

TOTALE MAANSVERDUISTERINGEN,

IN 'T BIJZONDER DIE VAN 1877.

DOOR

Dr. W. GLEUNS. Jr.

De zons- en maansverduisteringen behooren tot die hemelverschijnselen, die vrij algemeen de aandacht tot zich trekken en dit ook te recht. Het is toch een treffend verschijnsel, als op den helder lichten dag de zon geheel of gedeeltelijk aan ons oog wordt onttrokken en een meer of min somber donker plotseling ons als in schemering hult, of als de volle maan, bij een helderen hemel, soms voor het starend oog verdwijnt en gedurende een geruimen tijd een nachtelijk donker het heldere maanlicht vervangt. Daar deze verschijnselen tijdig worden aangekondigd, zijn zij minder verrassend en minder schrikbarend geworden, dan wel in vroeger tijden en ook nu nog bij minontwikkelde volken het geval is.

Ook de niet sterrenkundige beschouwer ziet thans, dank hebbe de tot alle standen doorgedrongene ontwikkeling en beschaving, deze verschijnselen over het algemeen met de grootste belangstelling, en de angst en vrees van vroeger hebben plaats gemaakt voor verbazing en vertrouwen op de wetenschap, die de middelen aan de hand geeft om met juistheid den tijd, waarop deze verschijnselen zullen voorvallen, vooruit te berekenen en de bijzonderheden op te geven, die er bij plaats zullen hebben. En moge ook soms deze of gene, als misschien

eenig verschil mocht worden opgemerkt tusschen de aangekondigde tijdstippen en de waarneming, daaruit meenen te moeten besluiten tot eene ingeslovene fout in de berekening, de meer wetenschappelijke waarnemer zoekt de fout in het uurwerk en besluit dat dit zooveel vóór- of nagaat als het verschil bedraagt. Vandaar ook dat de waarneming van maaneclipsen en andere soortgelijke verschijnselen, die van verschillende plaatsen gelijktijdig kunnen worden waargenomen, gebezigd kunnen worden tot nauwkeurige tijdsbepaling voor die verschillende plaatsen en, in verband daarmede, ook van het verschil in lengte.

Bij die verduisteringen vallen verschillende zaken op te merken, en daar wij in de gelegenheid zijn geweest, in den loop van 1877 twee totale maansverduisteringen te zien, waarbij telkens de maan gedurende meer dan anderhalf uur in den schaduwcirkel der aarde vertoefde en van het zonlicht, dat anders door haar wordt opgevangen en naar de aarde teruggekaatst, was beroofd, en beide verduisteringen voor onze gewesten zichtbaar waren en ook op verschillende plaatsen bij vrij gunstigen hemel geheel of voor een groot deel goed zijn waargenomen, zoo is het zeker niet ongepast om de daarbij waargenomen bijzonderheden op te geven, ten einde die te kunnen vergelijken en zoo mogelijk te verklaren.

De meest belangrijke, in 't oog vallende tijdperken eener totale maansverduistering zijn de oogenblikken, waarop de eclips begint en eindigt, alsmede het begin en einde der totale verduistering. Die oogenblikken zijn voor al de plaatsen der aarde, die de maan boven den horizon hebben, gelijktijdig en worden opgegeven naar den middelbaren tijd eener plaats. Gewoonlijk worden die tijdstippen tot in minuten nauwkeurig opgegeven voor de eene of andere plaats, die er bij wordt vermeld, en als men het tijdsverschil tusschen deze en onze plaats kent, dan is het gemakkelijk om daaruit voor ons dien tijd af te leiden.

Het is algemeen bekend dat een maansverduistering ontstaat doordat de maan, bij haren omloop om den aarde, nagenoeg in dezelfde lijn in tegenstand komt met de zon en de aarde dientengevolge haar schaduw op de maan werpt. Dit heeft plaats bij volle maan, wanneer deze juist in of in de nabijheid is der baan, waarin de aarde haren loop om de zon volbrengt. In de meeste gevallen is zij in dien stand iets hooger of lager geplaatst en wordt van die schaduw der aarde dus niets bemerkt. De eclips begint, wanneer de maan in den schaduwkegel der aarde treedt, en daar zij zich van het westen naar het oosten beweegt,

kan zulks aan den oostelijken rand der maan het eerst worden opgemerkt.

