 15
30	17 42		3 43	14 43	21 45	23 12	18 34	9 4	2 44	13 45	21 38	23 11
31	17 25		4 6		21 54		18 20	8 43		14 4		23 7

Hierin kunt gij nu dadelijk zien, hoeveel de declinatie der zon op elken dag van het jaar 1878 is, en wanneer gij het nu voor een ander jaar weten wilt, dat is gemakkelijk, als gij er maar op let, hoeveel jaar het na 1878 is, en hoeveel schrikkeldagen er tusschenbeide zijn, dan kan men die tafel wel gedurende meer dan 100 jaar gebruiken. Laten wij eens een voorbeeld nemen. Ik wil een' zonnewijzer maken en ik heb den 8^{en} April van het jaar 1912 de richting van de opkomst der zon aangeteekend. Voor het maken der teekening wil ik nu weten, hoe groot de declinatie der zon is. De berekening staat nu aldus:

De opkomst der zon heeft plaats ongeveer te 6 uur 's morgens. Tusschen 1878 en 1912 zijn 34 jaren, waarvan slechts 7 schrikkeljaren zijn, (1880, 84, 92, 96, 1904, 08, 12), want 1900 is geen schrikkeljaar. Wij hebben dus:

$$34 \times 5^u\ 48^m\ 45^s = 8^d\ 5^u\ 37^m\ 30^s$$

hieraf 7^d

$$1^d\ 5^u\ 37^m\ 30^s$$

of in ronde uren $1^d\ 6^u$

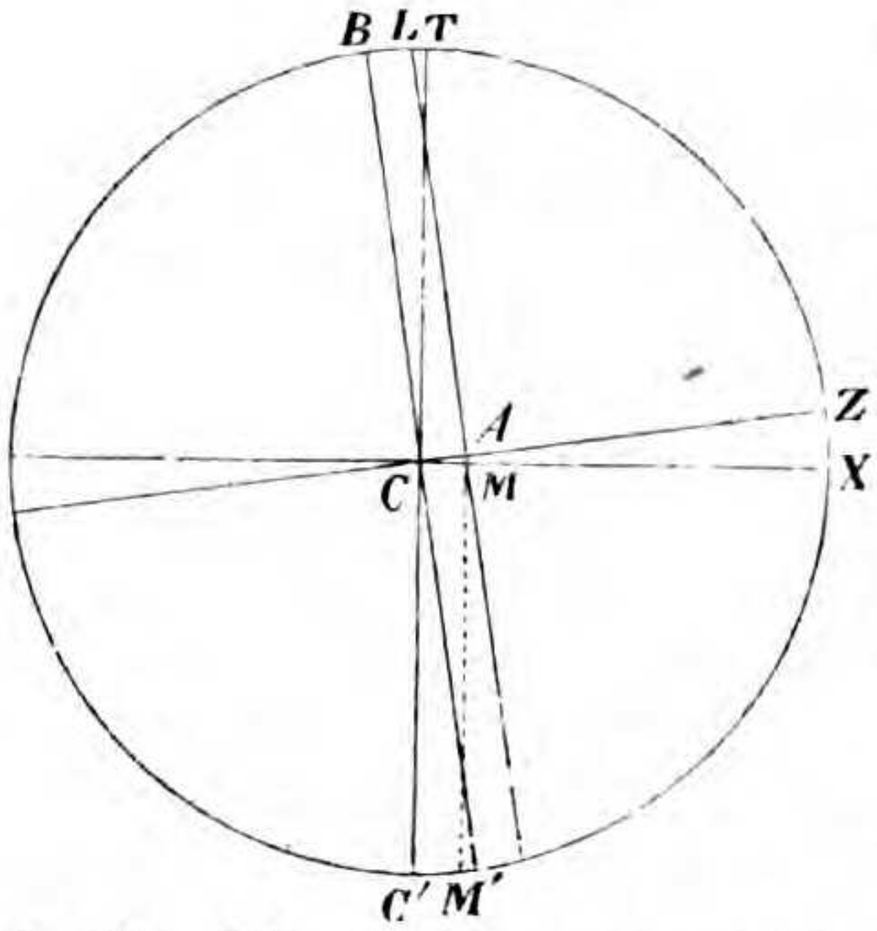
Dit moet nu van 8 April 6^u 's morgens afgetrokken worden, om den overeenkomstigen tijd in 1878 te vinden; wij vinden dus 7 April 0^u, d. i. middernacht, tusschen 6 en 7 April 1878. In tafel II vinden wij:

voor 6 April op den middag, de zonsdeclinatie. .	6°24′,
„ 7 „ „ „ „ „ „ . .	6 46,
derhalve op den middernacht tusschenbeide. . .	6°35′,

en deze geldt nu ook voor de zonsopkomst op 8 April 1912.

Wanneer wij nu eens vooronderstellen, dat de zonnewijzer te *Kediri* moet opgesteld worden, dan is de figuur, die wij teekenen moeten, de volgende (fig. 122): *Kediri* heeft bijna 7°49′ zuiderbreedte. Hier is dus $X\,Z = T\,B = 7°49'$, $B\,L =$

(fig. 122).



$6°35' = C\ A$. M is nu het punt, waar de zon opkomt. Gij ziet nu wel, dat de afstand van dit punt M tot het oosten C niet veel meer kan zijn dan de declinatie $C\ A$ van de zon, en als het er nu niet op aan komt, kan men $C\ M$, die omgeslagen de boog $C'\ M'$ wordt ook wel eenvoudig gelijk aan $C\ A$, d. i. aan den boog $B\ L$ of aan de declinatie der zon nemen, maar in Juni of December kan het nog wel wat schelen.

Ik heb van dit verschil een tafeltje gemaakt:

TAFEL III.

Hetgeen bij de declinatie der zon te voegen is, om te krijgen hoeveel de zon benoorden of bezuiden het oosten opkomt en benoorden of bezuiden het westen ondergaat.

Declinatie der zon.	BREEDTE.										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
0°	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
3	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3
4	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	4
5	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4	5
6	0	0	0	½	1	1	2	3	4	4	6
7	0	0	0	1	1	2	2	3	4	5	6
8	0	0	0	1	1	2	3	4	5	6	7
9	0	0	0	1	1	2	3	4	5	7	8
10	0	0	0	1	1	2	3	5	6	7	9
11	0	0	0	1	2	3	4	5	7	9	10
12	0	0	0	1	2	3	4	6	7	9	11
13	0	0	0	1	2	3	4	6	8	10	12
14	0	0	0	1	2	3	5	6½	8½	11	13
15	0	0	1	1	2	4	5	7	9	11	14
16	0	0	1	1	2	4	5	7	10	12	15
17	0	0	1	1	3	4	6	8	10	13	16
18	0	0	1	2	3	4	6	8	11	14	17
19	0	0	1	2	3	4	6	9	11½	15	18
20	0	0	1	2	3	5	7	9	12	15	19
21	0	0	1	2	3	5	7	10	13	16	20
22	0	0	1	2	3	5	8	10	14	17	21
23	0	0	1	2	4	6	8	11	14	18	22
23½	0	0	1	2	4	6	8	11	15	18	23

Wanneer men dit tafeltje wil gebruiken, dan moet men liever in plaats van eene teekening eene berekening maken, en dat is altijd nauwkeuriger. In ons voorbeeld is de declinatie der zon 6°35′ en de breedte der plaats 7°49′, ik neem nu hier voor aan alleen heele graden, en als er meer dan 30 minuten zijn, neem ik voor die minuten een heelen graad aan. Dus hier neem ik aan: declinatie der zon 7° en breedte der plaats 8°, en wanneer ik nu in Tafel III in de kolom, waarboven staat 7° breedte, het getal uitzoek, waar op denzelfden regel in de eerste kolom 8° declinatie staat, vind ik 4′; deze moet ik nu bij 6°35′ voegen en dan heb ik 6°39′. Zooveel gaat dus de zon op den 8 April 1912 te *Kediri* benoorden het oosten op.

Laat ons nu eens een voorbeeld nemen, waarin die verbetering uit Tafel III zeer groot is. Ik wil te *Timor Koepang* een' zonnewijzer stellen; alles is gereed, en het is den 2 December 1935; op de plaats, waar ik mij bevind, is wel het westen maar niet het oosten vrij, dus ik wil den ondergang der zon gebruiken. Nu zeg ik: 1935 — 1878 = 57 jaren; hierin zijn 13 schrikkeljaren; de zon gaat den 2 December 1935 onder omtrent te 6^u; 57 × 5^u 48^m 45^s = 13^d 19^u (de minuten verwaarloos ik). Zooveel zou ik van 2 December moeten terugtellen, indien er geene schrikkeldagen tusschenbeide waren, maar daar er tusschen 1879 en 2 December 1935 13 schrikkeldagen zijn, behoeft er slechts 19 uur af en verkrijg ik dus 1 December des avonds 11^u. Op dat oogenblik in 1878 heeft dus de zon dezelfde declinatie, als zij bij zonsondergang op den 2 December 1935 hebben zal. Uit Tafel II vind ik

1 December op den middag,						declinatie zuid	21°48′,
2	„	„	„	„	„	„	21 57,

dus verandering in 24 uur 9′, dus in 11 uur 4′, derhalve 1 December te 11 uur: 21°52′. *Timor Koepang* heeft 10°10′ zuiderbreedte. Tafel III geeft voor 32° declinatie en 10° breedte

aan eene verbetering van 21′
de declinatie is 21 52 zuid

geeft dus te samen 22°13′ bezuiden het westen, voor het punt waar de zon, te *Timor Koepang*, op den 2 December 1935 ondergaat.

Meestal echter is de verbetering die Tafel III aangeeft, zeer gering, en men zou haar dikwijls kunnen verwaarloozen. Daar zij echter in den Indischen Archipel tot 23′ stijgen kan, dus bijna $\frac{4}{10}$ graad, zoo heb ik u een middel willen leeren om het verschil niet te verwaarloozen.

Ook bij het afzetten van eene richting voor het plaatsen van gebouwen, het beproeven van kompassen, of andere doeleinden, kan deze zelfde methode dienen.

§ 44.

VIERDE METHODE. DEN MERIDIAAN TE VINDEN OP EENE PLAATS, WAAR MEN DE ZON NIET KAN ZIEN OPKOMEN EN OOK NIET ZIEN ONDERGAAN.

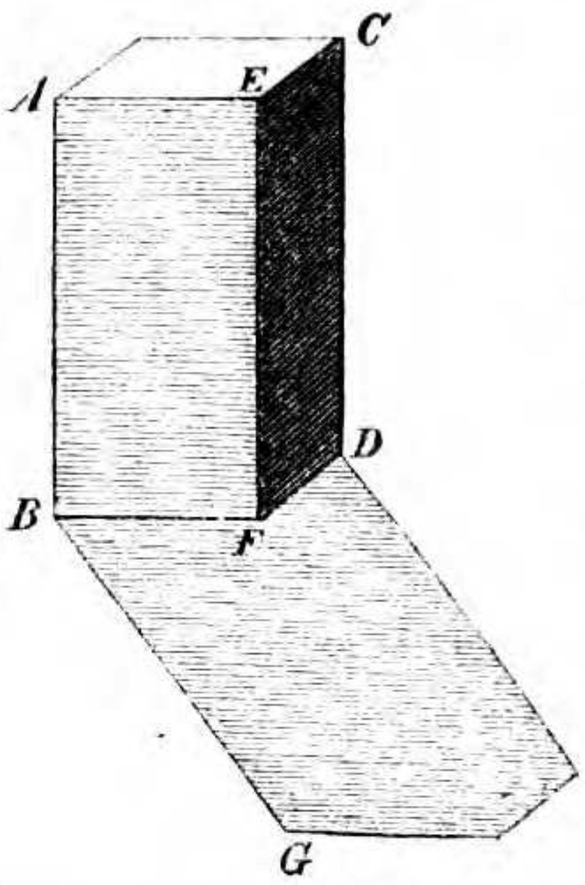
Nu is er nog eene vierde methode, en die moet men wel gebruiken, als men in het geheel geen gezicht in de verte heeft.

ABDULLAH. Ja mijnheer, zoo is het bijvoorbeeld bij ons ook. Achter ons huis, waar mijn vader gaarne een' zonnewijzer wilde hebben, kan men niet naar buiten zien, want er staan andere huizen en boomen rondom; men kan daar ook de zon niet zien opgaan. Eerst later schijnt de zon daar.

DE HEER. Welnu, ook dan kan men heel goed door middel der zon zelf de lijn van noord naar zuid, of anders gezegd den meridiaan vinden.

Daartoe neme men een goed vierkant blok hout, zooals een bekwame timmerman wel maken kan, *A B C D*,

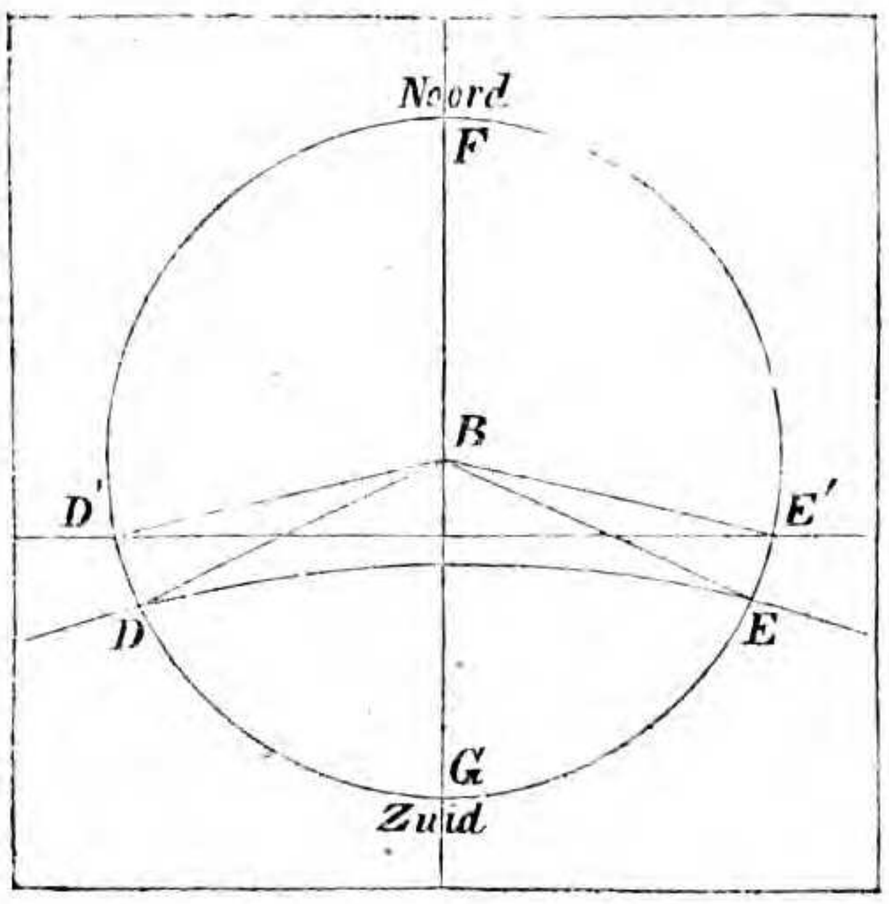
(fig. 123.)



(zie fig. 123); de lengte, breedte en hoogte zijn onverschillig, maar wanneer men de zijden $A\ E$ en $E\ C$ neemt = één decimeter, en de hoogte $A\ B$ twéé decimeters, dan zijn dit zeer geschikte afmetingen.

Wanneer men nu dit blok op den paal of pilaar zet, waarvan de bovenoppervlakte goed waterpas gemaakt is, dan zal eene opstaande ribbe of kant $A\ B$ eene schaduw $B\ G$ werpen; die schaduw is des morgens vroeg zeer lang, dan wordt zij allengs korter, des middags is zij het kortst maar na den middag wordt zij weder langer, en het spreekt van zelf dat de schaduw G van de punt A eene lijn op de oppervlakte van den pilaar beschrijft, die aan weerszijden van den meridiaan dezelfde figuur heeft. Het is meestal de figuur van de lijn $D\ E$ in fig. 124, namelijk dezelfde

(fig. 124.)



soort van figuur, als die, welke de schaduw van den bovenrand van eene hangstolp tegen eene muur werpt. Men noemt die soort van lijnen in de wiskunde eene *hyperbool*. Maar wanneer de zon in de evennachtslijn staat, dus den 20^{en} Maart of 23 September, dan beschrijft de schaduw van het punt A eene rechte lijn $D'\ E'$.

Wanneer men nu op de bovenvlakte een cirkel trekt $D\ G\ E\ E'\ F\ D'$, die B tot middelpunt heeft, liefst zoo groot mogelijk, dan teekene men punten D en E of D' en E' aan waar de schaduw van het boveneind A dien cirkel ontmoet en dan deele men den hoek $E\ B\ D$ of $E'\ B'\ D'$ middendoor, evenals wij zoo aanstonds bij de tweede methode gedaan hebben, en de deellijn $F\ G$ is de meridiaan, dien wij zoeken. Want als $B\ D = B\ E$ is, dan stond de zon, toen zij de schaduw van het punt in D wierp, even hoog als toen zij die in E wierp,

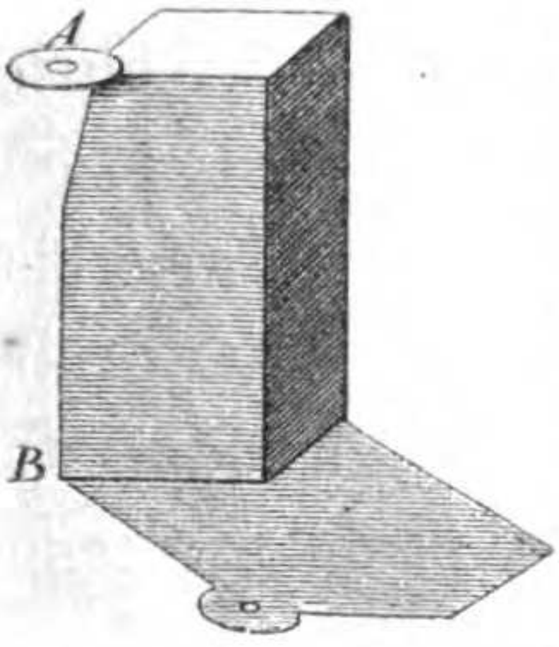
derhalve was het toen evenzoo veel uren voor den middag, als bij het tweede tijdstip na den middag, en stond de zon even veel graden van het noorden af aan den oostkant, als bij het tweede tijdstip aan den westkant, derhalve is de deellijn $F\,G$, waarmede de hoek $E\,B\,D$ middendoor gedeeld wordt, de meridiaan zelve. — Gij ziet wel, dat men deze handelwijs volgen kan, al wil men den zonnewijzer maken op eene plaats, die aan alle kanten door huizen of boomen omringd is, en zij is even bruikbaar op elken dag van het jaar.

ABDULLAH. O mijnheer, ik heb t'huis wel eens zoo een blok gezien, dat ook op een vlakken plank gezet moest worden, maar mijn vader zeide, dat het diende om de mongso's aan te geven.

DE HEER. Ja, daar werd vroeger ook zoo een blok voor gebruikt. Maar gij begrijpt wel dat het eenvoudiger is om eene zuivere tijdrekening te hebben, en die in den almanak bij de andere tijdrekeningen te voegen, dan om voor de verdeeling van een jaar telkens naar eene soort van zonnewijzer te moeten zien. Daarom heeft de Sultan van *Soerakarta* Pakoe Boewono VII in 1855 eene vaste indeeling van het jaar in mongso's vastgesteld, die in den Regeeringsalmanak is opgenomen.

ABDULLAH. O ja, mijnheer, ik hoorde ook zeggen, dat de schaduw niet heel scherp te zien was, en dat het daarom moeilijk was, de dagen waarop de mongso's beginnen moesten, aan te geven, maar dat moet, dunkt mij, ook hinderen, als men dat blok wil gebruiken om den meridiaan te vinden.

(fig. 125).



DE HEER. Ja, zoo heel scherp is die schaduw niet, het komt, omdat de zon niet één enkel lichtend punt maar een groote schijf is, maar er is een eenvoudig middeltje, om dat toch veel te verbeteren. Zie eens hier, (fig. 125), hier is zoo een blok, maar aan een der hoeken van de bovenvlakte is een koperen plaatje geschroefd, dat een gaatje heeft, juist op de plaats, waar de hoek A van fig. 123 zou komen.

Wanneer nu de zon door zulk een gaatje schijnt, dan is er in plaats van schaduw een rond licht vlekje, waarvan men het midden zeer gemakkelijk vinden kan, en dan vervalt dat bezwaar grootendeels. Gij moet dit maar eens beproeven.

---

§ 65.

VERVOLG. HOE MEN DE BREEDTE DER PLAATS VINDT. EERSTE METHODE. DOOR MIDDEL EENER KAART OF VAN DEN REGEERINGSALMANAK.

DE HEER. Wel ABDULLAH, hebt gij nu nog onthouden wat ik u de vorige keer van het zoeken van den meridiaan heb medegedeeld?

ABDULLAH. O ja, mijnheer, en ik heb het ook beproefd, met de laatste methode die u genoemd hebt, met dat blokje hout; dat is heel goed gegaan; ik had boven aan een der hoeken van het blokje een stukje blik gespijkerd met een gaatje er in, verder had ik op den steen die op den pilaar lag, een cirkel getrokken en heb er heel goed kunnen zien, waar de schaduw van dat gaatje door dien cirkel ging. Toen heb ik den boog tusschen die twee punten midden doorgedeeld, en de deellijn, die door het middelpunt van den cirkel ging, was de meridiaan.

DE HEER. Welnu, dan komen wij aan het tweede gedeelte der bewerking. Wij moeten nu aan onzen stijl eene helling geven, precies even groot als onze breedte is. Hoe vinden wij die dus? Daartoe kunnen wij een' gemakkelijken weg inslaan, door namelijk eene kaart van *Java* of den Indischen Archipel te raadplegen, of anders den Regeeringsalmanak; uit dezen kan men vinden hoeveel breedte de hoofdplaatsen der residenties en nog eenige andere plaatsen hebben; en als men nu maar weet, hoeveel paal men noordelijk of zuidelijk van de hoofdplaats afwoont, dan weet men genoeg, want elke paal is omtrent eene minuut.

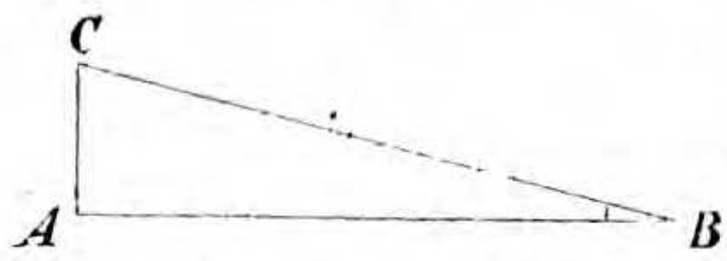
---

§ 66.

TWEEDE METHODE. DOOR DE MIDDAGSCHADUW VAN EENEN RECHTOP STAANDEN STIJL, IN MAART OF SEPTEMBER, OF OOK OP ELKEN WILLEKEURIGEN DAG.

Maar wij zullen nu vooronderstellen, dat gij geene kaart en geen Regeeringsalmanak of andere boeken hebt, en toch de helling wilt weten, die gij aan den stijl in den zonnewijzer geven moet. Dan kan daartoe al weder hetzelfde blok hout dienen, dat gij voor het vinden van de noord- en -zuid-lijn of meridiaan gebruikt hebt. Wanneer gij namelijk oplet, waar de schaduw van het gaatje A dien meridiaan op den 20 Maart of 23 September ontmoet, (altijd als B in het middelpunt blijft,) dan moet gij maar weten, hoever die schaduw van B af is, en evenzoo moet gij weten, hoe hoog de ribbe $A\ B$ van het blokje is; nu maakt gij van dik papier of van een plankje een' rechthoekigen driehoek $A\ B\ C$ (fig. 126), zóódat $A\ B$ gelijk die hoogte en $A\ C$ de afstand is van de schaduw van het gaatje, in den meridiaan, tot het middelpunt B; dan is de hoek B de breedte van de plaats, en $B\ C$ toont de helling aan, die men aan den stijl geven moet.

(fig. 126.)



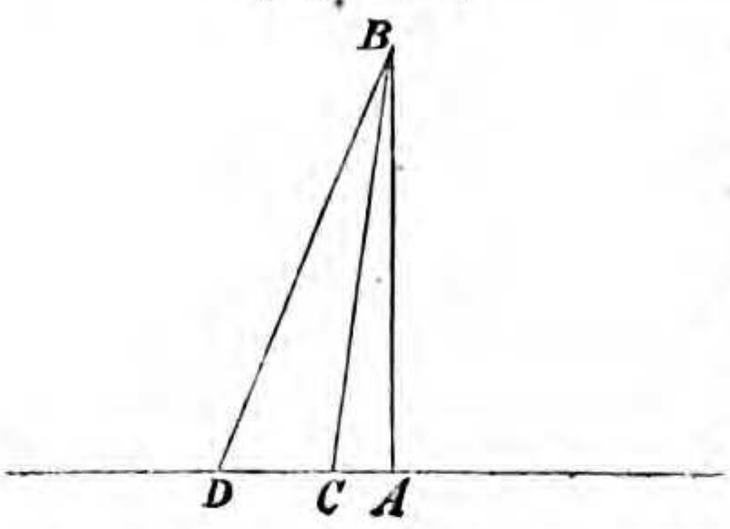
Nu kan het wel gebeuren, dat den 20 Maart of 23 September de zon op den middag niet zoo precies in de evennachtslijn staat; is zij dan een weinig noordelijk, dan krijgt gij de schaduw een weinig te lang; staat de zon daarentegen iets ten zuiden van de evennachtslijn, dan is de schaduw een weinig te kort. Daarom zou men dan, als men het heel nauwkeurig wilde hebben, dit in rekening moeten nemen, maar voor gewoon dagelijksch gebruik is het geen vereischte.

ABDULLAH. Maar mijnheer, moet men nu weder juist 20 Maart

of 23 September afwachten, om die breedte te vinden, kan men het op andere dagen ook niet doen?

DE HEER. Wel zeker, maar dan moet er weder gelet worden op de declinatie der zon, en dus moet men weder de Tafel II raadplegen. Ook de Regeerings-Almanak van N.-Indië geeft van 15 tot 15 dagen de declinatie der zon op. Laat ik nu eens onderstellen dat gij den 28^{en} April van een of ander jaar de meting van de schaduw in den meridiaan verricht hebt, en daarvoor gevonden hebt 80 millimeters naar het zuiden; onderstellen wij verder dat de hoogte van het blok is 200 mm., en dat gij weet dat de declinatie der zon op den 28 April voornoemd is 14° 10′ noord. Dan maakt gij deze teekening, (die gij hier verkleind ziet) (fig. 127): Gij maakt $A\ B$ loodrecht op $A\ D$, en gelijk aan 200 mm., $A\ D$ gelijk aan 80 mm.; nu is de hoek $A\ B\ D$ gelijk aan den afstand der zon van het zenith. Die kan men nu met een graadboog meten, of ook wel uit het volgende tafeltje ontleenen; waarbij $A\ B$ ook vooronderstelt wordt 200 mm. lang te zijn.

(fig. 127.)



Hoek $A\ B\ D$	$A\ D$	Hoek $A\ B\ D$	$A\ D$	Hoek $A\ B\ D$	$A\ D$
	Millimeters.		Millimeters.		Millimeters.
1°	3,5	12°	42,5	23°	84,9
2	7,0	13	46,2	24	89,0
3	10,5	14	49,9	25	93,3
4	14,0	15	53,6	26	97,5
5	17,5	16	57,3	27	101,9
6	21,0	17	61,1	28	106,3
7	24,6	18	65,0	29	110,9
8	28,1	19	68,9	30	115,5
9	31,7	20	72,8	31	120,1
10	35,3	21	76,8	32	125,0
11	38,9	22	80,8	33	129,9

Gij ziet in het tafeltje dat

met 21° overeenstemt 76,8 millimeters,
„ 22 „ 80,8 „
verschil voor 1° 4,0 „

Wij hebben 80,0, dus blijkt het dat de hoek dien wij zoeken is $21\frac{4}{5}°$ of 21° 48′ noord. Hier nu af de declinatie der zon 14° 10′ noord. Blijft over dat de evennachtslijn is 7° 38′ noord van ons zenith af, met andere woorden dat onze breedte is 7° 38′ zuid.

Om nu een driehoek te maken, waarvan de scherpe hoek zoo groot is, en dien wij noodig hebben om aan den stijl van den zonnewijzer zijne juiste helling te geven, nemen wij weder aan $B\ A = 200$ millimeters en zoeken in de tafel op, hoeveel met 7° 38′ overeenstemt. Wij vinden nu voor 7° 24,6
„ 8° 28,1
verschil voor 1° of 60′ 3,5
of per minuut 0,05833
of voor 38′ 2,2 millim.
dus voor 7° 38′ : 24,6 + 2,2 = 26,8 „

Zoo lang moet dus $A\ C$ zijn, opdat hoek $A\ B\ C$ gelijk zij aan de breedte of aan de helling van den stijl van den zonnewijzer.

---

§ 67.

DERDE METHODE. DE BREEDTE TE VINDEN DOOR DE MIDDAGSCHADUWEN VAN EENEN RECHTOPSTAANDEN STIJL IN JUNI OF DECEMBER.

DE HEER. Wel Abdullah, hebt gij nu goed onthouden, hoe gij een' stijl voor een' zonnewijzer moet maken?

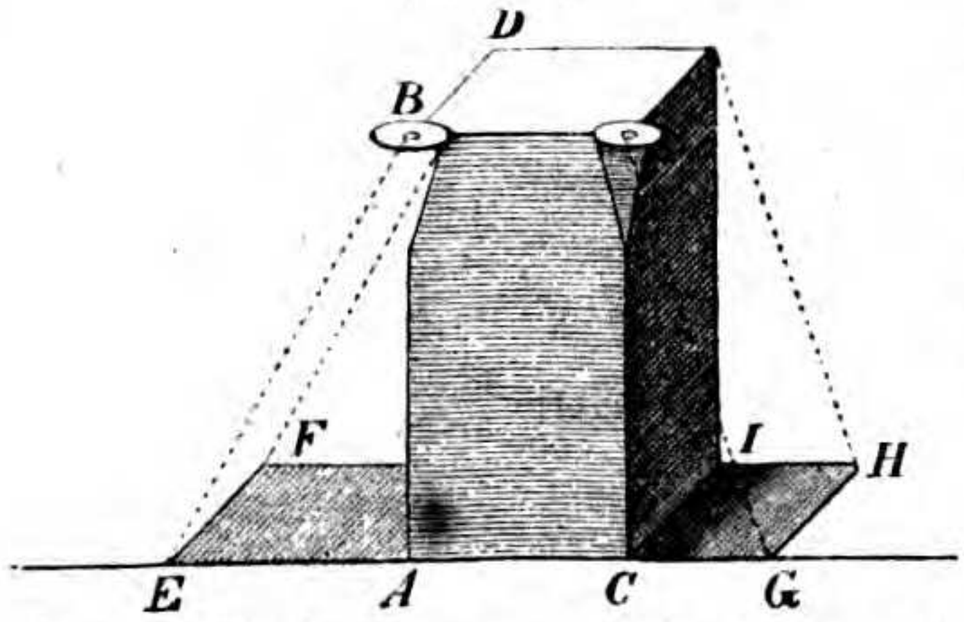
ABDULLAH. Ja wel mijnheer, die stijl moet juist naar de

pool gericht zijn, en moet dus juist zooveel hellen, als de breedte onzer woonplaats bedraagt; u hebt mij ook uitgelegd, hoe men die breedte vinden kan, hetzij op den 20 Maart of 23 September, hetzij op andere dagen, als men de declinatie der zon weet; maar men heeft mij nu verteld, dat er hier op *Java* toch goede zonnewijzers gemaakt zijn zonder almanak, en ook niet door de schaduw in Maart of September te gebruiken. Integendeel, men zeide, dat daarvoor de schaduwen van Juni en December gebruikt waren, wanneer de zon zooveel mogelijk noord en zuid was.

DE HEER. Dit is ook de oude methode, die vroeger altijd en overal is gebruikt geworden; niet alleen op *Java*, maar in *China* en *Egypte* duizende jaren geleden; later ook in *Europa*; maar de Europeanen hebben tegenwoordig instrumenten en almanakken, en door middel van deze kunnen zij veel spoediger en nauwkeuriger hunne breedte bepalen dan door middel van schaduwen.

Maar laat ons nu eens zien. Ik stel eens dat wij weder een blok $A\ C\ B\ D$ gebruiken, dat 200 millimeters hoog is (fig. 128).

(fig. 128).



Wanneer gij dat op den pilaar zet, en maakt, dat de zijvlakken precies in de richting noord-zuid en in de richting oost-west zijn, dan werpt dat blok in December, op den middag, eene schaduw $C\ J\ H\ G$ naar de noordzijde, en in Juni, op den middag, eene schaduw $A\ E\ F$ naar de zuidzijde. Die schaduw wordt na den eersten December nog steeds langer en langer, maar als men alle dagen aanteekent, hoe ver die schaduw komt, dan vindt men, dat zij den 22 December het verste reikt. Daarna wordt die schaduw weer langzamerhand korter. Evenzoo zult gij zelf kunnen zien dat hare lengte aan de zuidzijde in Juni langzamerhand toeneemt tot den 21^{en}, waarna zij weder langzamerhand korter wordt. Stel nu, gij vindt de lengte der langste schaduw $A\ E$ in Juni 122 milli-

meters en de lengte der langste schaduw $C\ G$ in December 55,5 millimeters, dan behoeft gij maar in de tafel op te zoeken om te vinden hoever de zon op die dagen het verst van uw zenith is afgeweest. Dan vindt gij:

voor 21 Juni	$31°\frac{19}{33}$ of $31°23'$		ten noorden,
voor 22 December	$15\frac{19}{37}$	15 31	ten zuiden
som der beide afwijkingen		$46°54'$	
		2	
		$23°27'$	

Gij ziet dat er een verschil tusschenbeide is van $46°54'$, waarvan de helft is $23°27'$. Zoo ver is nu ook de zon in Juni benoorden en in December bezuiden de evennachtslijn gekomen. Gij herinnert u wel, dat wij hier reeds vroeger over gesproken hebben, (§ 12—17), toen zeide ik altijd kortheidshalve $23\frac{1}{2}°$, maar het is eigenlijk $23°27'$. De proef, of gij de schaduwen goed gemeten hebt, kunt gij dus daarin vinden, dat de som van de beide afstanden van de zon tot het zenith, op den middag van 21 Juni en op den middag van 22 December, $46°54'$ moet zijn. Het kan natuurlijk eenige minuten schelen, want gij kunt de schaduwen niet veel nauwkeuriger dan een halven millimeter meten, maar het moet toch ten naastenbij zoo uitkomen.

Wanneer gij nu het verschil neemt tusschen die $23°27'$ en hetzij $31°23'$, hetzij $15°31'$, dan krijgt gij de breedte, namelijk in dit geval $7°56'$.

Of gij kunt die ook vinden, door van $31°23'$ en van $15°31'$ het verschil te nemen, $15°52'$, en hiervan de helft te nemen.

Het is weder goed, aan die twee hoeken plaatjes met gaatjes te bevestigen, evenals vroeger is uitgelegd en in de figuur is geteekend.

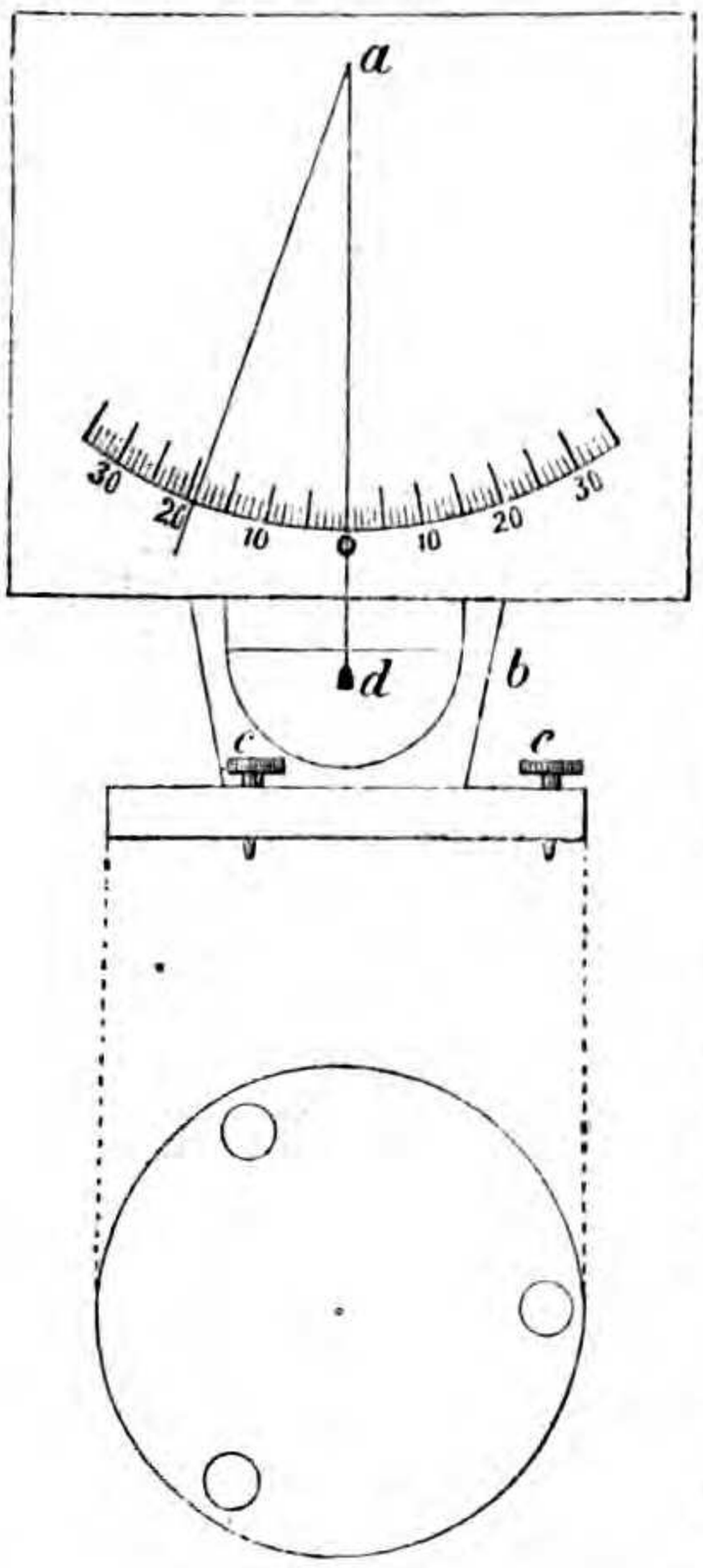
Dezelfde methode, om de zon door een gaatje te laten schijnen, en te meten waar het lichtbeeldje der zon zich bevindt, dat door dat gaatje gevormd wordt, werd vroeger in

Europa ook gebruikt. Het gaatje was dan in eene koperen of ijzeren plaat gemaakt en die plaat in het dak van een huis of in een hoog venster bevestigd. Door het gaatje kon men den draad van een paslood steken, dat tot op den grond reikte, men kon dus zeer juist het punt op den grond vinden, dat onder het gaatje lag. Wanneer men nu met een waterpas maar zorgde, dat de vloer zeer juist vlak was, zooals wij vroeger besproken hebben, dan kon men de metingen ook vrij juist doen, en dan had men het voordeel, dat het gaatje in die plaat veel hooger boven de vloer was dan 200 millimeters, zooals wij hebben aangenomen. Te *Bologna*, in *Italië*, is in 1576, dus nu ruim 300 jaar geleden, eene koperen plaat, met een gaatje er in, boven in eene kerk aangebracht, op eene hoogte van 65 voet of ongeveer 20 meters en de schaduw was daar des winters ook zeer lang, bijna 50 meters, maar het is toch veel te lastig, om zulke inrichtingen te maken, en de sterrekundigen hebben voor die soort van waarnemingen tegenwoordig ook kleine, maar nauwkeurige instrumenten, die ook even goed voor de maan en de sterren gebruikt kunnen worden. Die inrichting te *Bologna* wordt dus ook al lang niet meer gebruikt. Maar ik heb u nu maar willen aantoonen, hoe men zich zonder de hulpmiddelen, die door de geleerden in den laatsten tijd bedacht zijn, behelpen kan, en ook vroeger beholpen heeft.

ABDULLAH. Maar mijnheer, die nieuwe instrumenten, zijn die dan anders? Mij dunkt, dat gaat toch heel gemakkelijk zoo.

DE HEER. Ja, maar het is moeilijk zoo een langen vloer goed horizontaal te maken, en als de zon laag is, dan zou de vloer zeer lang moeten zijn; maar sedert dat men goede verdeelingen op cirkels kan maken, heeft men die methode, om schaduwen te meten, verlaten; gij hebt zelf wel eens een graadboog gezien, die de landmeters wel bij hunne teekeningen gebruiken; dat is een cirkel, die in graden verdeeld is. Welnu, wanneer men nu maar op een plankje een goeden verdeelden

(fig. 129).



cirkel kan maken, zie fig. 129, dan kan men dat plankje op een voet *b* bevestigen, die weder op drie stelschroeven *c* staat; als men nu in het middelpunt *a* aan een paardehaar een pasloodje of looden balletje *d* ophangt, dan kan men die stelschroeven *c* altijd zoo draaien, dat het paardehaar precies langs het plankje hangt, en dan staat het plankje ook rechtop of vertikaal. En wanneer nu in het midden van den verdeelden boog de nul der verdeeling is, dan kan men ook zorgen, dat het paardehaar juist langs die nul komt. Wanneer nu in *a* eene naald of stijl gestoken wordt, dan werpt die naald eene schaduw, en als men nu maar opmerkt, hoever die schaduw op den boog komt, dan heeft men ook den zenithsafstand der zon; zoo is die in fig. 129 19°.

In deze figuur is *b* een bakje, waarin men water doen kan, wanneer het kogeltje *d* daarin hangt, kan de wind het niet bewegen en het slingert moeilijker, dus dan hangt het veel stiller.

Gij ziet dus nu wel, dat de beide methoden, die ik u medegedeeld heb, zeer gemakkelijk met een dergelijk werktuigje zijn uit te voeren, maar dan moet men een nauwkeurig verdeelden cirkel kunnen maken. Nu gebruikt men in de sterrekunde wel dergelijke instrumenten, maar dan zijn de cirkels van koper, men gebruikt geene schaduwen, maar richt een' kijker op de zonneranden; het aflezen van den cirkel geschiedt met vergrootglazen of mikroskopen, maar al die bijzonderheden dienen slechts om nauwkeuriger te werken; de methode blijft dezelfde, als ik u nu uitgelegd heb.

§ 68.

OVER HET TEEKENEN VAN DE UURLIJNEN, EN DE KEUS VAN HET VLAK, WAAROP ZIJ GETROKKEN WORDEN.

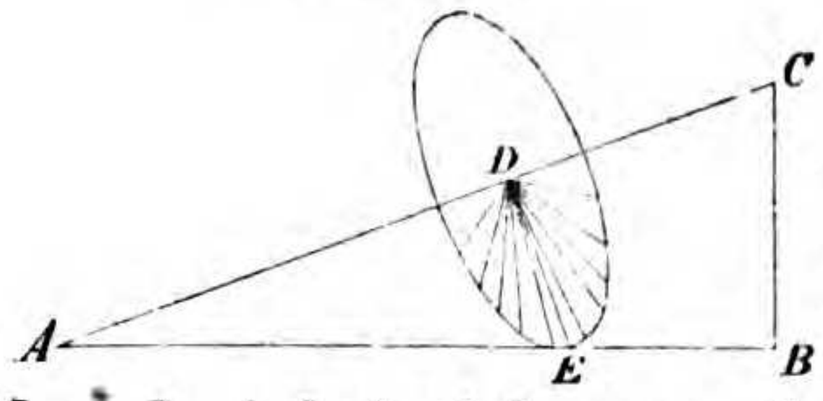
DE HEER. Wel Abdullah, wanneer gij u nu herinnert, wat wij de vorige keer besproken hebben, dan zult gij begrijpen, dat wij nu nog moeten overwegen: 1°. hoe wij het plankje zullen plaatsen, waarop de uurlijnen getrokken worden, en 2°. hoe wij die uurlijnen zullen trekken.

ABDULLAH. Wel mijnheer, ik dacht, dat dit van zelf sprak, ten minste ik hoor altijd, dat zulk een plankje recht overeind en van het westen naar het oosten gericht moet zijn en dat de halve cirkel eenvoudig in twaalf deelen verdeeld is.