Het einde heeft plaats wanneer de maanschijf weder geheel zichtbaar is geworden. Beide deze tijdstippen zijn gewoonlijk niet volkomen scherp te bepalen, en kunnen, zoowel voor het gewapend als ook voor het bloote oog, eene onzekerheid opleveren van eene minuut of een deel daarvan.

Eenigszins nauwkeuriger kan men het begin en einde der totale verduistering opmerken, dat is, het oogenblik waarop de rechter of westelijke rand der maan in den schaduwcirkel treedt en geen zonnestraal meer rechtstreeks tot de maan doordringt, of wanneer de linker of de oostelijke maanrand weder uit de schaduw te voorschijn komt, en de eerste lichtstraal weder tot de maan doordringt. Dit tijdperk is gewoonlijk het meest in 't oog vallend en dus het meest belangwekkend, en levert een waarlijk prachtig schouwspel op.

De maan wordt nu allengs meer verlicht, en weldra heeft het van oogenblik tot oogenblik aangroeiende licht het sombere nachtelijke donker vervangen.

Men weet dat de zon vele malen de aarde in grootte overtreft. De schaduw der aarde is dus een kegel, welks top zich tot een aanmerkelijken afstand van de aarde uitstrekt. Als men den gemiddelden afstand van de aarde tot de zon op 21 millioen G. M. rekent, dan bedraagt de lengte van de as des schaduwkegels meer dan 185 duizend G. M., en daar de maan nagenoeg 52 duizend G. M. van de aarde is verwijderd, zoo is de weg dien zij door dien cirkel heeft te doorloopen nog al van belang en bedraagt gemiddeld 1236 G. M. Wanneer de maan nu juist door het midden gaat, heeft zij daartoe nagenoeg 3 uur tijds noodig; dit is dan de duur der eclips.

Men onderscheidt alzoo gewoonlijk vier hoofdmomenten bij eene totale maaneclips, die voor eene vrij nauwkeurige waarneming vatbaar zijn en waarvan de tijdstippen voor eene bepaalde plaats worden opgegeven, nl. het begin en einde der verduistering, en, in het algemeen, het begin en einde der geheele of totale verduistering.

Rondom de kernschaduw der aarde is nog eene aanzienlijke ruimte, die zich gedeeltelijk in de schaduw der aarde bevindt. Deze ruimte wordt de bijschaduw genoemd, en wanneer de maan, vóór het binnentreden in de kernschaduw, of vóór het begin der eclips, zich in deze ruimte bevindt, ondergaat zij reeds eenige vermindering van licht, want zij wordt dan slechts door een deel der zon beschenen. Bij het

einde der eclips blijft zij ook nog eene poos in de bijschaduw en komt allengs weder in het volle licht.

Deze langzame af- en toeneming van licht is gewoonlijk niet alleen met een kijker, maar ook met het ongewapend oog zeer wel te bemerken, en het is vooral daardoor dat de evengenoemde tijdstippen der eclips niet volkomen scherp zijn te onderscheiden.

Daar niet alleen de grootte der middellijn van de kernschaduw, op de plaats waar de maan die doorsnijdt, bekend is, maar ook de afstand, waartoe de bijschaduw zich uitstrekt, gevonden kan worden, zoo kan men ook de tijdstippen bepalen, waarop het eerst eenige vermindering van licht op de maan plaats vindt, en eveneens, wanneer de maan weder het volle licht van de zon ontvangt en geene sporen der eclips er meer op merkbaar zijn.

Daar de aarde van een dampkring is omringd, die ten deele de lichtstralen doorlaat, maar deze breekt, zoo is het natuurlijk dat de schaduwcirkel der aarde niet scherp is begrensd en dat alzoo de doorsnede van den schaduwcirkel op de maan door een minder donkeren rand moet zijn omgeven, vanwaar het licht langzamerhand afneemt en als wegvloeit in het verlichte gedeelte van de maanoppervlakte die door het volle licht der zon wordt beschenen.