DE HEER. Ik dacht wel haast, dat gij van die meening zoudt zijn, want men vindt werkelijk hier en daar de zonnewijzers zoo gemaakt. Maar wanneer nu de bedoeling is, werkelijk een' nauwkeurigen meter van den tijd te hebben, dan moet men hem toch een weinig anders inrichten. Ten minste die wijze van doen is alleen volkomen juist voor plaatsen, die, even-als *Pontianak*, precies op de evennachtslijn liggen, en omdat *Java* niet ver van de evennachtslijn ligt, kan men er tamelijk juist op zien, hoe laat het is, maar het is toch niet geheel goed. Gij moogt het plankje wel recht overeind en Oost-West plaatsen, maar dan moeten de uurlijnen eenigszins anders getrokken worden dan gij zeidet, zij maken dan namelijk geene gelijke hoeken met elkander; ook kunt gij wel een plankje gebruiken, waarop uurlijnen getrokken zijn, die gelijke hoeken met elkander maken, maar dan moet het plankje niet recht over-eind staan. Want gij herinnert u immers wel, dat de stijl moet gericht zijn naar de pool des hemels, dat wil zeggen evenwijdig aan de as van den hemel, omdat de zon om die as regelmatig draait. Wanneer gij nu een plankje neemt, dat loodrecht gericht is op dien stijl, dan zult gij eene vlakte hebben, waarop

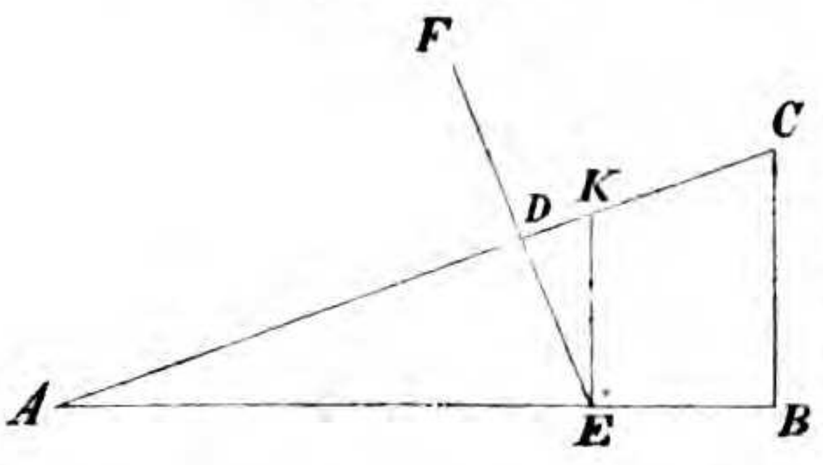
de schaduw van den stijl zich ook regelmatig voortbeweegt. Zie bijv. eens fig. 130. Hier is een cirkelvormig plankje ge-

(fig. 130.)



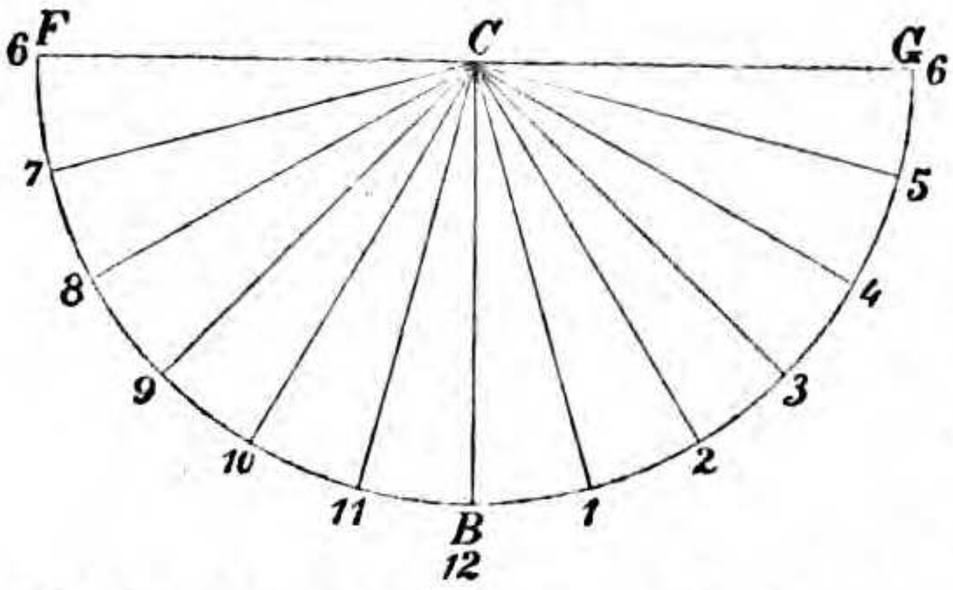
teekend, dat op die wijs geplaatst is; gij ziet het schuins van de zuidzijde, daarom ziet het er uit als eene ellips. Maar als gij het van het westen beziet, dus op zijn kant, dan doet het zich voor als de lijn $E\ F$, zie fig. 131.

(fig. 131.)

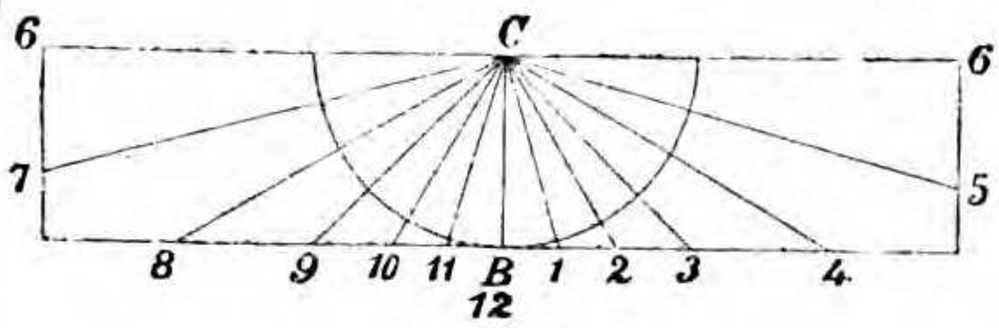


Wanneer men nu zulk een plankje halfcirkelvormig neemt, of anders, als het rechthoekig is, er een' halven cirkel op teekent, dan behoeft men slechts, zie fig. 132 en 133, de deellijnen te trekken, die den halven cirkel in 12 gelijke sectoren verdeelen, dan heeft men de schaduwlijnen van den stijl van des morgens 6 uur tot des avonds 6 uur. Die deellijnen staan dus 15° van elkander af. Gij kunt ze gemakkelijk vinden, want, wanneer gij $C\ B$, fig. 132, rechthoekig op $F\ G$ trekt, dan zal die lijn $C\ B$ de schaduwlijn voor den middag zijn; neemt gij nu de lengte van den straal $C\ B$ tusschen een' passer, dan meet die afstand op den cirkel juist 60° of vier van onze verdeelingen af; zet gij dus het eene been in B, dan komt het andere in 8 en 4; zet gij het eene been in F, dan komt het andere in 10; zet gij het in G, dan komt het andere in 2. Wanneer gij nu op die wijze de punten voor 6, 8, 10, 12, 2, 4 en 6 hebt, dan behoeft gij de tusschenruimten tusschen elke twee lijnen maar middendoor te deelen, en gij hebt de uurlijnen. Deelt gij de verkregene tusschenruimten weder door, dan hebt gij de halve-uurlijnen;

(fig. 132.)



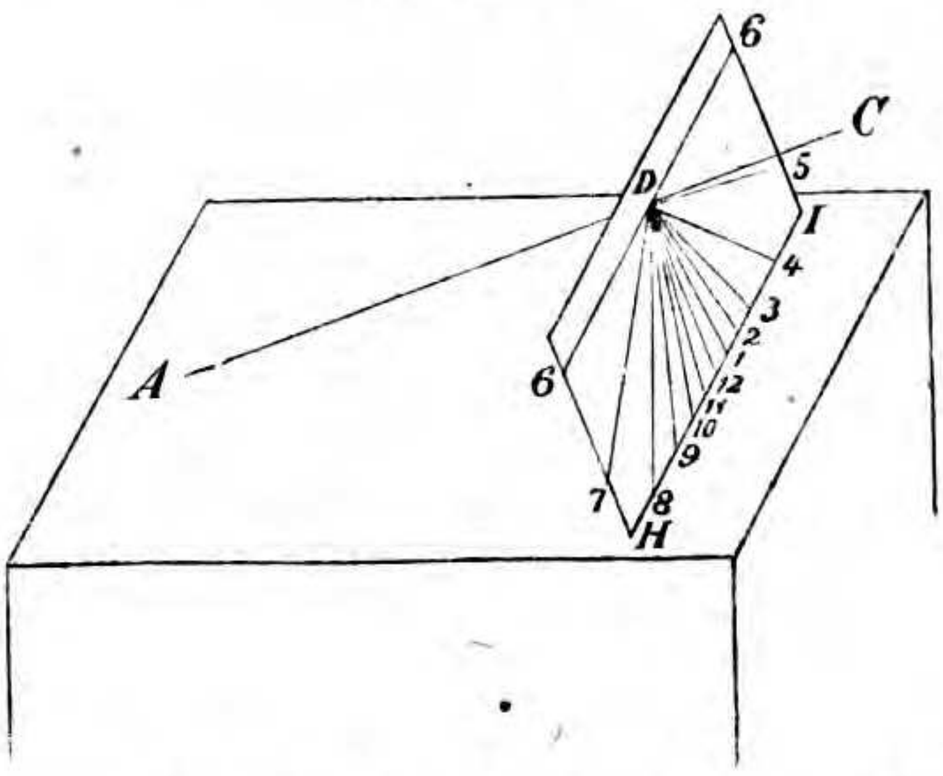
(fig. 133.)



gij kunt dit nog verder doen, dan hebt gij de kwartierlijnen; verder is niet noodig.

Maar zulk een plankje moet dan ook schuins gericht zijn, evenals in fig. 130 en 131 is aangetoond. Als men er langs kijkt, dan ziet men naar de evennachtslijn van den hemel. Die schaduwlijnen, die wij nu geteekend hebben, kunnen alleen dienst doen tusschen 23 September en 20 Maart; dan staat de zon ten zuiden van de evennachtslijn van den hemel; den 20 Maart zelf, (en evenzoo den 23 September,) is de zon in de evennachtslijn van den hemel, en dan beschijnt zij dus alleen den rand van ons plankje; maar tusschen 20 Maart en 23 September staat de zon aan de noordzijde van de evennachtslijn aan den hemel, en daarom moeten aan die zijde van het plankje ook dezelfde uur-, half-uur-, en kwartierlijnen getrokken worden als aan de zuidzijde. — Wanneer gij nu het plankje neemt, zooals fig. 134 aantoont, dan kan de stijl door een gaatje *D* gestoken worden, en zich uitstrekken van *A* tot *C* maar de lijn *B C* van fig. 130 en 131 is er niet en valt dus weg; en de geheele zonnewijzer ziet er dan uit zooals in figuur 134 geteekend is.

(fig. 134.)



ABDULLAH. Maar dan is de onderkant van het plankje toch gericht van het westen naar het oosten?

DE HEER. Wel zeker, en de lijn die van *A* tot 12 loopt, van het noorden naar het zuiden. Maar laat ons nu eens zien, hoe wij de uurlijnen moeten trekken, als wij het plankje recht overeind wilden zetten. Ik moet u al dadelijk doen opmerken, dat ik het plankje net kan plaatsen zooals ik wil, ik kan een' zonnewijzer maken met een plankje dat rechtovereind staat en dat scheef staat, dat van het westen naar het oosten gericht is, en dat op elke andere willekeurige wijze gericht is. Want gij weet immers uit hetgeen ik u geleerd heb, dat de stijl, als hij

naar de pool des hemels gericht is, dezelfde schaduw werpt op hetzelfde willekeurige uur van den dag, zoowel in Juni als in December, in Maart en in September. Maar wil men op eene gemakkelijke wijs de schaduwlijnen teekenen; dan moet men ook een' eenvoudigen stand aan het plankje geven. Een zonnewijzer met gelijke hoeken tusschen de uurlijnen, zooals fig. 134 voorstelt, is zeker zoo eenvoudig mogelijk; maar wanneer wij nu het plankje een anderen stand willen geven, dan moeten wij ook goed overwegen, hoe dan de uurlijnen komen te liggen. Laat ons dus nu eens aannemen, dat wij het plankje recht overeind willen zetten, maar toch evenals in fig. 134 van het westen naar het oosten gericht. Stel dan nu, dat het op dezelfde lijn *H I* staat, waar het plankje in fig. 134 tegen rustte, dan zal het ook wel door den stijl doorboord worden, maar iets meer rechts van *D* en iets hooger. Noem die plaats of dat punt nu *K*, dan zullen al de uurlijnen natuurlijk door dat punt moeten gaan. Maar al is nu in plaats van het vroegere plankje, dat scheef stond, het nieuwe gekomen, dat recht overeind staat, dan begrijpt gij toch wel dat de schaduwen te 7^{u}, 8^{u}, 9^{u}, enz. door dezelfde punten in de lijn *H I* zullen gaan als vroeger, trekken wij dus door het punt *K* en deze zelfde punten lijnen, dan zijn dit de uurlijnen.

ABDULLAH. O ja, dit is alles zeer eenvoudig, maar men moet dus het punt *K* vinden, waar men in dat plankje den stijl moet laten doorgaan.

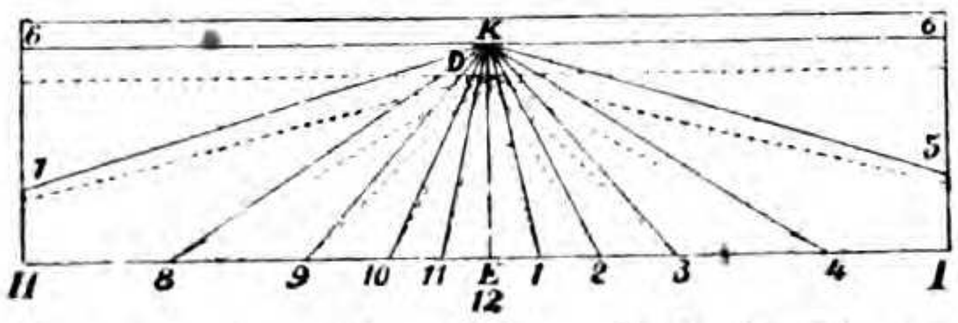
DE HEER. Maar dit is zeer eenvoudig, zie maar fig. 131 nog eens aan. Hier ziet gij de plankjes beide op hun kant, van het westen af; het oude langs *E D*, het nieuwe langs *E K*. Terwijl dus *E K* de hoogte is van het punt, waaruit de uurlijnen moeten uitgaan, is *E D* de straal van den cirkel waarmede zij op het oude plankje geteekend zijn. Wanneer wij nu de teekening willen maken, moet ik u nog twee dingen doen opmerken, ten eerste dat de hoek *D E K* noodwendig even groot is als de hoek *E A K*, namelijk de breedte der plaats. Gij ziet dit gemakkelijk uit de figuur want de driehoek *E D K*

heeft geheel denzelfden vorm als de driehoek $A\,E\,K$. Maar bovendien $E\,K$ wijst naar het zenith der plaats, en $E\,D$ naar de evennachtslijn des hemels en de boog aan den hemelbol tusschen het zenith en de evennachtslijn des hemels is ook gelijk aan den boog op den aardbol tusschen de plaats, die men beschouwt, en de evennachtslijn der aarde, dat is de breedte der plaats.

Ten tweede moet gij opmerken, dat het niet noodig is, dat de stijl van onderen tot A reikt, als men maar zorgt dat hij de noodige helling heeft, maar dit is nog al moeilijk te bewerken als hij niet in A zijn steunpunt heeft.

Het is nu wezenlijk niet moeilijk de uurlijnen te maken. Zie nu maar eens deze teekening, fig. 135. Ik neem nu aan dat men de teekening, evenals in fig. 132 of 133, gemaakt heeft voor een plankje, dat helt evenals in fig. 134, maar nu laat ik dit om de lijn $H\,I$ omdraaien totdat het recht overeind staat en dus tegen het nieuwe plankje aankomt, dan krijg ik natuurlijk de teekening zoo als in fig. 135. Hier zijn de lijnen, die van D uit getrokken zijn, en die dus 15° met elkander maken, gestippeld. Zij behoeven eigenlijk niet getrokken te worden, maar dienen slechts om de punten 7, 8, 9, enz. tot 5 aan te geven. Verbindt men deze punten nu met K, dat hooger ligt dan D, dan heeft men de uurlijnen. Nu begrijpt gij dus wel dat, daar de hoek 12 D 11 gelijk 15° was, 12 K 11 kleiner moet zijn dan 15°. Maar al de 12 hoeken bij elkander maken toch 180° uit, evengoed als in de fig. 132 en 133, dus moeten andere hoeken weder grooter dan 15° zijn. Derhalve zijn de hoeken, die nu tusschen de uurlijnen liggen, niet alle gelijk, zooals in fig. 86, 87 en 88 het geval was.

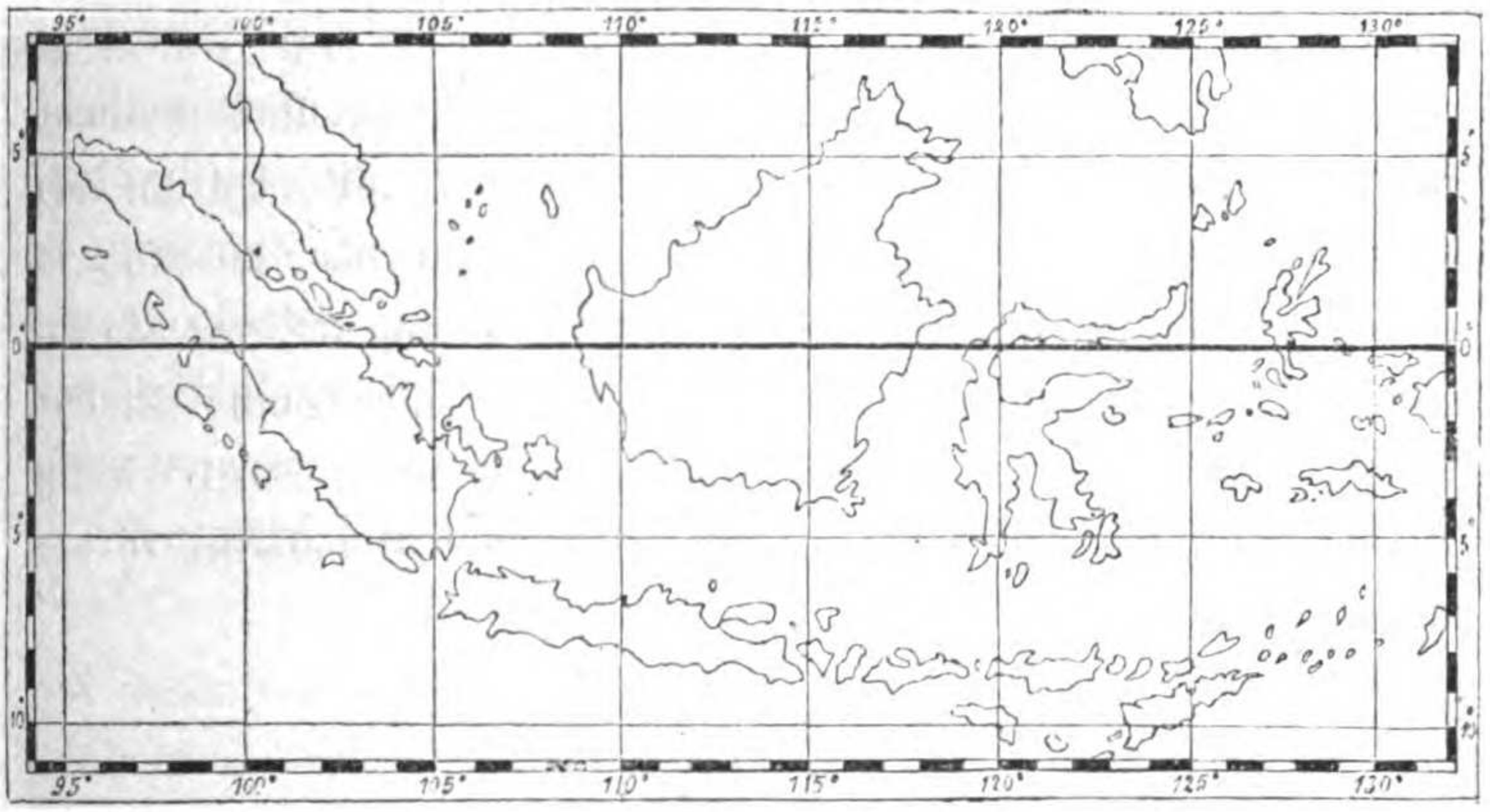
(fig. 135.)



ABDULLAH. Ja mijnheer, dat begrijp ik wel, maar ik geloof toch niet dat het veel schelen zal.

DE HEER. Neen dat zal het ook niet, zoolang de zonnewijzer moet dienen voor eene plaats hier in den O.-Indischen Archipel. Want bezie fig. 19 maar eens, dan ziet gij dat de noordelijkste

(fig. 19.)



bezitting der Nederlanders, *Kota Radjah* te *Atjeh*, slechts iets meer dan 5° noorder- en de zuidelijkste bezitting *Timor Koepang* slechts iets meer dan 10° zuiderbreedte heeft. Wanneer gij nu $K\,E = 200$ millimeters neemt, dan in $D\,E$

als de breedte der plaats	11°	is:	196,3 mm.,
„ „ „ „ „	10°	„	197,0 „
„ „ „ „ „	9°	„	197,5 „
„ „ „ „ „	8°	„	198,1 „
„ „ „ „ „	7°	„	198,5 „
„ „ „ „ „	6°	„	198,9 „
„ „ „ „ „	5°	„	199,2 „
„ „ „ „ „	4°	„	199,5 „
„ „ „ „ „	3°	„	199,7 „
„ „ „ „ „	2°	„	199,9 „
„ „ „ „ „	1°	„	199,97 „
„ „ „ „ „	0°	„	200,0 „

Maar wanneer gij nu in Nederland op 52° N. Breedte zulk een' zonnewijzer zoudt willen maken, dan zou $D\,E$ slechts 123 millimeters lang zijn, en dan zouden de uurlijnen voor 11 uur voormiddags en 1 uur namiddags hoeken met

D F maken. die veel geringer dan 15 waren, namelijk
slechts 9 22.

Nu moet ik u nog eene opmerking maken; doch wellicht
hebt die zelf ook al gemaakt. Indien ik uit *A* (fig. 134)
naar -lfde punten in de lijn *H I* lijnen trek, dan krijg ik
uurlijns die op het bovenvlak van den pilaar getrokken zijn,
maar ngoed kunnen dienen als de anderen. Dergelijke zonne-
wijzers op een waterpasvlak, werden in *Europa* vroeger veel-
vuldig bruikt, maar die op een overeindstaand vlak ook.

---

§ 69.

OVER DE MONGSO'S.

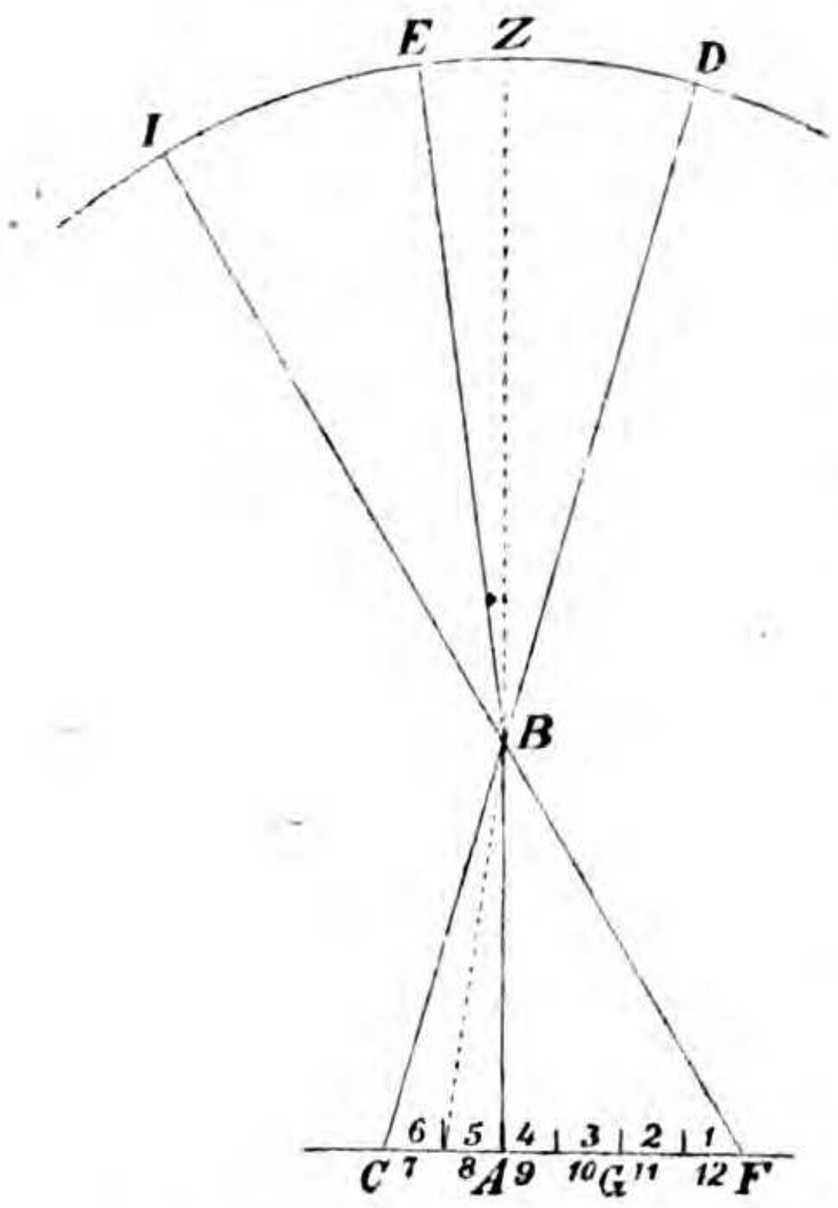
DE HEER. Abdullah, toen ik u onlangs over een blok sprak, dat dienen kon, om de lijn naar het noorden te vinden, als men in 't geheel geen gezicht in de verte heeft, zeidet gij mij, dat gij t'huis zulk een blok gezien hadt, dat op een vlakke plank gezet moest worden, en waarvan uw vader gezegd had, dat het diende, om de mongso's aan te geven.

ABDULLAH. Ja mijnheer, maar mijn vader heeft mij niet medegedeeld, hoe het daarvoor diende; hij zeide dit zelf niet te weten, het blok was een erfstuk.

DE HEER. Welnu, dan zal ik u dat eens mededeelen. Gij herinnert u, dat ik u vroeger heb medegedeeld, hoe de Javanen hunne tijdrekening inrichten; die hebben zij ontleend aan de Arabieren, en het javaansche jaar is dus evenals het arabische, een maanjaar, van 12 maanmaanden en het heeft 354 of 355 dagen. Het is dus 10 of 11 dagen korter dan een zonnejaar, en de nieuwjaarsdag van het javaansche jaar is dus niet op een vasten tijd van het zonnejaar, maar loopt in 33 jaar het geheel zonnejaar door. Het javaansche jaar is dus niet geschikt, om den landbouw naar te regelen; want als

bijv. de 1e moeharam nu in de westmoesson valt, dan valt hij over 16 jaren in de oostmoesson. Daarom hebben reeds in oude tijden de Javanen een ander middel bedacht, om de werkzaamheden van den landbouw naar de zon te regelen. Gij herinnert u, wat ik u onlangs (§ 66) over de middagschaduwen van eenen rechtopstaanden stijl gezegd heb. In Juni komt de zon ongeveer 23½ graad benoorden de evennachtslijn *E* van den hemel (fig. 136) in *I*, en in December even ver bezuiden die evennachtslijn, in *D*. Nu ligt het zenith *Z* van alle plaatsen op *Java* bezuiden de evennachtslijn aan den hemel, want geheel *Java* heeft zuiderbreedte; maar de eene plaats ligt zuidelijker dan de andere. Dat verschilt van 6° af tot bijna 9° toe. Laat ons nu eens eene plaats nemen midden op *Java*, die op 7½° zuiderbreedte ligt, dit komt nagenoeg uit met de breedte van *Soerakarta*; dan zal de zon des middags in Juni 31° ten noorden van het zenith, doch des middags in December slechts 16° ten zuiden van het zenith staan.

(fig. 136).



Zij nu in die figuur *A B* een rechtopstaande stijl die 20 deelen hoog is, dan valt in Juni, als de zon in het noorden in *I* is, de middagschaduw ten zuiden, langs *A F*, en in December, wanneer de zon in het zuiden in *D* is, ten noorden, langs *A C*. En wij hebben dan hoek *A B F* = hoek *I B Z* = boog *I Z* = 31°. En evenzoo hoek *A B C* = hoek *Z B D* = boog *Z D* = 16°.

Is nu *A B* = 20 deelen, dan zal *A F* zeer nabij 12 deelen en *A C* 6 deelen zijn, en nu hebben de oude Javanen begrepen, dat zij dien loop van de middagschaduw van een' rechtopstaanden stijl zeer goed konden gebruiken tot de verdeeling

van het jaar. Daartoe deelden zij de schaduw $A\ F$ in 4 en de schaduw $A\ C$ in 2 deelen, dus de geheele lengte $C\ F$ in 6 gelijke deelen. De schaduw van den top B loopt nu een half jaar van F naar C en in een half jaar van C naar F terug, in het geheele jaar doorloopt die schaduw dus 12 deelen; en nu werden en worden nog de tijdvakken, waarin die deelen doorloopen worden, *mangsa's* genoemd, dat men gewoonlijk met hollandsche letters *mongso* schrijft.

De eerste mongso, *kasa*, begon, wanneer de schaduw zich zoo ver mogelijk zuidwaarts uitstrekte, dus tot F kwam, d. i. volgens de europeesche rekening 21 of 22 Juni.

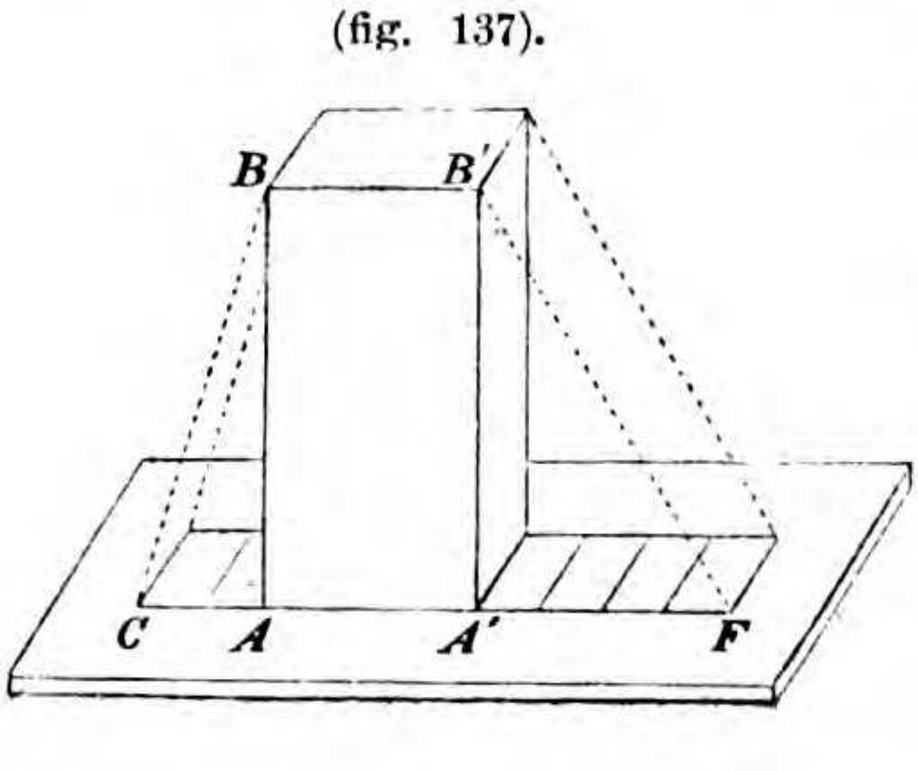
De tweede mongso, *karó*, (hoog javaansch *kalih*,) wanneer de schaduw door het punt G ging, enz.

Na de 4^{e} mongso, *kapat* (hoog javaansch *kasakawan*) stond de zon des middags recht in het zenith, zoodat een rechtopstaande stijl geene schaduw had, en nu begon de schaduw noordelijk te vallen, doordien nu de zon ten zuiden van het zenith den meridiaan passeerde.

De zesde mongso, *kanĕm*, eindigde den 22 December, wanneer de schaduw zoo ver mogelijk ten noorden viel, in C, en nu volgden op dezelfde wijze de 7^{e}, 8^{e}, 9^{e}, 10^{e}, 11^{e} en 12^{e} mongso in het volgende halfjaar. Bij den overgang van de achtste op de negende mongso ging de zon dus des middags weder door het zenith.

In de plaats van een' stijl werd ook wel een vierkant blokje genomen, evenals wij reeds meermalen beschouwd hebben, dat dan de breedte had van één of meer deeltjes; (fig. 137;) de schaduw had dan ook diezelfde breedte.

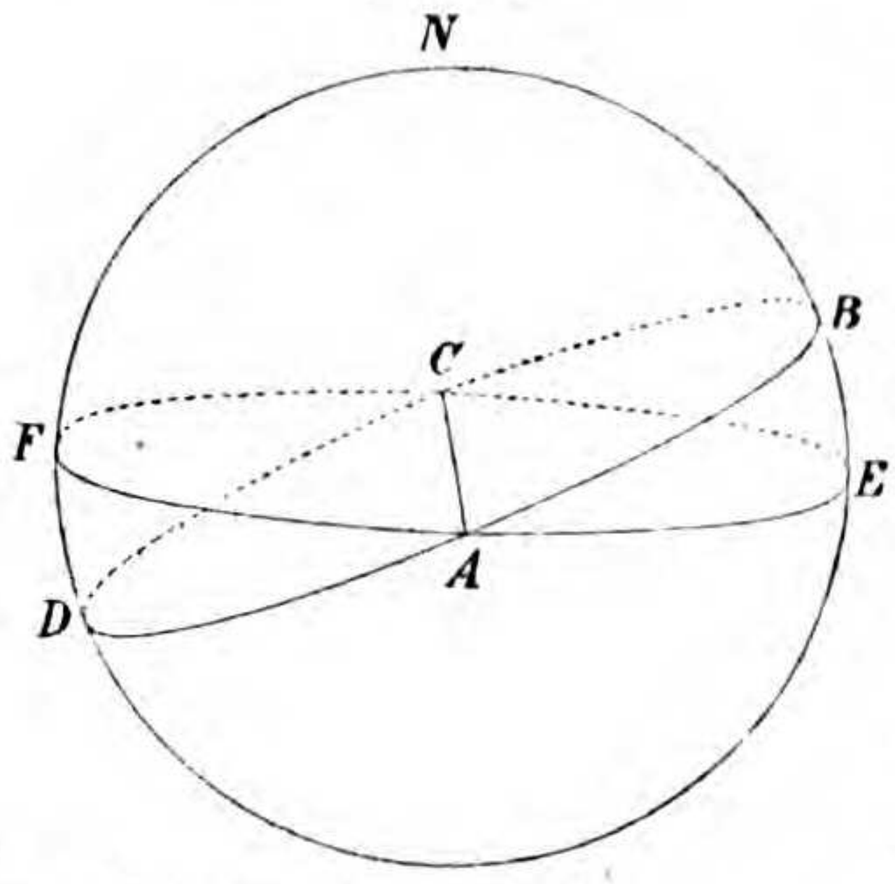
(fig. 137).



Nu begrijpt gij wel, dat de zon in die jaarlijksche beweging volstrekt niet altijd even schielijk naar het noorden en naar het zuiden zich beweegt; wanneer de zon in Juni dicht bij B is

(fig. 26,) of in December dicht bij D, dan komt zij nagenoeg niet noordelijker en nagenoeg niet zuidelijker; de schaduw van het blok blijft dus langen tijd bij F of bij C vertoeven, en daarvan komt het ook, dat de mongso's 1 en 12, 6 en 7 de langste zijn, bijna dubbel zoo lang als de anderen. Het is dus volstrekt geene regelmatige tijdverdeeling, maar de Javanen zijn er nu eenmaal aan gewend.

(fig. 26).



In vroegeren tijd keken de priesters op zulk een' mongsowijzer, [1]) en kondigden dan aan de bevolking het begin der mongso's en de daarin te verrichten landbouwwerkzaamheden aan. Bij gebrek aan een mongso-wijzer werd ook wel de schaduw van een staand mensch gebruikt. Zoo was dan die schaduw in mongso kasa, des middags, vier van zijne eigene voeten, op het uur van het namiddagsgebed, *asar*, 11 voet, in mongso karó, op dezelfde uren, 3 en 10 voet, enz.

Nu kunt gij wel begrijpen dat die wijze van meten zeer grof is, en dat het daarmede niet op een' dag, en zelfs niet op verschillende dagen na mogelijk is aan te geven, wanneer elke mongso begint. De mongso-wijzer is natuurlijk nauwkeuriger, maar toch waren de mongso's niet overal even lang aangenomen, en in de javaansche boeken vond men ook niet altijd dezelfde lengte voor de mongso's aangegeven. Maar wat nu nog erger was, als men de dagen, die voor de mongso's gewoonlijk opgegeven werden, optelde, dan kwam er niet eens 365; de meeste opgaven kwamen maar tot 360 of 362 dagen. Wanneer iemand dus volgens zulk eene opgave de mongso's verscheidene jaren achtereen wilde doortellen, dan zoude hij toch ook hoe

---

[1]) **Voor dit woord mongso-wijzer bestaat een javaansche naam,** *bentjèt*, **die echter ook aan andere zonnewijzers gegeven wordt.**

langer hoe meer verschil vinden met een ander, die de schaduwen op den mongsowijzer raadpleegde. Het zou dus maar het best zijn den mongsowijzer te gebruiken, maar ook daarmede is het niet altijd zeker dat men den juisten dag voor het begin der mongso's zou vinden. Want ten eerste moet hij zuiver gewerkt zijn; is hij dat niet, dan kunnen er fouten door gemaakt worden; ten tweede moet het plankje waarop de stijl staat, goed horizontaal zijn; maar wat meer zegt, als de mongsowijzer voor $7\frac{1}{2}°$ breedte gemaakt is, dan is hij in het geheel niet te gebruiken voor 6° breedte en evenmin voor 9° breedte. Gij begrijpt wel dat op eene plaats, die op 6° Z. Breedte ligt, de zon in Juni slechts $29\frac{1}{2}°$ ten noorden van het zenith komt, terwijl wij hebben aangenomen 31°. De schaduw van den stijl zou dus niet eens in *F* komen. Daarentegen zou in December de schaduw verder komen dan het punt *C*, zij zou dus het punt *C* tweemaal voorbijgaan, en wel eens omtrent den 2 December, later in het terugkomen den 11 Januari. Die mongso's 6 en 7 zouden, als men ze tot en van 22 December rekende, dan toch veel te lang zijn. Bij het begin van den 5^{en} en 9^{en} mongso zou de schaduw niet precies door den stijl bedekt worden, enz.

Maar dit is nu minder, men zou overal die mongsowijzers precies kunnen maken, en als men dan overal de geheele lengte die de schaduw des middags doorloopt, in zes gelijke deelen verdeelde, zouden de mongso's overal tamelijk wel gelijk beginnen, als men naar de schaduwen rekende; maar toch hebben die mongsowijzers een nadeel, hetzelfde wat de zonnewijzer heeft, dat namelijk als de zon niet schijnt, het instrument niet werkt. Men heeft er dan niets aan; nu weet gij wel dat er tijden in het jaar zijn vooral in de westmoesson, dat het soms verscheidene dagen achtereen op den middag betrokken is; dan zou men, als men alleen op den mongsowijzer wilde letten, telkens bedrogen zijn.

Evenals nu om die reden een horlogie gemakkelijker is dan een zonnewijzer, evenzoo is het veel beter de verdeeling van

het jaar in mongso's eens vooral goed vast te stellen, en zich daarnaar te regelen; gebruikt men dan een' almanak, dan kan men tegelijk zien, op welken datum van het europeesch of ook van het javaansch jaar elke mongso begint.

Zulk eene vaste indeeling van het jaar in mongso's heeft, op een voorstel van den zeer kundigen heer Cohen Stuart, de Soesoehoenan van *Soerakarta*, Pakoe Boewono VII, in 1855 ingevoerd, en Pranoto-mongso genoemd. Zie hier nu hoe lang de verschillende mongso's in die Pranoto zijn, en op welke dagen van het europeesche jaar zij gewoonlijk vallen.

MONGSO.	NAAM.	DUUR.	BEGIN.	JAARGETIJDE.
I.	Kasa.	41 dagen.	21 of 22 Juni,	Drooge moeson, gewoonlijk in het geheel Katiga genoemd.
II.	Karó.	23 „	1 of 2 Augustus,	
III.	Katiga.	24 „	24 of 25 Augustus,	
IV.	Kapat.	25 „	17 of 18 September,	Najaarskentering. — Het vallen der eerste regens. — Tijd om djagong te planten.
V.	Kalima.	27 „	12 of 13 October,	Begin van den westmoesson.
VI.	Kànem.	43 „	8 of 9 November,	Uitzaaitijd der zaaipadi of bibit.
VII.	Kapitoe.	43 „	21 of 22 December,	Overplanten van den bibit.
VIII.	Kawòloe	26 of 27 „	2 of 3 Februari,	Tijd der overstroomingen, (bandjirs).
IX.	Kasanga.	25 „	29 Febr., 1 of 2 Maart,	Laatste bandjirs.
X.	Kasadasa.	24 „	25 of 26 Maart.	Snijtijd der vroegrijpe padi, (panen gendjah).
XI.	Dhestha.	23 „	18 of 19 April,	
XII.	Sadha.	41 „	11 of 12 Mei,	Rijstoogst (panen.)

Gij ziet dat de 8e mongso 26 of 27 dagen telt; neemt men 26, dan maken al de mongso's te samen 365 dagen, neemt men 27, dan is de som 366 dagen. Om nu gemiddeld 365¼ dag te hebben, is bepaald dat in elk 4e jaar er één dag meer zou zijn, zulk een jaar is dus een schrikkeljaar, de jaren 4, 8, 12, 16, enz. van de Pranoto-mongso zijn zulke schrikkeljaren, en in

die schrikkeljaren alleen heeft de 8e mongso 27 in plaats van 26 dagen.

Nu is de eerste dag van 't jaar 1 van de Pranoto-mongso geweest de 22 Juni 1855. Het volgende europesche jaar 1856 was een schrikkeljaar, daar was dus een 29e Februari in; doch van de Pranoto-mongso was eerst het vierde jaar een schrikkeljaar, daarom vallen dus de begindagen der mongso's niet altijd precies op denzelfden dag in het europesche jaar.

Gij ziet nu wel dat de mongso's nu beter aan hunne bestemming voldoen, en dezelfde mongso dus op denzelfden tijd van het zonnejaar blijft vallen.

ABDULLAH. Maar mijnheer, ik meen toch dat u mij gezegd hebt, dat het zonnejaar niet juist 365¼ dag is, en dat daarom de Europeanen ook in hunne tijdrekening eene verandering gemaakt hebben.

DE HEER. Ja, dat is ook zoo, de Oude Stijl, waarbij het jaar op 365¼ dagen gesteld werd, zoodat er alle vier jaar een schrikkeldag was, is 45 jaren voor Christus ingevoerd door den Romeinschen Keizer Julius Caesar; want vroeger telden de Romeinen hunne jaren = 365 dagen. Daarom noemt men die telling ook wel de Juliaansche tijdrekening. De Nieuwe Stijl, waarbij in 400 jaren 3 dagen worden weggenomen, en waardoor het jaar dus gemiddeld korter wordt, dan 365¼ dagen, is in 1582 ingevoerd geworden door den Roomschen Paus Gregorius XIII, daarom heet die tijdrekening ook wel de Gregoriaansche. Ik heb u reeds medegedeeld, dat die rekening nog niet geheel goed is. Het jaar van 365¼ dag is 11 minuten en 15 seconden te lang, dit maakt in 128 jaar juist een dag; wanneer de Javanen in de volgende eeuwen er dus nog prijs op stellen, de mongso's zoo te behouden als zij oorspronkelijk geweest zijn, dan kan de Keizer van *Soerakarta* niet beter doen dan te bepalen, dat de jaren 128, 256, 384, 512, enz. van de Pranoto-mongso, geene schrikkeljaren zullen zijn.

DERDE HOOFDSTUK.

Over het bepalen van geografische lengte en over het verschil van middelbaren en waren tijd.

§ 70.

OVER HET VERSCHIL IN TIJD OP TWEE VERSCHILLENDE PLAATSEN.