Door de breking van het licht in onzen dampkring zien wij de hemellichamen, die zich aan den horizon bevinden, 33' 46" daarboven. Men noemt dit de horizontale refractie, en deze refractie of breking wordt kleiner, naarmate de hemellichamen zich hooger boven den horizon bevinden of de lichtstralen meer rechtstandig door den dampkring naar ons standpunt gaan. Daar de schijnbare middellijnen van zon en maan ongeveer 33' bedragen, zoo worden beide aan den horizon zooveel opgeheven, dat wij ze juist boven den horizon zien als zij er werkelijk beneden zijn. Als de benedenrand zich aan den horizon vertoont, dan is dus de zon of maan werkelijk er beneden en raakt met den bovenrand den horizon. Wanneer dus eene maaneclips plaats heeft juist op het oogenblik van den ondergang der zon, dat altijd voor het eene of andere punt op de oppervlakte der aarde plaats moet vinden, dan zal men van zoodanige plaats het zonderling verschijnsel hebben dat de zon en de verduisterde maan tegelijk boven den horizon kunnen worden gezien. Voor eene bepaalde plaats kan dit verschijnsel slechts 5 maal in eene eeuw plaats hebben. Daar bovendien de hemel aan den horizon zelden overal volkomen helder is, zoo mag dit verschijnsel met volle

recht onder de zeldzame gerekend worden. Intusschen is het reeds door de ouden waargenomen en heeft PLINIUS er gewag van gemaakt en het als een vreemd verschijnsel opgegeven. Door KLEOMEDES werd echter reeds het vermoeden geuit, dat de breking van het licht in den dampkring der aarde de oorzaak van dit verschijnsel moest zijn.

De lichtstralen, die van de zon door de benedenste luchtlagen der aarde gaan, moeten dus eene dubbele breking ondergaan en alzoo eene buiging van ruim 66' of 1° 6' hebben. De hoogte van den alzoo gevormden schaduwkegel wordt hierdoor merkelijk bekort, en zijn top valt tot binnen de plaats waar de maan zich in hare loopbaan bevindt. De maan ontvangt dus, ook wanneer zij door het midden van de kernschaduw gaat, altijd nog eenig licht van de zon, of wel een gedeelte van den rand der zon blijft van de maan zichtbaar. Daar echter de lichtstralen der zon door de benedenste en dus dichtste deelen van den dampkring gaan en een aanzienlijk deel van het licht in dien dampkring wordt geabsorbeerd, zoo kan de verlichting niet anders dan zeer flauw zijn. En niet alleen moet deze verlichting slechts gering zijn, maar ook de kleur of lichttint moet afhankelijk zijn van den toestand der luchtlagen die het zonnelicht doorlaten; en daar deze zeer veranderlijk is, zoo is het te denken dat die verlichting der verdonkerde maanschijf niet alleen verschillend in sterkte, maar ook verschillend in kleur moet zijn.

Ook wanneer de breking niet zoo groot was, dat daardoor nog een gedeelte van de zon voor de maan zichtbaar bleef, of het doorgelaten licht geheel niet werd gebroken, maar alleen teruggekaatst, dan zoude, door den verlichten dampkring der aarde, deze als een lichte ring om de donkere aarde zichtbaar blijven en eenig licht op de donkere maanschijf werpen.

Daar de dampkring aan de oppervlakte der aarde het dichtst is en naar boven allengs in dichtheid afneemt, zoo is de hoogte er van niet met volkomene juistheid op te geven. Uit de schemering, die een gevolg is van dat weerkaatsend vermogen, besluit men dat de hoogte van waar die terugkaatsing nog eenigszins merkbaar is, ongeveer 10 à 12 G. M. bedraagt. Daar nu de straal der aarde 858 G. M. bedraagt, zoo is die hoogte dus, in vergelijking der aarde, gering, en van de maan gezien, moet die lichtende ring dus zeer smal en aan de oppervlakte der aarde het helderst zijn, maar allengs in licht afnemen en weldra onmerkbaar worden. De verlichting op de maan, door dezen lichtenden ring, kan niet anders dan zeer gering zijn, en het is moeie-

lijk te bepalen of daardoor alleen de maan, tijdens hare volkomene verduistering, nog van de aarde zoude kunnen worden gezien.

Wanneer wij de ervaring raadplegen, dan weten wij dat de maan, ook dan wanneer zij geheel binnen den schaduwkegel der aarde is, in den regel nog steeds merkbaar blijft door een eigenaardig donker rood licht, dat, met eenige verandering in sterkte en afwisselende lichttinten, hare oppervlakte doet kennen, zoo zelfs dat men enkele vlekken kan blijven onderscheiden. Het licht, dat zij geeft, is echter zoo zwak dat het, niettegenstaande de grootte der maanschijf, moet onderdoen voor dat eener heldere ster.

Intusschen zijn er enkele voorbeelden, dat de maan gedurende eene totale verduistering geheel uit het oog verdween en niet kon worden gezien. Dit was het geval bij de totale maansverduistering den 9den December 1601, volgens de waarneming van KEPLER. Hetzelfde werd opgemerkt bij de totale maaneclips van 25 April 1642 door HEVELIUS, die er tevens bij opgeeft, dat de hemel met vonkelende sterren was bezet, zoodat de ongunstige gesteldheid van den dampkring niet de oorzaak er van konde zijn. Ook in deze eeuw is hetzelfde opgemerkt bij de totale verduistering van den 10den Juni 1816, van welke PIAZZI zegt, dat hij te Palermo geen spoor van de maan kon zien; hetzelfde werd door een waarnemer te Londen vermeld.

Uit een en ander blijkt voldoende, dat het ook voor de wetenschap niet onbelangrijk is, de bijzonderheden, die bij totale maaneclipsen op verschillende tijden en onderscheiden plaatsen worden waargenomen nauwkeurig te leeren kennen, ten einde uit de wijzigingen, die daarbij plaats vinden en de onderlinge vergelijking er van, tot het eigenlijk wezen en de oorzaak dier verschijnselen te besluiten.

Het is daarom vooral dat wij het niet ongepast rekenen om de bijzonderheden te vermelden, die door ons, te Groningen, zijn waargenomen bij de beide groote maansverduisteringen, die in den loop des jaars 1877 plaats vonden en voor onze gewesten zichtbaar waren.

De eerste had plaats den 27sten Februari. De weersgesteldheid was voor Groningen niet zeer gunstig, want felle sneeuwbuien overtoegen den hemel voor en na met een somber floers, maar, door den wind voortgestuwd, dreven zij veelal tamelijk spoedig voorbij en gaven zoo gelegenheid de meest belangrijke tijdperken der eclips vrij voldoende waar te nemen. Het begin der verduistering was onzichtbaar door den betrokken hemel, maar de lage stand der maan, die te 5 u-23 m. op-

ging, terwijl de verduistering te 5 u. 56 m. M. T. van Groningen aanvang, zoude, in verband met de nog heldere schemering, de waarneming van het begin moeielijk en onzeker hebben gemaakt.

Even voor het begin der totale eclips werd de maan, tusschen de wolken door, in zoo verre zichtbaar dat men de verduistering konde opmerken, en ongeveer een half uur later en dus nog voor het midden der eclips, werd de hemel voor eene poos zeer helder, en de donkere maanschijf, gehuld in een eigenaardig somber rood licht, dat vergeleken kan worden met de kleur van donker roodkoper, maakte eene waarlijk indrukwekkende vertooning. Niet overal was dit licht even sterk en van gelijke tint. Soms vertoonde het zich eenigszins nevelachtig en was het alsof eene roodgekleurde wolk of nevel van verschillende dichtheid over de maan trok. Doordien de lucht telkens weder betrok, waren de veranderingen niet regelmatig waar te nemen.