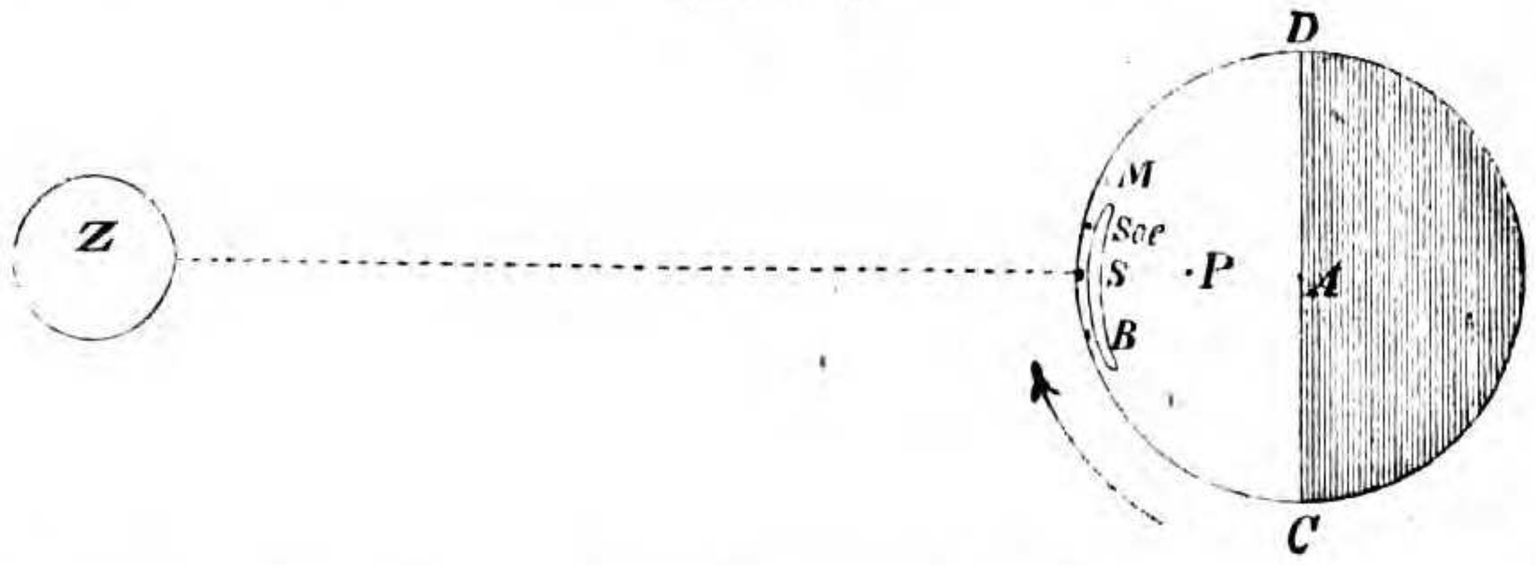
DE HEER. Wel Abdullah, hebt gij nu alles goed begrepen, wat ik u in de vorige keeren heb uitgelegd; of hebt gij nog wat te vragen?

ABDULLAH. O mijnheer, wat u mij van de zonnewijzers en mongso's hebt uitgelegd, begrijp ik heel goed, maar ik heb over iets anders nagedacht; toen u mij over de eklipsen verteldet, hebt u gezegd, dat het te *Makasar* later was dan te *Batavia*, en wel voor elken graad lengte 4 minuten later, en toen hebt u berekend, dat het te *Makasar* ik meen 50 minuten en 22 sekonden later dan te *Batavia* is; maar dat begrijp ik toch niet goed. Hoe komt dat? Is het dan te *Samarang* later dan te *Batavia* en te *Soerabaja* later dan te *Samarang?*

DE HEER. Wel zeker; ik dacht eigenlijk de vorige keer, dat gij dit wel van zelf reeds begrepen zoudt hebben, maar nu dit toch het geval niet is, zal ik het u eens uitleggen. Zie eens hier

deze figuur 138; die groote cirkel rechts stelt voor de aarde, van den zuidkant gezien, dat wil zeggen zóó, dat *A* de zuidpool is, en deze juist naar ons toegekeerd is.

(fig. 138).



Wij verbeelden ons dus, dat wij op een grooten afstand van de aarde zijn en alleen de zuiderhelft van de aarde kunnen zien. Nu staat de zon ergens in de verte, stel in *Z*. In de figuur is nu de zon wat dicht bij de aarde en wat klein geteekend, maar als wij de teekening goed wilden maken, dan moest de zon veel verder staan en ook veel grooter geteekend worden, maar dan zouden wij een heel lang en breed vel papier noodig hebben [1]) en gij zult het nu toch ook wel begrijpen. De aarde draait nu om hare as, eens in de 24 uren, in de richting van het pijltje. Nu heb ik op den omtrek het eiland *Java* afgeteekend, dat zuiderbreedte heeft en dus nog even dicht bij den rand zichtbaar is. *B* beteekent *Batavia*, *S Samarang*, *Soe Soerabaja* en *M Makasar*, dat echter eigenlijk op de noorderhelft der aarde ligt. Beschouwen wij nu de plaats *S Samarang*, die is een half etmaal in de donkere zijde van den aardbol geweest en toen zij in *C* kwam, werd het daar dag, d. i. *Samarang* kwam aan de lichtzijde en de bewoners zeiden: de zon komt op (zie § 17). Nu is voor het oogenblik, dat wij

---

[1]) Tusschen de zon en den aardbol zouden gemiddeld 23000 aardbollen kunnen geplaatst worden, in December en Januari omtrent 400 minder, dus omstreeks 22600, en in Juni en Juli omtrent 400 meer, dus omtrent 23400. Nu is in de teekening de middellijn der aarde 21,5 millimeters aangenomen. Dus zou naar de juiste verhouding de zon op een afstand van 494,5 meters moeten geteekend worden en die zon zou iets meer dan 2 meters middellijn moeten hebben. Zie 1ste stukje, § 15, 16 en 17, figuur 36 en 33.

beschouwen, *S* juist aan den kant der zon, d. i. op de lijn, die van het middelpunt *A* naar de zon getrokken is, dus daar is het nu middag; maar gij ziet toch wel, dat *Makasar* reeds lang deze plaats voorbij is evenals *Soerabaja*, en dat *Batavia* er nog komen moet. Als het te *Samarang* dus middag is, is het te *Makasar* reeds na den middag en is het te *Batavia* nog vóór den middag. Maar eene plaats zooals *P*, die tusschen *Samarang* en de pool ligt, dat is op denzelfden meridiaan, die dus dezelfde lengte heeft, die heeft tegelijkertijd middag als *Samarang*. Daar is het dus even laat als te *Samarang*, maar te *Soerabaja* is het later, te *Makasar* ook, en te *Batavia* is het vroeger dan te *Samarang*.

Nu heb ik gezegd, dat elke graad lengte 4 minuten verschil gaf, en dit is ook natuurlijk, want gij weet toch, dat de geheele omwenteling plaats heeft in 24 uren; maar de geheele omtrek der aarde omvat 360° lengte, dus gaan alle uur $\frac{360}{24}$, d. i. 15 graden voorbij het punt *S*, derhalve in 4 minuten 1 graad. In den Regeerings-almanak wordt voor een aantal plaatsen de lengte en breedte opgegeven en voor een zeker aantal ook het verschil in tijd met *Batavia;* voor de plaatsen, waarvoor dit niet is opgegeven, wordt het toch gemakkelijk berekend op de wijs als ik u uitgelegd heb. Men kan de berekening ook zoo doen, dat men het verschil in lengte door 15 deelt en dan graden, minuten en sekonden, verandert in uren, minuten en sekonden. Men schrijft gewoonlijk graden, minuten en sekonden met de teekens °, ′, ″; doch uren, minuten en sekonden met de teekens u, m, s; neemt men dit in acht, dan kan men zich niet vergissen tusschen ééne minuut boogs en ééne minuut tijds, tusschen ééne sekonde boogs en ééne sekonde tijds.

Nemen wij nu bijvoorbeeld *Ajer Bangis;* hiervan vinden wij in den Regeeringsalmanak opgegeven de lengte 99°22′9″ beoosten *Greenwich.* Maar *Batavia* ligt op 106°48′7″,5 beoosten *Greenwich.* Dit is dus een verschil van 7°25′58″,5, en dit nu door 15 gedeeld, geeft $29^m\ 43^s,9$, zooveel is het dus te *Ajer*

Bangis vroeger dan te *Batavia*; het is dus op weinig na een half uur; is het dus te *Batavia* 4 uur, dan is het te *Ajer Bangis* half vier, enz.

Evenzoo vindt men dat het te *Banjoewangi* een half uur later is dan te *Batavia*. En wanneer wij nu den tijd hier eens vergelijken met den tijd dien het in *Europa* of *Amerika* is, dan krijgen wij veel grootere verschillen. Bijv., laat ons eens zien, hoeveel het in *Holland* vroeger is dan hier, of laat ons liever 2 bepaalde plaatsen opnoemen en vragen: hoeveel is het te *Amsterdam* vroeger dan te *Batavia*. Hiervoor moeten wij weten hoeveel het verschil in lengte is tusschen die twee plaatsen. Van *Batavia* kunnen wij het in den Regeerings-almanak vinden. Wij zullen niet verder gaan dan minuten en vinden:

Batavia 106°48′ beoosten *Greenwich*.

Nu moeten wij het ook van *Amsterdam* weten, daarvoor moeten wij een aardrijkskundig of zeevaartkundig boek raadplegen of het anders op eene kaart nakijken. Wij vinden dan:

Amsterdam 4°53′ beoosten *Greenwich*.

Als wij van die twee getallen het verschil nemen, verkrijgen wij:

Batavia 101°55′ beoosten *Amsterdam*,

en wanneer wij dit door 15 deelen, om het verschil in tijd te vinden:

$6^{u}\ 47^{m}\ 40^{s}$.

Zooveel is het dus te *Batavia* later dan te *Amsterdam*. Wanneer het dus te *Amsterdam* middernacht is, dan is het te *Batavia* al lang dag, wanneer het te *Amsterdam* morgen is, dan is het te *Batavia* namiddag, enz.

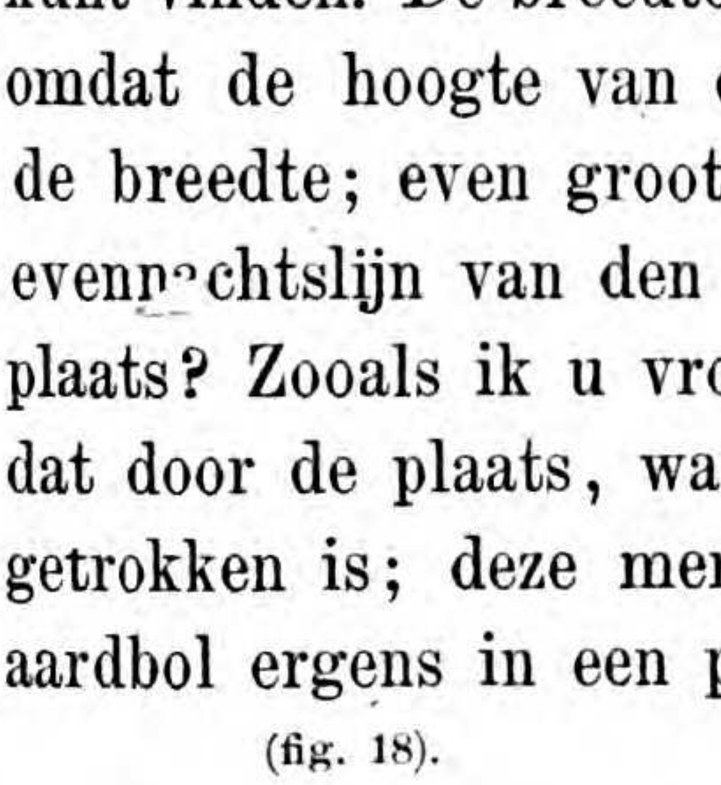
§ 71.

HOE MEN HET LENGTEVERSCHIL VAN TWEE PLAATSEN BEPAALT. EERSTE METHODE, DOOR MAANEKLIPSEN.

ABDULLAH. Wel Mijnheer, dat is alles heel belangrijk, maar hoe weten de menschen dat nu? Hoe kunnen zij nu zeggen dat *Amsterdam* 4°53′ en dat *Batavia* 106°48′ beoosten *Greenwich* ligt? U hebt mij reeds medegedeeld, hoe men de breedte van eene plaats vinden kan, en dat heb ik nog al begrepen, maar hoe kan men nu de lengte vinden? Dat begrijp ik in het geheel niet.

DE HEER. Dat is vroeger heel moeilijk geweest en daar hebben de menschen ook veel moeite mede gehad. Gij begrijpt wel, dat gij met geene middagschaduwen of -hoogten de lengten kunt vinden. De breedten kunnen gemakkelijk gevonden worden, omdat de hoogte van de pool boven den horizon gelijk is aan de breedte; even groot is ook de afstand van het zenith tot de evennachtslijn van den hemel; maar wat is de lengte van eene plaats? Zooals ik u vroeger heb medegedeeld (§ 7), denkt men dat door de plaats, waar men zich bevindt, G, een meridiaan getrokken is; deze meridiaan snijdt de evennachtslijn van den aardbol ergens in een punt D (fig. 18); nu neemt men in die evennachtslijn een vast punt C aan en telt, hoeveel graden, minuten en sekonden de boog $C\ D$ is. Die boog is de lengte van G. Nu begrijpt gij wel, dat men dat wel op eene aardglobe doen kan, maar niet op den aardbol, en er moeten dus andere hulpmiddelen verzonnen worden om de lengten te bepalen. Daarvoor heeft men nu, sedert dat men goede uurwerken maken kan, een eenvoudig middel. Ik heb u namelijk uitgelegd, dat als het te *Batavia* 12 uur is,

(fig. 18).



het te *Makasar* 50^m 22^s later, dus 12^u 50^m 22^s is. Maar weet gij nog, hoe ik die 50^m 22^s verkregen had?

ABDULLAH. Jawel, mijnheer, u hadt gezegd, *Makasar* ligt zooveel graden en minuten beoosten *Batavia*, en voor elken graad lengte is het 4 minuten later, en zoo hebt u die 50^m 22^s gevonden.

DE HEER. Juist zoo, gij ziet dus, dat wij het verschil in tijd kunnen berekenen, als het verschil in lengte ons bekend is; maar evenzoo kunnen wij nu het verschil in lengte berekenen, als wij het verschil in tijd kennen, want dan zeggen wij maar: elke minuut verschil in tijd geeft 15 minuten verschil in lengte: 4 minuten verschil in tijd dus 60 minuten of 1 graad verschil in lengte.

Wanneer wij nu in staat zijn, het verschil in tijd en dus het verschil in lengte van *Makasar* en *Batavia* te kennen, en wanneer wij nu de lengte van *Makasar* beoosten *Greenwich* willen weten, dan moeten wij nog maar de lengte van *Batavia* beoosten *Greenwich* kennen.

Ik zal u nu eens verschillende methoden doen kennen, om zulk een verschil in tijd te vinden. Is *Greenwich* een van de twee plaatsen, waarvoor het verschil in tijd geldt, dan heeft men dadelijk de lengte zelve van de andere plaats, want de lengte van *Greenwich* is = 0. Nu begrijpt gij wel, dat het niet moeilijk is, het verschil in tijd op twee plaatsen te vinden, wanneer er op die twee plaatsen maar twee personen zijn, die ieder een goed horloge hebben, en wanneer die personen hetzelfde verschijnsel tegelijk kunnen zien of hooren, en dan ieder op zijn horloge aanteekent, hoe laat het bij hem is. Dan trekken zij die twee aanteekeningen maar van elkander af, en dan hebben zij het verschil in tijd. Er zijn verschillende manieren om dat te doen. Aan den hemel zelven zijn soms verschijnselen, die men te gelijkertijd op beide plaatsen zien kan, bijv. maaneklipsen. Als eene maaneklips te *Batavia* en te *Makasar* zichtbaar is, dan behoeft men maar op beide plaatsen den tijd van het begin of het einde aan te teekenen, dan kan men

daaruit het lengteverschil vinden. Dit heeft men vroeger veel gedaan. Bijvoorbeeld die eklips van 4 November 1873, waarvan wij vroeger gesproken hebben (§ 33), stel dat die door twee verschillende waarnemers, te *Makasar* en te *Batavia* was waargenomen als volgt:

	Makasar.	*Batavia.*
Begin der eklips . . .	$10^u\ 3^m\ 55^s$	$9^u\ 13^m\ 21^s$
Begin der totale eklips.	11 5 29	10 15 15
Einde der totale eklips.	12 31 4	11 40 52
Einde der eklips . . .	13 33 6	12 42 42

en die waarnemers ons dit hadden medegedeeld, dan zouden wij vinden, als wij de getallen, die op dezelfde lijn staan, van elkander aftrekken, voor het verschil in tijd tusschen *Makasar* en *Batavia*

$50^m\ 34^s$,
50 14,
50 12,
50 24.

Hiervan zou men nu het midden moeten nemen, dat is, men zou alle vier moeten optellen en de som door 4 deelen, dan verkrijgt men

$50^m\ 21^s$,

hetgeen bijna nauwkeurig is.

ABDULLAH. Maar mijnheer, hoe komt het, dat die vier uitkomsten niet allen gelijk zijn? Dat moest toch, dunkt mij, wel zijn.

DE HEER. Wel zeker, maar dat komt, omdat de maaneklipsen zich niet zoo precies laten waarnemen; evenals gij zelf bij het blok hebt opgemerkt, dat de schaduw niet zeer scherp was, zoo is het hier ook. De aarde werpt achter zich eene schaduw, en als de maan in die schaduw komt, is het eene maaneklips, maar die schaduw heeft geene scherpe randen, en het is dus niet mogelijk op eene sekonde juist te zeggen, wanneer de

eklips begint of eindigt. Daarom is die methode ook later in onbruik geraakt.

ABDULLAH. Maar mijnheer, kan men die methode nu ook gebruiken om de lengte zelve beoosten *Greenwich* te vinden?

DE HEER. Ja wel, maar dan moet de eklips ook zoowel te *Greenwich* als te *Batavia* zichtbaar zijn, dat wil zeggen, de maan moet op beide plaatsen op zijn. Nu is het te *Batavia* altijd 7^u 7^m later dan te *Greenwich;* bij eene maaneklips is het altijd volle maan, en als het volle maan is, staat de maan tegenover de zon, en komt dus in *Indië* omtrent te 6 uur des avonds op en gaat te 6 uur des morgens onder, dan is het te *Greenwich* 11 uur 's morgens en 11 uur 's avonds. De eklips moet dus te *Greenwich* voor 11 uur 's avonds zichtbaar zijn, bijv. die van den 27 Februari 1877, die duurde te *Greenwich* van 5^u 30^m tot 9^u 1^m. De maan was te 5^u 28^m opgekomen. Te *Batavia* duurde zij dus van 12^u 37^m tot 4^u 8^m des morgens, en die eklips was dus wel op beide plaatsen waar te nemen.

ABDULLAH. Is er nu te *Greenwich* altijd iemand, die die eklipsen waarneemt?

DE HEER. Ja, want daar is een groot observatorium, al sedert bijna 200 jaar; en daar wordt ook altijd voortdurend de hemel geobserveerd, maar al is de eklips daar nu niet waargenomen, dan kan men toch wel de lengte zijner woonplaats door eene maaneklips vinden, want er komt in Engeland alle jaar een almanak uit, waarin men alles wat de sterren betreft, vinden kan, en daar vindt men dan ook, wanneer die eklipsen beginnen en eindigen op den tijd te *Greenwich.* Zoo vindt men van die eklips van 4 November 1873, dat

het begin der eklips was te	2^u	6^m	12^s	te *Greenwich*,	
het begin der totale eklips te	3	8	0	„	„ ,
het einde der totale eklips te	4	33	36	„	„ ,
het einde der eklips te . . .	5	35	24	„	„ ,

wanneer gij die getallen nu aftrekt van de tijden, die wij voor-

ondersteld hebben, dat te *Batavia* waren waargenomen, dan vindt gij

7^u	7^m	9^s
7	7	15
7	7	16
7	7	18

En hier weder het midden van: 7^u 7^m $14^s,5$. Dit is bijna goed; het moet wezen $12^s,5$.

---

§ 72.

TWEEDE METHODE, DOOR ZONEKLIPSEN OF STERREBEDEKKINGEN.

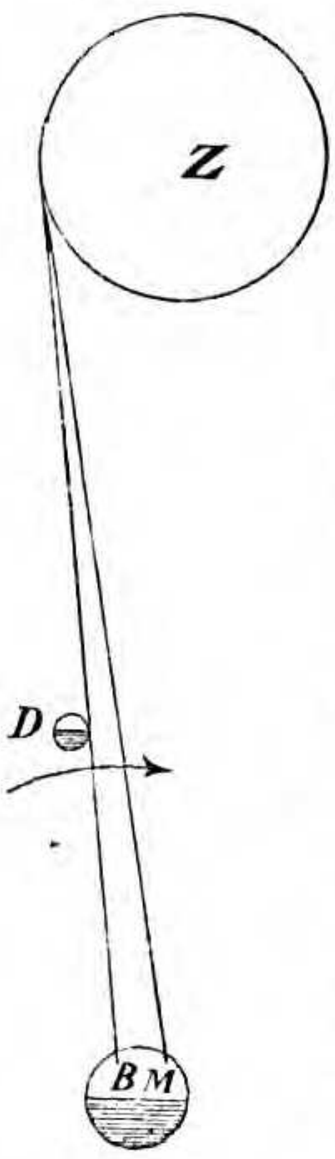
DE HEER. Wel Abdullah, hebt gij nu nog goed onthouden, wat ik u de vorige keer heb medegedeeld?

ABDULLAH. Jawel, mijnheer, u hebt mij geleerd, dat men door eene maaneklips kan vinden hoeveel de lengte is der plaats, waar men zich bevindt, en dat heb ik ook heel goed begrepen. Maar ik heb mij bedacht, er zijn immers ook van tijd tot tijd zoneklipsen, kan men die ook niet even goed gebruiken, bijv, als men te *Batavia* de zoneklips ziet beginnen te 9 uur, dan zal men haar te *Makasar* wel zien beginnen te 9 uur 50 minuten, en dan heeft men toch ook het verschil in tijd.

DE HEER. Het is niet zonder reden, dat ik u alleen de maaneklipsen noemde; ik deed dit om u dadelijk de berekening te laten zien, die zeer eenvoudig is. Maar om uit de waarnemingen eener zoneklips het verschil in tijd te vinden, gaat zoo gemakkelijk niet, als gij wel denkt. Herinner u maar eens goéd, wat ik u vroeger over de zoneklipsen heb medegedeeld. Bij eene zoneklips komt de maan tusschen de aarde en de zon, zie fig. 67 en 68, maar het spreekt van zelf, dat zulk eene

zoneklips zich voor alle plaatsen van den aardbol niet op dezelfde wijs voordoet; want zie eens figuur 139, hierin stelt *Z* de zon voor, en *D* de maan; wanneer nu uit *Batavia*, *B*, gezien, de maan de zon aanraakt, zooals de figuur aanduidt, en de beweging der maan in de richting van het pijltje is, dan raakt de maan, voor iemand te *M*, *Makasar*, de zon nog niet aan. Het tijdstip van begin der eklips te *Batavia* is dus niet dat van begin der eklips te *Makasar*. Als nu twee menschen, één te *Batavia* en één te *Makasar*, het begin van eene zoneklips hebben waargenomen, en den tijd van dit begin hebben aangeteekend, dan kunnen de sterrekundigen wel vinden hoeveel dan hun verschil in lengte is, maar daarvoor is toch eene tamelijk langwijlige berekening noodig. Hetzelfde is ook het geval als de maan over eene ster gaat; dan ziet iemand te *Batavia* die bedekking altijd eerder dan iemand te *Makasar*, maar niet altijd evenveel, en toch is het wel mogelijk, uit die tijden, waarop de bedekking op die beide plaatsen gezien is, het verschil in lengte te berekenen. De sterrekundigen hebben dat veelvuldig gedaan. Niet altijd werd de waarneming op twee plaatsen gedaan; maar als men op eene plaats eene zoneklips of eene bedekking eener ster nauwkeurig waarneemt, dan kan men met behulp van een' sterrekundigen almanak de lengte van die plaats berekenen. Ik heb u reeds medegedeeld dat zoo een almanak in *Engeland* uitkomt, maar er wordt er ook een door de Fransche, een door de Duitsche, en een door de Amerikaansche regeering uitgegeven. Men kan gebruiken welke men wil, de uitkomst moet hetzelfde zijn.

(fig. 139).



De lengte van *Batavia*, zooals wij die reeds meermalen gehad hebben, 106° 48′ 7″,5 beoosten *Greenwich*, is voornamelijk door bedekkingen van sterren gevonden.

§ 73.

DERDE METHODE, DOOR OVERBRENGING VAN TIJD MET BEHULP VAN UURWERKEN.

Maar er is eene andere methode, waarmede eigenlijk de meeste lengten van de punten op de kaarten gevonden zijn; die methode is die, welke door de zeelieden ook gebruikt wordt om alle dagen de lengte van hun schip te vinden. Gij weet nu, dat men het verschil in lengte vindt door het verschil in tijd. Welnu, elk schip heeft minstens één, maar dikwijls twee of drie uitstekende horloges aan boord, tijdmeters genaamd; en wanneer een schip uit *Batavia* vertrekt, dan wordt daar voor zijn vertrek alle dag de tijdklep waargenomen, die aan de haven staat. Deze tijdklep bestaat uit een paar houten schijven, die hoog boven een huis zijn aangebracht, en die plotseling kunnen omgeslagen worden. In dat huisje bevindt zich eene nauwkeurige pendule, en de ambtenaar, die er zijn bureau heeft, moet alle dag, precies te twaalf uur, den tijdklep omslaan; daarvoor moet hij nauwkeurig weten, hoe die pendule wijst, of zij voor is of achter, en hoeveel; en als het dan des middags twaalf uur is, dan drukt hij op eene kruk, en de tijdklep keert dan onmiddellijk om. De stuurlui op de schepen, die op de reede liggen, kijken nu op hun tijdmeter op het oogenblik, dat zij dien tijdklep zien omslaan, en wanneer zij dat nu eenige dagen achtereen doen, dan weten zij niet alleen hoeveel hun tijdmeter voor of na is, maar ook zeer juist, hoeveel die tijdmeter alle dag voor of na loopt.

Wanneer nu een schip van *Batavia* naar *Makasar* zeilt, dan is het den volgenden dag wel van *Batavia* een heel eind weg, maar de stuurman kan toch op zijn tijdmeter elk oogenblik zien, hoe laat het te *Batavia* is. Komt hij nu te *Makasar*, en ziet hij nu, dat als zijn tijdmeter, verbeterd voor vóór- of naloopen, aangeeft $11^{u}\ 10^{m}$ tijd te *Batavia*, het te *Makasar*

reeds middag is, dan weet hij, dat het te *Makasar* 50 minuten later is dan te *Batavia* en dat *Makasar* dus 12° 30′ oostelijker ligt dan *Batavia*.

§ 74.

VIERDE METHODE, DOOR DEN ELECTRISCHEN TELEGRAAF.

Nog eene zeer merkwaardige manier bestaat er om te vinden, hoeveel eene plaats oostelijker of westelijker dan de andere ligt, maar dan moet er een telegraafdraad tusschen de beide plaatsen zijn. Wanneer op het telegraafkantoor te *Batavia* naar eene andere plaats, bijv. *Bandong* geseind moet worden, dan drukt de telegrafist te *Batavia* op eene knop. Bijna op hetzelfde oogenblik is het sein door den telegraafdraad te *Bandong* aangekomen en hoort men daar op het telegraafkantoor een' tik, een geluid. Wanneer dus nu iemand te *Batavia* met een uurwerk op het telegraafkantoor is, en een ander met een tweede uurwerk te *Bandong*, dan zullen beide op het uurwerk kunnen zien, te *Batavia*, wanneer het sein gegeven wordt, en te *Bandong*, wanneer het sein gehoord wordt, en dan behoeft men maar de aanwijzingen van de beide uurwerken van elkander af te trekken, om het verschil in tijd te vinden.

ABDULLAH. Maar mijnheer, het sein zal toch wel tijd noodig hebben, om van *Batavia* naar *Bandong* te komen? En dan is het tijdstip, dat te *Bandong* opgeteekend wordt, toch niet hetzelfde, als dat te *Batavia* opgeteekend wordt?

DE HEER. Ja, gij hebt wel gelijk, maar die tijd is zoo gering, dat wij ons daar bijna geen denkbeeld van kunnen maken. En toch, al was die tijd nu niet zoo kort, dan zou het er niet op aan komen, want als de telegrafist te *Batavia* seint, komt het sein te *Bandong* te laat aan, maar evenzoo als die te *Bandong* seint, dan komt het te *Batavia* te laat. In het eene geval krijgt men dus het lengteverschil te groot, in het andere

te klein, en wanneer men nu het getal neemt, dat tusschen beiden in ligt, dan is dit geheel juist. En het verschil tusschen de beide getallen is juist dubbel zooveel als de tijd dien het sein noodig heeft, om van *Batavia* tot *Bandong* of terug te komen. Maar die tijdruimte is nog niet eens een tiende deel van eene sekonde, dus, zooals ik zeide, zoo goed als geheel onmerkbaar. In 1859 en 62 zijn van alle plaatsen op *Java*, waar toen telegraafkantoren waren, de lengteverschillen met *Batavia* door den telegraaf bepaald geworden.

ABDULLAH. Maar mijnheer, hoe gaat toch zoo een sein, en hoe werkt die telegraaf toch? Er is waarlijk niets, waarover wij ons meer verwonderen, dan de telegraaf. Als u mij daarvan wat wildet vertellen, zoudt u mij veel genoegen doen.

---

§ 75.

BESCHRIJVING VAN DEN ELECTRISCHEN TELEGRAAF.

DE HEER. Met genoegen, het komt nu hier juist te pas, en het is zeer nuttig, dat gij dit weet. Gij weet toch wel, dat er verschillende metalen zijn, niet waar? goud, zilver, koper, tin, lood, zink, ijzer en nog meer. Ook kwik is een metaal, maar terwijl de andere metalen allen bij de gewone warmte der lucht vast zijn, is kwik dan vloeibaar en dus gesmolten.

ABDULLAH. Maar mijnheer, kan kwik dan ook vast worden?

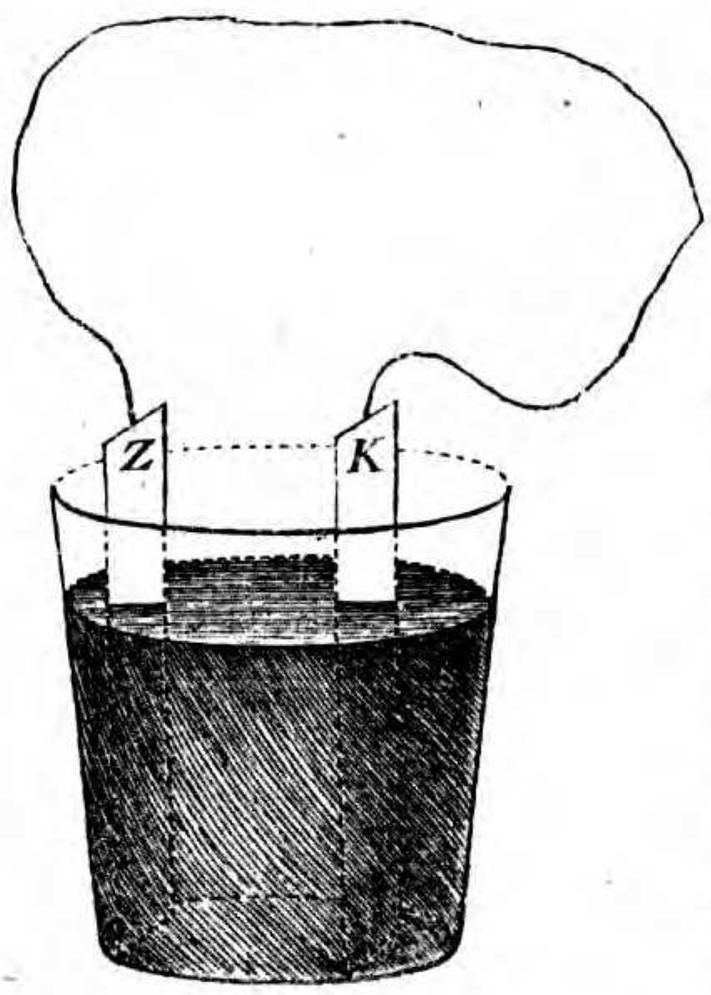
DE HEER. Ja, maar daartoe is eene zeer strenge koude noodig, zooals niet eens in *Holland* voorkomt. In *Siberië* en in het noorden van *Amerika* komt het alleen wel voor, dat het zoo koud is, dat het kwik bevriest. Die metalen, die ik u opgenoemd heb, zijn over de geheele wereld, voor zoover er handel is, verspreid; men kan ze bijna overal verkrijgen. Zooals gij zeker weet, wordt goud in *Borneo* gevonden, evenals ijzer, en ofschoon de Dajakkers nu niet zulke goede ovens hebben als men in *Europa* vindt, verstaan zij toch wel de kunst, ijzer

uit het erts te smelten en er klewangs uit maken. Tin komt in *Banka* in den grond voor, maar dat is ook nog niet het metaal, het is erts, wat daar gevonden wordt, maar in de fornuizen wordt het metaal er uitgesmolten. De overige metalen, die ik u opgenoemd heb, zilver, koper, lood, zink, komen uit *Europa*, hoewel van sommige dier metalen, bijv. koper, ook wel erts in den Indischen Archipel voorkomt.

ABDULLAH. Is geel koper ook geen metaal?

DE HEER. Ja, maar het is een mengsel van twee andere, namelijk van koper en zink. Maar het is een zeer nuttig metaal, waarvan men verscheidene voorwerpen maken kan; men kan het gieten, zooals gij weet worden er strijkijzers, sirihdoozen en andere voorwerpen van gegoten, ook wordt er, evenals van ijzer, draad van getrokken, dat gij op elken passer koopen kunt. Nu hebben die metalen eene zonderlinge eigenschap, en kool heeft die eigenschap ook. — Wanneer gij namelijk twee platen van twee verschillende metalen, bijv. zink en koper (of ook zink en kool), in eene zelfde zure vloeistof dompelt, bijv. in azijn, dan gebeurt er vooreerst niets bijzonders dan dat het zuur die metalen op de gewone manier een weinig uitbijt; maar wanneer men nu die metalen platen met een metaaldraad, al is die nog zoo lang, aan elkander verbindt, zie fig. 140, dan gebeuren

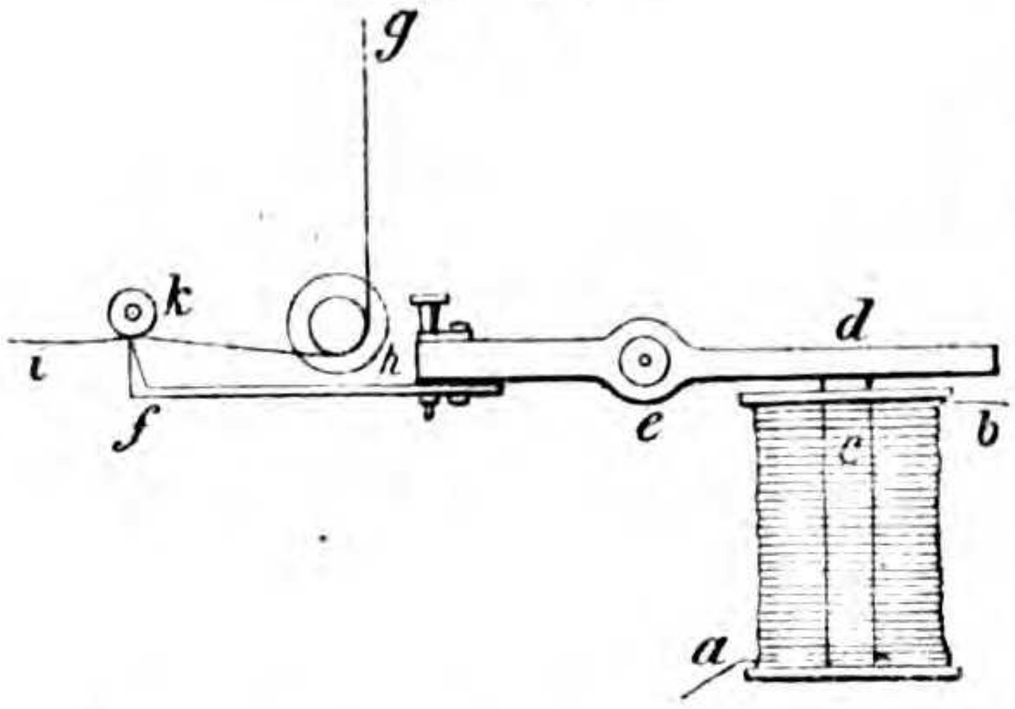
(fig. 140.)



er vreemde zaken. Vooreerst wordt de eene plaat, hier de koperen plaat, niet meer door het zuur aangetast, en de andere, hier de zinkplaat, des te sterker. Dan vertoont de metaaldraad, die de beide platen verbindt, merkwaardige eigenschappen. Men zegt dan, dat er door dien draad een electrische stroom loopt. Van deze eigenschappen is zeker een der merkwaardigste, dat, wanneer die draad langs een stukje ijzer loopt, dit stukje ijzer magnetisch wordt, en dus ander ijzer zwak aantrekt. Om die werking nu sterker

te maken, wordt de metaaldraad *a b* fig. 141, herhaalde malen

(fig. 141.)



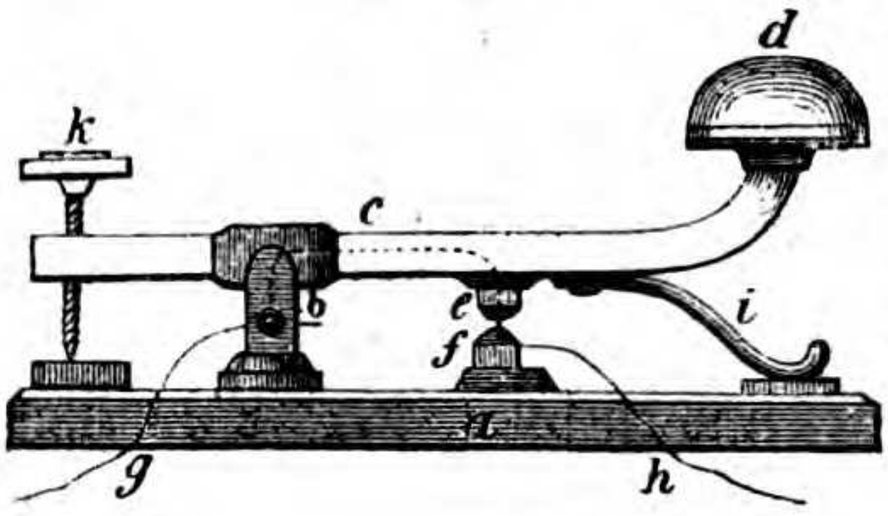
om het stukje ijzer gewonden, evenals een klosje garen, en om te bewerken dat elke winding zijne eigene werking heeft. en de electrische stroom niet van de eene winding in de andere overgaat, wordt het metaaldraad met een zijden draad omwonden. In elk telegraafkantoor kunt gij dit stukje in den telegraaftoestel zien.

Wanneer nu het ijzeren staafje *c* magnetisch geworden is, dan trekt het een plaatje ijzer, dat er boven is, *d*, aan; dit plaatje is bevestigd aan een' arm, die om een scharnier *e* draait, als dus het plaatje aangetrokken wordt, dan gaat de andere arm, waar de punt *f* aan zit, naar de hoogte, en drukt een papieren lint of strook *g h i*, tegen het rolletje *k*, dat aan den rand altijd nat is met blauwen inkt. Er wordt dan met dien blauwen inkt een punt geteekend op de bovenzijde van de strook papier. Zoo lang nu de metaaldraad in zijn geheel blijft, blijft dit plaatje door het staafje *c* aangetrokken, maar wordt de metaaldraad doorgeknipt, dan houdt de aantrekking ook dadelijk op, en het plaatje *d* wordt dan door eene veêr, die die niet in de figuur geteekend is, teruggetrokken. Men noemt zulk een staafje *c* een *electro-magneet*, 'en het plaatje *d* heet het *anker*.

Wanneer nu een telegrafist seint, dan doet hij niet anders dan de metaalverbinding verbreken en aanhechten; hij zou daarvoor den metaaldraad kunnen doorknippen en de beide einden in zijne handen houden, dan zoude, als hij de einden elkander liet aanraken, de toestel wel werken, hetgeen men noemt, de stroom zou doorgaan, en het anker *d* zou door den electromagneet worden aangetrokken, en wanneer hij de einden weêr van elkander trok, zou de toestel weêr ophouden, d. i.

het anker zou door die veêr weder van den electromagneet worden afgetrokken. Maar men heeft daarvoor eene eenvoudiger en gemakkelijker manier bedacht, namelijk door wat men op het telegraafkantoor noemt den sleutel. Ziehier daarvan de teekening, fig. 142; *a* is een plankje, dat op de tafel in het kantoor gezet wordt, *b* is een staafje van geel koper, evenals *c*, *e* en *f*, de knop *d* is van hout en hout laat den stroom niet doorgaan; nu wordt door de veer *i* de stang *c* in de hoogte gedrukt en dan raken *e* en *f* elkander niet, maar als men op den knop *d* drukt, dan raken *e* en *f* elkander aan. Nu is *g* een metaaldraad, die met het stuk zink van fig. 128 verbonden is en *h* is de metaaldraad, die naar het andere station gaat. Wanneer nu de telegrafist bijv. te *Batavia* op den knop *d* drukt, dan kan de stroom door *g*, *b*, *c*, *e*, *f* en *h* doorgaan langs den weg, die door de gestippelde lijn wordt aangewezen, maar laat hij dien knop los, dan houdt de stroom op. Komt nu die stroom op het andere station, bijv. *Samarang* aan, dan hoort men den tik, als het anker *d*, fig. 141, door den electromagneet wordt aangetrokken en tegelijkertijd schrijft het rolletje met blauwe inkt, dat aan den toestel verbonden is, op de strook papier eene blauwe punt. Nu blijft die papieren strook niet stil, maar zij wordt door eene machine, onder het rolletje door, afgetrokken en zoo komt er als de stroom niet ophoudt, een blauwe streep. Drukt de telegrafist te *Batavia* dus even, en laat hij dadelijk weêr los, dan komt er te *Samarang* eene punt of een kort streepje, houdt hij den sleutel een weinig langer naar beneden, dan komt er eene lange streep op het papier; nu kan men die punten en strepen op allerlei wijzen met elkander verbinden, en elke verbinding is eene letter; deze wijze van seinen is zeer eenvoudig, en is bedacht geworden door een Amerikaan, genaamd Morse; hij heeft te gelijk een alfabet gegeven, waardoor men nu alle woorden kan

(fig. 142.)



seinen; men noemt dit dan ook het alfabet van Morse. Hier hebt gij het, en zooals gij ziet, de cijfers en leesteekens zijn er ook bij:

.—	a	——.—	q	——— ..	8
—...	b	.—.	r	———— —.	9
—.—.	c	...	s	—————	0
—..	d	—	t	.....	.
.	e	..—	u	.—.—.—	,
..—.	f	...—	v	—.—.—.	;
——.	g	.——	w	———...	:
....	h	—..—	x	..———..	?
—————	ch	—.——	y	——..——	!
..	i	——..	z	————————	breukstreep.
.———	j	.————	1	—.——.—	( )
—.—	k	..———	2	—.—.—.—	Teeken om op te roepen.
.—..	l	...——	3		
——	m	....—	4	...—.	Teeken van verstaan.
—.	n	.....	5	.—.—.—.	Eind van het telegram.
———	o	—....	6		
.——.	p	——...	7		

En daar nu dat europeesche alfabet ook zeer goed voldoet voor het schrijven van maleisch, zoo is het voor *Java* zeer geschikt; zoo zoude bijvoorbeeld het volgende telegram, op de papierstrook ontvangen, aldus luiden:

.— ——... —.. ——— . .—.. .—. .— ————

A b d o e l R a ch

—— .— —. .——. . —.— .— .—.. ———

m a n P e k a l o

—. ——. .— —. .... ———— . .—. .— —

n g a n . S o e r a t

... ——— . —.. .— —.. .. — .— .—. ..

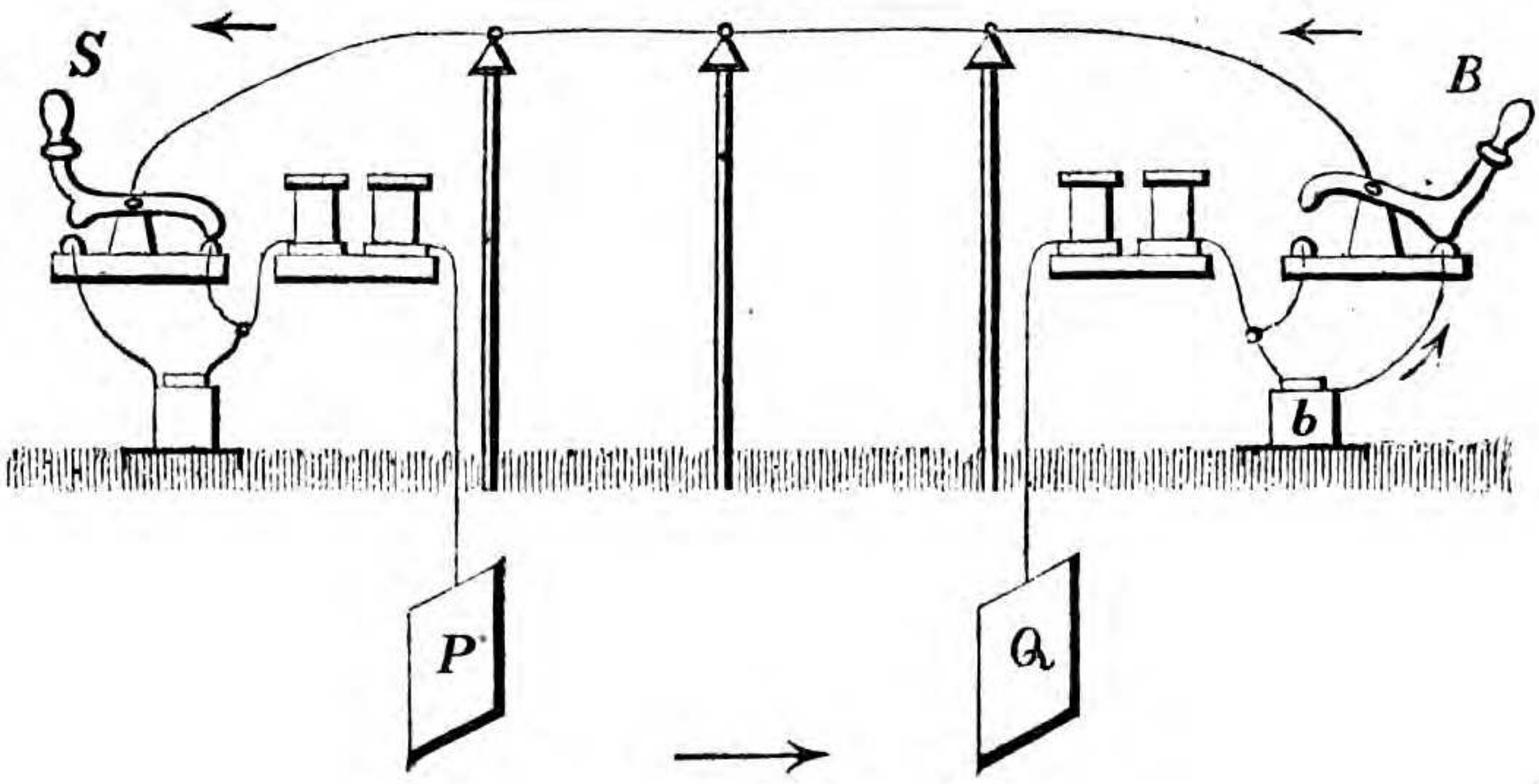
s o e d a d i t a r i

— — . — . — . — . — ... — — — . — .. . — ... . —
m a , s o e d a s a
. — — — — . — — — ... . — . — — — — . — . — . ... . —
j a b a j a r s a
— — . — ... .. . — — — .. — . ... . —
m a s i A m i n s a
— ... . — . . — — ... . — . — — — . . — — . .. . —
b l a s r o e p i a
. . . — — — — — — — — — . . . — . . . . . — ... .
3 / 4 . b e
— — — — — . . — .. .. — — .. . — — . . — — ... . —
t o e l ? P a S a
. — . .. . — .... . — . — . — .
r i a h adanja.

ABDULLAH. Ja, dit is zeer merkwaardig; maar Mijnheer, gaat de stroom nu weder van de plaats, waar het telegram ontvangen is naar de plaats, waar het is afgezonden, terug langs een metaaldraad? dan zouden er dus twee metaaldraden noodig zijn?

DE HEER. Dit heeft men in het eerst ook zoo gedacht, maar een beroemd man, met name Steinheil, heeft later gezien, dat dit niet noodig is, de electrische stroom kan ook door de aarde terugkeeren, en daarom heeft men slechts den toestel die het telegram ontvangt, weder met de aarde te verbinden door een metaaldraad en een koperen plaat, die men de aardplaat noemt. Zie nu eens deze figuur 143, dan kunt gij juist zien hoe de

(fig. 143).



stroom loopt. *B* beteekent *Batavia* en *S Samarang*. Zooals de teekening nu is, seint de telegrafist te *Batavia*. *b* is zijne batterij, dat is het glas of de glazen, waar de twee metalen [1]) en het zuur in zijn; van *b* loopt de stroom nu eerst, zooals het pijltje aanduidt, naar de sleutel *s*, van daar door den draad, die over de palen loopt, naar *Samarang*. Gij hebt toch zeker wel de telegraafdraden langs den grooten weg gezien, dit zijn dikke ijzerdraden, en zij worden door de palen of boomen opgehouden, maar altijd door middel van porceleinen toestellen, die zoo gemaakt zijn, dat, als het regent, toch de electrische stroom nooit van den draad langs den paal of den boom kan afvloeien; want door water kan de stroom ook gaan, even als door de metalen, maar niet door porcelein of glas. Nu ziet gij wel, dat de stroom te *Samarang* eerst door den sleutel gaat, dan naar den electromagneet; en van daar naar de plaat *P*, de zoogenaamde aardplaat in den grond. Men kan de zaak nu aldus beschouwen alsof de stroom door den grond naar *Batavia* terugkeert, en wel eerst naar de plaat *Q*, dan naar den electromagneet, en van daar naar de batterij. Op die wijs zal dus het telegram niet alleen te *Samarang*, maar ook te *Batavia* ontvangen worden, want de electromagneet brengt den schrijftoestel aan den gang. Wil men te *Batavia*

---

[1]) Niet enkel metalen kunnen voor de batterijen gebruikt worden, maar ook kool. Er zijn batterijen in gebruik van verschillende constructie. In sommigen is zink en koper, in anderen zink en kool, (de beste is uitgebrande steenkool, koke, die echter op eene bepaalde manier moet bereid worden), in nog anderen zink en platina. De vochten, die men in de glazen doet, verschillen ook; en bij sommigen worden twee vochten gebruikt, dan is in het glas zelf de plaat zink, en daarin staat ook een pot van poreuse aarde, die, evenals een gendi, water doorlaat; in dien pot is het tweede vocht en in dat vocht staat het tweede metaal of de kool, die evengoed als een metaal gebruikt kan worden. Maar de werking van al die batterijen is hetzelfde; er wordt een electrische stroom door opgewekt.

zelf het telegram niet ontvangen, dan moet de verbinding van de aardplaat met de batterij maar onmiddellijk gemaakt worden, hetgeen natuurlijk altijd licht gebeuren kan.

ABDULLAH. Maar mijnheer, kan men nu met zoo een toestel zoo ver seinen als men wil?

DE HEER. Ja, maar hoe verder de afstand der twee plaatsen, hoe zwakker de stroom is, en als de stroom te zwak is, dan wordt de electromagneet niet sterk genoeg, om het anker aan te trekken; dit kan men nu wel verbeteren door meer glazen in de batterij te doen, maar het is voor de telegraafdienst gemakkelijker, dat men zich op eene andere wijs helpt. Het gebeurt nu zoo. Wanneer er van *Batavia* naar *Banjoewangi* geseind moet worden, dan wordt meestal in het eerst niet verder geseind dan tot *Bandong*. Dan moet de stroom daar door een toestel, waar ook een stuk ijzer in is, waar de draad om loopt, of met andere woorden, waar ook een electromagneet in is. Wanneer nu de stroom gesloten wordt, dan trekt die electromagneet een anker aan, even als bij den schrijftoestel, maar dan wordt, als dit anker den electromagneet nadert, een stroom gesloten, die door eene batterij te *Bandong* gevormd wordt, en die nu verder naar *Samarang* gaat. Zulk een toestel noemt men een *relais*, een fransch woord, dat zooveel wil zeggen als eene wisselplaats of postloods; even als men op de wisselplaatsen nieuwe paarden voor de wagens krijgt, even zoo wordt de electrische stroom bij elk relais ververscht. Te *Samarang* loopt deze stroom weder door een relais, en nu wordt daar weder een derde stroom gesloten, die naar *Soerabaja* loopt, en te *Soerabaja* is een derde relais, waardoor een vierde stroom gesloten wordt, die naar *Banjoewangi* gaat. Wanneer er dus een telegram van *Batavia* direct naar *Banjoewangi* gaat, dan moet het drie tusschenstations, ieder met een relais, passeeren; elk relais geeft een weinig oponthoud, want eerst moet de electromagneet sterk genoeg magnetisch worden, om het anker aan te trekken, dit kost een weinig tijd; dan moet het ankertje aangetrokken worden en vallen, en heeft hiervoor

tijd noodig, evenzoo elk schrijftoestel; en toch heeft een opzettelijk onderzoek getoond, dat elk relais en schrijftoestel slechts ongeveer 0^{s},075 oponthoud geeft. Dit is gebleken, toen in 1862 door de Geographische Dienst het verschil in lengte bepaald werd van de plaatsen op *Java*, waar toen telegraafkantoren gevestigd waren; het bleek toen, dat, hoe meer relais noodig waren, hoe grooter het oponthoud was, en dit oponthoud werd, zooals ik u reeds uitgelegd heb, gevonden door de seinen eerst te geven op de westelijkste plaats en dan op de oostelijkste plaats.

Bij voorbeeld. Den 3^{den} October 1862 werd gevonden het verschil der twee uurwerken te *Batavia* en te *Magelang*, (uurwerken die niet precies naar den tijd van die plaatsen liepen),

door de seinen gegeven te *Batavia*	30^{m}	38^{s},77
„ „ „ „ „ *Magelang*	30	38 ,43
Dit geeft dus een verschil van		0^{s},34

en de tijd, dien de stroom noodig heeft om van den toestel te *Batavia* tot dien te *Magelang* te komen, is dus hiervan de helft, d. i. 0^{s},17. Er waren drie relais en schrijftoestellen in de lijn, dus elk relais met schrijftoestel gaf een oponthoud van één derde van 0^{s},17 of 0^{s},057.

ABDULLAH. Maar mijnheer, de stroom zelf heeft toch ook tijd noodig, om den draad te doorloopen?

DE HEER. Ja, dat is ook waar, maar die stroom gaat zoo snel, dat het bijna niet mogelijk is, om den tijd te vinden, dien hij noodig heeft, om van *Batavia* tot *Magelang* te komen. De geleerden in *Europa* en *Amerika* hebben daaromtrent vele onderzoekingen gedaan, en daaruit zou blijken, dat de tijd, dien de eigenlijke electrische stroom noodig zou hebben, om van *Anjer* tot *Banjoewangi* te komen, slechts weinig meer dan één-honderdste sekonde bedraagt. Het oponthoud, dat op *Java* kan gevonden worden, zooals ik u beschreven heb, is dus grootendeels te wijten aan den toestel zelf.

§ 76.

OVER DE STERREKUNDIGE BEPALING VAN DEN TIJD. — VERSCHIL TUSSCHEN ZONNETIJD EN MIDDELBAREN TIJD.

DE HEER. Wel Abdullah, ik heb u nu verschillende methoden medegedeeld, om de lengte te bepalen van de eene plaats met betrekking tot de andere, maar gij hebt zeker wel opgemerkt, dat bij al die methoden ééne zaak noodzakelijk is, en dat is om precies te weten, hoe laat het op een bepaald oogenblik is. Nu weten wij wel, dat men daarvoor op eene klok of een horlogie zien moet, maar men moet dan toch weten, hoeveel die klok of dat horloge voor of na loopt, en hoe zullen wij dat nu vinden?

ABDULLAH. Ja mijnheer, daar heb ik ook wel aan gedacht; in de binnenlanden let men alleen maar op den zonnewijzer, maar men kan daar toch niet eens goed eene minuut op zien. Men heeft mij eens gezegd, dat te *Batavia*, *Samarang*, *Soerabaja* en andere plaatsen, waar eene reede is, des avonds te 8^{u} een nachtschot valt, en dat de menschen daarnaar hunne horloges en pendules gelijk zetten, maar dat die dan niet altijd met den zonnewijzer gelijk loopen, zoodat ik u al eens heb willen vragen, of dat waar is en hoe dat dan komt.

DE HEER. Wel, dat zal ik u mededeelen. Eerst moet ik u opmerken, dat gij wel gelijk hebt, dat de zonnewijzer, zooals die gewoonlijk gebruikt wordt, ter nauwernood toelaat, om er nog eene minuut op te zien; maar dat er toch instrumenten bestaan, waarmede het voor een sterrekundige niet moeilijk is, den tijd tot op eene sekonde te kennen. En nu zijn er op de gebouwen, waar een tijdklep is, zooals te *Batavia* en te *Soerabaja*, ambtenaren, die de waarnemingen, daartoe noodig, kunnen doen. Zij meten met een instrument de hoogte van de zon op een bepaald oogenblik, en teekenen dan op, hoe

de pendule staat. Nu kunnen zij berekenen, hoe laat het wezenlijk is, als de zon zoo hoog staat, en dus kunnen zij dan weten, hoeveel hunne pendule voor of na loopt.

En aan boord van de schepen gaat het alle dag evenzoo. Hier in *Indië* vindt men alleen te *Batavia* en te *Soerabaja* een tijdklep, maar te *Samarang*, *Makasar*, *Menado* en andere plaatsen, waar een resident of op zich zelf staand assistent-resident is, geven de oorlogsschepen ook des avonds te 8 uur een nachtschot en des morgens te 5 uur een dagschot, en daar doen dan de officieren op de wachtschepen die waarnemingen met hunne instrumenten.

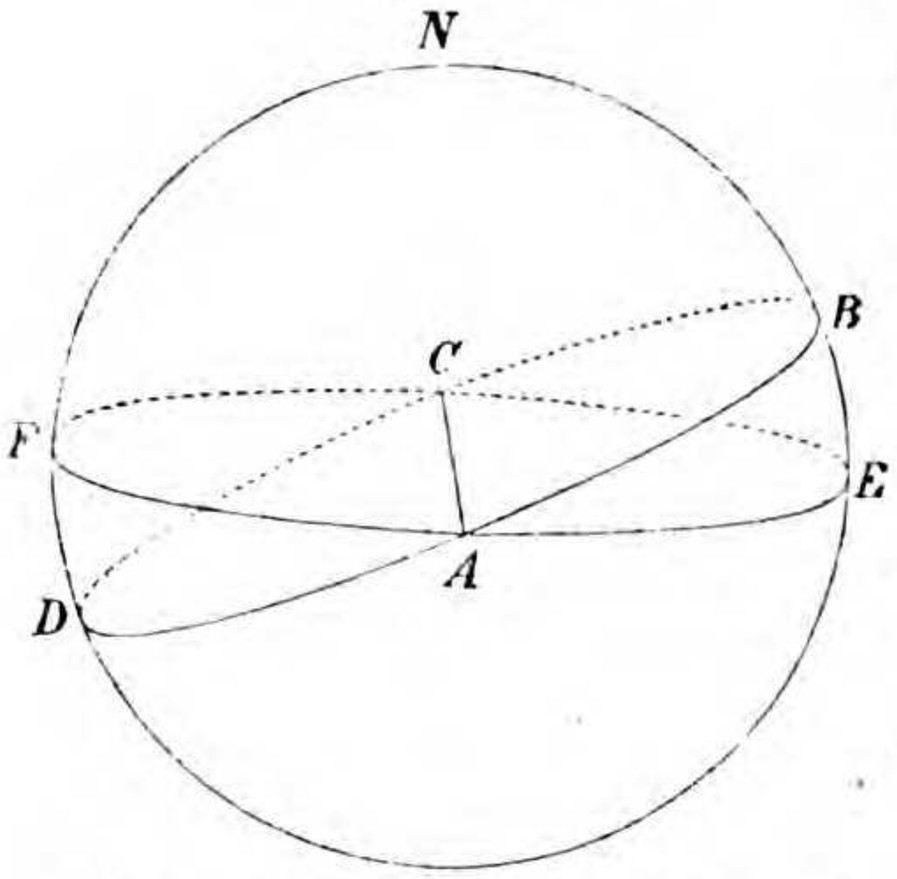
Nu zal ik u eens uitleggen, hoe het komt, dat de tijd, dien dat nachtschot aangeeft, niet overeenstemt met den tijd van een' zonnewijzer. Wanneer men hebben wilde, dat het te 12 uur ook het midden van den dag was, dat wil zeggen, dat het even lang duurt van zonsopgang tot 12 uur als van 12 uur tot zonsondergang, dan zou de zonnewijzer den goeden tijd aangeven, en men heeft vroeger in *Europa* altijd zoo gerekend, maar wanneer men nu goede pendules of horloges heeft, zooals in *Europa* overal zijn, en hier bij de Europeanen en voorname inlanders ook wel, dan is één ding lastig, namelijk, dat die zonnetijd, dien de zonnewijzer aangeeft, niet regelmatig is, dat wil zeggen, de eene zonnedag, van middag tot middag, is niet gelijk aan den anderen zonnedag, van middag tot middag. Men kan er dus nooit eene klok of pendule of een horloge naar regelen. En daarom heeft men eene andere tijdverdeeling aangenomen, die geheel regelmatig is; de sterrekundigen, die den loop der sterren altijd met betrekking tot den tijd nauwkeurig moeten nagaan, deden het het eerst, maar later, dat is nu omtrent 100 jaar geleden, is die wijze van tijdrekenen langzamerhand in verschillende landen aangenomen.

ABDULLAH. Maar mijnheer, waarom zijn dan die zonnedagen niet even lang?

DE HEER. Wel, dat zal ik u eens uitleggen. Daar zijn twee redenen voor. Gij moet u nu eerst herinneren, dat de geheele hemel met al de sterren regelmatig om ons heen schijnt rond

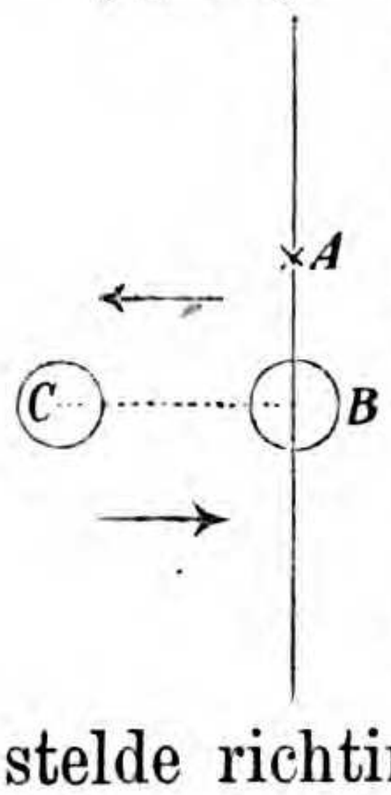
te draaien, en dat de zon aan dien hemel niet, even als eene ster, vast op hare plaats blijft, maar steeds voortgaat; zie maar eens fig. 26, in één jaar doorloopt de zon den zonsweg of ecliptica $A\ B\ C\ D$, of om beter te spreken, de zon *schijnt* dien cirkel te doorloopen. Ik zeg schijnt, want gij weet nu, dat niet de zon om de aarde, maar de aarde om de zon loopt, en dan is bovendien de weg, waarin de aarde loopt, geen cirkel maar eene ellips.

(fig. 26.)



Stel nu eens, fig. 144, dat de zon B op den middag precies gelijk met eene ster A door den meridiaan gaat, wanneer dan den volgenden dag de ster A weêr door den meridiaan gaat, dan heeft zich de zon sedert den vorigen dag naar den oostkant bewogen van B naar C, dus in de richting, die door het bovenste pijltje wordt aangeduid.

(fig. 144.)

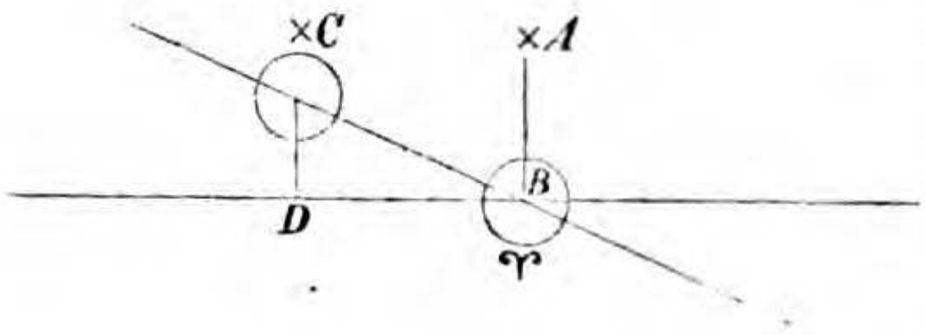


Maar de dagelijksche beweging der zon, is van het oosten naar het westen, dus in eene tegengestelde richting, zooals het onderste pijltje aanduidt, het duurt dus nog eenigen tijd eerdat de zon ook door den meridiaan gaat; nu noemt men den tijd tusschen den doorgang eener ster door den meridiaan en den volgenden doorgang dierzelfde ster een' *sterredag;* en men noemt den tijd tusschen den doorgang der zon en den volgenden doorgang der zon, een' *zonnedag*, en gij ziet dus, dat een sterredag kleiner is dan een zonnedag. De sterredag is eigenlijk de tijd, waarin de aarde om hare as draait en die is altijd precies even groot; wanneer nu die afstand $B\ C$, dien de zon in dien dag heeft afgelegd, alle dag even groot was, dan zou het verschil tusschen den sterredag en den zonnedag ook altijd even groot zijn, dus zouden de zonnedagen ook even groot zijn; en wat wel merkwaardig is, in één jaar weet gij, dat er omtrent $365\frac{1}{4}$ zonnedagen zijn,

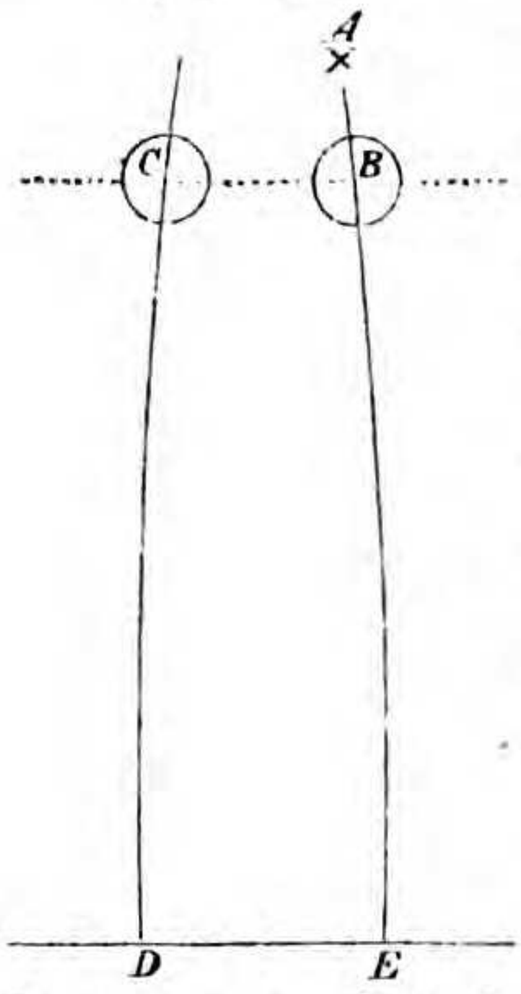
welnu er zijn in één jaar 366¼ sterredagen, juist één meer dan zonnedagen. Want in één jaar is de zon van *B* in de richting naar *C* voortgaande, den geheelen hemel doorgeloopen en daardoor is, als de zon weder op de plaats *B* komt, de ster 366 maal den meridiaan doorgegaan en de zon slechts 365 maal.

Maar waar het nu op aankomt, is dit; het eind *B C*, dat de zon in één dag doorloopt, is in fig. 144 loodrecht geteekend op den meridiaan; maar dat is slechts in Juni en December zoo; en wanneer wij fig. 26 bezien, dan zien wij, dat dit in Maart en September niet het geval is. Dan is de zonsweg schuins ten opzichte van de evennachtslijn gericht, hij maakt er een hoek van $23\frac{1}{2}$ graad mede, zooals in fig. 145 ook is aangetoond. Wanneer nu *B C* den weg voorstelt, dien de zon in één dag aflegt, dan is *B D* in alle geval kleiner dan *B C*, het verschil tusschen den zonnedag en den sterredag zal dus niet zoo groot zijn als het zijn zou, indien de zon zich in de evennachtslijn zelve evenveel bewogen had. Het bedraagt dan namelijk slechts $3^m\ 38^s,5$ en zou $3^m\ 58^s$ bedragen, als de zon zich in de evennachtslijn bewoog. De zonnedag is dus alsdan betrekkelijk klein.

(fig. 145.)



(fig. 146.)



Hoe is het nu den 20 Juni? (Fig. 146.) Hier ziet gij dat *B C* wel loodrecht staat op den meridiaan, maar de zon staat dan niet in de evennachtslijn, maar op $23\frac{1}{2}°$ afstand van de evennachtslijn. Is nu *A B E* een meridiaan en *C D* ook een meridiaan, dan is *D E* het stuk van de evennachtslijn, dat door den meridiaan gaat gelijktijdig met *B C* maar *D E* is grooter dan *B C*; in dit geval is dus het verschil tusschen den zonnedag en een sterredag grooter dan het zijn zou, als de zon zich in de evennachtslijn zelve bewoog. Dat verschil

bedraagt dan, namelijk 4^m 10^s, en gij begrijpt dus dat de zonnedag nu betrekkelijk groot is.

Gij ziet dus wel, dat de zonnedagen ongelijk moeten zijn. Maar er is hiervoor nog een tweede reden, namelijk dat de aardbol zich niet in een cirkel, maar in eene ellips om de zon beweegt; het gevolg daarvan is, zooals wij reeds vroeger gezien hebben, dat de beweging van de zon in den zonsweg ook ongelijkmatig is (§ 21).

Dus al bewoog zich de zon in den tijd van een jaar in de evennachtslijn in plaats van in den zonsweg, dan zou het verschil tusschen een' zonnedag en een' sterredag toch niet altijd even groot zijn.

En nu zult gij ook licht zien, welk gevolg die ongelijkmatige beweging van de zon in den zonsweg heeft. Want den 23 December is de zon ook $23\frac{1}{2}°$ van de evennachtslijn verwijderd, evenals den 20 Juni, maar ten zuiden. Wij zullen dus evenals in Juni hebben, dat het verschil tusschen een zonne- en een sterredag betrekkelijk groot is, en als nu de zon in December per dag zich evenveel bewoog als in Juni, dan zou het verschil in beide maanden ook gelijk zijn. Maar terwijl in Juni dat verschil 4^m10^s is, is het den 23 December 4^m26^s. Hoe komt dit nu?

Eenvoudig daardoor dat de aarde den 31 December of 1 Januari het dichtst bij de zon is. In de maanden December en Januari beweegt zich, uit de zon gezien, de aarde dus het snelst of anders gezegd, uit de aarde gezien schijnt de zon zich het snelst te bewegen. Maar den 3 Juli is de aarde het verst van de zon, en dan is de beweging van de zon, uit de aarde gezien, ook het langzaamst.

Wat volgt nu uit al wat ik u nu mededeel? Dat de zonnedagen ongelijk zijn, dat zij in Juni en December langer zullen zijn dan in Maart en September, maar dat zij toch in Juni en December niet gelijk zullen zijn, maar in December het langst.

Tusschen den zonnedag in Maart en den zonnedag in September is het verschil minder, daar de aarde dan omtrent midden tusschen het verste en dichtste punt in is. Een uurwerk, hetzij

horloge of klok, is goed, wanneer het geregeld, dat is: altijd even snel loopt, derhalve kan een goed horloge niet altijd gelijk met den zonnewijzer wijzen. Nu hebben, zooals ik u reeds zeide, eerst de sterrekundigen, en later ook de andere menschen reeds geruimen tijd eenen anderen tijd dan den zonnetijd aangenomen, die wèl gelijkmatig is, men noemt dien den *middelbaren tijd.* Gij kunt u aldus voorstellen, hoe die middelbare tijd bedoeld wordt. De sterrekundigen hebben vooronderstelt, dat, behalve de ware zon, er eene andere denkbeeldige zon is, die den 31 December of den 1 Januari met de ware zon op het zelfde punt in den zonsweg is, (namelijk daar, waar de afstand tusschen zon en aarde zoo klein mogelijk is,) en die ook in een jaar den zonsweg doorloopt, maar regelmatig, d. i. altijd even snel, terwijl de ware zon onregelmatig d. i. niet altijd even snel loopt. Wanneer die zon nu den 21 of 22 Maart de evennachtslijn bereikt, dan hebben de sterrekundigen aangenomen dat er eene tweede denkbeeldige zon is, die op datzelfde oogenblik van datzelfde punt af zich beweegt, maar niet langs den zonsweg, maar langs de evennachtslijn. Wanneer deze tweede zon nu in den meridiaan komt, dan noemt men het middelbaren middag, en van den eenen middelbaren middag tot den volgenden middelbaren middag heet een middelbare dag. Nu zijn alle middelbare dagen natuurlijk gelijk, maar daaruit volgt ook, dat de middelbare tijd somtijds nog al sterk met den zonnetijd moet verschillen. Dan eens is de middelbare tijd voor, dan eens is de middelbare tijd achter, het eene jaar of het andere verschilt het weinig. Men noemt het verschil de *tijdvereffening*, en wil men nu een horloge of eene klok, die naar middelbaren tijd loopt, vergelijken bij een' zonnewijzer, dan moet men dit verschil kennen. In den Regeeringsalmanak wordt het alle jaar opgegeven, maar als men geen Regeeringsalmanak bij de hand heeft, kan men de volgende tafel raadplegen. Daarin is van 10 tot 10 dagen het verschil opgegeven, maar het spreekt van zelf, dat als men het voor een' anderen dag weten wil, men dan eene kleine berekening doen moet.

Tijdvereffening, d. i. verschil van middelbaren tijd met zonnetijd.

De middelbare tijd is ongeveer:

1	Jan.	3m	52s	later.	10	Juli	5m	4s	later.
11	„	8	15	„	20	„	6	5	„
21	„	11	37	„	30	„	6	11	„
31	„	13	44	„	9	Aug.	5	18	„
10	Febr.	14	30	„	19	„	3	27	„
20	„	13	57	„	29	„	0	48	„
2	Mrt.	12	20	„	8	Sept.	2	25	vroeger.
12	„	9	55	„	18	„	5	55	„
22	„	7	0	„	28	„	9	22	„
1	Apr.	3	56	„	8	Oct.	12	26	„
11	„	1	4	„	48	„	14	47	„
21	„	1	21	vroeger.	28	„	16	7	„
1	Mei	3	1	„	7	Nov.	16	11	„
11	„	3	48	„	17	„	14	53	„
21	„	3	39	„	27	„	12	11	„
31	„	2	36	„	7	Dec.	8	19	„
10	Juni	0	52	„	17	„	3	40	„
20	„	1	14	later.	27	„	1	20	later.
30	„	3	21	„	31	„	3	17	„

Gij ziet nu zelf, wanneer het verschil het grootst is, namelijk in de maanden Februari en November. Wilt gij het nu voor een anderen dag weten, dan de dagen die in dit tafeltje genoemd zijn, bijv. voor den 6 Maart, dan is de berekening aldus:

Den 2 Maart is het verschil: $12^m\ 20^s$
„ 12 „ „ „ „ $9\ 55$

Verschil in 10 dagen $2\ 25 = 145^s$.

De 6 Maart is 4 dagen na den 2^{den}, dus als nu het verschil in

10 dagen afneemt 145^s, dat is in 1 dag 14,5 sekonde, dan is dit in 4 dagen 58 sekonden, derhalve $12^m\ 20^s$

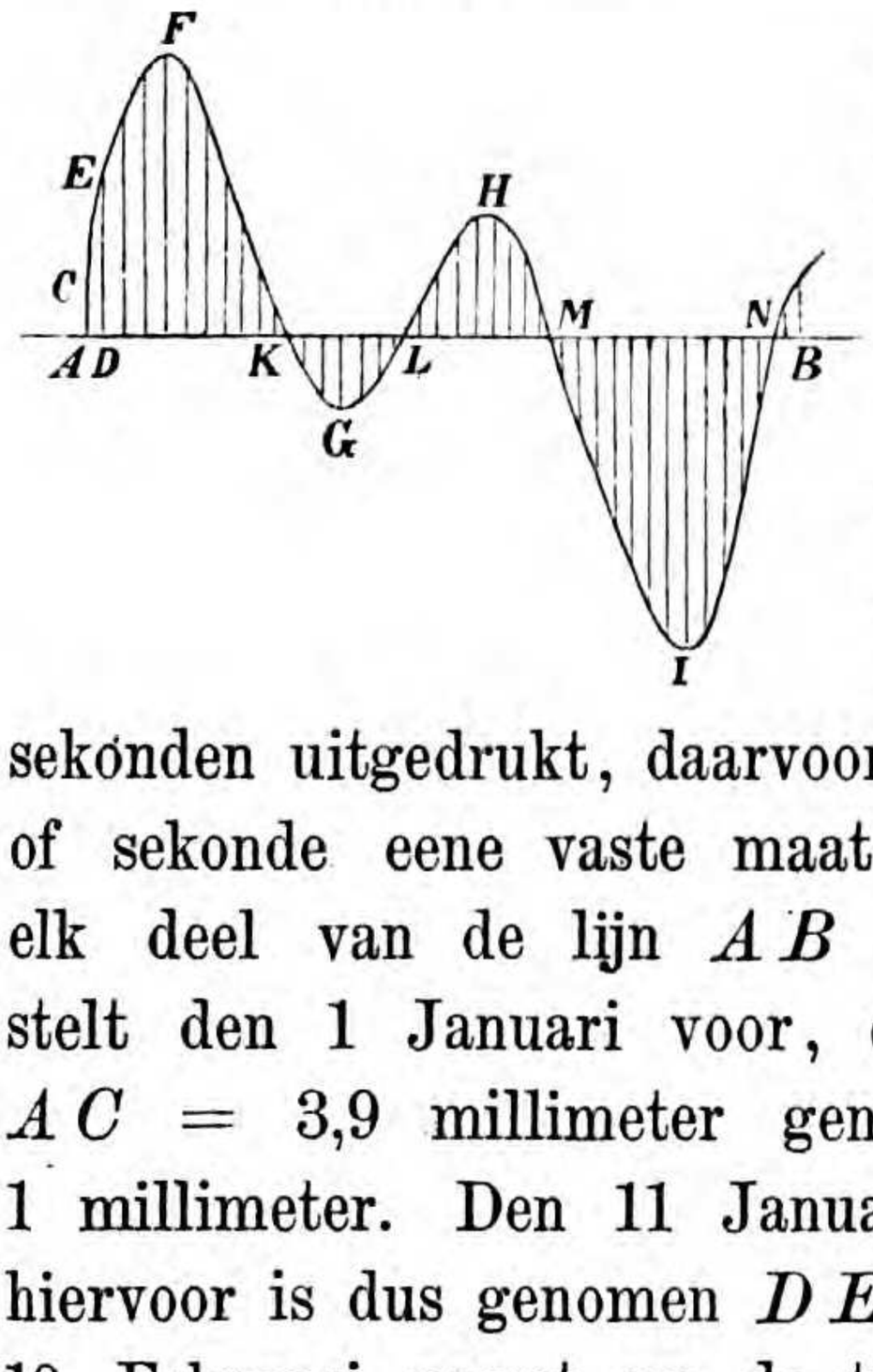
hier af 58

rest 11 22

Dus den 6 Maart is het verschil of de tijdvereffening $11^m\ 22^s$, zooveel is dan namelijk de middelbare tijd later dan de zonnetijd.

Nu is die berekening niet geheel juist, want in die 10 dagen verandert de tijdvereffening niet gelijkmatig, en dat hebben wij bij deze berekening wel aangenomen, maar de fout, die daaruit voortspruit, kan nooit 10 sekonden bedragen, en die komen er niet op aan, daar de tafel nooit geheel nauwkeurig is.

(fig. 147).



Nu moet ik u nog iets merkwaardigs mededeelen. Wanneer gij nu op eene rechte lijn $A\,B$, fig. 147, gelijke deelen aanneemt, en op de deelpunten loodlijnen trekt, dan kunt gij die loodlijnen achtereenvolgens gelijk maken aan de tijdvereffening, uit de vorenstaande tafel, in minuten of sekonden uitgedrukt, daarvoor moet gij dan voor elke minuut of sekonde eene vaste maat aannemen. Dan verbeeldt dus elk deel van de lijn $A\,B$ 10 dagen. Het beginpunt A stelt den 1 Januari voor, en in de figuur is de loodlijn $A\,C = 3{,}9$ millimeter genomen, dus voor elke minuut 1 millimeter. Den 11 Januari is de tijdvereffening $8^m\ 15^s$, hiervoor is dus genomen $D\,E = 8{,}25$ millimeter, enz. Tot den 10 Februari neemt nu de tijdvereffening toe, en dus nemen die loodlijnen ook toe, dan verminderen zij, en na den 11 April verandert de tijdsvereffening, want tot nog toe was de middelbare tijd later, en van 21 April tot 10 Juni is de middelbare tijd vroeger dan de zonnetijd. Dit kunnen wij nu ook zeer goed voorstellen, wanneer wij nu de loodlijnen maar naar beneden trekken in plaats van naar boven, doch altijd naar dezelfde

maat, voor elke minuut één millimeter. En wanneer men nu al de einden der loodlijnen vereenigt, dan verkrijgt men eene kromme lijn, die den loop der tijdsvereffening zeer duidelijk voorstelt. Op die wijs is fig. 147 geteekend. Gij kunt nu ook juist zien, waar de tijdvereffening het grootst is, namelijk waar de kromme lijn hare toppen heeft, *F*, *G*, *H* en *I*. Ook kunt gij zien, wanneer de tijdvereffening = 0 is, dat is wanneer een horloge, dat naar middelbaren tijd loopt, en een zonnewijzer gelijk moeten wijzen, dit wordt namelijk door de punten *K*, *L*, *M* en *N* aangeduid, waar de kromme lijn de lijn *A B* doorsnijdt. Die toppen *F*, *G*, *H* en *I* zijn niet precies de dagen van de Tafel op blz. 168, waarvoor de tijdsvereffening het grootst is, want in die tafel is slechts van 10 tot 10 dagen de tijdsvereffening gezet. Als men nu zoo eene tafel van dag tot dag heeft, dan ziet men dat de dagen van grootste tijdvereffening zijn:

11	Februari	(punt *F*)	14^{m}	30^{s}	later,
14	Mei	(punt *G*)	3	51	vroeger,
26	Juli	(punt *H*)	6	16	later,
3	November	(punt *I*)	16	19	vroeger.

En evenzoo ziet men dan, dat middelbare tijd en ware tijd gelijk zijn:

den 15 April,
den 14 Juni,
den 1 September,
den 24 December.

Nu kunt gij van zelf begrijpen, dat als men eene klok gelijk wilde laten loopen met den zonnewijzer, men haar telkens zou moeten verzetten; men zou haar dan eens langzamer moeten laten gaan, dan eens sneller; en omdat dat veel te lastig is, heeft men ook in het dagelijksch leven den middelbaren tijd ingevoerd.

VIERDE HOOFDSTUK.

Over het maken van kaarten.

---

§ 77.

EERSTE KAARTEN VAN EEN LAND, HOOFDZAKELIJK DOOR STERREKUNDIGE METINGEN.

DE HEER. Wel Abdullah, hebt gij nu nog alles onthouden, wat ik u de laatste keer zoo al geleerd heb?

ABDULLAH. Ja mijnheer, zoo tamelijk. Ik begrijp nu vrij goed, hoe men een' zonnewijzer eigenlijk stellen moet en u hebt mij nu ook uitgelegd, hoe de sterrekundigen of stuurlieden of zee-officieren de lengte en breedte van eene plaats bepalen kunnen. Maar zoo worden toch de kaarten niet gemaakt? Want ik herinner mij, dat eenige jaren geleden hier militaire opnemers waren, en die werkten niet met de zon, ten minste dat heb ik niet gezien.

DE HEER. O neen, dat hebt gij goed opgemerkt. De kaarten van een land worden niet dadelijk geheel en al volmaakt gemaakt, langzamerhand worden zij beter en beter vervaardigd. Wanneer de Europeanen het eerst in een vreemd land komen, dan verlangen zij te weten, waar dat land op eene aardglobe of wereldkaart geteekend moet worden, en dan bepalen zij door de zon of sterren lengte en breedte van eenige hoofdpunten, bijv. hoeken, of kapen, of baaien, waar zij geland zijn, monden van rivieren, enz., en de omtrek van het land

wordt nu door de zeevarenden opgenomen en bijgeteekend; daarvoor hebben zij ook bijzondere instrumenten en methoden.

Ook in *Europa* is in verscheidene landen de ligging van verschillende steden eerst alleen door de sterrekunde gevonden.

---

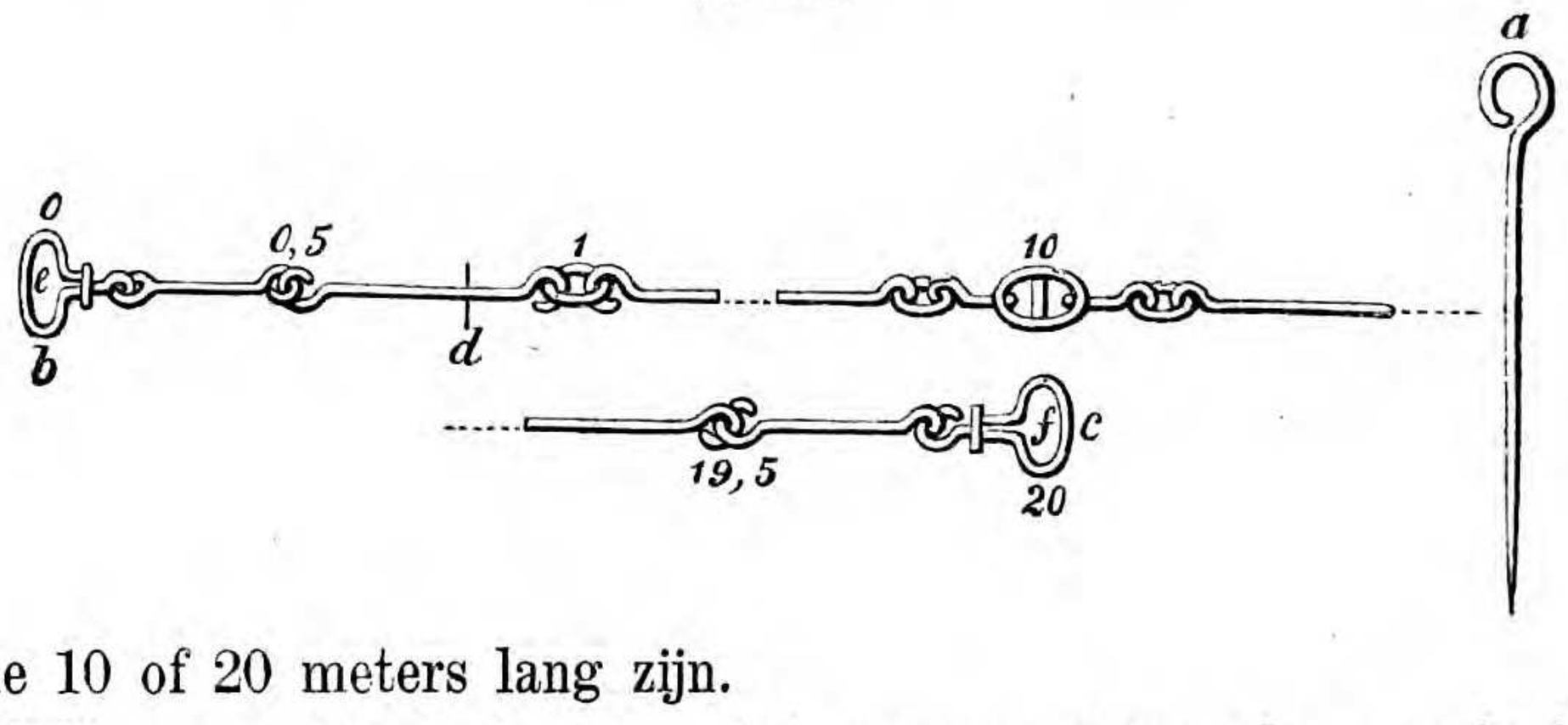
§ 78.

BETERE KAARTEN DOOR TRIANGULATIE EN OPNEMING.

Maar wanneer het er nu op aankomt, om goede kaarten van een land te krijgen, waar niet alleen alle hoofdplaatsen en kampongs, maar ook alle bergen, rivieren, meren, wegen en waterleidingen goed op staan, dan moet het geheele land door landmeters opgenomen worden. Daarvoor worden ook wel fijnere instrumenten gebruikt, maar het meeste wordt toch gedaan met de meetketting en boussole. Langs de wegen worden van hoek tot hoek de afstanden gemeten, en de richtingen van die afstanden evenzoo.

De afstanden worden hier op *Java* gemeten in meters; daarvoor worden meetkettingen gebruikt, zooals fig. 148 aanduidt,

(fig. 148).



die 10 of 20 meters lang zijn.