Te 8 u. 30 m., het einde der totale eclips, werd de maan weder zichtbaar, en het was gewis een der prachtigste momenten van het verschijnsel, toen de oostelijke maanrand weder uit de aardschaduw te voorschijn kwam en het heldere zonlicht op de aarde terugkaatste.

Daar de maan nu eene geruime poos zichtbaar bleef, had men gelegenheid de toeneming van het licht regelmatig na te gaan. Het verduisterde deel bleef nog vrij lang duidelijk merkbaar en eenigszins rood gekleurd. Naarmate het verlichte deel in grootte toenam, werd het donkere deel allengs minder zichtbaar en verdween eindelijk geheel uit het oog. De grens tusschen het verlichte en donkere deel der maan was duidelijk maar niet scherp begrensd en verdween eindelijk geheel.

De totale maansverduistering van den 23sten Augustus trof in een gunstiger jaargetijde en gaf daardoor reeds hoop, dat men die meer regelmatig en bestendig zou kunnen waarnemen. Ook de tijd van den avond was bijzonder gunstig. Immers de aanvang der eclips, te 9 u. 40 m. M. T. van Groningen, ongeveer $2\frac{1}{2}$ uur na het opkomen der maan en na het einde der avondschemering, gaf gelegenheid om reeds vóór het begin der eclips de afnemende lichtsterkte op de maan waar te nemen. Gelukkig was ook voor en bij den aanvang der verduistering de hemel volkomen helder; en hoewel dit niet gedurende het geheele verloop der eclips het geval bleef, toch konden de hoofdtijdperken voldoende worden waargenomen. Alleen het eerste gedeelte der verduistering, tot even voor het begin der totaliteit, werd door eene dichte, voorbijrijvende onweerswolk aan de waarneming onttrokken.

Omstreeks een kwartier uur vóór het begin der eclips, dat is, voor de intrede der maan in de kernschaduw, die voor Groningen te 8u 30m plaats vond, was eene vermindering van licht aan de naar het oosten gekeerde zijde der maan zeer duidelijk te bemerken. Niet alleen met het gewapend oog, maar ook met het bloote oog zag men duidelijk dat het licht aldaar flauwer was geworden, en vrij juist was reeds nu de plaats te bepalen, waar de verduistering zoude aanvangen.

Op den aangewezen tijd, 9 u. 40 m. M. T. voor Groningen, merkte men aan den oostelijken rand der maan hare intrede in de kernschaduw, en was zulks eerst eenigszins onzeker, na een paar minuten zag men duidelijk de lichtgrens tusschen het verlichte en verduisterde gedeelte der maan als een vrij scherp geteekende boog, omgeven door het verminderde licht veroorzaakt door de bijschaduw.

Gedurende eenigen tijd bleef de hemel volkomen helder totdat, omstreeks 9 u. 55 m., enkele losse dunne wolkjes uit het westen kwamen aandrijven, die door eene dichtere wolk werden gevolgd, waardoor de maan weldra geheel aan het starend oog werd onttrokken.

Gelukkig dreef deze bui, door een koelen luchtstroom voortgestuwd, die de lucht aanmerkelijk afkoelde en enkele regendruppels aanbracht, spoediger voorbij dan men verwachtte, en hoewel men het in de verte voor en na zag weerlichten, had men voldoende gelegenheid om den verderen gang der verduistering vrij geregeld te kunnen waarnemen.

Tusschen snel voorbijrijvende kleine wolken was het begin der totale eclips waar te nemen, en, werd de nu verduisterde maan nog enkele malen door kleine voorbijrijvende wolkjes bedekt, toch had men genoegzame gelegenheid om haar gedurig te bespieden en de bijzonderheden op te merken en na te gaan, die er opvolgend plaats vonden.