Wil men daarmede een eind wegs opmeten, dan wordt in het punt, van waar de meting beginnen moet, eene ijzeren pen, zooals *a* in den grond gestoken, en dan wordt daarover de ring *b*, die aan het eene eind van den meetketting zit, gesto-

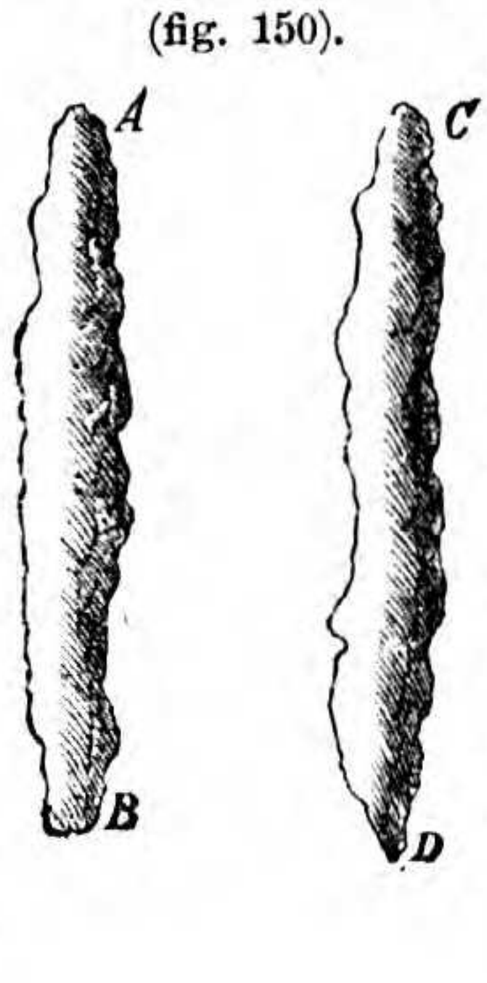
ken. Nu wordt de ketting uitgestrekt in de richting, waarheen men meten wil. Twee personen zijn voor het meten noodig, de een om den ketting uit te strekken, die heeft den anderen ring *c* in de hand; de ander om te zien of de richting goed is, die moet bij het beginpunt *b* blijven. Is de richting goed, en de ketting goed gestrekt, dan wordt er in den ring *c*, doch tegen den rand *c* eene andere pen in den grond gestoken, en de afstand der twee pennen, die nu in den grond staan, moet juist 20 meters zijn. De afstand van de binnenkanten *e* en *f* der ringen *b* en *c* moet dus grooter zijn dan 20 meters, en wel juist zooveel als de dikte van ééne pen bedraagt. Nu kan men met de meting voortgaan, de eerste pen uittrekken, den ketting oplichten en verder naar voren transporteeren, den ring *b* om de tweede pen doen en op den grond leggen, en de persoon, die den ring *c* in de hand heeft, moet opnieuw den ketting spannen. Zoo gaat het voort, telkens meet men 20 meters. Schiet er nu ten laatste nog een stuk weg over, dat kleiner is dan 20 meters, dan kan men ook gemakkelijk zien, hoeveel meters en decimeters, en als men wil centimeters dit is. Want in de eerste plaats is de ketting door ringen in meters verdeeld; in fig. 148 ziet gij niet den geheelen ketting, maar drie gedeelten, één van ieder einde en één van het midden. Gij ziet er een kleineren ring op één meter van het begin en een grooteren met een dwarsstaafje in het midden van den ketting op tien meters van het begin. De halve meters zijn soms ook door ringen zichtbaar, soms, evenals in fig. 148, doordien daar de schakels van den ketting in elkander haken. De gedeelten, kleiner dan een halven meter, bijv. den afstand van 0,5 tot *d*, kan men met eene metermaat uitmeten.

De richtingen worden met eene boussole of een kompas gemeten. Zulk een kompas is een zeer merkwaardig instrument. Het schijnt, dat de Chineezen het al misschien duizend jaren geleden gekend hebben, maar de Europeanen kennen het pas ongeveer 600 jaar. Ik zal u eens verhalen, hoe men het heeft

leeren kennen, hoe het gemaakt wordt en welk nut men er van heeft. Gij weet wel, dat men in de bergen en dikwijls ook in de vlakten verschillende soorten van grond en ook verschillende soorten van steenen aantreft. Onder die steenen zijn er ook, waaruit door eene bepaalde bereiding metalen kunnen uitgesmolten worden. Zulke steenen noemt men *ertsen*, en de plaats, waar men ze uitgraaft, om ze te smelten, noemt men *mijnen*. Dikwijls moet men zeer diep in den grond graven, om de eene of andere erts te vinden; zoo is het met de ijzermijnen in *Engeland* en *Zweden;* op andere plaatsen ligt de erts niet ver onder den grond, zooals de tinerts in *Banka* en *Billiton*. Onder die verschillende ertsen is er een zeer merkwaardige, die ook op *Java* op verschillende plaatsen in de bergkraters gevonden wordt; het is een zeer zware erts, waar ijzer uit gesmolten kan worden. Die erts heeft de merkwaardige eigenschap van kleine stukjes ijzer aan te trekken; heb ik bijv. er een stuk van zoo groot als een sinaasappel, en ik houdt dit boven een sleuteltje, dan trekt het dit aan, en het blijft er aan hangen, zie fig. 149. Dat is al vroegtijdig bekend geweest. Eene andere merkwaardigheid van zulk een stukje erts is, dat, als men het aan eenen draad ophangt, het altijd met denzelfden kant naar het noorden gaat. Eene derde belangrijke eigenschap is, dat, als men twee stukjes heeft, die een weinig langwerpig zijn, dan die beide stukjes elkander soms aantrekken, soms afstooten. Onderzoekt men die zaak nauwkeuriger, dan ziet men, dat, als men twee langwerpige stukjes van die erts heeft, zooals in fig. 150 geteekend zijn, en wanneer men ze ieder afzonderlijk aan een' draad ophangt, en men dan op die stukjes een teeken geeft aan de einden, die naar het noorden wijzen, bijv. hier *A* en *C*, dan ziet men, zeg ik, bij nader onderzoek, dat die twee einden *A* en

(fig. 149).

(fig. 150).



C elkander afstooten, en de tegenovergestelde einden *B* en *D* evenzoo. Daarentegen zal het einde *A* van het eene stukje het einde *D* van het andere stukje aantrekken, en *B* van het eene stukje zal *C* van het andere stukje aantrekken. Men kan dit gemakkelijk zien, als men die stukjes aan draadjes hangt of als men het eene op den top van een vinger laat rusten, en met de andere hand het andere stukje er bij brengt.

ABDULLAH. Maar mijnheer, ik heb die stukjes magneet wel eens gezien; op de passer zijn zij soms te krijgen, en in de chineesche winkels, maar dat was toch geen steen, het kwam mij voor, ijzer te zijn; het werd ook *besi brani* genoemd.

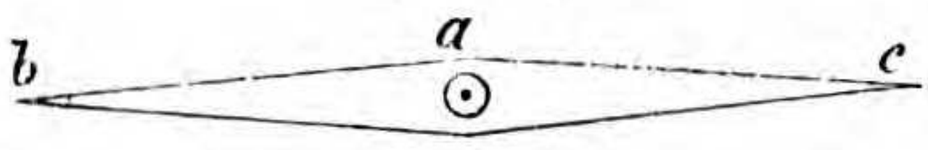
DE HEER. Ja, dat is ook zoo; maar ik heb u ook nog niet al het merkwaardige verteld, wat er van dien magneetsteen te vertellen is. Zeer merkwaardig is dit, dat wanneer men een stuk ijzer of staal met dien magneetsteen op eene bepaalde manier wrijft, het dan dezelfde eigenschappen verkrijgt als de magneetsteen; maar ijzer verliest die eigenschappen spoedig, goed staal daarentegen behoudt haar. Met zulk eene stalen gemagnetiseerde staaf kan men weder eene andere staaf magnetisch maken, enz.

Gij kunt dit gemakkelijk beproeven. Als gij zulk een magneetje hebt, (bijv. gij vindt ze wel in speelgoeddoosjes om blikken vischjes of eendjes aan te trekken,) dan kunt gij door enkel wrijven stalen messen, scharen, of naalden magnetisch maken, die trekken dan kleine naalden aan. Dat is heel merkwaardig om te zien.

Nu is in elk kompas eene stalen, zoogenoemde *magneetnaald*, die magnetisch gemaakt is, door haar te wrijven met eene groote magneetstaaf. Die magneetstaaf is misschien zelve magnetisch gemaakt door haar met een magneetsteen te wrijven, maar .noodig is dat niet, want de natuurkundigen hebben ook middelen bedacht om de stalen staven magnetisch te maken, zonder dat zij daarvoor een stuk magneetsteen of eene andere magneetstaaf gebruiken.

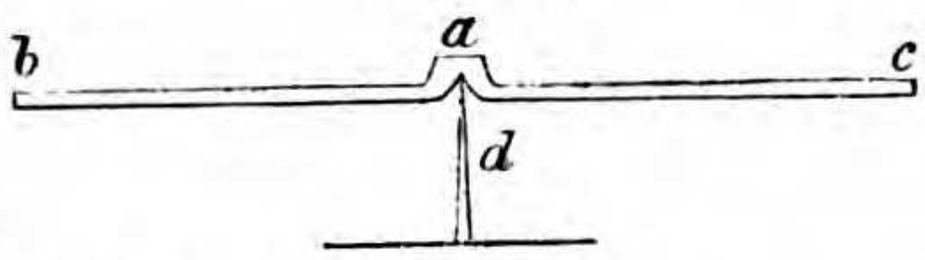
Die magneetnaald in het kompas heeft gewoonlijk den vorm

(fig. 151.)



als in fig. 151 is geteekend, de twee uiteinden b en c noemt men de polen der magneetnaald. Onder het midden bij a is een dopje, waarmede de magneetnaald op de punt der stift d fig. 152 kan rusten, die in den bodem van de kompasdoos bevestigd is, zoodat de naald $b\,c$ dan horizontaal hangt.

(fig. 152.)

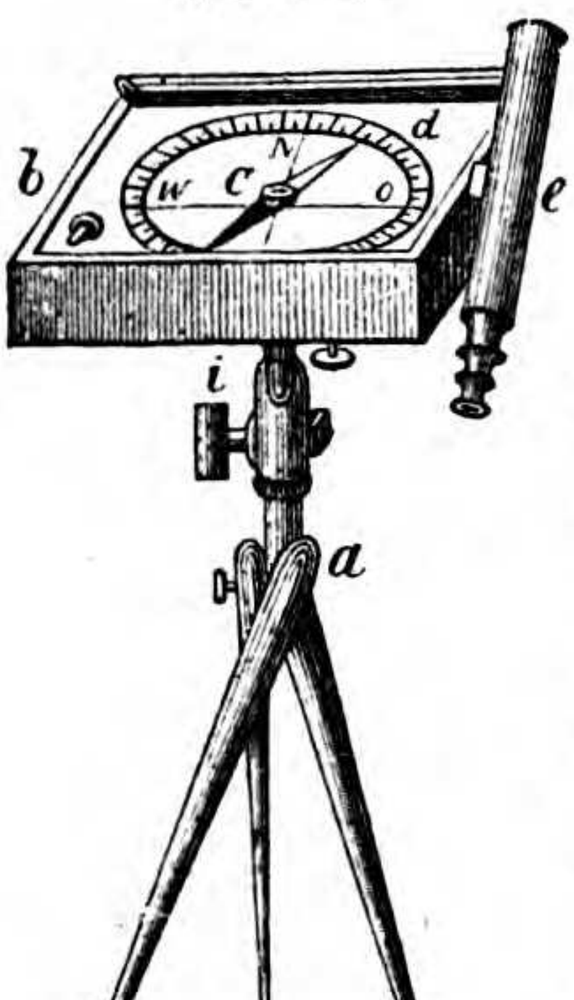


Zoodra men nu zulk eene magneetnaald op de stift d legt, beweegt zich onmiddellijk de eene pool, bijv. b, naar het noorden, de andere bijv. c, naar het zuiden. De naald slingert nu eenige malen heen en weêr, en na een paar minuten komt zij tot rust.

ABDULLAH. Maar, zooals u mij vroeger hebt medegedeeld, wijst de naald toch niet precies naar het noorden.

DE HEER. Neen, dit verschilt tegenwoordig te *Batavia* omtrent twee graden, namelijk zoo, dat de naald 2° beoosten het noorden wijst. En het verschil is niet altijd even groot. Daar moet op gelet worden, wanneer men kaarten, die men door eene opneming met ketting en kompas gemaakt heeft, wil overbrengen op eene kaart, die naar het juiste noorden en zuiden gericht is, zooals de geographische kaarten zijn.

(fig. 153).

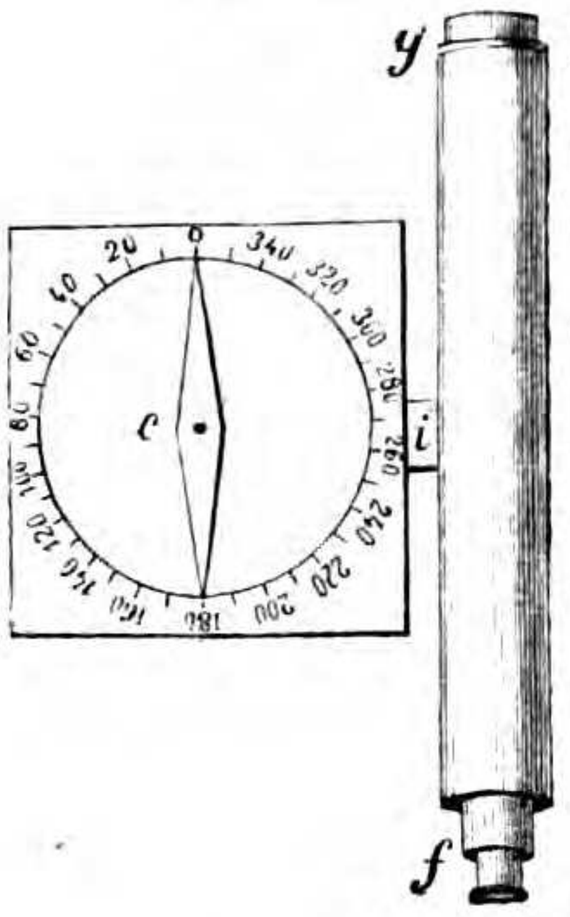


Maar ik zou u nu uitleggen, hoe de landmeters of opnemers met hunne kompassen de richtingen van een' weg meten. Een der eenvoudigste inrichtingen ziet gij in fig. 153 en 154. a is een drievoet, dien men bij het vervoer kan toevouwen. Op dien drievoet is eene vierkante doos b zoo bevestigd, dat zij geheel kan omdraaien; daarin beweegt zich eene kompasnaald op eene naald, evenals ik u zooeven uitgelegd heb. Vlak boven die kompas- of magneetnaald is eene glazen ruit, waar men door heen kan zien. en die belet, dat de naald van de stift af kan raken. Het middelste

gedeelte van de vierkante doos *b* bevat eene cirkelvormige uitholling, daarin kan dan de kompasnaald zich vrijelijk bewegen, en aan den rand van die cirkelvormige uitholling is een verdeelde cirkel *d* aangebracht, waar de kompasnaald met hare punten precies aan raakt.

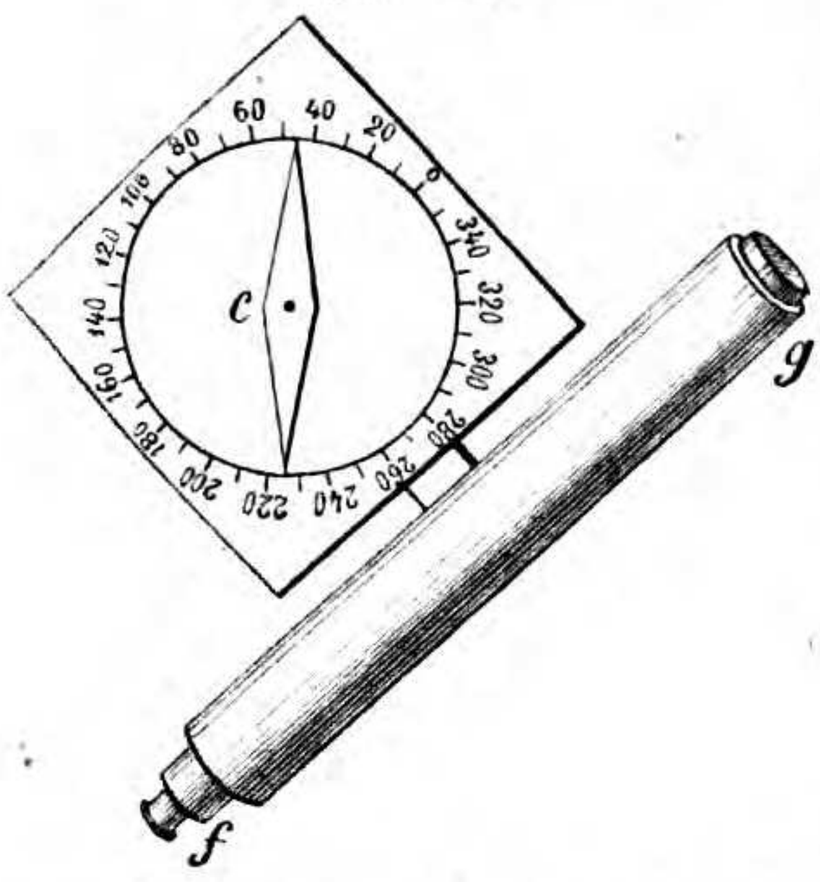
Verder is er aan deze kompasdoos een vizier of een kijker *e* aangebracht; in dezen kijker is een vertikale draad gespannen, die men met de voorwerpen in de verte gelijktijdig scherp zien kan. Nu kan men, door dien kijker *e* ziende, de doos zoolang omdraaien, dat men een of ander punt, een' boom of eene baak, waarvan men de richting weten wil, juist achter den draad ziet. Is die boom of die baak in de hoogte, op of tegen een heuvel, dan kan men dien kijker om de as *i*, fig. 154, draaien, zooals in figuur 153 ook zichtbaar is.

(fig. 154).



Nu moet de verdeelde cirkel, waarvan ik u gesproken heb, nog cijfers bij zijne verdeelingen hebben; die moeten nu zoo geplaatst zijn, dat, als men door den kijker naar hetzelfde punt kijkt, waarnaar de eene pool der naald gericht is, bijv. het noorden, alsdan die pool ook precies op de 0 van den cirkel wijst, zie fig. 154. En draait men dan het kompas met den kijker om, dan blijft toch de naald *c* precies zoo gericht als vroeger; als dus door dat omdraaien het kompas in den stand gekomen is, die door fig. 155 aangeduid wordt, dan wijst de naald op 45 graden, en daardoor weet ik dus, dat de as *f g* van den kijker gericht is 45° beoosten het noorden.

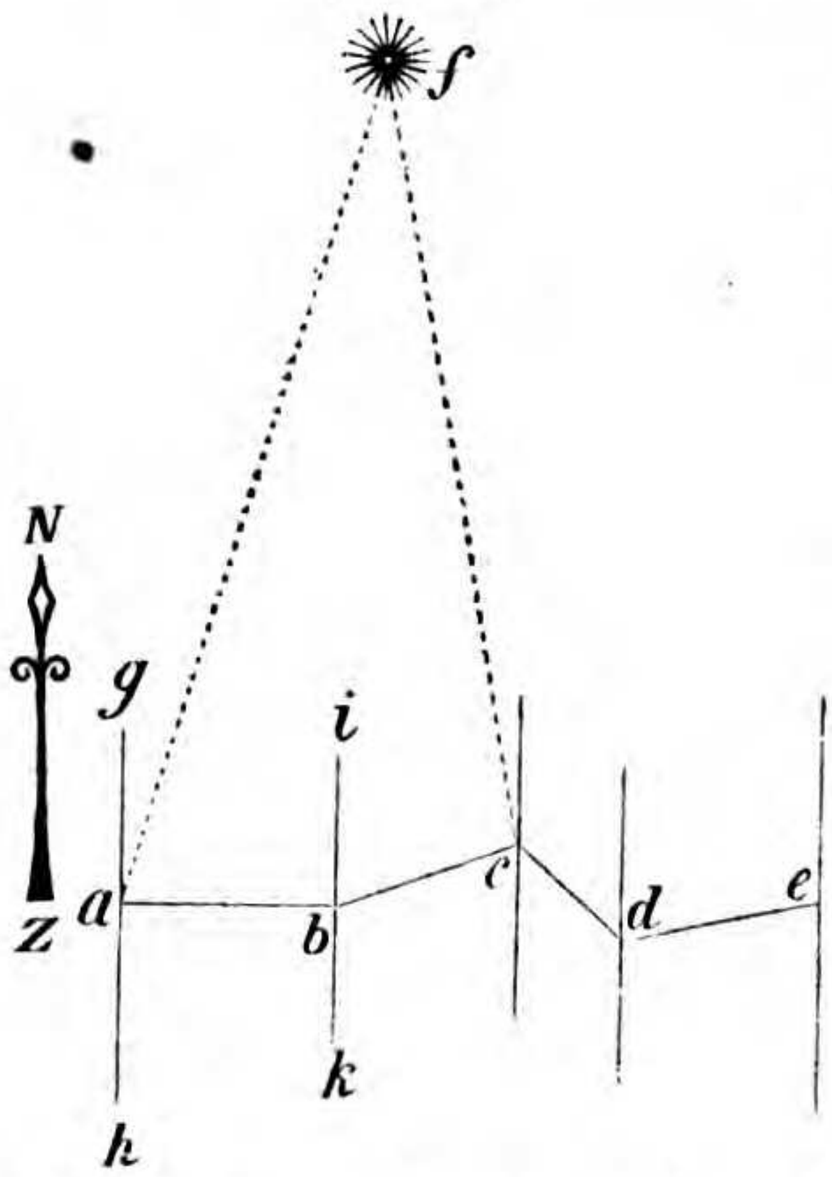
(fig. 155).



ABDULLAH. Dus als ik nu de doos linksom draai in plaats van rechtsom, dan wijst de kompasnaald op 330 of 300?

DE HEER. Ja natuurlijk. Men telt den geheelen horizon rond van 0° tot 360°. 0° beteekent het noorden, 90° het oosten, 180° het zuiden, 270° het westen, en dus ook 45° het noordoosten, enz. Op de schepen gebruikt men altijd die *woorden*, en nooit de getallen, maar bij het landmeten moet men de richtingen scherp aangeven, daarom doet men het in graden, en zoo noodig in halve, kwart, ja zelfs tiende deelen van graden.

(fig. 156).



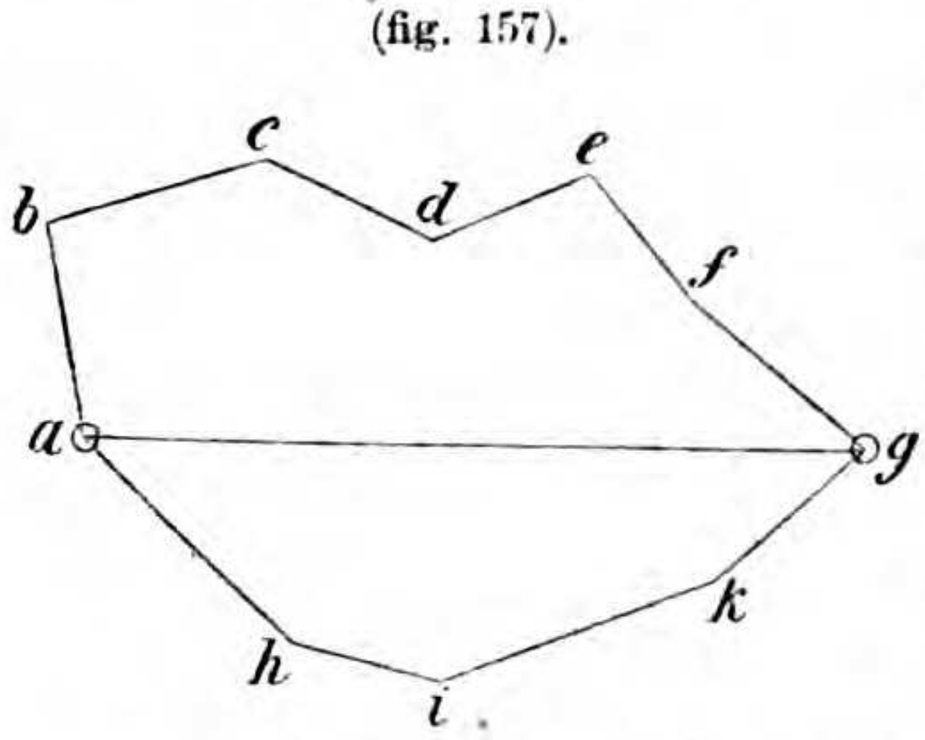
Stel nu dat *a b c d e*, fig. 156, een stuk wegs is, en dat men gemeten heeft:

a b = 208 meters, richting 90°
b c = 181,5 „ „ „ 72 ,5
c d = 134,7 „ „ „ 131 ,7
d e = 190,2 „ „ „ 75

dan kan men dien weg gemakkelijk met een meetstaafje en een' graadboog afteekenen, zooals in fig. 156 gedaan is. Daarvoor moet men dan eene vaste lijn *N Z* als de noordlijn aannemen; door *a* trekt men eene lijn *g h* daaraan evenwijdig, men maakt nu hoek *g a b* = 90° en trekt *a b*. Neemt men nu de schaal $\frac{1}{20000}$ aan, d. i. dat de afstanden 20000 maal kleiner worden voorgesteld, dan zij wezenlijk zijn, (zooals de opnemers ook doen), dan moet men *a b* = 0,0104 meters of 10,4 millimeters nemen. Nu heeft men dus *b*. Door *b* trekt men weder eene lijn *i k* evenwijdig aan de noordlijn, en maakt hoek *i b c* = 72°,5, en *b c* = 9,075 millimeters; nu heeft men het punt *c*, enz. enz.; zoo gaat men nu voort en zoo verkrijgt men den geheelen weg op de kaart. Is er nu bijv. een heuvel *f*, dien men uit *a* en *c* zien kan, dan kan men uit die punten met de boussole dien heuvel *peilen*, d. i. men kan zien, in welke richting men hem ziet; dit gaat evenzoo, als men de richting van de stukken weg *a b*, *b c*, enz. gepeild heeft. Wanneer men nu uit *a* en uit *c* de twee lijnen *a f* en *c f*

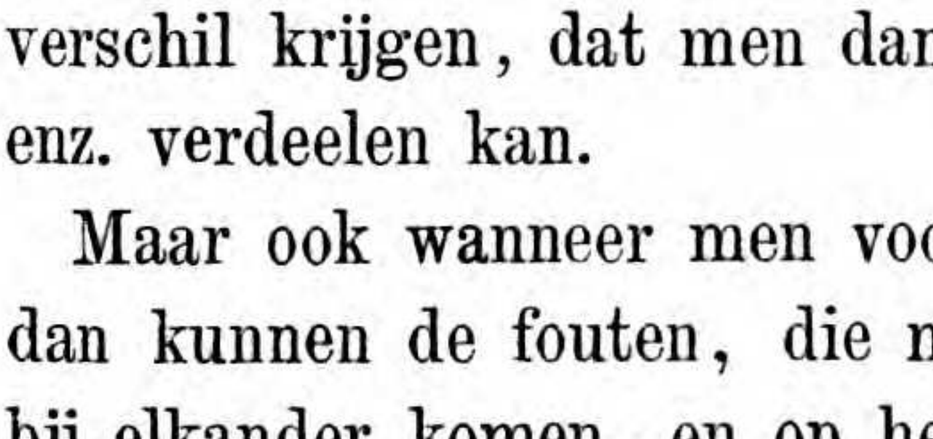
trekt, in de richtingen die gepeild zijn, dan verkrijgt men twee lijnen, die elkander snijden in f, en dan is f de plaats, waar die heuvel op de kaart staan moet. Ongeveer op diezelfde wijze kan men voortgaan; rivieren, waterleidingen, voetpaden, grenzen van bosschen, dijkjes (galangans) in sawah's, kan men alle met de meetketting en boussole opnemen en in kaart brengen, en het is op die wijs begrijpelijk, dat men van eene uitgebreide plek gronds eene kaart kan maken, waar alles duidelijk op te zien is, kampongs, bosch, sawah's, rawah's, bergen, enz. Maar het is moeielijk, te maken, dat men met die teekening altijd goed uitkomt. Wanneer ik bij voorbeeld, zie fig. 157, den weg van a naar g om de noord heb afgemeten langs b, c, d, e en f, en er is ook een weg om de zuid, langs h, i, k, dan moet men langs beide wegen op hetzelfde punt g uitkomen. Men maakt altijd licht kleine foutjes, niet alleen met het meten met den ketting, maar ook met het meten der richtingen met de boussole. Daarom zal men, in zoo een geval, altijd een klein verschil krijgen, dat men dan tusschen al die punten b, c, d, enz. verdeelen kan.

(fig. 157).



Maar ook wanneer men voortdurend voortgaat met opnemen, dan kunnen de fouten, die men altijd maakt, langzamerhand bij elkander komen, en op het laatst te groot worden; dan zou het kunnen gebeuren, dat een bergtop bijv. te veel westelijk of oostelijk of in alle geval verkeerd lag. Daar heeft men nu een middel voor, en dat is bij het maken van de kaarten van *Java* ook toegepast. Zie eens hier. Wanneer ik, zie fig. 158, van twee punten A en B den afstand ken, en er is een punt C, dat ik uit beide zien kan, dan heb ik u reeds verteld dat men, uit

(fig. 158).



A en B, C met de boussole peilen kan, en daaruit C vinden. Maar nu zijn er zeer nauwkeurige instrumenten, en daarmede kan men in A den hoek $B\ A\ C$ meten en in B den hoek $A\ B\ C$; die instrumenten zijn voorzien van verrekijkers, waardoor men zeer nauwkeurig in de verte zien kan en op de cirkels, waarop men de graden afleest, zijn afzonderlijke vergrootglazen of mikroskopen, zoodat men ook zeer nauwkeurig de hoeken meten kan. Op een gewoon kompas kan men bijv. de graden, ja de halve en kwart graden, zien, maar kleiner dan een kwart graad kan men daarop gewoonlijk niet zien. Maar met die instrumenten kan men de hoeken meten, niet alleen tot minuten, maar zelfs tot op sekonden. Wanneer nu bijv. gemeten is:

$$\text{hoek } A = 62^\circ\ 14'\ ,47''$$
$$\text{en hoek } B = 55^\circ\ 49'\ 14'',$$

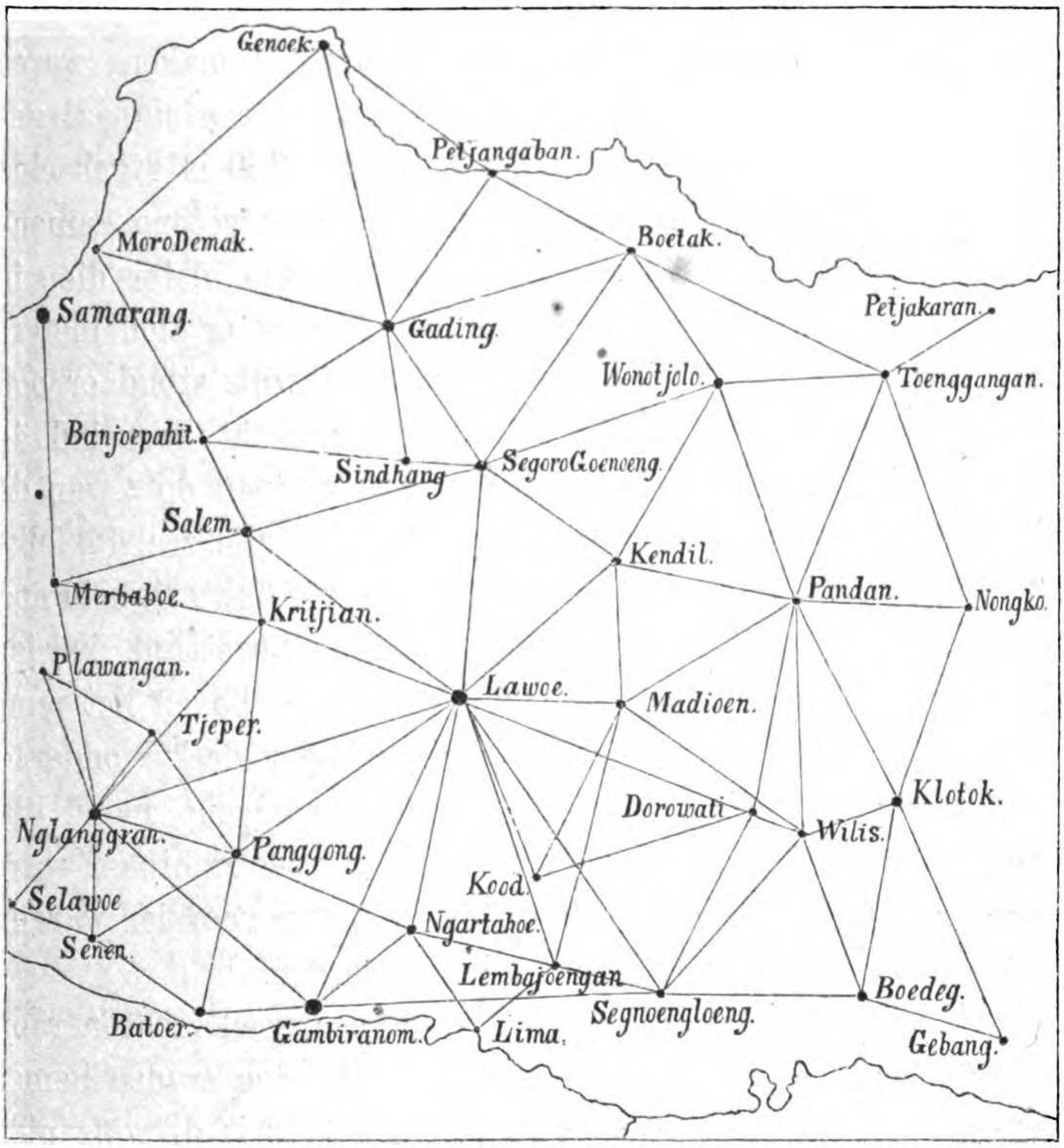
en wanneer dan bekend is $A\ B = 16205$ meters, dan zou men, indien men maar nauwkeurig genoeg met potlood op papier konde teekenen, de afstanden $A\ C$ en $B\ C$ wel door de teekening kunnen vinden, maar het is niet mogelijk op papier een' hoek zoo nauwkeurig te maken dat men zeker is geene minuut fout te hebben; nu heeft men gelukkig in de wiskunde ook regels bedacht, zóó dat men de lengten van $A\ C$ en $B\ C$ berekenen kan, in plaats van ze te meten, en die berekening kan men geheel nauwkeurig doen. Als dus nu die afstand $A\ B$ en de beide hoeken A en B nauwkeurig bekend zijn, dan zijn op die wijs de afstanden $A\ C$ en $B\ C$ ook geheel bekend.

Maar nu heeft men een vierde punt D, dat men uit B en C zien kan; men meet weer de hoeken in B en C van den driehoek $B\ C\ D$, en nu berekent men de zijden $B\ D$ en $C\ D$. Men weet dus nu precies, waar het punt D ligt en kan het op de kaart nauwkeurig afteekenen. Zoo gaat men voort, over het geheele land. Op *Java* hebben de ingenieurs van de Geographische Dienst, van 1854 af, aan dergelijke hoekmetingen gewerkt; de punten A, B, C, D, enz. die hiervoor werden uitgekozen,

werden meestal op bergen of heuvels gekozen, enkele waren ook in de vlakte.

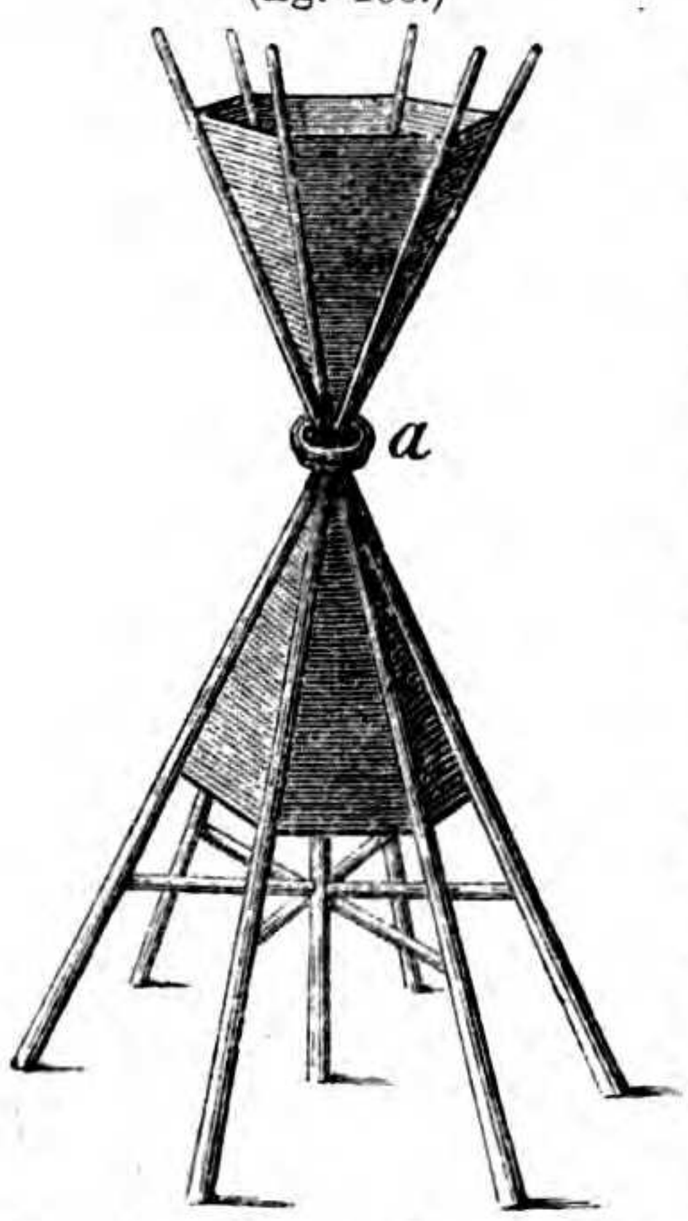
Men moest dus beginnen met éénen afstand *A B* te meten, dit is in 1873 gedaan in de nabijheid van *Buitenzorg*; daarbij moet men dan van één van die punten *A* of *B* nauwkeurig door sterrekundige waarnemingen de breedte bepalen, en ook moet men nauwkeurig de richting der lijn *A B* zoeken, zooals ik u bij den zonnewijzer ook uitgelegd heb. Op die wijs zou men op eene kaart de lijn *A B* kunnen teekenen, goed gericht, en naar hare behoorlijke grootte; men zou zoo kunnen voortgaan, en achtereenvolgens alle punten *C*, *D*, enz. op de kaart verkrijgen. Daar al die driehoeken, als er zoo veel zijn, wel

(fig. 159).



eenigszins op een vischnet gelijken, zoo noemt men ze alle bij elkâar een *driehoekennet*. Heeft men nu die teekening af, dan heeft men over het geheele land die punten op hunne juiste plaats: van al de afstanden, die op het net voorkomen, heeft men de hoegrootheid, en als men dus op den rand van de kaart eene verdeeling van graden lengte en breedte heeft aangebracht, zooals men op de kaarten gewoonlijk doet, dan kan men ook van elk der punten *B*, *C*, *D*, enz. de lengte en breedte vinden. Maar nog veel zuiverder en nauwkeuriger kan men dit alles door berekening doen. In de fig. 159 ziet gij een gedeelte van dat driehoekennet, van al die punten is berekend geworden de lengte en de breedte, en van al de lijnen, die het eene punt met het andere verbinden, is berekend geworden de grootte en de richting. Deze punten lagen zeer ver van elkander af; om ze zoover zichtbaar te maken, waren bijzondere hulpmiddelen noodig. Soms werd een signaal gebruikt, zooals in fig. 160 is afgebeeld,

(fig. 160.)

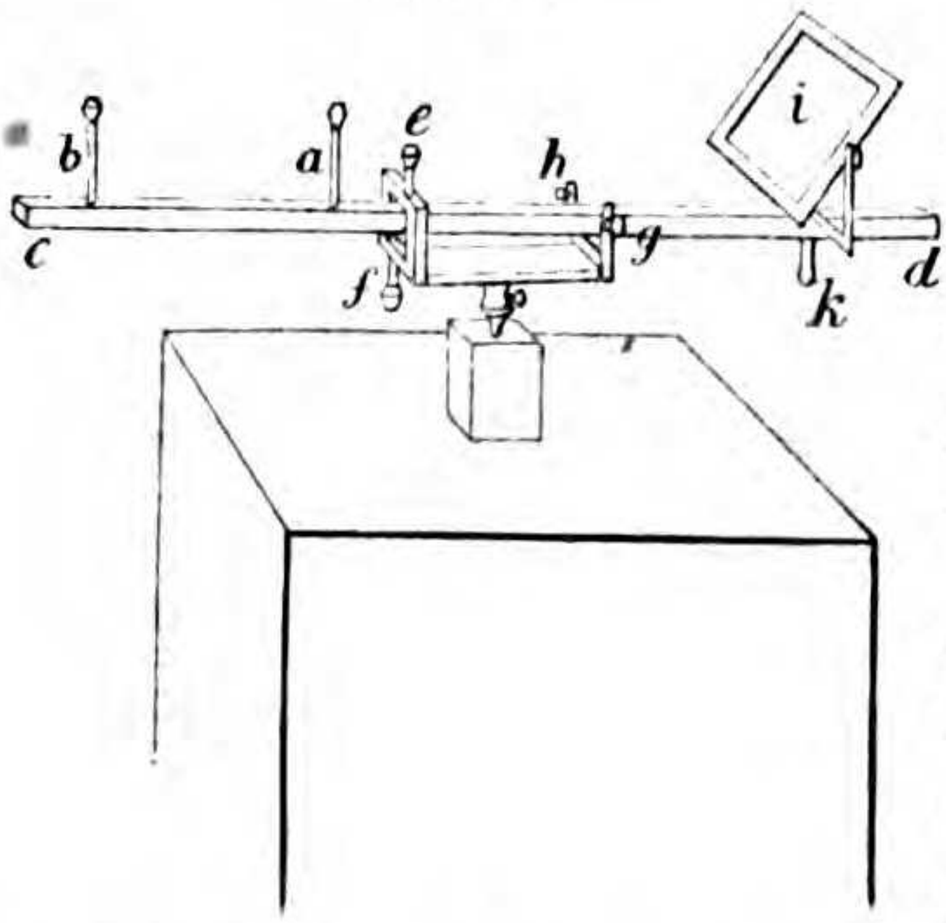


dit werd uit 6 bamboe petong zamengesteld, die ongeveer een meter diep in den grond staken, maar er tien meters boven uitstaken. Dikwijls stond er ook een bamboe petong recht overeind in het midden. Deze werden op $\frac{1}{3}$ van de hoogste punt af, bij *a*, alle zes, bij elkander gebonden, en voor de stevigheid nog van onderen onderling bevestigd. Verder werden de korte einden boven het punt *a* en een even hoog gedeelte onder *a* met repen bamboe als eene mand bevlochten, zoodat het geheel van verre zeer goed zichtbaar was, vooral in de kijkers, waarmede de instrumenten voorzien waren, die tot het meten der hoeken gebruikt werden.

Zulk een signaal is door een' kijker zeer goed zichtbaar op groote afstanden, van 40, ja 60 paal, als men er den hemel achter ziet, en het helder weder is, maar het is dikwijls niet

uit de verte zichtbaar, wanneer het een heiige lucht is, of wanneer men van een bergtop af naar beneden in de vlakte moet zien; dan werden door de ingenieurs heliotropen (katjamatahari) gebruikt, dat zijn spiegeltjes, waardoor het zonnelicht naar ver afgelegene punten kan worden teruggekaatst. Fig. 161 geeft eene afbeelding van zulk een' heliotroop. Op de stijltjes *a* en *b* zijn twee schijfjes, waarin gaatjes, deze stijltjes zijn op een ijzeren balkje *c d* geplaatst, dat zich door de schroeven *e*, *f*, *g* en *h* laat stellen, zoodat men, als men den spiegel *i* wegneemt, door de gaatjes *a* en *b* naar een ver verwijderd punt, bijv. eenen berg, zien kan. Nu zet men den spiegel *i*, met zijne stift *k*, zooals de figuur het aantoont, en nu kan men dien spiegel zoo draaien, dat de stralen der zon er door teruggekaatst worden in de richting van *a b*, hetgeen men gemakkelijk door het zonnebeeldje zien kan, dat door het gaatje in *a* op het schijfje *b* schijnt. Al is de spiegel *i* nu niet grooter dan een decimeter in het vierkant, dan is toch het zonnelicht, op zulk een' spiegel teruggekaatst, zelfs op eenen afstand van 60 paal zichtbaar, evenals een klein, maar helder sterretje, dat men op een' berg of in de vlakte ziet schitteren, en de ingenieurs kunnen dan met het grootste gemak de hoeken tusschen twee zulke sterretjes meten. Zoo kan men zoo een spiegeltje heel goed op den Pangerango zien, als het te *Batavia* gesteld wordt; heel goed op den Slamat, als het te *Tagal* of *Cheribon* of *Banjoemas* gesteld wordt, ja, van den eenen bergtop naar den anderen kan de afstand veel grooter zijn, omdat de lucht in de hoogte zooveel helderder is dan beneden.