Reeds met het toenemen der gedeeltelijke verduistering was en bleef het verdonkerde en in de kernschaduw zich bevindende gedeelte der maan zichtbaar en kenmerkte zich bij toeneming door die eigenaardige roode tint, die men, zooals reeds is opgemerkt, gewoonlijk bij de totale maaneclipsen waarneemt. Zeer duidelijk was het, dat het verst in den schaduwcirkel der aarde geplaatste deel der maan het donkerst was en eene donker roode tint vertoonde, terwijl het nader bij den rand der schaduw geplaatste deel eene meer heldere lichtgele tint had. Deze lichtgele tint bevond zich eerst aan de westzijde der maan, die het laatst in den schaduwcirkel was verdwenen, en ging langzamerhand over naar den oostelijken rand, naarmate deze nader aan de grens des

schaduwcirkels kwam en alzoo het tijdstip naderde dat de oostelijke rand der maan van uit de schaduw der aarde weder te voorschijn zoude komen, waarmede de totale eclips ten einde liep.

Opmerkelijk was het dat dit donkerroode gedeelte, dat zich, bij het begin der totale eclips aan de oostzijde en bij het einde aan de westzijde, als een toe- en afnemend segment vertoonde, reeds een geruimen tijd vóór het midden der eclips en daarna, het voorkomen had van een vrij scherp begrensde cirkelvlak, waarvan de middellijn ongeveer $\frac{3}{4}$ gedeelte van de middellijn der maan bedroeg. Bij het midden der eclips, omstreeks middernacht, was deze meer donkerroode cirkelronde lichtvlakte op het midden der maan en wel eenigszins naar de bovenzijde, die, daar de maan eenigszins bezuiden of beneden het middelpunt van den schaduwcirkel dezen doorsneed, het meest in de schaduw was. Deze meer donkerroode cirkelvlake was door een meer helder rooden of gelen ring omgeven.

Niet scherp te onderscheiden, maar toch genoegzaam merkbaar waren de verschillende lichte en donkere plekken der maan bestendig zichtbaar, alsof zij door eene afwisselende, meer of minder doorschijnende wolk of nevel bedekt waren.

Treffend was het oogenblik, toen te 12 u. 31 m. M. T. van Groningen weder de eerste lichtstraal der zon tot de maan doordrong en eene heldere lichtstreep, aan de oostzijde der maan, het einde der totale eclips aankondigde.

Van oogenblik tot oogenblik groeide nu het verlichte gedeelte aan, en weldra was het licht zoo sterk, dat het duidelijk schaduwen gaf en zoo het sombere duister verving, dat gedurende meer dan $1\frac{1}{2}$ uur den helderen, door de maan verlichten nacht in donker had gehuld.

Allengs werden nu al de deelen der maanoppervlakte weder zichtbaar, even als zij vroeger in de schaduw waren verdwenen, en te 1 u. 36 m. was de geheele maanschijf weder verlicht, hoewel ook nu nog de sporen der bijschaduw eenigen tijd duidelijk zichtbaar bleven.

Op eenigen afstand beoosten de maan waren de planeten Mars en Saturnus, van welke de eerste door haren helderen glans, een gevolg van haren gunstigen stand ten opzichte der aarde, zich toen bijzonder onderscheidde, steeds zichtbaar, en gaven gelegenheid om vergelijken-derwijs eenigermate de sterkte van het licht der geheel verdonkerde maan te bepalen.

De lichtglans van Mars overtrof merkkelijk de lichtsterkte der maan

bij hare geheele verduistering. Deze kwam meer overeen met het licht van Saturnus. Deze schatting geschiedde het best met het ongewa-
pend oog.

Dat de hemel bijzonder helder was, kan daaruit blijken, dat door een scherpziend oog de nevelvlek in Andromeda kon gezien worden.

Eerst in 1880 zullen er weer twee totale maansverduisteringen zichtbaar zijn, nl. den 16^{den} Juni en den 16^{den} December. In 1878 zal den 12^{den} Augustus de maan voor een gedeelte verduisterd worden, welke verduistering ook voor onze gewesten zichtbaar zal zijn. Het $\frac{7}{12}$ gedeelte van de maanschijf zal dan door den schaduwkegel der aarde gaan.