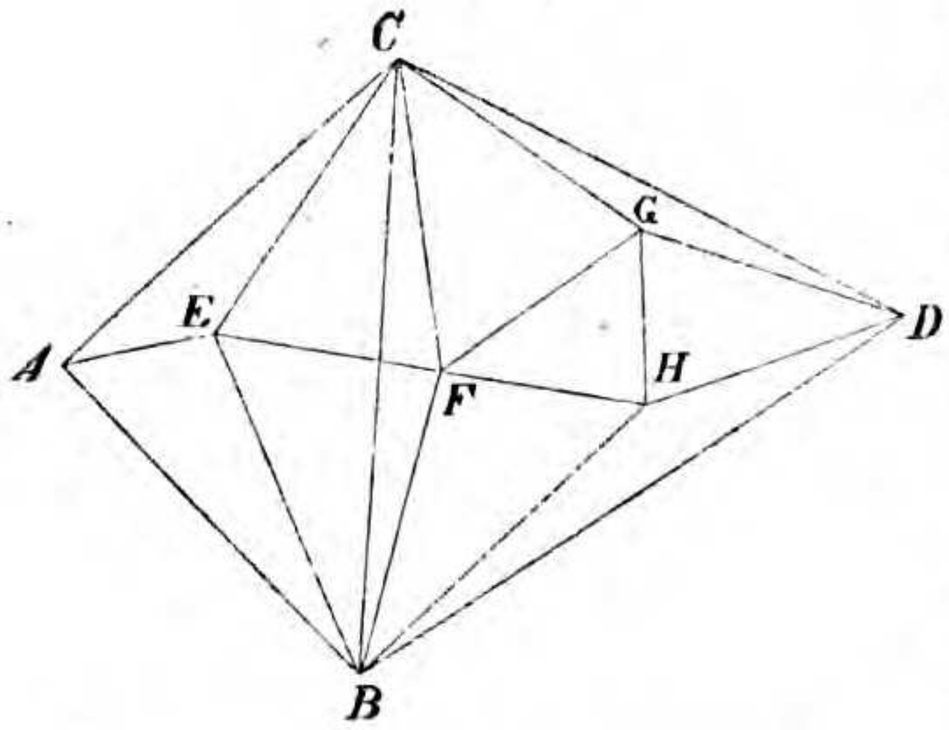
(fig. 161).



Wanneer nu op die wijs de reeds genoemde punten *A*, *B*, *C*, *D* nauwkeurig zijn in kaart gebracht, dan zijn die punten nog veel te ver van elkander af, om er de meting, door het op-

nemen volbracht, op aan te passen, dan worden er nog, hetzij in de vlakte, hetzij nog liever op heuvels, andere punten tusschen in gekozen, E, F, G, H, zie (fig. 162), die dichter bij elkander liggen en dus met elkander kleinere driehoeken maken, en ook met de vorige punten A, B, C, D.

(fig. 162).



Men noemt die punten A, B, C, D driehoekspunten van de eerste orde, de punten E, F, G, H, driehoekspunten van de tweede orde.

De driehoekspunten van de tweede orde hebben ook dan eens grooteren, dan eens kleineren afstand van elkander, maar gemiddeld is het op *Java* omstreeks 15000 meters of 10 paal.

De opneming met boussole en ketting, en het teekenen der kaarten geschiedt door het personeel der Topographie, dat onder het Militair Departement behoort, dat personeel heeft dikwijls weder nog andere punten tusschenin aangenomen, en daar signalen geplaatst; dit waren dan punten van de derde orde.

Van al die punten, zoowel van de eerste als van de tweede en van de derde orde, kan nu de lengte en breedte zeer nauwkeurig berekend worden, en dus op de kaarten afgezet, en nu kunnen de opnemers altijd zorgen, dat op de kaarten, die zij invullen, de signalen op de punten der eerste, tweede en derde orde geheel op hunne plaats komen, dan is de geheele kaart natuurlijk zoo goed mogelijk.

De teekeningen, die door het personeel der militaire opname gemaakt zijn, waren eerst alle op de schaal van $\frac{1}{10000}$, later op de schaal van $\frac{1}{20000}$ geteekend; elke millimeter op de kaart was dus op het terrein = 10 meters en in de latere = 20 meters; zoo werden zij naar *Batavia* en eene kopij werd naar *Nederland* opgezonden; later heeft de Regeering kleinere kaarten laten maken op de schaal van $\frac{1}{100000}$; deze zijn toen in *den Haag* aan het Topografisch Bureau gedrukt, en ook, voor

zoover zij gereed zijn, voor het publiek verkrijgbaar gesteld. Reeds zijn voltooid de residenties *Kadoe*, *Baglen*, *Banjoemas*, *Djokdjakarta*, *Pekalongan*, *Samarang*, *Soerakarta*, *Tagal*, *Japara*, en aan andere kaarten wordt nog gearbeid. Op elk residentie- en assistent-residentie-bureau kunt gij die kaarten zien hangen. Zij zijn prachtig uitgevoerd, en ook vreemde natiën hebben dien arbeid wel gewaardeerd; want het is een kolossaal werk, zulk een groot land als *Java* te trianguleeren, op te nemen en in kaart te brengen. Op de tentoonstelling te *Parijs* in 1875 heeft voor de triangulatie de Geographische Dienst en op de tentoonstelling van *Philadelphia* in 1876 heeft de Nederlandsche inzending, waaronder ook de residentiekaarten van *Java* waren, een eervol diploma ontvangen.

---

§ 79.

GROOTERE LANDKAARTEN. TWEE VERSCHILLENDE SOORTEN VAN HALFRONDEN.

ABDULLAH. Maar mijnheer, zijn nu alle kaarten op diezelfde wijze gemaakt? In den maleischen atlas van den heer Versteeg, dien wij op de school gebruiken, heb ik bijv. eene kaart van *Azië*, van *Europa*, van *Afrika* enz. gezien, er zijn ook wereldkaarten, ééne in twee helften; zijn nu alle landen reeds opgenomen, evenals *Java?*

DE HEER. Neen zeker niet, daar ontbreekt nog veel aan. Een groot gedeelte van die werelddeelen is niet goed opgenomen, en dat gedeelte kent men dan ook nog vrij onvolkomen; wil men er eene kaart van maken, dan moet men, zooveel men maar vinden kan, de sterrekundige bepalingen van lengte en breedte der hoofdpunten gebruiken en de grenzen binnenslands aan kaarten van die landen ontleenen, die wel opgenomen zijn. De kustlijnen zijn dikwijls door de zeevarenden opgenomen en geteekend, de ligging der rivieren en bergen worden zoo onge-

veer op de kaart gebracht, zoo goed men uit de opgave der reizigers of inwoners dit doen kan; en zoo wordt dan de geheele kaart samengesteld. Met de kaarten van *Sumatra* en *Borneo* is het niet veel beter gesteld. Maar al had men nu van al de deelen van een werelddeel, bijv. van al de landen van *Europa*, goede kaarten, dan is het nog moeilijk, om die aan elkander te voegen; want elke kaart op zichzelve is plat, en stelt ook vrij goed een klein gedeelte van het groote land voor; maar als nu al die kaarten naar dezelfde schaal gemaakt zijn, en men wil de gezamenlijke bladen aan elkander passen, dan blijkt het, dat dit niet goed mogelijk is.

ABDULLAH. Wel mijnheer, hoe komt dit dan?

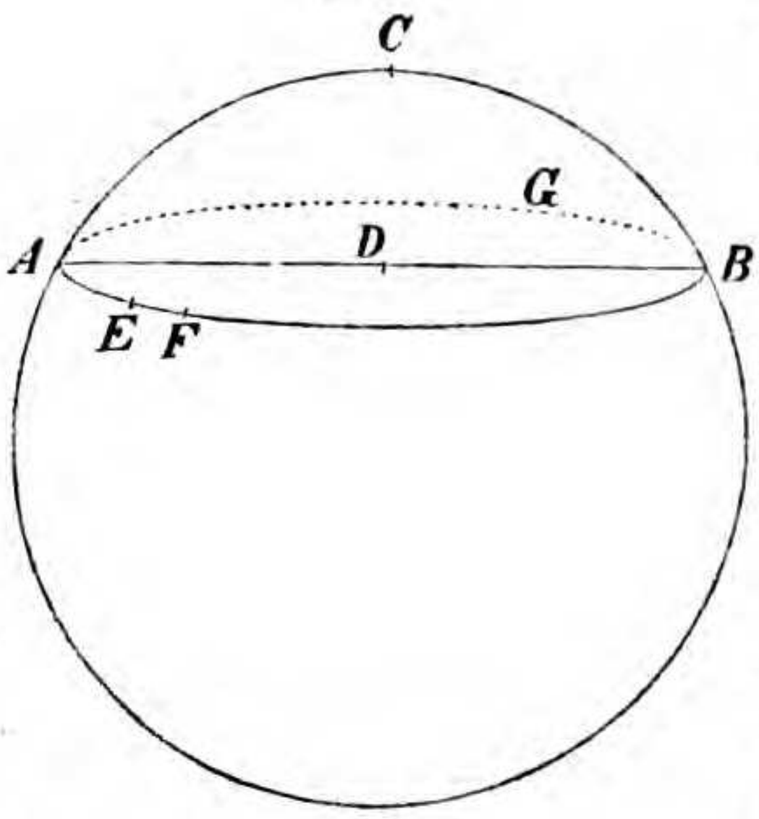
DE HEER. Wel, dat is zeer natuurlijk. De aardbol is, zooals gij weet, rond, bijna precies als een bol. Wat is nu de bedoeling van eene kaart? Natuurlijk eene verkleining van het land, dat afgebeeld wordt. Wanneer men nu een' bol verkleint, dan verkrijgt men weêr een bol, en wil men dus de oppervlakte geheel nauwkeurig afbeelden, dan moet men daarvoor ook een' bol gebruiken; men doet dat ook vaak; zulk een' bol noemt men eene *aardglobe*, en deze laat in juistheid niets te wenschen over. De globes hebben echter een groot ongemak. Indien men eene globe heeft, die niet te groot is, om in de hand te houden of te verdragen, dan zijn de enkele landen, bijv. *Java*, er zoo klein op, dat men er niet eens de residenties goed op zien kan. En wanneer men de globe zoo groot wilde maken, dat *Java* er groot genoeg op was, bijv. dat *Java* eene lengte had van een' halven meter, dan zou de globe te groot worden, om te vervoeren. Nu kan men de oppervlakte der aarde wel in zeer veel kleine gedeelten verdeelen en van elk *zeer klein* gedeelte eene platte kaart maken; maar als men een aantal kleine gedeelten van een bol, die allen een weinig gebogen zijn, aan elkander voegt, dan komt er weder eene oppervlakte van een' bol uit; en als men die platte kaarten aan elkander wilde voegen, dan zou men daarentegen weder eene platte kaart verkrijgen, en zij zouden niet eens goed aan elkander passen.

Gij kunt dus wel begrijpen, dat het niet mogelijk is, om een groot gedeelte van de oppervlakte der aarde, die bol is, op eene platte vlakte goed af te beelden.

ABDULLAH. Maar mijnheer, zijn dan op de wereldkaarten de beide helften der aarde niet goed afgebeeld?

DE HEER. Dat hangt er van af, wat gij door goed afgebeeld verstaat. Ik heb door goed afgebeeld bedoeld, dat elke afstand van twee plaatsen op de aarde evenveelmaal verkleind op de kaart werd voorgesteld, en dat kan noch op eene zoogenoemde wereldkaart, noch op eene andere platte kaart ooit nauwkeurig zoo zijn. Dat kan alleen op eene aardglobe. Ziet eens even hier. Stel eens, dat ik eene kaart wil maken van het stuk van den aardbol *A C B*, fig. 163, dat ik verkrijg, als ik er met het vlak *A E F B G* een stuk afsnijd. Zulk een stuk heet een *segment*. Het spreekt wel van zelf, dat die kaart ook rond moet zijn. Neem eens aan, dat die kaart zoo groot gemaakt wordt als de cirkel *A E F B G*, dan is het duidelijk, dat wij den top *C* van het segment in *D* moeten afteekenen, het middelpunt van den cirkel. Als nu *E* en *F* twee punten aan den omtrek zijn, die zeer dicht bij elkander liggen, dan is hun afstand op den bol = *E F*, en op de kaart ook = *E F*, dus wordt die afstand even groot afgeteekend. Maar nemen wij nu de twee punten *A* en *C*; hun afstand is op den bol *A C*, en op de kaart *A D*; maar *A D* is *kleiner* dan *A C*. Hetzelfde geldt de punten *A* en *B*; hun afstand is op den bol de boog *A C B*, op de kaart de middellijn *A D B*, en deze is *kleiner* dan de boog *A C B*. Voor *E F* gebruikt men dus niet dezelfde schaal als voor *A B*, en de afteekening van het segment op den cirkel is dus niet volmaakt goed. Men moet dus bij het maken van kaarten altijd tevreden zijn met eene afbeelding, die wel eene goede voorstelling van

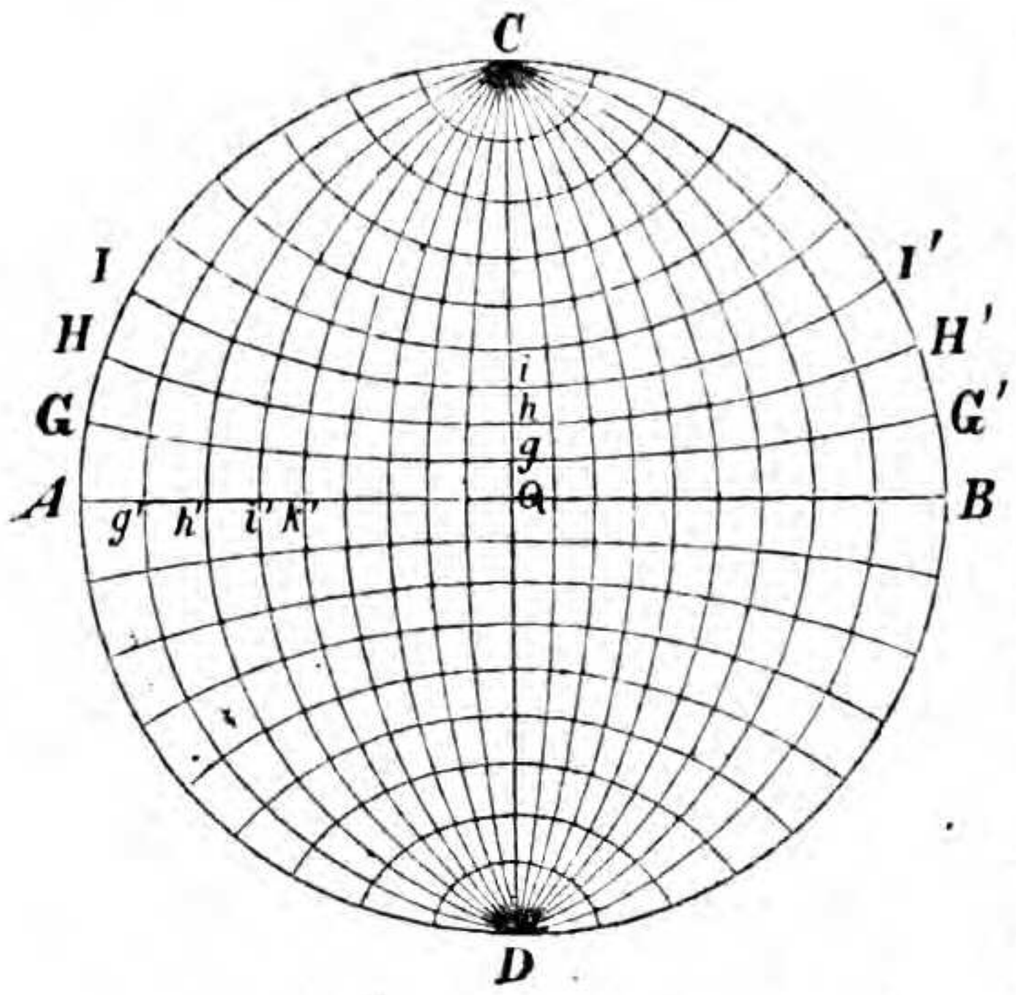
(fig. 163).



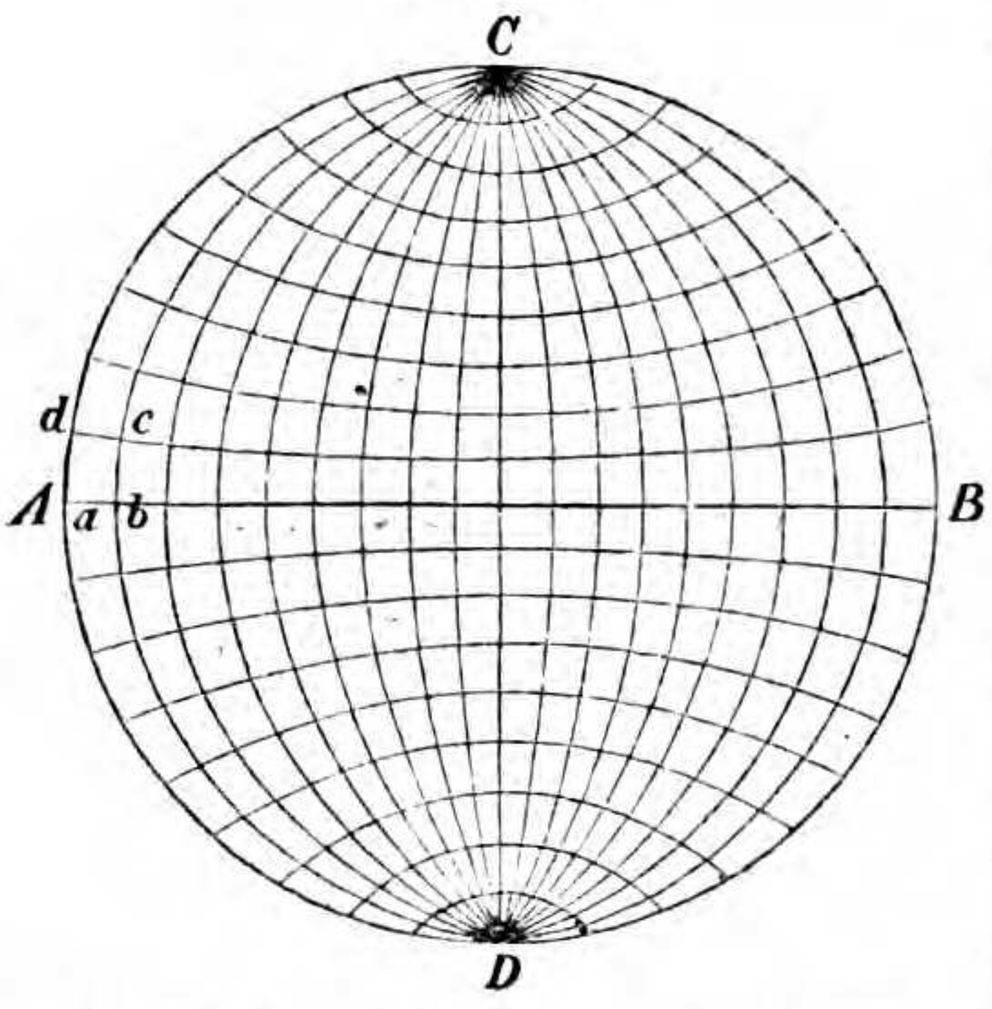
de oppervlakte der aarde geeft, maar daarom toch nog geene getrouwe nabootsing is.

Ik zal nu de verschillende soorten eens met u beschouwen en beginnen met de wereldkaarten in twee halfronden. Van deze bestaan er twee soorten. Langs de evennachtslijn en langs den middelsten meridiaan ziet men op die kaarten verdeelingen, die gewoonlijk ieder 10 graden bevatten; in de eerste soort, fig. 164, zijn deze verdeelingen ongelijk, en in de tweede soort, fig. 165, zijn die verdeelingen gelijk; de wereldkaart in den maleischen atlas van den heer Versteeg behoort tot de tweede soort; ofschoon nu de verdeelingen der beide middellijnen bij deze soort gelijk zijn, zoo zijn de verdeelingen van den omtrek, die ook tien graden bevatten, meer dan anderhalfmaal zoo groot, en het gevolg is dus, dat aan den rand een vierkant van 10 graden breed en 10 graden lang wordt voorgesteld door een vierhoekig stuk *a b c d*, waarvan de beide opstaande zijden cirkelbogen zijn, hetgeen onvermijdelijk is, maar bovendien meer dan anderhalf maal langer dan de beide andere zijden. Neemt gij nu in plaats van een vierkant van 10 graden een vierkant van één graad of nog kleiner, dan zijn die cirkelbogen zoo klein, dat zij als rechte lijntjes kunnen beschouwd worden, maar de hoogte is dan toch altijd anderhalf maal zoo groot als de breedte.

(fig. 164).



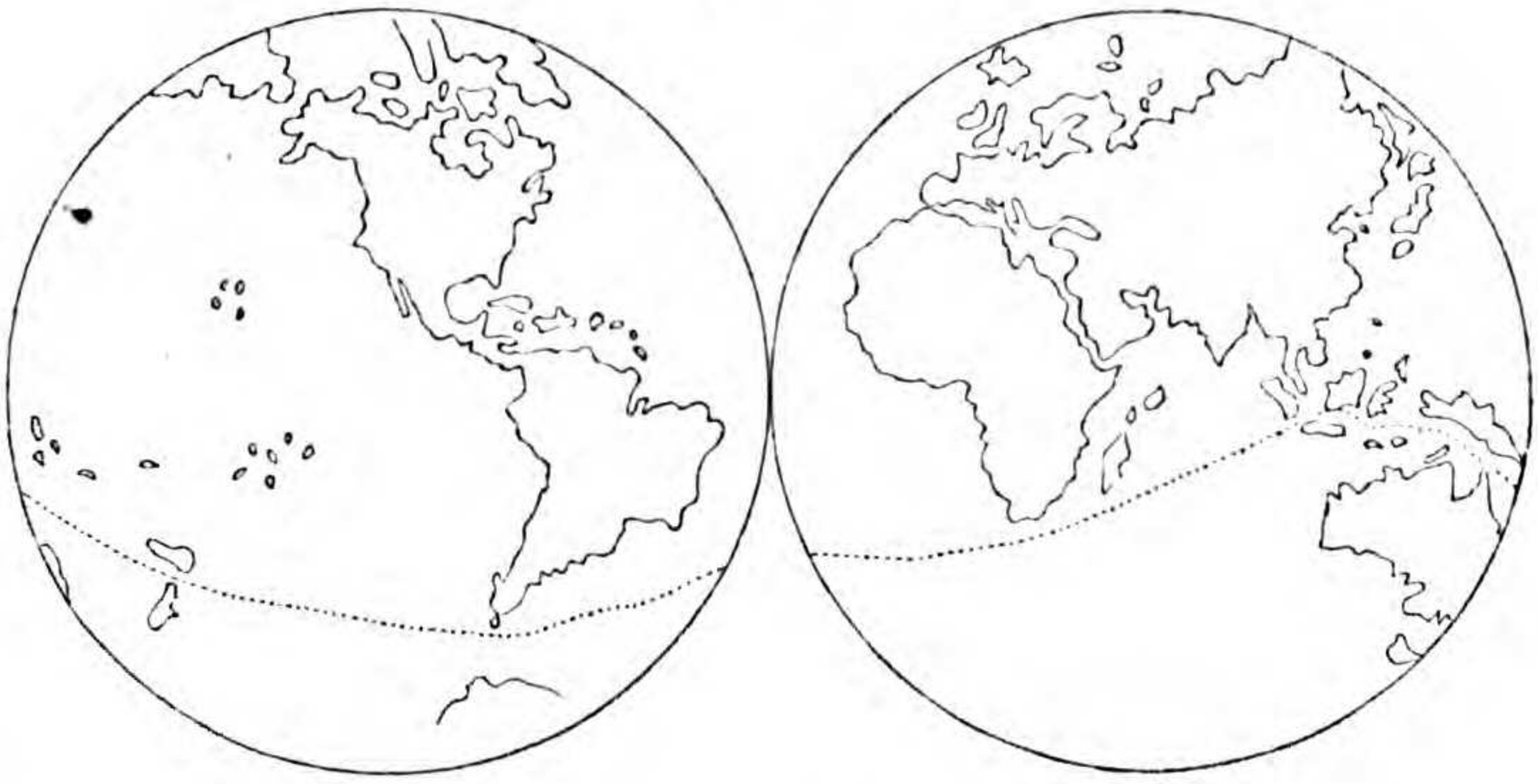
(fig. 165).



De eerste soort van wereldkaart heeft wel is waar niet het

voordeel, dat de graden op de evennachtslijn en meridianen even groot zijn, maar zij heeft een ander voordeel, en daarom werd die soort vroeger algemeen gebruikt en is ook nu nog veel in gebruik. In elk gedeelte van de kaart is de vorm van *kleine* stukjes van de aardoppervlakte juist afgeteekend, d. i. elk vierkant van ééne minuut lengte en ééne minuut breedte zal daar ook als een klein vierkantje zijn afgebeeld. Maar de schaal der teekening in het midden verschilt van de schaal der teekening aan den rand, en, zooals ik u zoo even uitlegde, kan dit niet anders. Deze wereldkaarten der eerste soort hebben nog dit merkwaardige, dat als de aarde doorschijnend was, men zijn oog in één punt zou kunnen plaatsen, waaruit men de eene helft der aardoppervlakte juist zoo zien zou, als zij op zulk eene wereldkaart is afgeteekend, en dit punt ligt op de evennachtslijn juist tegenover het midden der wereldkaart. Fig. 5, waar de meridianen en parallellen niet geteekend zijn,

(fig. 5).



is eene wereldkaart van de eerste soort, het punt waar men zijn oog zou moeten houden om de linkerhelft zoo te zien, als zij is afgebeeld, ligt bezuiden *Hindostan*, op een punt dat juist het middelpunt der rechterhelft inneemt; en de plaats waar men het oog houden moet om de rechterhelft zoo te zien, als zij is afgebeeld, ligt ten westen van *Zuid-Amerika*, juist in het midden van de linkerhelft.

Eene andere merkwaardigheid van deze kaart is, dat alle cirkels op den bol door cirkels op de kaart geheel juist worden voorgesteld, de parallellen zoowel als de meridianen.

Daarom is het nu gemakkelijk te begrijpen, hoe zulk eene wereldkaart, eerste soort, geteekend wordt. Wanneer *C A D*

(fig. 166.)

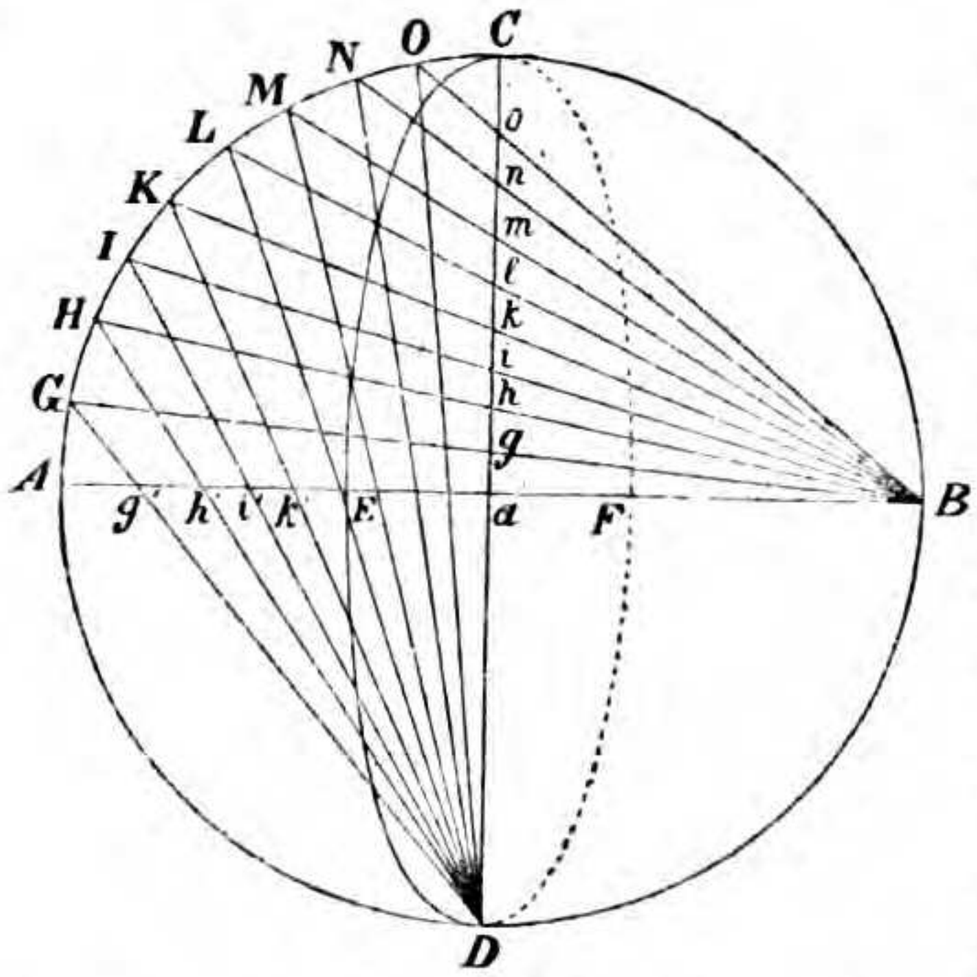


fig. 166 het halfrond voorstelt, dat men wil afteekenen, zijnde *A* op de evennachtslijn gelegen, *C* de noordpool, *D* de zuidpool, dan is *B* het punt, waar men het oog, en loodrecht op de lijn *A B*, (van de schuinte gezien in *C E D F*), is dan de plaats, waar men het vlak moet houden waarop men de teekening wil maken. Wanneer men nu van een punt op het halfrond *C A D* de afteekening wil maken op het vlak *C E D F*, moet men van het oog *B* naar dat punt eene lijn trekken, en waar deze lijn het vlak *C E D F* ontmoet, daar moet de afteekening van het bedoelde punt zijn. Daaruit blijkt dus, dat men slechts den kwartcirkel *A C* door de deelpunten *G H I* enz., in 9 gelijke deelen, ieder van 10°, *A G*, *G H*, *H I* enz., behoeft te verdeelen, en die deelpunten met het punt *B* te verbinden; dan ontmoeten die verbindingslijnen *B G*, *B H*, *B I*, enz., de middellijn *C D* in de punten *g*, *h*, *i*, enz., en dit zijn blijkbaar de punten, waar in fig. 164, de parallellen moeten doorloopen.

Hetzelfde geldt voor de meridianen. Wanneer, in dezelfde figuur 166, *A C B* die helft van de evennachtslijn voorstelt, die in het halfrond is, dat afgeteekend moet worden, dan stelt weder *D* het oogpunt voor, en wanneer *D* dan met *G*, *H*, *I*, *K* enz. verbonden wordt, dan zijn de snijpunten *g'*, *h'*, *i'*, *k'*, enz., der verbindingslijnen met de middellijn *A B* blijkbaar de punten, waar de meridianen van het halfrond, dat men wil afteekenen, moeten doorgaan; deze punten *g'*, *h'*, *i'*, enz. liggen nu op

dezelfde afstanden van elkander als de punten *o*, *n*, *m*, *l*, *k*, *i*, *h*, *g*, op den straal *a C*, beide stralen *a C* en *a A* zijn dus op dezelfde wijze verdeeld; de verdeeling *a g*, die vlak nabij het midden is, is omtrent gelijk aan de helft van *A G*; maar *A g'*, die het naaste bij den omtrek is, is omtrent gelijk aan *A G*, dus zeer nabij tweemaal zoo groot als *a g*.

Desalniettemin moet men wel opmerken, dat het oogpunt *B* toch op zich zelf om eene bijzondere reden zeer goed gekozen was, want het is eene bekende zaak, dat de hoeken *A B G*, *G B H*, enz., waaronder die verschillende gelijke deelen van den kwartcirkel *A C* gezien worden, ook allen even groot zijn. In geen ander punt is dit tegelijk voor de evennachtslijn en voor den middelsten meridiaan het geval; het punt *B* is dus als plaats voor het oog zeer goed gekozen; maar op de teekening zelf zijn de deelen *a g*, *g h*, *h i*, enz. ongelijk.

In deze wereldkaarten van de eerste soort is dus de wanverhouding van het middelpunt, vergeleken bij den omtrek, grooter dan bij de wereldkaarten van de tweede soort; maar daarentegen zijn zeer kleine stukjes op de kaart altijd juist geteekend; van elk klein vierhoekig stukje dat tusschen twee parallellen en twee meridianen besloten is, heeft de lengte en de breedte juist dezelfde verhouding, als de lengte en de breedte van dat stukje op de aarde, waarvan het de afteekening is, en daar komt dus noodzakelijk bij, dat op die halfronden de meridianen en parallellen elkander altijd rechthoekig snijden, zooals op de aarde ook het geval is. Op zulk eene wereldkaart heeft dus elk land op zich zelf, bijv. in *Europa Spanje*, *Zweden* en *Noorwegen*, enz., in *Azië Arabië*, *Hindostan*, *Siam*, enz., in den O. Indischen Archipel de eilanden *Sumatra*, *Java*, *Borneo*, *Celebes*, enz., ieder vrij nauwkeurig hunnen eigenen vorm.

In de wereldkaarten van de tweede soort, fig. 165, zooals ook de eerste wereldkaart in den bovengenoemden Atlas van den heer Versteeg is, zijn de graden lengte op de evennachtslijn en de graden breedte op den middelsten meridiaan allen even lang; de omtrek der beide halfronden is ook in evenveel gelijke

deelen verdeeld als de middellijnen, en nu zijn er voor de parallellen cirkelbogen getrokken tusschen de overeenkomstige deelpunten van den omtrek en van den middelsten meridiaan, en voor de meridianen zijn er cirkelbogen getrokken tusschen de polen en de verdeelingen der evennachtslijn. Op die manier zijn er ruitjes gekomen, die ieder tien graden lengte en tien graden breedte hebben, en deze worden nu slechts ingevuld naar de kaarten, die van elk land bestaan. Ik heb u reeds opgemerkt, dat die kaarten hun voor- en hun nadeel hebben, zij verschillen van de halfronden eerste soort ook daarin, dat de meridianen en parallellen elkander alleen bij uitzondering rechthoekig snijden. Dit heeft namelijk alleen plaats tusschen al de meridianen en de evennachtslijn, en tusschen den middelsten meridiaan en al de parallellen. Ook hebben kleine gedeelten der oppervlakte niet denzelfden vorm op de kaart als op de aarde, maar dat hindert volstrekt niet in het gebruik, en die halfronden worden tegenwoordig zeer veel aangewend.

---

§ 80.

OVER DE KAARTEN VAN GEDEELTEN VAN DEN AARDBOL. VIER HOOFDSOORTEN.

DE HEER. Wel Abdullah, ik heb u verleden keer medegedeeld, hoe de halfronden gemaakt worden; ik zal u nu eens mededeelen hoe de andere landkaarten, die gij in de atlassen vindt, zijn gemaakt. Om goed te begrijpen wat ik bedoel, moet gij altijd in het oog houden, wat ik u reeds heb medegedeeld, dat, wanneer verschillende gewesten opgenomen worden, zooals op *Java* geschied is en nog geschiedt, het onmogelijk is om al de verkregene kaarten tot ééne geheele vlakke kaart bij elkander te voegen. Wat moet men dus doen om van een groot land eene kaart te verkrijgen?

Natuurlijk moeten de kleinere kaarten van de deelen, waaruit

dat grootere land bestaat, elke op zich zelf in de eene richting uitgerekt, en misschien in de andere richting ingekrompen worden, om ze aan elkander te kunnen aansluiten.

De vraag is nu maar, hoe moet dat inkrimpen of uitrekken geschieden? Daarvoor heeft men de volgende methode bedacht. Op elke kaart zult gij meridianen en parallellen geteekend vinden; soms zijn het alle rechte lijnen, soms zijn een van beide rechte. de andere kromme lijnen; soms zijn beide, meridianen zoowel als parallellen, kromme lijnen. Wij kunnen dus de kaarten gevoegelijk in vier hoofdsoorten of liever afdeelingen verdeelen. In den Atlas van den heer Versteeg behooren de Wereldkaart naar de projectie van Mercator, de kaart van *Nederlandsch-Indië*, de beide kaarten van *Java*, de kaarten van *Sumatra*, *Borneo*, *Celebes*, *de Molukken*, *Nieuw Guinea*, de kleine *Sunda-eilanden*, *Australië* en *Nederland* tot de eerste afdeeling; de kaarten van *China*, *Britsch Indië*, *Arabië*, *Europa*, tot de tweede afdeeling, waarin de meridianen door rechte lijnen en de parallellen door kromme lijnen zijn voorgesteld; de kaarten van *Afrika* en *Zuid-Amerika* tot de derde afdeeling, waarin de meridianen door kromme en daarentegen de parallellen door rechte lijnen geteekend worden; de kaarten van *Europa*, *Azië* en *Noord-Amerika* tot de vierde afdeeling, waarin zoowel meridianen als parallellen door kromme lijnen worden voorgesteld.

Gij begrijpt nu wel, dat de kaarten der 1e afdeeling het eenvoudigst te maken zijn, die der 4e afdeeling het minst eenvoudig. Nu moet gij u altijd verbeelden, dat er behalve de meridianen en parallellen, die op de kaart zijn aangegeven, nog eene menigte andere zijn, die, toen de kaart geteekend werd, tusschen die andere ingetrokken waren. Bijv. op de kaart staan zij van 10 tot 10 graden; stel nu dat zij van graad tot graad geteekend zijn, dan verkrijgt men ruitjes, die één graad breed en één graad hoog zijn. Deze ruitjes, die men, als men wil, nog kleiner maken kan, kan men nu gemakkelijk naar de kaart der opneming invullen, welke ook de soort van kaart is, die

men gebruiken wil, en zoo heeft men de verschillende soorten van kaarten vervaardigd.

Het zamenstel van meridianen en parallellen eener kaart noemt men het *net* der kaart.

---

§ 81.

VERSCHIL TUSSCHEN DE GRADEN BREEDTE EN DE GRADEN LENGTE.

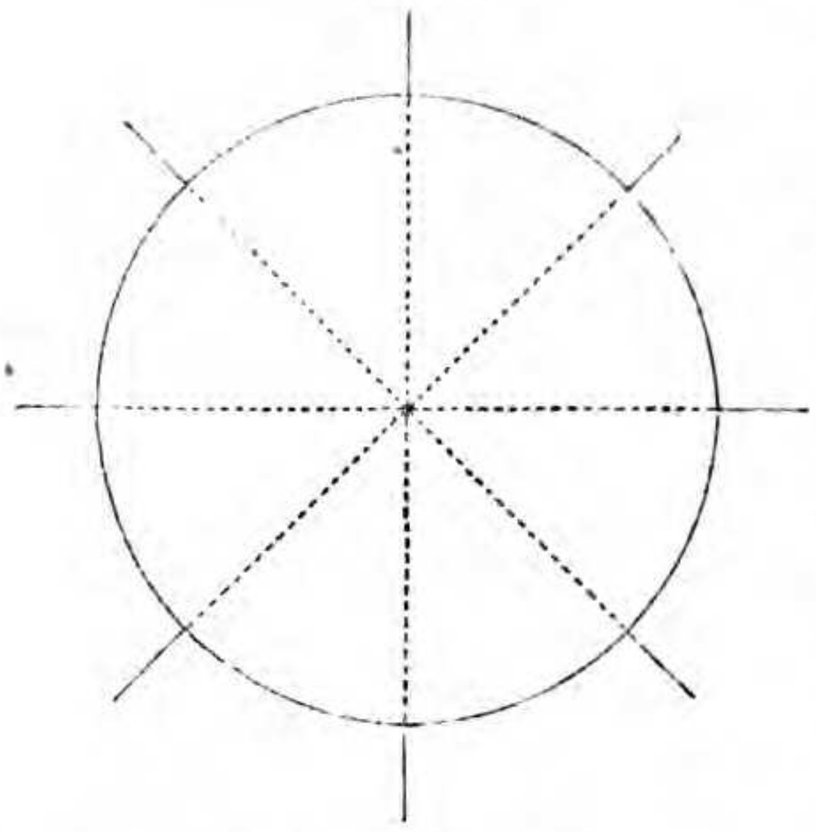
Om nu te begrijpen, met welke moeielijkheden men bij het maken van zulk een net te maken heeft, moet gij al dadelijk hierop letten, dat noch de graden breedte, noch de graden lengte op de aarde overal gelijk zijn.

Wanneer een reiziger van de evennachtslijn af recht noord of zuid gaat, dan zal hij langzamerhand andere sterren boven zijn hoofd, d. i. in zijn zenith te zien krijgen; zijn zenith gaat met hem mede. Vooronderstellen wij, dat hij naar het noorden gaat; zoodra dan zijn zenith juist één graad benoorden de evennachtslijn van den hemel gekomen is, en dus de noordpool van den hemel één graad boven zijn horizon gerezen is, wordt er gezegd, dat de plaats waar hij zich bevindt, 1° noorderbreedte heeft. Stel dat de reiziger voorzien is van de noodige instrumenten om zeer nauwkeurig, door middel der sterren, de hoogte der pool boven zijn' horizon te bepalen en dat hij telkens, wanneer hij weder een graad noordelijker gekomen is, eenen pilaar in den grond zet; dan zou men later bij het nameten bemerken, dat de afstand van twee op elkander volgende pilaren grooter en grooter werd, naarmate men zich van de evennachtslijn verwijderde. Dit komt wegens de afgeplatte gedaante der aarde; ware de aarde een bol, dan zou het niet plaats hebben.

Om dit goed te begrijpen, moet gij u herinneren dat ik u verteld heb, dat de aarde die afgeplatte gedaante heeft ten gevolge van hare wenteling om eene as. Ware de aarde vloeibaar, dan zou zij van zelf dien vorm aannemen, en omdat zij dien vorm heeft, is het waarschijnlijk dat zij vroeger vloeibaar

geweest is. Op elk punt op de oppervlakte der aarde staat altijd een paslood precies loodrecht op een stilstaand water. Laat ik dus een' steen, aan een draad gebonden, hangen in een' emmer of bak met water, dan staat die draad loodrecht op de oppervlakte van dat water. De aarde nu is voor een groot gedeelte met water, nl. de zee, overdekt, en aan de kusten volgt het land de zee, en ware de aarde nu kogelrond, dan zouden, wanneer men op hare oppervlakte een aantal paslooden

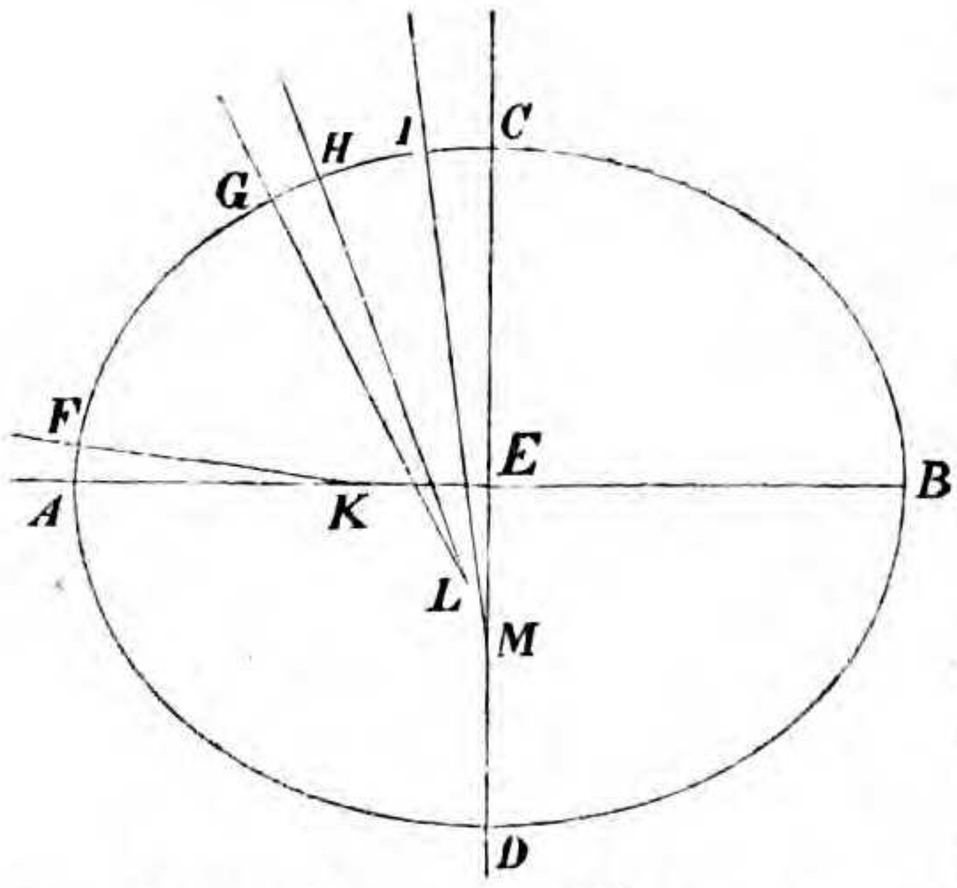
(fig. 7.)



liet hangen, die paslooden, zie fig. 7, allen in het middelpunt der aarde samenkomen, als men ze maar door de aarde zoo ver kon doortrekken. Elk paslood zou dan loodrecht staan op dat gedeelte van de oppervlakte, waar het zich juist bevindt.

Maar, indien nu de aarde geen bol is, maar afgeplat, evenals in fig. 13, geteekend is, dan staan die paslooden, elk ook wel loodrecht op dat gedeelte der oppervlakte, waar het zich bevindt, maar wanneer men ze verlengt, komen zij niet meer in het middelpunt van den bol samen. Men heeft dan, hetgeen fig. 167 aantoont. Deze stelt eene doorsnede der aarde voor. *A B* is de evennachtslijn en *C D* de as. Van *A* vertrekkende naar de noordpool *C* en handelende, zooals ik zoo even heb uitgelegd, zal men bijv., in *F* aangekomen, uitmaken dat men één graad gevorderd is. *A F* is dus één graad op den meridiaan, van 0° tot 1° breedte.

(fig. 167).



De paslooden van *A* en *F*, naar boven verlengd, komen uit in de zenithen van *A* en *F* en deze liggen aan den hemel één graad uit elkander. Naar onderen verlengd, ontmoeten zij

elkander in K, en dat punt K kan men nu als het middelpunt beschouwen van een' cirkel, waarvan $A\ F$ een boogje is, en de hoek $A\ K\ F$ bedraagt juist één graad.

Verder gaande, zou men bijv. tusschen G en H hetzelfde hebben als tusschen A en F. Door de sterren zou men kunnen weten, dat de zenithen van G en H aan den hemel één graad van elkander liggen. Men zou dan wederom zeggen, dat G en H één graad in breedte verschillen, evenals A en F, maar de paslooden, naar onderen verlengd, komen in L bijeen, veel verder af dan bij A en F het geval was. $G\ H$ kan weder als een boogje beschouwd worden van een cirkel, waarvan L het middelpunt is, maar hoek $G\ L\ H$ is weder één graad.

Hetzelfde zou eindelijk vlak bij de pool het geval zijn, het middelpunt van den cirkel, waarvan $I\ C$ als een boogje kan beschouwd worden, ligt in M, en hoek $I\ M\ C$ is weder een graad.

De hoeken $A\ K\ F$, $G\ L\ H$ en $I\ M\ C$ zijn dus alle gelijk één graad, (in de figuur zijn zij grooter), maar de straal $A\ K$ is kleiner dan $G\ L$ en $G\ L$ weder kleiner dan $C\ M$.

Derhalve is de boog $A\ F$ ook kleiner dan de boog $G\ H$, en de boog $G\ H$ ook kleiner dan de boog $I\ C$.

De graden breedte nemen dus toe van de evennachtslijn naar de pool.

Maar omdat nu de vorm der aarde niet *veel* van dien van eenen bol verschilt, zoo is ook het verschil zoo groot niet als in fig. 167 wordt voorgesteld; toch is het altijd naar evenredigheid omtrent driemaal zoo groot als het verschil tusschen de middellijn $A\ B$ van de evennachtslijn en de middellijn $C\ D$, die de noordpool met de zuidpool vereenigt. Deze middellijn is $\frac{1}{300}$ gedeelte kleiner dan de middellijn van de evennachtslijn. Men noemt dat verschil de *afplatting*.

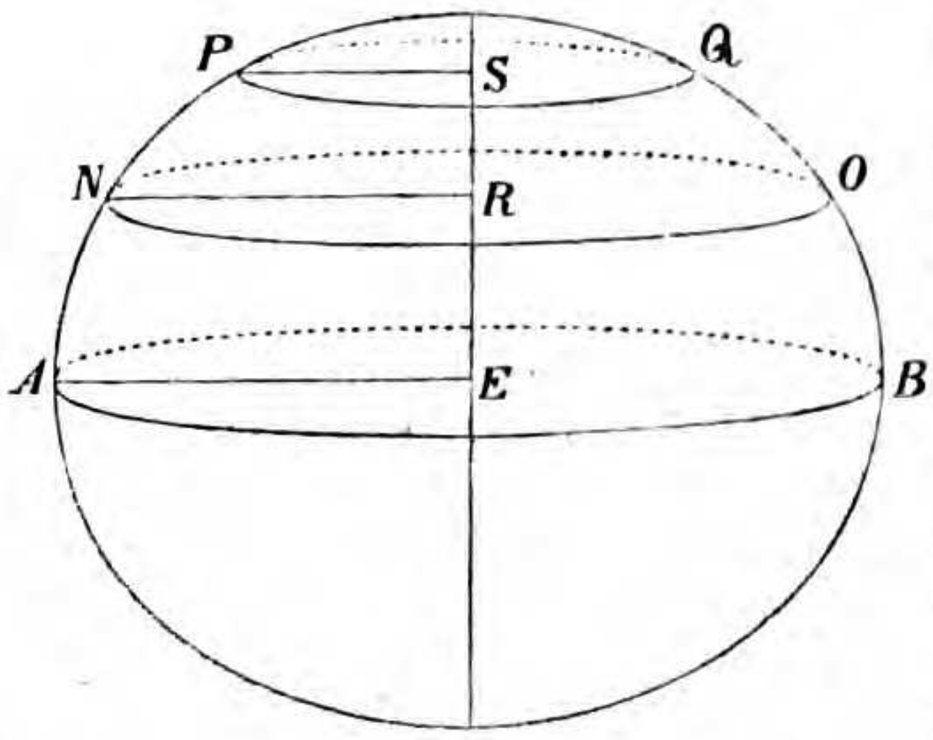
Driemaal $\frac{1}{300}$ is $\frac{1}{100}$. Nu is $A\ F$ ook $\frac{1}{100}$ kleiner dan $I\ C$, of anders gezegd $A\ F = \frac{99}{100}\ I\ C$.

$A\ F$ is de eerste graad breedte, van de evennachtslijn gerekend. $I\ C$ de laatste graad breedte, van 89° breedte tot de noordpool. $A\ F$ is nu ook kleiner dan de graden van de evennachtslijn,

want $A\,F$ kan beschouwd worden als één graad van een cirkel, die $A\,K$ tot straal heeft; daarentegen is één graad op de evennachtslijn een graad van een cirkel, die $A\,E$ tot straal heeft. Het verschil tusschen beiden is zeer nabij het dubbel van de afplatting. De afplatting is $\frac{1}{300}$, het dubbel van die afplatting is dus $\frac{1}{150}$.

De eerste graad breedte is dus nagenoeg $\frac{1}{150}$ *kleiner* dan een graad op de evennachtslijn, d. i. $\frac{149}{150}$ van zulk een graad; en de laatste graad breedte is nagenoeg $\frac{1}{300}$ *grooter* dan een graad op de evennachtslijn, d. i. $\frac{301}{300}$ van zulk een graad.

(fig. 168).



Hoe is het nu met de graden lengte? Uit fig. 168 zult gij wel zien, dat de parallellen, naarmate zij verder van de evennachtslijn verwijderd zijn, ook kleiner stralen hebben; $N\,R$ is kleiner dan $A\,E$ en $P\,S$ is weder kleiner dan $N\,R$; hoe kleiner nu de straal is, hoe kleiner ook de graden aan den omtrek zijn. De graden op de parallelcirkels, of met andere woorden de graden lengte, nemen dus met de breedte af. Aan de evennachtslijn is één graad lengte, d. i. een graad van de evennachtslijn zelf langer dan één graad breedte. Of omdat $A\,F$, fig. 167, niet een boog van eenen cirkel, maar een boog van eene ellips is, is het beter om die bogen bij de vergelijking veel kleiner te maken, en bijv. te zeggen: aan de evennachtslijn is ééne sekunde lengte (30,9185 meters) langer dan ééne sekunde breedte, (30,712 meters). Verwijdert men zich nu van de evennachtslijn, dan worden de graden breedte een weinig grooter en de graden lengte, eerst slechts langzamerhand, iets kleiner. Weldra komt er echter eene breedte, waarop zij gelijk zijn. Dit is op 6°34′,8 breedte dus even benoorden *Buitenzorg*; aldaar is 1″ lengte = 1″ breedte = 30,716 meters.

Verder van de evennachtslijn afgaande, wordt de sekunde lengte hoe langer hoe kleiner.

Op 52° breedte, waar *Nederland* ligt, is 1″ lengte = 19,075 meters, en 1″ breedte = 30,904 meters.

Bij het maken van nauwkeurige kaarten moet op dit verschil natuurlijk gelet worden.

---

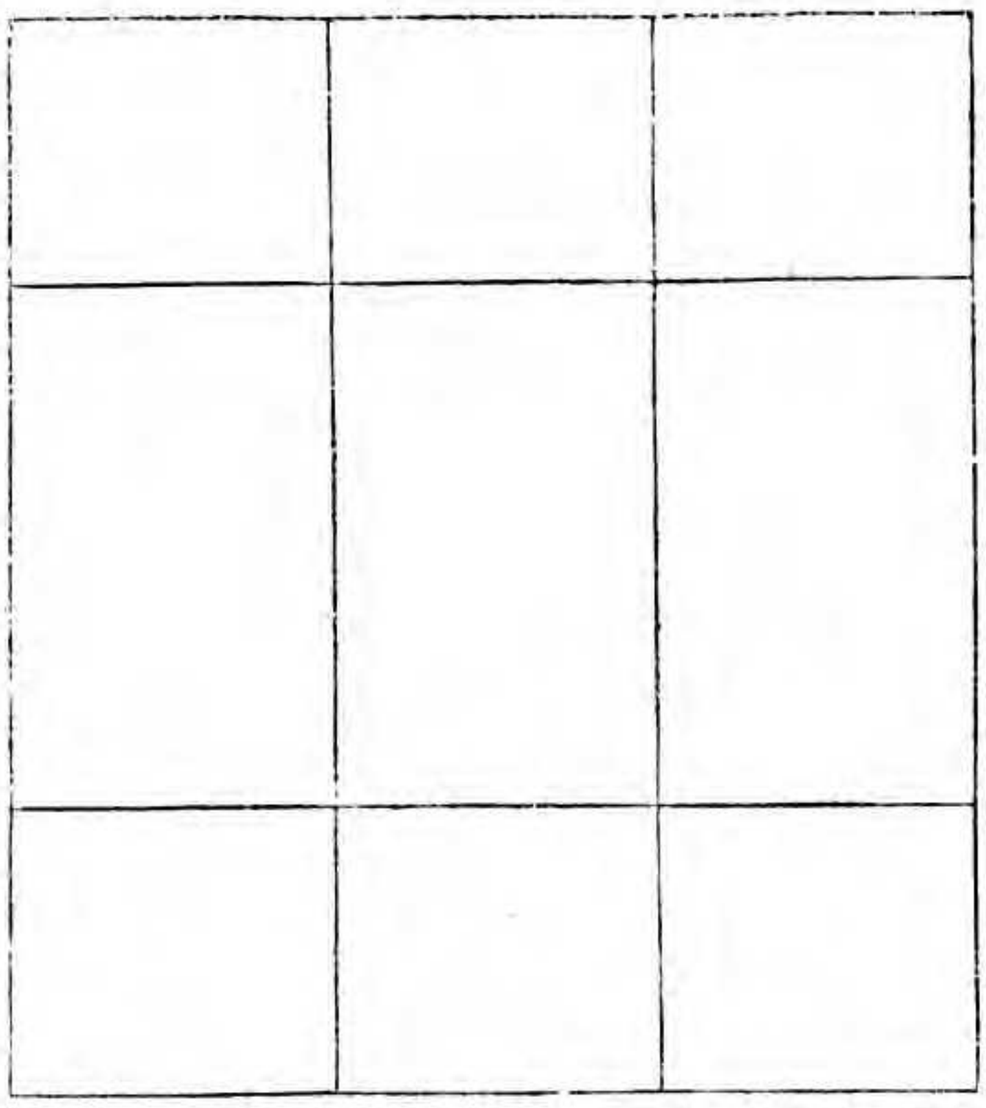
§ 82.

KAARTEN, WAARIN DE PARALLELLEN DOOR RECHTE LIJNEN WORDEN VOORGESTELD.

a) PLATTE KAARTEN.

De eenvoudigste wijs nu, om op dit verschil te letten, is deze, dat men eenvoudig voor de meridianen en parallellen rechte lijnen aanneemt, die elkander rechthoekig snijden, en en dat men daarbij in aanmerking neemt, hoe de verhouding is tusschen 1 sekunde breedte en 1 sekunde lengte, zie fig. 169. Dergelijke kaarten noemt men *platte kaarten*. Bij voorbeeld, wanneer men een kaart van een gedeelte van *Nederland* wil maken, dat op 52° noorderbreedte ligt, dan kan men er op letten, dat op die breedte de graad breedte tot de graad lengte in verhouding is als 30,904 tot 19,075.

(fig. 169).



Maar dan moet het op die breedte een zeer klein stukje land zijn; want de graden lengte nemen zoo sterk af, dat de verhouding bij één graad meer of minder breedte geheel anders is. Bijv. zoo is:

	1″ Breedte.	1″ Lengte.
bij 51°	30,899 Meter.	19,497 Meter.
„ 52°	30,904 „	19,075 „
„ 53°	30,909 „	18,647 „

Wanneer men dus eene dergelijke platte kaart wilde zamenstellen, die geheel Nederland bevatte, dat zich omtrent van 51° tot 53½° uitstrekt, dan zou men aan den noord- en aan den zuidrand eene tamelijk groote fout maken. Bij 51° zou men de lengtegraden te klein en bij 53° zou men ze te groot nemen. Voor geheel *Nederland* is het niet aan te raden, deze soort van kaart te gebruiken, te meer omdat het gemakkelijk is, op de vermindering der graden lengte te letten. Maar wanneer men slechts ééne provincie wil in kaart brengen, of een klein landje zooals *Luxemburg*, dat in den atlas van den heer Versteeg in den hoek van de kaart van *Nederland* voorkomt, dan geeft het, zelfs op eene aanzienlijke noorder- of zuiderbreedte, geene zwarigheid en het kaartje is vrij nauwkeurig.

De platte kaarten kunnen daarentegen, ook voor groote oppervlakten, uitstekend voldoen juist bij de evennachtslijn; want de graden lengte nemen bij de evennachtslijn zelve slechts zeer langzaam af. Om u dit te toonen, zal ik u hier een tafeltje laten zien, waar ook weder de lengte van ééne sekunde voor verschillende breedtegraden is opgegeven.

Breedte.	1″ breedte.	1″ lengte.	Breedte.	1″ breedte.	1″ lengte.
0°	30m,712	30m,918	15°	30m,733	29m,871
1°	30 ,712	30 ,914	20°	30 ,748	29 ,065
2°	30 ,712	30 ,900	25°	30 ,767	28 ,038
3°	30 ,713	30 ,876	30°	30 ,789	26 ,799
4°	30 ,714	30 ,844	35°	30 ,814	25 ,355
5°	30 ,714	30 ,802	40°	30 ,841	23 ,718
6°	30 ,715	30 ,750	50°	30 ,893	19 ,913
7°	30 ,717	30 ,690	60°	30 ,944	15 ,498
8°	30 ,718	30 ,619	70°	30 ,986	10 ,607
9°	30 ,720	30 ,540	80°	31 ,013	5 ,386
10°	30 ,722	30 ,452	90°	31 ,022	0 ,000

Gij ziet wel, hoe weinig verschil in de eerste 10° tusschen de graden lengte en breedte is. Daarom kan men, zooals ik zeide, die platte kaarten zeer goed gebruiken, wanneer men gedeelten van den aardbol wil afbeelden, die om of bij de evennachtslijn liggen. Zoo heeft de heer Versteeg ook gedaan bij al de kaarten, die den O. I. Archipel of gedeelten ervan voorstellen. Zoo zijn ook fig. 19 en de kaartjes, fig. 107 en 108, die in dit boekje gegeven zijn, om den loop der maanschaduw bij de zoneklipsen van 18 Aug. 1868 en 12 Dec. 1871 aan te geven, platte kaarten.

Is het land, dat men wil afbeelden, vlak bij de evennachtslijn, dan kan men nog het verschil tusschen de graden lengte en breedte in aanmerking nemen, dat voor 0° nog $\frac{1}{150}$ van het geheel bedraagt. Voor eene kaart van *Java* zou dit in het geheel niet te pas komen, daar juist op de breedte van *Buitenzorg* ééne sekunde lengte even lang is als ééne sekunde breedte; gewoonlijk wordt dit verschil te gering geacht, om erop te letten en in de kaarten in gemelden atlas, die naar deze methode geteekend zijn, zijn de graden lengte en breedte eenvoudig aan elkander gelijk genomen, hetgeen een groot gemak voor de teekening en toch eene voldoende juistheid oplevert.

---

§ 83.

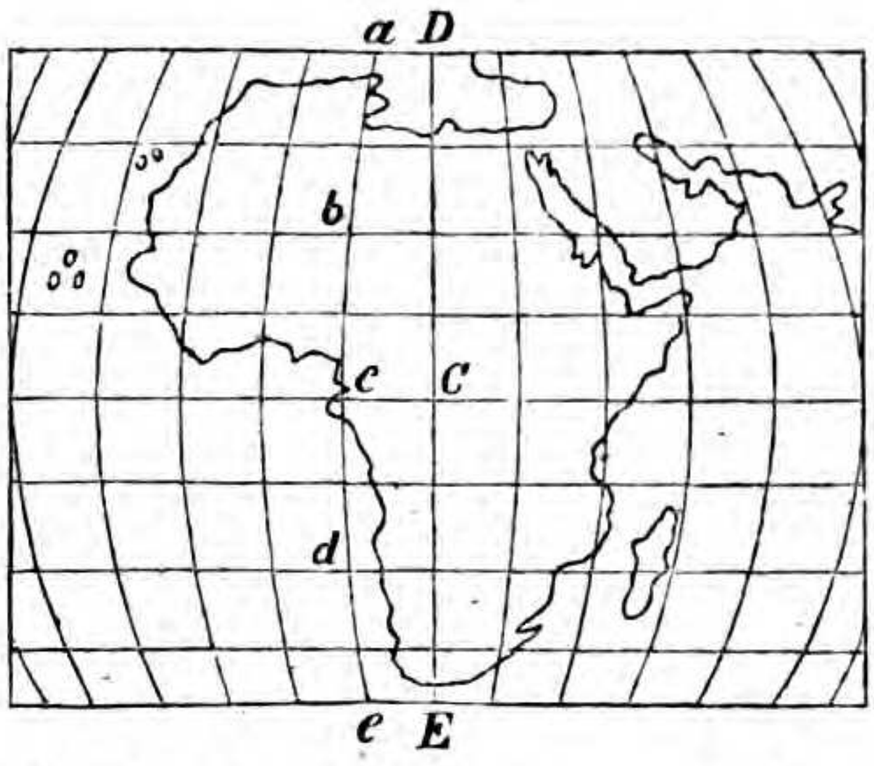
b) DE METHODE VAN FLAMSTEED.

Wanneer wij nu eene kaart willen maken van een gedeelte der aarde, dat zich zoo ver van de evennachtslijn uitstrekt, dat het niet meer doenlijk is, er eene platte kaart van te maken, dan staan daarvoor nog verschillende wegen open. Wanneer wij een groot land willen voorstellen, waar de evennachtslijn doorloopt, dan moeten wij anders handelen, dan wanneer de evennachtslijn buiten dat land loopt.

In den atlas van den heer Versteeg zijn twee groote landen afgebeeld, waar de evennachtslijn doorloopt, nl. *Afrika* en *Zuid-Amerika*. *Afrika* strekt zich uit van 37° N. Breedte tot 35° Z. Breedte, en van 30° Westerlengte tot 55° Oosterlengte. Tot middelsten meridiaan is aangenomen de meridiaan van 20° Oosterlengte, en de kaart strekt zich aan weêrszijden links en rechts 50° van dien meridiaan uit.

Nu is de eenvoudigste wijziging van de platte kaart de volgende, en die past ook het best voor zulk een land als *Afrika*. Men behoudt nog altijd, zie fig. 170, voor de parallellen evenwijdige rechte lijnen, die op gelijke afstanden van elkander gelegen zijn. Wel is waar moest, strikt genomen, bij 35° breedte de graad breedte iets grooter genomen worden dan bij 0°, maar het verschil is zoo gering, dat het hier niet behoeft in aanmerking genomen te worden.

(fig. 170.)



Langs de parallellen echter worden nu de graden lengte afgezet, van den middelsten meridiaan *D E* af rechts en links, overeenkomstig de verhouding, die ik u reeds heb medegedeeld. Op die wijs krijgt men de punten *a b c d e*, en door deze trekt men nu kromme lijnen; heeft men op die wijs het geheele net van parallellen en meridianen gereed, dan moet in elk ruitje tusschen twee parallellen en twee meridianen de kaart zoo goed mogelijk ingeteekend worden.

Op die wijs zijn, zooals ik reeds gezegd heb, in den atlas van den heer Versteeg *Afrika* en *Zuid-Amerika* afgeteekend. Gij begrijpt nu wel, dat het voordeel dezer methode hierin gelegen is, dat de graden breedte en lengte overal hunne juiste verhouding hebben. In *Marokko* in het noorden, en in het *Kaapland* ten zuiden, ziet gij duidelijk dat de graden breedte grooter zijn dan de graden lengte, maar gij zult evenzoo ook wel opmerken, dat hoe dichter gij bij de vier hoeken der kaart

komt, hoe schuiner de vierhoeken worden, die, op de kaart in den atlas, 5° breed en 5° lang zijn; derhalve is de kaart daar noodwendig een weinig verdraaid of verwrongen. Maar, zooals ik u gezegd heb, eene *geheel juiste* voorstelling van een gedeelte der oppervlakte der aarde, dat zoo groot is als *Afrika*, kan men wel op eene aardglobe, maar niet op eene platte kaart geven.

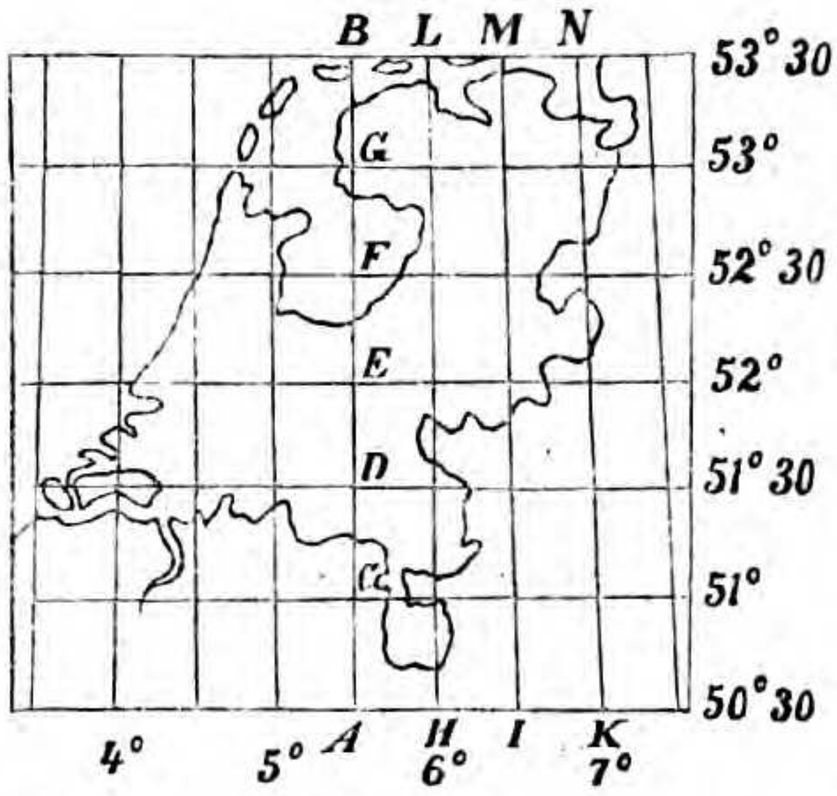
Deze soort van kaartennetten is het eerste aangewend door den Engelschen sterrekundige Flamsteed in zijn sterre-atlas, dien hij in het jaar 1729 uitgaf, en daarom wordt de wijze, waarop zij geteekend zijn, genoemd de projectie van Flamsteed.

§ 84.

c.) DE 1e METHODE VAN PTOLEMAEUS.

Wanneer wij nu een land willen afteekenen, dat ten noorden of ten zuiden op grooten afstand van de evennachtslijn ligt en niet te uitgebreid is, dan kan men eenvoudig de parallellen, evenzoo als bij de methode van Flamsteed, door evenwijdige lijnen voorstellen, en de meridianen eveneens door rechte lijnen, maar die niet evenwijdig zijn.

(fig. 171.)



Wanneer wij bijv., voor eene kaart van *Nederland*, eene kaart willen maken, die zich slechts van 50°30′ tot 53°30′ noorderbreedte en van 3°30′ tot 7°30′ oosterlengte, van *Greenwich* af gerekend, uitstrekt, dan kunnen wij eerst, fig. 171, den middelsten meridiaan $A\,B$ trekken, van 5°30′, en daarop gelijke stukken voor de halve graden breedte afzetten, want het verschil tusschen de verschillende halve graden is hier onmerkbaar. Men verkrijgt daarop de punten C, D, E, F en G, overeen-

stemmende met 51°, 51°30′, 52°30′ en 53°. Men trekt nu door deze punten en door *A* en *B* rechte lijnen, loodrecht op den middelsten meridiaan, en zet op de parallellen van 53°30′ en 50°30′ stukken af, ieder gelijk aan een halven graad lengte op die parallellen. Wij ontleenen uit het tafeltje van § 82, dat voor 52° breedte, het midden der kaart, 1″ breedte = 30,903 meters is.

Eene nauwkeurige berekening leert, dat

voor 50°30′ 1″ lengte is 19,706 meters,
„ 53°30′ 1″ „ „ 18,431 „

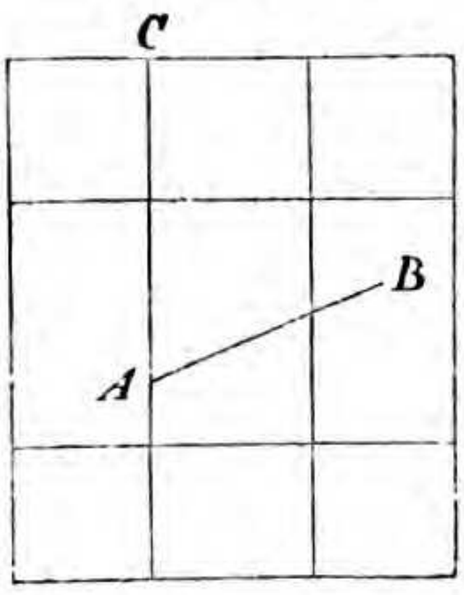
Het is wel te begrijpen, dat deze kaarten voor kleine landen vrij goed kunnen zijn; in den oudsten atlas, die bekend is, den atlas van Ptolemaeus, die in het jaar 120 te *Alexandrië* in *Egypte* bloeide, vindt men de kaarten op die wijs geteekend, maar zij zijn waarschijnlijk ook vóór hem reeds in gebruik geweest; de fout, die men in deze kaarten begaat, is deze, dat men de graden lengte regelmatig laat afnemen, dat is voor elken graad evenveel; terwijl in de werkelijkheid de vermindering niet regelmatig is. Een tweede gebrek van deze kaarten is, dat evenals bij de kaarten, die naar de methode van Flamsteed vervaardigd zijn, de ruitjes aan de linker- en rechterzijde der kaart scheef worden, daar snijden de meridianen en de parallellen elkander niet meer rechthoekig, en de kaart wordt daar dus een weinig verwrongen. Beide deze fouten zijn, wanneer de kaart slechts twee of drie graden in uitgebreidheid heeft, niet van eenig belang. In den atlas van den heer Versteeg vindt gij slechts ééne kaart, die op die wijs vervaardigd is, nl. die van *Nederland*. Zoodra de landen, die men wil afbeelden, wat grooter zijn, worden dergelijke kaarten onnauwkeurig en men kan met weinig moeite betere kaarten maken, waarvan ik u de samenstelling later zal mededeelen.

§ 85.

d) DE METHODE VAN MERCATOR.

Ik zal beginnen met u eene methode van kaarten-teekenen mede te deelen, waarvan gij in den atlas van den heer Versteeg twee voorbeelden vinden zult, nl. eene wereldkaart en eene kaart van *Australië*. Deze methode is uitgevonden door eenen nederlandschen aardrijkskundige, Gerard Mercator, in het jaar 1550. Zijn doel was voornamelijk, om eene bruikbare zeekaart te leveren, d. i. eene kaart, waarvan het net zoodanig was ingericht, dat de zeelieden er gemakkelijk op sturen konden; en nu nog worden de zeekaarten altijd naar die methode vervaardigd. Dit moet gij zoo begrijpen. Wanneer een zeeman van een punt A, fig. 172, naar een punt B wil varen, en hij wil eene kaart gebruiken, om te zien, hoe hij sturen moet, dan zoekt hij die plaatsen op zijne kaart op, trekt eene lijn van A naar B, en ziet nu maar hoe groot de hoek $C\ A\ B$ is, dien zijn meridiaan $C\ A$ met die verbindingslijn $A\ B$ maakt. Is die hoek, van het noorden rechtsom gesteld:

(fig. 172).



$11\frac{1}{4}$	graad,	dan	is	de	koers	N.	ten O.
$22\frac{1}{2}$	„	„	„	„	„	NNO.	
$33\frac{3}{4}$	„	„	„	„	„	NO.	ten N.
45	„	„	„	„	„	NO.	
$56\frac{1}{4}$	„	„	„	„	„	NO.	ten O.

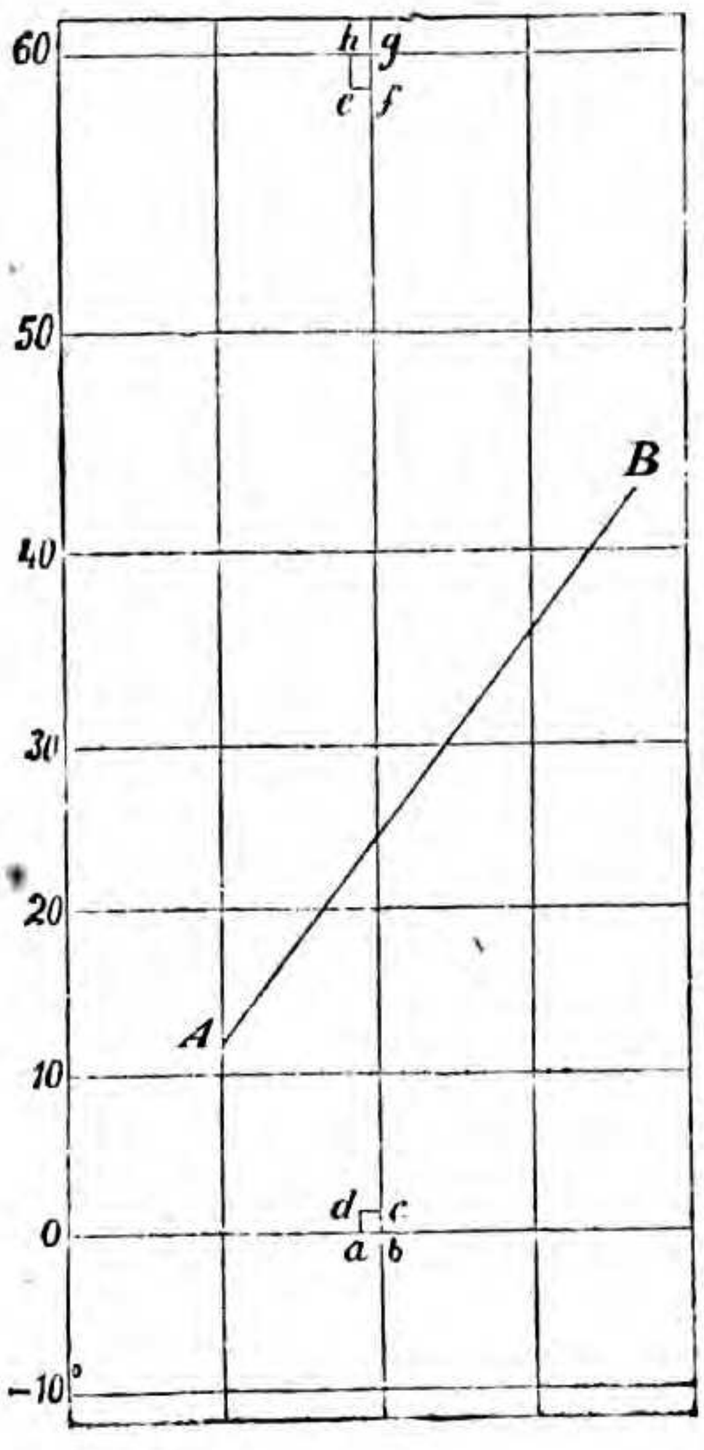
enz., enz.

Gebruikt men nu eene platte kaart van geene groote uitgebreidheid, bijv. de kaart van *Nederland*, dan zal men geene groote fout maken; maar gebruikt men eene kaart, die een geheel werelddeel of een' grooten oceaan bevat, dan zullen, als de afstand van A tot B groot is, richtingen, op die wijs gevonden, aanmerkelijk foutief kunnen zijn, zoodat, als men den gevondenen koers met het schip wilde volgen,

men niet in *B* zou terecht komen. Neem bijv. eens de kaart van *Azië*, en laten wij, om de bedoeling van hetgeen ik gezegd heb te begrijpen, eens aannemen, dat men van het eiland *Misoel* benoorden *Seram* naar *Jokohama* in *Japan* wilde varen. Wanneer men op die kaart, zooals zij in den atlas van den heer Versteeg voorkomt, eene rechte lijn trekt tusschen die twee punten, dan ziet men, dat die rechte lijn den meridiaan van *Misoel* juist aanraakt, zoodat men zeggen zou, dat men recht noord moest sturen. En dat is toch niet zoo, want als men dat doet, blijft men natuurlijk op den meridiaan van *Misoel* en komt dus op *Nangasaki* terecht en niet op *Jokohama*. Als men dus begint met recht noord te sturen, moet men later van tijd tot tijd zijnen koers veranderen, d. i. anders sturen, zooals gij op de kaart ook wel zien kunt.

Die Mercator, dien ik u noemde, woonde in *Leuven*, dat thans tot *België* behoort, en gaf in 1550 zeekaarten uit, die het opgenoemde gebrek niet hadden, maar hij maakte niet bekend, hoe hij ze maakte; dit bleef dus onbekend, totdat een engelschman, Wright genaamd, in 1690 het vond en openbaar maakte.

(fig. 173.)



Op die kaarten van Mercator zijn, zie fig. 173, de meridianen rechte en evenwijdige lijnen: de parallellen evenzoo; de meridianen zijn loodrecht op de parallellen; de meridianen staan op gelijken afstand van elkander; maar de parallellen niet. Hoe verder van de evennachtslijn af, hoe verder die parallellen van elkander staan. Het beginsel, waarnaar Mercator zijne kaarten maakte, is werkelijk niet moeielijk te begrijpen. In zijn' tijd wist men nog niet, dat de aarde afgeplat was, men beschouwde haar als een' bol, en doet men dat, dan is op de evennachtslijn ééne sekunde lengte even lang als ééne sekunde

breedte. Naarmate men zich nu van de evennachtslijn verwijdert, worden de graden lengte kleiner. Maar wanneer wij nu die graden lengte niet laten afnemen, maar even groot laten blijven, dan moeten wij natuurlijk de graden breedte laten toenemen, zooals de verhouding tusschen 1″ lengte en 1″ breedte dit aangeeft. Zoo ziet gij in fig. 173 twee ruitjes, *a b c d* en *e f g h*, geteekend, voorstellende de eene een vierkanten graad op de evennachtslijn, de andere een' vierkanten graad op de parallel van 60° of liever een rechthoek van één graad breedte en één graad lengte. Gij ziet wel, dat in die twee rechthoekjes de twee graden lengte, *a b* en *e f* gelijk zijn en de twee graden breedte, *a d* en *e h*, daarentegen verschillen. Hoewel dus het rechthoekje op de parallel van 60° op eene geheel andere schaal geteekend is als het rechthoekje op de evennachtslijn, is bij beide rechthoekjes de *verhouding* tusschen den graad breedte en den graad lengte juist, en daar volgt nu eene andere eigenschap uit, zooals men door de wiskunde gemakkelijk bewijzen kan, en dit heeft die Mercator begrepen: als men op deze kaart uit een punt *A* naar een punt *B* eene lijn trekt, dan zal de hoek *C A B*, dien deze lijn met den meridiaan maakt, juist de richting aanwijzen, waarin men sturen moet om van *A* tot *B* te komen. Men behoeft dan niet telkens van koers te veranderen, maar kan, altijd door, hetzelfde sturen. Het schip gaat dan wel niet den *kortsten* weg, maar dat scheelt meestal niet veel en het is voor den zeeman wel zoo aangenaam en gemakkelijk, als hij niet alle dag een anderen koers sturen moet.

Doordien nu deze kaart op verschillende deelen naar geheel verschillende schaal geteekend is, moet gij landen, die zeer noordelijk of zuidelijk liggen, wat betreft hunne grootte, niet willen vergelijken met landen, bij de evennachtslijn, want dan zoudt gij u zeer kunnen vergissen. Maar elk klein stukje op de kaart, hetzij het bij de evennachtslijn, hetzij het zeer noordelijk ligt, heeft, doordien de verhouding van ééne sekunde breedte tot ééne sekunde lengte goed is, zijne juiste gedaante,

en gij ziet ook wel op de wereldkaart naar Mercator in den atlas van den heer Versteeg, dat, als gij alleen kleine stukjes beschouwt, de landen daar den gewonen u bekenden vorm hebben en nergens verwrongen zijn. Zoo als ik u reeds heb medegedeeld, zijn in dezen atlas slechts twee kaarten te vinden, die naar de methode van Mercator geteekend zijn, nl. de zoo even genoemde wereldkaart en de kaart van *Australië*.

---

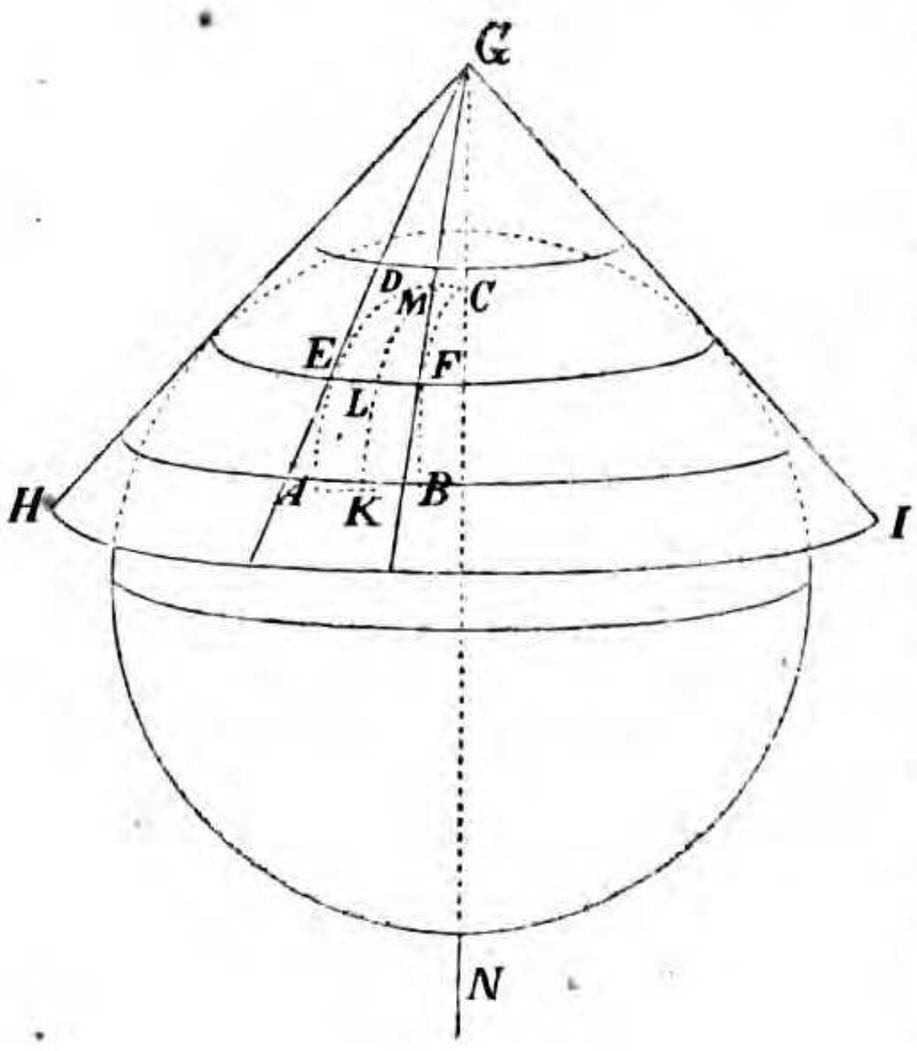
§ 86.

KEGELVORMIGE KAARTEN.

a) DE ZOOGENOEMDE METHODE VAN MAYER.

Die kaarten, naar de methode van Mercator gemaakt, zijn nu wel voor de zeevarenden zeer aangenaam in het gebruik, maar voor landkaarten van streken, die wat ver van de evennachtslijn liggen, zijn zij niet geschikt. De kaarten, naar de 1e methode van Ptolemaeus, voldoen, zooals ik u reeds vroeger heb medegedeeld, slechts voor kleine stukken land; voor grootere landen is een voornaam gebrek, dat aan de rechter- en linker randen der kaart de meridianen en parallellen elkander niet meer rechthoekig snijden en de kaart dus daar verwrongen wordt.

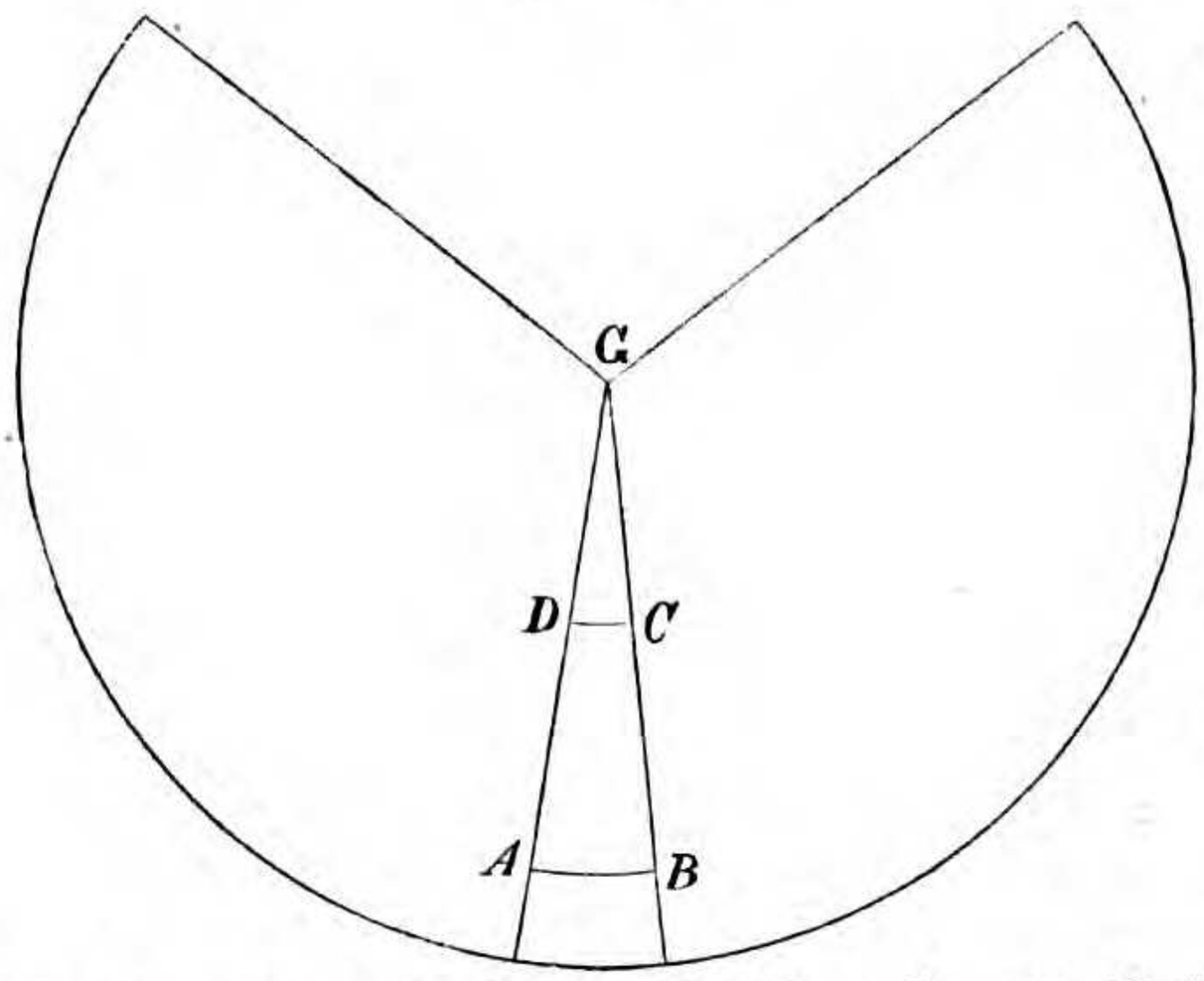
(fig. 174).



Ziehier nu, op welke wijs men dat gebrek ontgaan kan. Stel men wil een stuk, $A\ B\ C\ D$, fig. 174, van den aardbol begrepen tusschen de meridianen $A\ D$ en $B\ C$ en tusschen de parallellen $A\ B$ en $C\ D$ in kaart brengen; stel, dat $E\ F$ een gedeelte van eene parallel is, gelegen midden tusschen de parallellen $A\ B$ en $C\ D$, dan kan men zich eene *kegelvlakte* $G\ H\ I$ voorstellen,

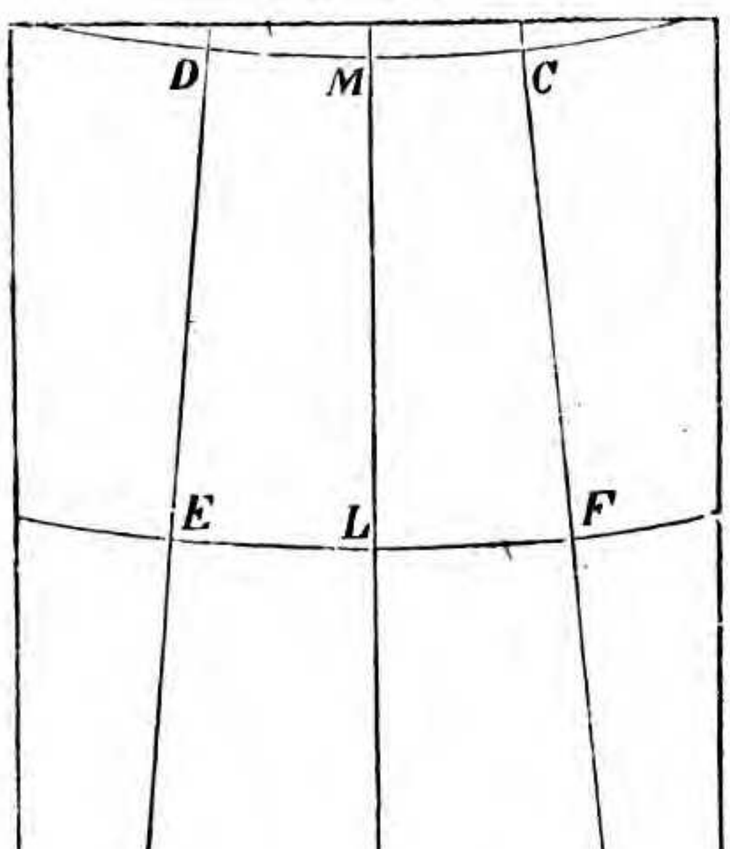
(d. i. eene vlakte, die denzelfden vorm heeft als eene bekende soort van bamboezen hoed, *toedoeng)*; waarvan de top G ligt in de as $G\ N$ der aarde, en die de aarde langs de geheele parallel $E\ F$ aanraakt. Snijdt men dien kegel langs de lijn $G\ H$ door, dan kan men hem geheel afwikkelen tot een plat vlak; hij krijgt dan eene figuur, zooals in fig. 175 is afgebeeld. Wanneer men nu, fig. 174, de lijnen $G\ E$ en $G\ F$ trekt, dan kan men zich verbeelden, dat de bogen $F\ C$ en $F\ B$ zeer smalle strooken zijn en hen laten afwentelen op $G\ F$, zie ook fig. 176. Dan komt B in B' en C in C' en elk punt N op den boog $B\ C$ komt ergens in N', in de lijn $B'\ C'$ terecht. Wanneer men nu hetzelfde met $A\ D$, met $K\ L\ M$ en in het kort met elken meridiaanboog doet, die in het stuk $A\ B\ C\ D$ begrepen is, dan verkrijgt men, na de afwikkeling van den kegel, eene platte figuur, zooals in fig. 177 is afgebeeld, die men dan, als men wil, tusschen eene vierkante lijst zetten kan, zooals gewoonlijk de kaarten zijn.

(fig. 175).



(fig. 176).

(fig. 177).



De meridianen zijn nu wel rechte lijnen, maar niet evenwijdig; zij komen buiten de kaart in één punt samen, namelijk het punt G van fig. 175; de parallellen zijn cirkelbogen, die dit zelfde punt tot middelpunt hebben.

Gij begrijpt licht, dat voor landen, die niet al te uitgebreid zijn, deze methode vrij nauwkeurig zijn moet, in alle geval

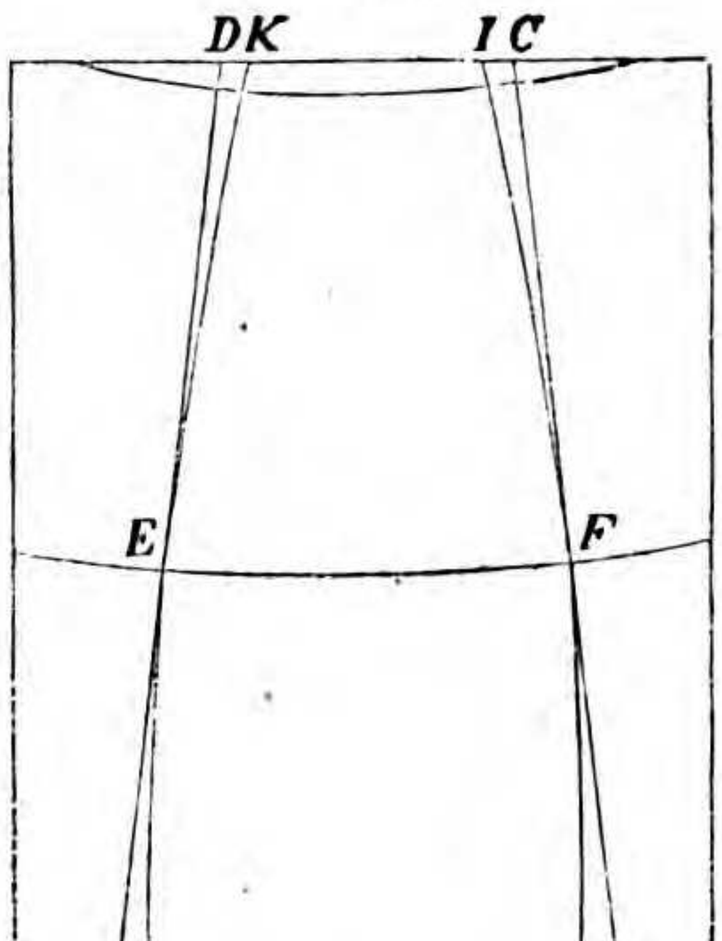
beter dan de 1ste van Ptolemaeus. De meridianen en de parallellen snijden elkander rechthoekig, zooals op de aarde zelve ook het geval is, en de verhouding van de graden lengte op de middelste parallel met de graden breedte is volkomen juist.

Men noemt deze methode wel die van Mayer, naar J. T. Mayer, een' duitsch sterrekundige, die in het midden der achttiende eeuw leefde, en eene kaart van *Duitschland* volgens die methode vervaardigde, maar zij is ook vóór zijnen tijd in *Engeland*, en gelijktijdig met de uitgave dier kaart in *Frankrijk* aangewend.

Hoezeer nu deze methode bruikbaar is, kan zij door eene lichte wijziging nog verbeterd worden, en dit is de reden, dat zij thans weinig aangewend wordt. In den atlas van den heer Versteeg vindt gij ook geene kaart, die nauwkeurig naar deze methode geteekend is.

ABDULLAH. Maar wat ontbreekt er dan aan?

(fig. 178).

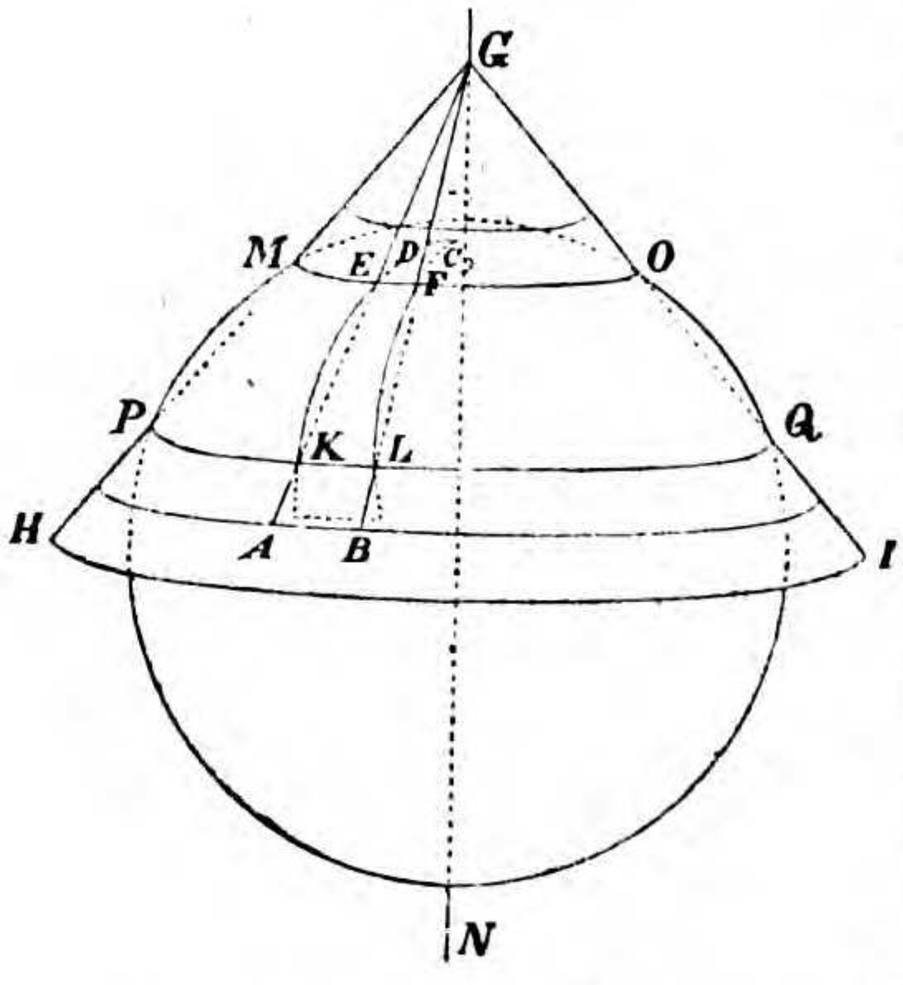


DE HEER. Wel, gij kunt wel nagaan, dat de parallel *E F* wel de juiste lengte heeft, maar dat *D C* en *A B* beide te lang zijn. *A B* op den aardbol (fig. 174) is namelijk korter dan *A B* op den kegel, dus dan *A B* op de kaart. En evenzoo is het met *C D*. Wilde men de juiste breedte der parallellen overal behouden, dan zou men, zie fig. 178, in plaats van de figuur *A B C D* verkrijgen de figuur *G H I K*. Strekt de kaart zich nog al ver in de richting van het noorden naar het zuiden uit, dan wordt deze fout, die men door de methode van Mayer begaat, nog al aanzienlijk.

§ 87.

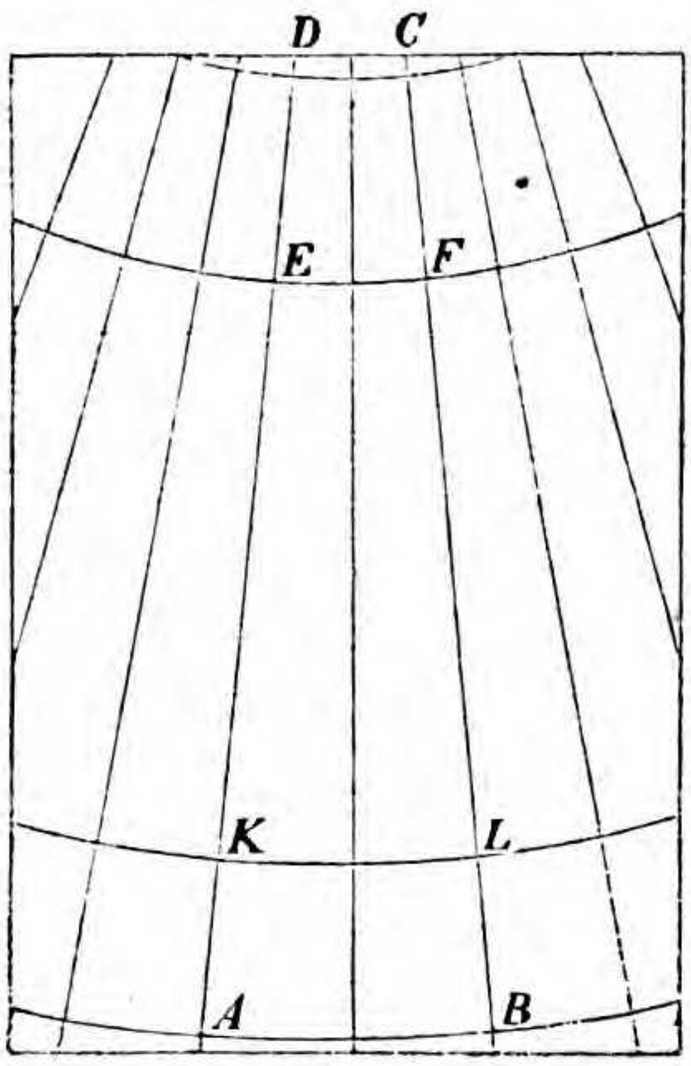
b). DE METHODE VAN DE L'ISLE.

(fig. 179).



Om nu dit gebrek wel niet op te heffen, maar toch zeer te verminderen, heeft de fransche geleerde de l'Isle eene andere methode bedacht. Hij liet namelijk den kegel niet den bol aanraken, maar, zie fig. 179, den bol langs twee parallellen $MEFO$ en $PKLQ$ snijden. Op dezen kegel werden nu, evenals bij de methode van Mayer, de meridianen door afwenteling of ombuiging overgebracht. Nu heeft men ten minste dit voordeel, dat aan den boven- en onderrand de graden lengte niet zoo sterk te groot zijn, als bij de methode van Mayer, en dat langs twee parallellen, EF en KL, fig. 180, ééne in de bovenste helft en ééne in de onderste helft der kaart, de graden lengte eene juiste verhouding hebben. Het net der kaart ziet er oppervlakkig uit evenals bij dat van eene kaart, die naar de methode van Mayer gemaakt is; men kan dus op het oog niet zien, welke methode gebruikt is; wil men het weten, dan moet men de graden lengte op verschillende breedten en de graden breedte nameten.

(fig. 180).



In deze kaarten snijden even als in de vorige, de meridianen en parallellen elkander overal rechthoekig. Op de beide be-

doelde parallellen hebben ook; op elk punt, de sekunden *lengte* en *breedte* nagenoeg precies dezelfde verhouding als op den aardbol; maar tusschen die beide parallellen zijn de sekunden lengte op de kaart te klein, en buiten die twee parallellen zijn zij te groot. Maar de fout is veel minder dan bij de kaarten, die naar de methode van Mayer geteekend zijn, en daarom wordt de methode van de l'Isle zeer veel aangewend.

---

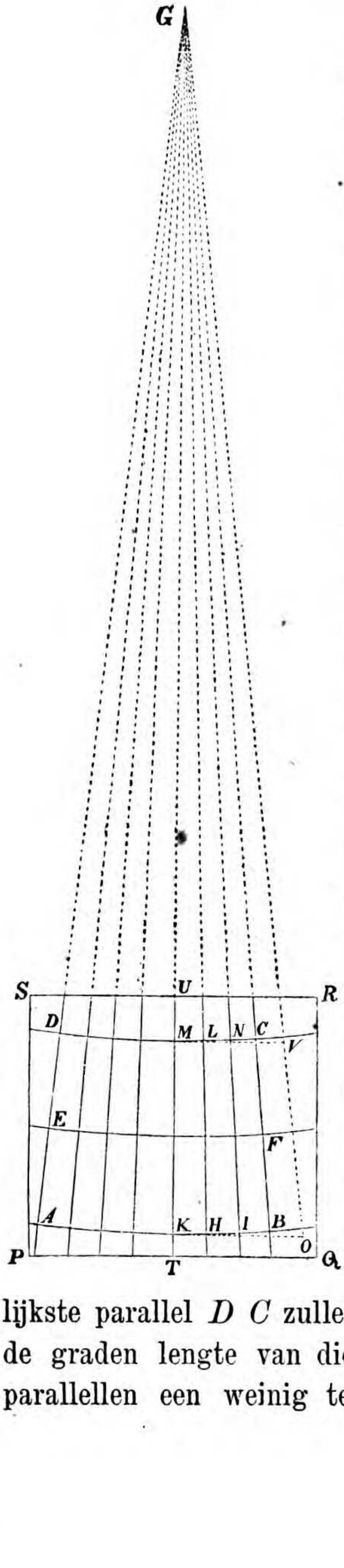
§ 88.

DE TWEEDE METHODE VAN PTOLEMAEUS.

Eene andere methode, die veel met die van Mayer en de l'Isle gemeen heeft, is weêr door Ptolemaeus het eerst beschreven, en wordt zeer veel gevolgd.

Stel dat eene kaart zich moet uitstrekken van 8 tot 36° noorderbreedte, zooals de kaart van *Hindostan* in den atlas van den heer Versteeg. Hoever de kaart zich in lengte moet uitstrekken, komt er weinig op aan. Nu teekent men een vierkant of rechthoek $P\,Q\,R\,S$, fig. 181, naar gelang der behoefte, trekt door het midden der zijden $P\,Q$ en $R\,S$, d. i. door T en U eene lijn, dit is de middelste meridiaan. Nu neemt men op $T\,U$ twee punten aan, K en M, die met de zuidelijkste en noordelijkste parallel moeten overeenkomen, en verdeelt den afstand $K\,M$ in zooveel gelijke deelen, als de kaart graden breedte moet bevatten, hier 28. Nu moeten al de meridianen weder rechte lijnen worden, die uit een punt G buiten de kaart getrokken worden, en de parallellen worden cirkelbogen $D\,C$, $A\,B$, enz., die datzelfde punt G tot middelpunt hebben. Tot zoover komt de kaart overeen met eene kaart, die naar de methode van Mayer of van de l'Isle gemaakt is; maar om nu de graden lengte te kennen, ten einde de meridianen te trekken, wordt anders gehandeld, dan bij deze methoden. Het

(fig. 181).



punt G wordt namelijk zoo gekozen, dat, als men uit G de meridianen $G\,H$, $G\,I$, $G\,B$ trekt, de bogen $K\,H$, $H\,I$, $I\,B$, enz., tot de bogen $M\,L$, $L\,N$, $N\,C$, enz., in verhouding staan als één graad van de parallel van 8° tot één graad van de parallel vau 36°. Het is niet moeilijk dit punt G te vinden. Daarvoor trekke men $K\,O$ en $M\,V$ loodrecht of nagenoeg loodrecht op $G\,K$ en evenwijdig aan elkander. Nu weet men, hoe lang één graad breedte is, nl. $\frac{1}{28}$ van $K\,M$, en dus kan men gemakkelijk uitrekenen, hoe lang één graad lengte op de parallel van 8° zijn moet. Men neme nu $K\,O$ gelijk aan een groot getal, bijv. 20 graden van de parallel van 8° en $M\,V$ gelijk aan evenveel graden van de parallel van 36°. Men trekke $O\,V$, en het punt, waar deze het verlengde van $K\,M$ snijdt, is het punt G. Uit dit punt als middelpunt trekt men al de parallellen. Maakt men nu op de parallel $K\,B$, $K\,H$, $H\,I$, $I\,B$ gelijk aan bijv. 5 graden op de parallel van 8°, en trekt men $G\,H$, $G\,I$, $G\,B$, enz., dan zijn dit de meridianen. Zij snijden van *al* de parallellen op de kaart stukken af, die op dezelfde parallel onderling gelijk zijn. Op de noordelijkste parallel $D\,C$ zullen deze stukken precies gelijk zijn aan de graden lengte van die parallel, en op de tusschengelegene parallellen een weinig te klein; maar het hindert niet in het

gebruik van de kaart; alleen zou men er op moeten letten, dat, wanneer men den afstand van twee punten in het midden der kaart, bijv. E en F, met den passer wilde meten, men dien afstand dus iets te groot zou verkrijgen.

Gij zult zeker wel opgemerkt hebben, dat als men in fig. 179, den kegel $H\ G\ I$ een weinig dieper laat dalen, zoodat hij den bol, niet langs de parallellen $L\ M$ en $N\ O$, maar langs de parallellen $A\ B$ en $D\ C$ snijdt, en wanneer men dan de koorde $C\ B$ in zoo veel deelen verdeelt, als de boog $C\ F\ K\ B$ op den aardbol graden heeft, men dan een net verkrijgt, waarvan de bovenste en de onderste parallel even lange graden heeft als volgens de 2de methode van Ptolemaeus, maar die koorde $C\ B$ is kleiner dan die boog $C\ F\ K\ B$, de verhouding tusschen één graad breedte en één graad van die parallellen zou dus niet dezelfde zijn als op de aarde. Daarom wordt nog dikwijls aan die methode van Ptolemaeus de voorkeur gegeven.

In den atlas van den heer Versteeg zijn de kaarten van *China*, van *Britsch Indië* en van *Arabië* enz. volgens de 2de methode van Ptolemaeus geteekend. Bij die van *China* zijn op de parallellen van 12° en 40° de graden lengte in juiste verhouding tot de graden breedte. Bij die van *Britsch Indië* is hetzelfde het geval op de parallellen van 8° en 36°. Bij de kaart van *Arabië* enz., schijnen de parallellen van 12° en 24° gebruikt te zijn om de kaart te maken, en de kaart ten noorden voortgezet te zijn tot 36°, waardoor dus de graden lengte in dit noordelijke gedeelte iets te groot zijn, naar evenredigheid der graden breedte. Indien de kaart evenzoo nog ten zuiden was voortgezet, zou het er veel van hebben of de methode van de l'Isle was gebruikt, behoudens dat bij deze methode de graden breedte iets kleiner zouden zijn.

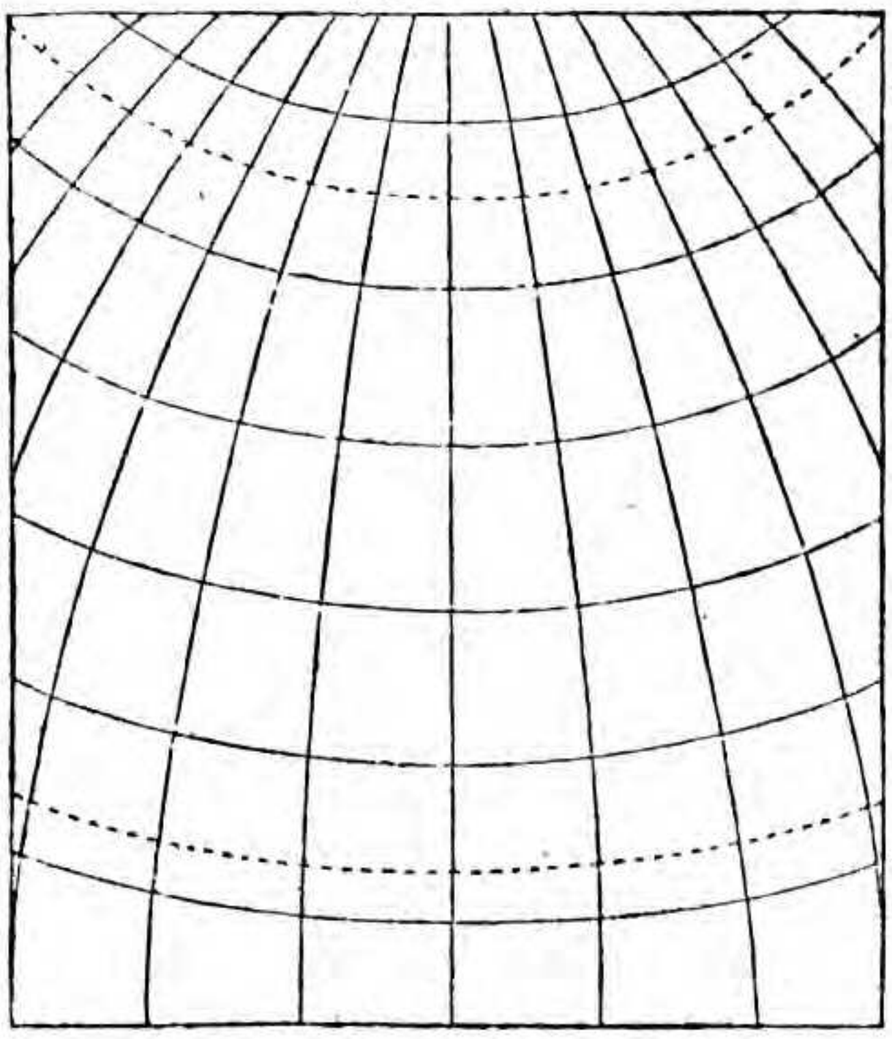
§ 89.

DE DERDE METHODE VAN PTOLEMAEUS, GEWOONLIJK GENOEMD DE METHODE VAN BONNE.

Is nu het gedeelte der oppervlakte der aarde, dat men wil voorstellen, weder nog grooter, bijv. indien men in plaats van *China* of *Hindostan*, geheel *Azië* of *Europa* wil afbeelden, dan wordt ook deze methode onvoldoende, althans het is doenlijk, met eene wijziging, de verhouding van ééne sekunde breedte tot ééne sekunde lengte over de geheele kaart juist voor te stellen. Het is echter duidelijk, dat men dan het andere vereischte, namelijk dat meridianen en parallellen elkander rechthoekig snijden, weder moet opofferen, want aan beide deze voorwaarden tegelijkertijd te voldoen is wel mogelijk op eene globe, maar niet op eene platte kaart.

De wijze nu, waarop dit doel bereikt wordt, is, dat men eerst eene reeks parallellen teekent, geheel volgens de zoogenaamde methode van Mayer, maar nu neemt men op elke parallel de graden lengte aan precies zoo als zij naar evenredigheid zijn moeten, waarbij men het boven gegevene tafeltje moet raadplegen. Men verkrijgt nu een net, als in fig. 182 is afgebeeld. De meridianen zijn hier geene rechte maar kromme lijnen, hetgeen daardoor komt, dat de graden lengte niet regelmatig, maar naar de pool toe hoe langer hoe sneller afnemen. Toch zijn het geene cirkelbogen, want dicht bij de pool zijn zij niet zoo krom als dicht bij de evennachtslijn.

(fig. 182.)



Volgens deze methode zijn in den atlas van den heer Versteeg de kaarten van *Azië*, *Europa* en *Noord-Amerika* geteekend.

Deze methode wordt gewoonlijk die van Bonne genoemd,

naar eenen franschen hydrographischen ingenieur, die in 1795 gestorven is. Men noemt haar ook wel de gewijzigde methode van Flamsteed, omdat evenals bij de methode van Flamsteed, de graden lengte op de parallellen hare juiste lengte hebben; maar die namen worden aan die methode geheel ten onrechte gegeven, want in den atlas van Ptolemaeus, dien ik u reeds genoemd heb, is de kaart der wereld, voor zoover die in zijn tijd bekend was, naar dezelfde methode geteekend, en hij heeft ook de methode, om haar te teekenen, uitvoerig en nauwkeurig beschreven.

---

§ 90.

HOE DE AARDE ER UITZIET, GEZIEN VAN VERRE.

ABDULLAH. Mijnheer, u hebt mij uitgelegd, hoe de verschillende landkaarten in den maleischen atlas van den heer Versteeg zijn gemaakt, maar toen u mij van de zoneklips van 1879 verhaaldet, hebt u mij eenige figuren laten zien (fig. 99—105) waar de aarde op geteekend was, bij het begin der eklips, gedurende de eklips en bij het einde der eklips; die figuren zijn toch niet geteekend naar een van de methoden, die u mij hebt medegedeeld, niet waar?

DE HEER. Neen, zeker niet. De figuren moesten de aarde voorstellen, gezien van de zon, dus geheel uit de verte. Wanneer men een bol, zooals de aarde, zoo geheel uit de verte beziet, dan begrijpt gij wel, dat alleen het midden zich voordoet zooals het wezenlijk is, en dat aan de kanten de landen er geheel misvormd uitzien. Zie bijv. eens *Afrika* in fig. 99, *Amerika* in fig. 104.

Wil men nu een land als *Afrika* alleen afbeelden, dan zou men deze wijze van teekenen wel kunnen gebruiken, door dat land dan juist in het midden te nemen, dan zou het eene ligging krijgen tusschen die van fig. 103 en die van fig. 104 in; maar de teekening naar de methode van Flamsteed, zooals die in den atlas van den heer Versteeg staat, is even voldoende

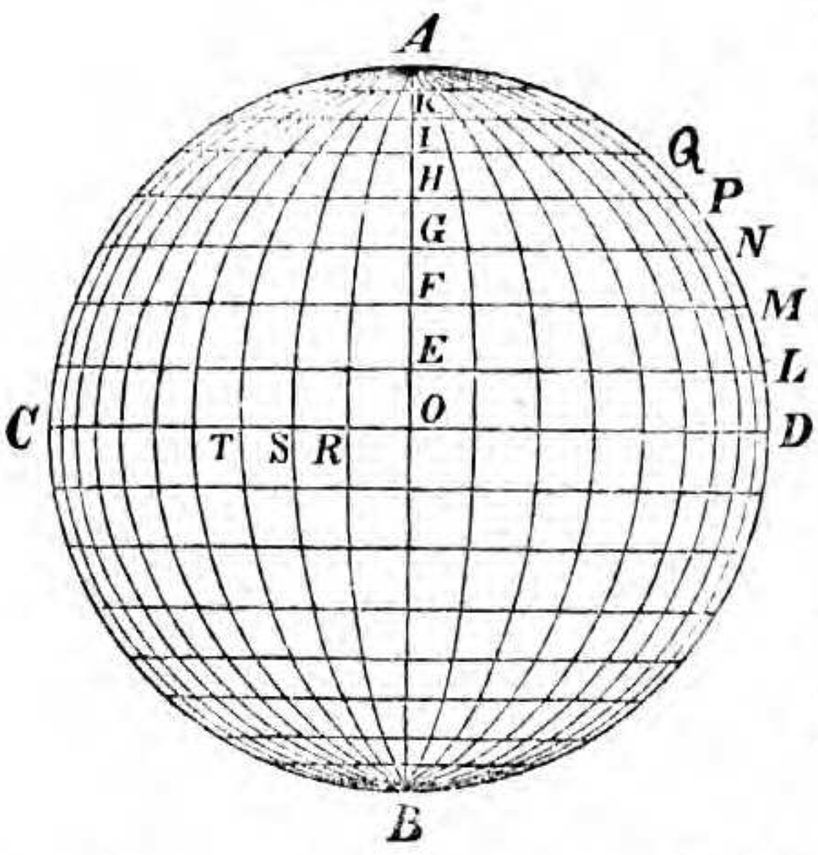
en is veel gemakkelijker uit te voeren. Ook zijn de graden breedte daar overal even groot, of zoo men wil, kan men het kleine verschil in acht nemen, dat er tusschen de graden breedte bestaat, maar hier in fig. 96 is aan de zuidpunt van *Afrika* de omtrek al een weinig verwrongen, doordien die punt reeds wat dicht bij den rand is, en daar zijn dus de graden breedte naar evenredigheid te klein.

Maar ook de uitvoering der teekening is bij deze figuren vrij lastig, want de meridianen en parallellen, die erop geteekend staan, zijn ellipsen, terwijl op de kaarten, die uitgevoerd zijn, volgens de methoden, die ik u reeds heb uitgelegd, de parallellen althans cirkelbogen waren.

Men gebruikt die methode dan ook alleen, wanneer men de aarde wil afbeelden zoo als zij zich van verre vertoont, en dan zijn er drie verschillende gevallen mogelijk.

In het eerste geval wordt voorondersteld, dat het oog zich juist in het vlak der evennachtslijn bevindt; dan spreekt het van zelf dat al de parallellen zich (fig. 183) als rechte lijnen voordoen, even-als de evennachtslijn. De polen *A* en *B* bevinden zich aan den omtrek. De parallellen vindt men wanneer men *D A* van 10 tot 10 graden verdeelt, en uit de deelpunten *L*, *M*, *N*, *P*, *Q* enz. koorden trekt loodrecht op de lijn *A B*.

(fig. 183.)

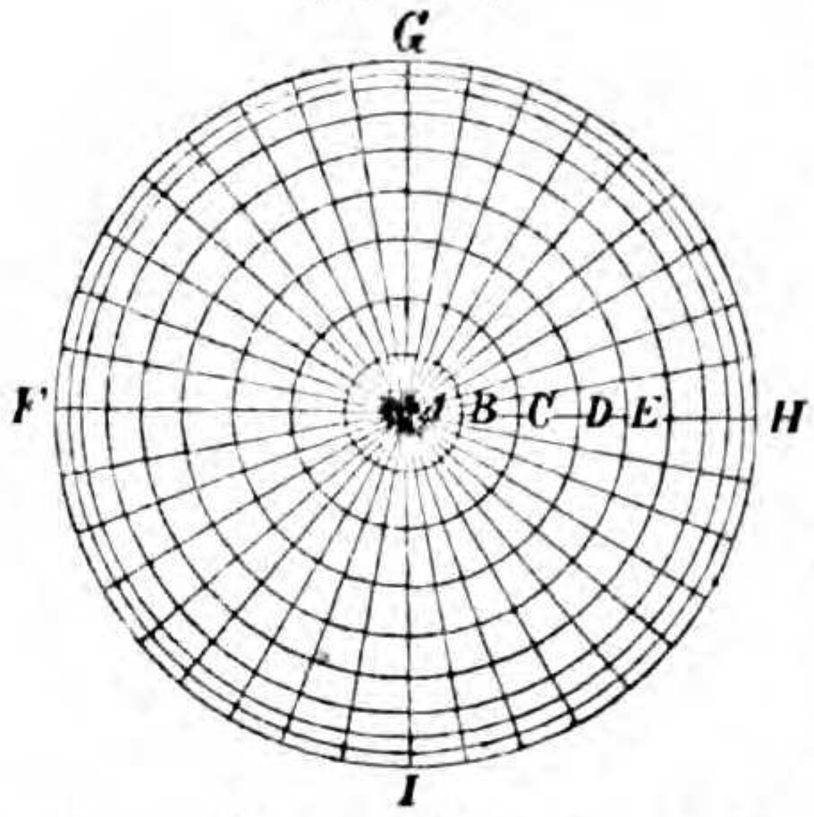


De meridianen worden dan halve ellipsen, want elke cirkel, die men van verre ziet, doet zich voor, als eene ellips. Al die ellipsen hebben tot groote as de lijn *A B*, en tot halve kleine as *O R*, *O S*, *O T*, enz., die natuurlijk even groot zijn als *O E*, *O F*, *O G*, enz.

Op deze wijze hebben de sterrekundigen kaarten van de maan vervaardigd, waar al de bergen op staan, die men door de kijkers op de maan ziet. Men ziet de maan altijd uit de verte, dus eene dergelijke kaart is juist zoo als men hebben moet.

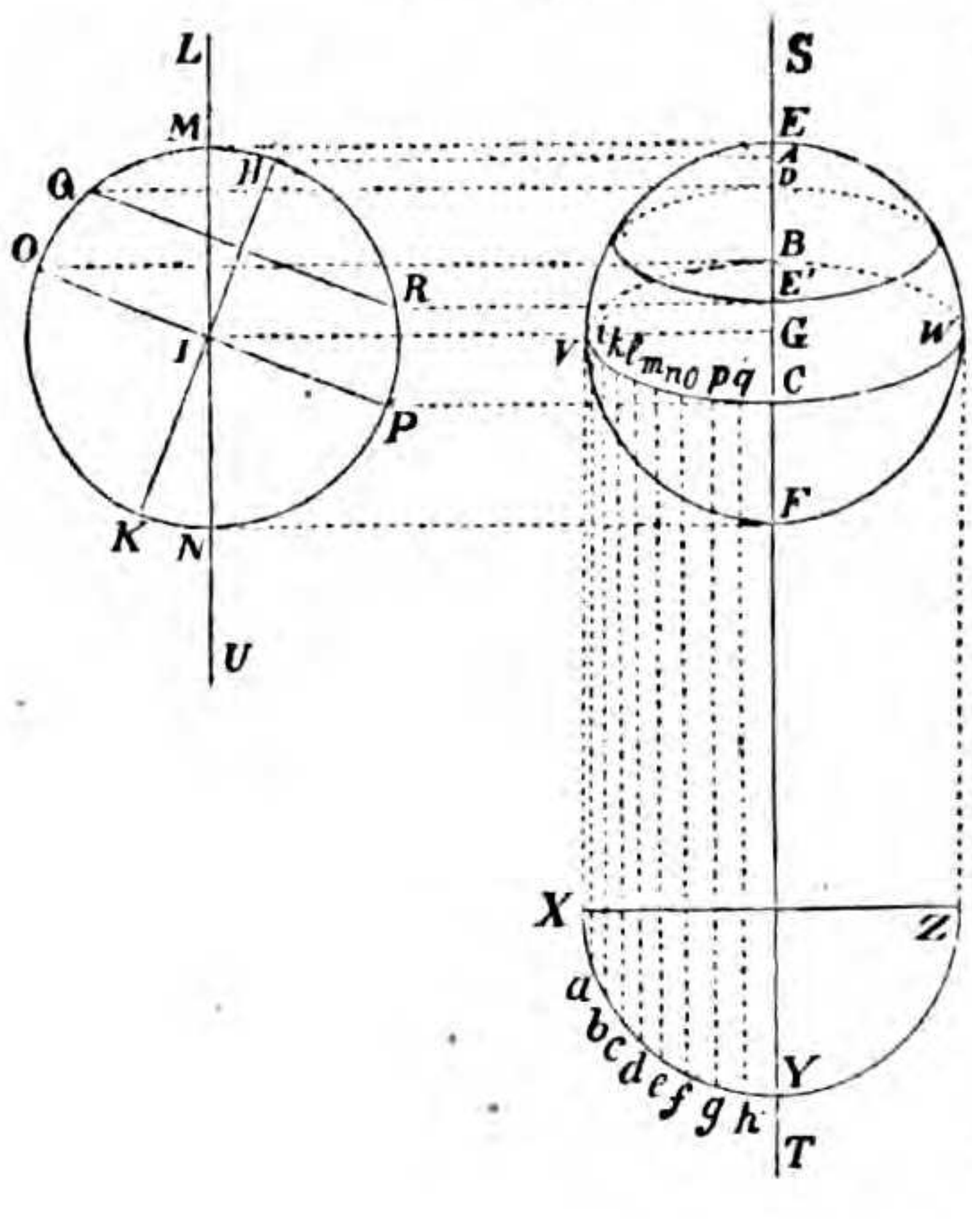
In het tweede geval bevindt zich het oog juist in het verlengde van de as der aarde. Dan is, zie fig. 184, de pool in het midden in A, de evennachtslijn langs $F\ G\ H\ I$, juist langs den rand; de meridianen doen zich nu voor als rechte lijnen, die uit A getrokken worden, en de parallellen zijn alle cirkels, die het punt A tot middelpunt hebben, en tot straal $A\ B$, $A\ C$, $A\ D$ enz., die wederom even groot zijn als $O\ E$, $O\ F$, $O\ G$, enz. in de vorige figuur. Gij ziet nu wel, hoe aan den omtrek de parallellen op elkander gedrongen zijn, zoodat de parallel van 10° breedte nagenoeg reeds op den omtrek valt.

(fig. 184.)



In het derde geval eindelijk bevindt zich het oog tusschen het vlak der evennachtslijn en de pool in, dan doet zich de aarde voor als in de figuren 99 tot 105. In deze figuren is de as der aarde schuins geteekend, omdat zij, uit de zon gezien, op den dag der eklips schuin staat met betrekking tot de ekliptika, die in deze figuren door de horizontale lijn $E\ F$ is voorgesteld. Draait men echter die figuren een weinig rechts om, dan heeft men de pool recht boven het middelpunt.

(fig. 185.)



Wil men nu zulk eene teekening maken, dan moet men weten, hoeveel de helling $L\ I\ H$ is, fig. 185, die de as der aarde naar den waarnemer toe heeft; is die bekend, bijv. = 22°, dan trekke men twee evenwijdige lijnen $L\ U$ en $S\ T$, en eene derde $H\ I\ K$, die met die eene $L\ U$ eenen hoek van 22° maakt. Op zijde gezien is nu $K\ H$ de as, $O\ P$ de evennachtslijn, $Q\ R$ eene parallel, wanneer wij dus

uit al die punten loodlijnen op de lijn $S\ T$ nederlaten, dan vinden wij:

dat de aardbol zich uit moet strekken van E tot F, die tegenover het hoogste punt M en het laagste punt N der aarde liggen;

dat de pool wordt afgebeeld in A;

dat de parallel $Q\ R$ afgebeeld moet worden door eene ellips, waarvan de kleine as zich uitstrekt van D tot E', en die noodzakelijk den cirkel $E\ V\ F\ W$ moet aanraken;

dat de evennachtslijn $O\ P$ evenzoo afgebeeld moet worden door eene ellips, waarvan de kleine as zich uitstrekt van B tot C, en waarvan het middelpunt G zamenvalt met het middelpunt van den cirkel $E\ V\ F\ W$, zoodat de groote as zamenvalt met de middellijn $V\ W$.

De achterkant van deze beide ellipsen is voor het oog onzichtbaar en daarom in de figuur gestippeld.

ABDULLAH. Maar mijnheer, de meridianen in die figuur, zijn dat cirkels?

DE HEER. Wel neen, in werkelijkheid zijn het cirkels, maar uit de verte beschouwd ellipsen. Het is niet zoo gemakkelijk door teekening te vinden, waar de groote en kleine assen dezer ellipsen liggen moeten, maar het is niet moeilijk althans een aantal punten aan te geven, waar elke ellips door heen moet. Trekken wij bijv. den halven cirkel $X\ Y\ Z$ met eenen straal, zoo groot als $V\ G$; verdeelen wij, te rekenen van X, den kwartcirkel $X\ Y$ in 9 deelen, door de deelpunten a, b, c, d, e, f, g, h; dan staan deze punten 10 graden van elkander af; en wanneer wij nu de lijnen $a\,i$, $b\,k$, $c\,l$, $d\,m$, $e\,n$, $f\,o$, $g\,p$, $h\,q$ trekken, evenwijdig aan $S\ T$, dan zijn de snijpunten dezer lijnen met de halve ellips $V\ C\ W$, namelijk i, k, l, m, n, o, p, q, klaarblijkelijk de punten op de evennachtslijn $V\ C\ W$, waardoor de meridianen moeten getrokken worden. Datzelfde kan men nu met andere parallellen ook doen, en daar men nu ten slotte weet, dat al die ellipsen door de pool A moeten gaan, is het niet moeilijk ze te trekken.

Door eene berekening, die ik u hier nu niet kan uitleggen, kan men ook wel van elke ellips, die eene parallel, en elke ellips, die eene meridiaan moet voorstellen, de groote en kleine as berekenen, alsmede het punt, waar zij den omtrek der aarde *E V F W* moeten aanraken, en op die wijze zijn ook de figuren 99—105 geteekend. Dan geschiedt de teekening schielijker en juister, want met dergelijke teekeningen als fig. 185 maakt men licht fouten, maar berekeningen kan men altijd geheel nauwkeurig doen.

EINDE VAN HET TWEEDE STUKJE.

ERRATA.

Blz.	10	regel	6	v. o.	staat:	als,	lees: dan.
„	14	„	8	„ o.	„	: van op,	„ : op.
„	26	„	8	„ b	„	: bene den,	„ : beneden.
„	30	„	8	„ b.	„	: mij,	„ : wij.
„	35	„	2	„ b.	„	: 28,	„ : 29.
„	46	„	12	„ o.	„	: middel,	„ : middel —.
„	49	„	9	„ o.	„	: man,	„ : maan.
„	51	„	16	„ b.	„	: doen zij ons voor,	„ : doen zij zich aan ons voor.
„	114	„	8	„ b.	„	: wordt	„ : wordt,
„	116	„	1	„ o.	„	: 32°	„ : 22°
„	118	„	12	„ b.	„	: kortst	„ : kortst,
„	118	„	7	„ o.	„	: aan	„ : aan,
„	122	„	17	„ b.	„	: Die	„ : Dien
„	130	„	18	„ b.	„	: *C*	„ : *C*,
„	131	„	1	„ o.	„	: figuur	„ : figuur,
„	132	„	2	„ b.	„	: dien	„ : dien,
„	138	„	6	„ o.	„	: zijn	„ : zijn,
„	143	„	4	„ b.	„	: is	„ : is,