

OVER DE NATUURLIJKE GESTELDHEID DER LIGCHAMEN, TOT ONS ZONNE- STELSEL BEHOORENDE;

DOOR

A. T. REITSMA.

URANUS.

Uranus vertoont zich aan den hemel als een naauwelijks merkbaar schijfje, nagenoeg gelijk aan eene ster van de zesde grootte. Bij heldere lucht kan zij ook door het ongewapend oog worden waargenomen.

Alhoewel dit hemelligchaam reeds vroeger door sommige sterrekundigen was opgemerkt en als eene der vaste sterren in hunne sterrekaarten was aangeteekend, komt aan HERSHEY de eere toe, dat hij het eerst de aandacht der sterrekundigen op dit ligchaam heeft gevestigd. Het was den 18 Maart 1781, dat hij dit hemelligchaam ontdekte, hetwelk in het eerst door hem en anderen voor eene komeet werd aangezien. Bij voortgezet onderzoek leerde hij het echter weldra als eene planeet kennen.

Deze planeet is nog tweemaal zoo ver als Saturnus, meer dan 19 maal zoo ver als onze aarde van de zon verwijderd. Haar gemiddelde afstand bedraagt 396.737 500 geogr. mijlen. Om op dien ontzaggelijken afstand haar wijden loopkring rondom de zon te volbrengen, heeft zij eene tijdruimte noodig van 84 jaren, 5 dagen, 19 uren, 41 minuten, 36 sekonden.

Op haren gemiddelden afstand van onze aarde vertoont zij ons eene middellijn van 3",9. Indien wij nu voor elke sekonde ééne Nederlandsche streep nemen, dan zouden wij ons de schijnbare grootte van

deze planeet, in vergelijking met die van Jupiter en Saturnus, op deze wijze kunnen voorstellen.

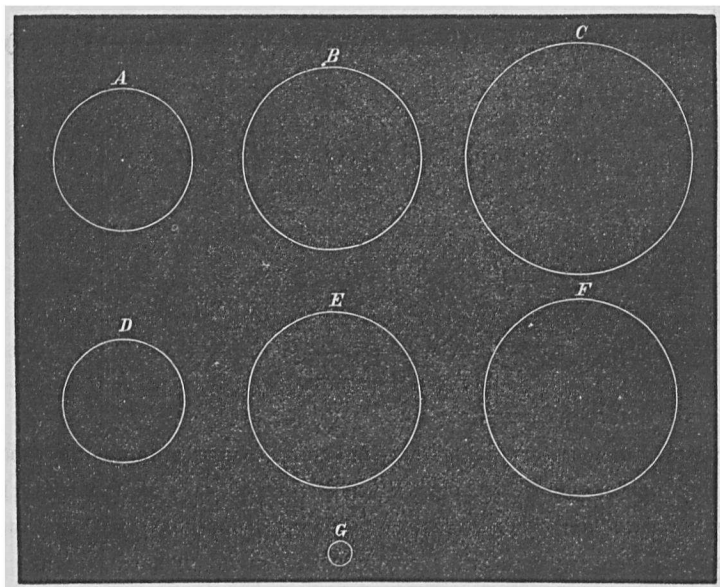


Fig. 1.

In deze figuur stelt A ons de planeet Jupiter voor in haren versten, B in haren gemiddelden en C in haren naasten afstand van de aarde. Saturnus wordt in haren versten afstand door D, in haren gemiddelden door E en in haren naasten afstand door F aangeduid, terwijl G het schijfje voorstelt, hetwelk Uranus ons aan den hemel vertoont.

Uit deze schijnbare grootte, vergeleken met den afstand van de zon, volgt, dat haar ware middellijn 4,3 aardmiddellijnen bedraagt, hetwelk gelijk staat aan eene middellijn van 7394 geogr. mijlen. Haar geheele ligchaam heeft dus een omvang 82 malen grooter dan onze aarde. Hare massa zoude volgens LAMONT één 24605^{de} gedeelte der zonne-massa bedragen en zij derhalve in gewigt onze aarde bijna 15 malen overtreffen. Daaruit zoude dan weder volgen, dat zij uit eene stof moet bestaan, die veel ligter is dan die onzer aarde. Stelt men de digtheid onzer aarde = 1, dan is die van Uranus = 0.178. De zwaarte der ligchamen op hare oppervlakte overtreft slechts weinig die, welke op onze aarde plaats heeft. Zij bedraagt 1.05, als wij die

op onze aarde $= 1$ stellen. De lichamen, die in hunnen val op onze aarde in eene sekonde 15 voeten doorloopen, leggen op de oppervlakte van Uranus in dienzelfden tijd 15,9 voeten af.

De zon doet zich aan deze planeet voor als eene lichtende schijf, met eene middellijn van slechts 100 sekonden, derhalve 19 malen kleiner dan de zon zich aan onze aarde voordoet. Zij heeft dien ten gevolge nog niet het dubbele der grootte, die de planeet Venus in haren naasten stand voor onze aarde heeft. De geheele zichtbare oppervlakte van de zon is dus voor Uranus 360 maal kleiner dan voor onze aarde. Een gevolg daarvan is, dat de zon aan haar ook in dezelfde verhouding minder licht en warmte afgeeft. Stellen wij het licht- en warmtegevend vermogen van de zon op onze aarde $= 1$, dan zou dit op Uranus slechts bedragen 0.003.

Daar deze planeet zoo buitengewoon ver van onze aarde verwijderd is, heeft men op hare oppervlakte, tot hiertoe, geene vlekken of oneffenheden kunnen ontdekken. Zij vertoont zich als eene kleine, ronde, doffe, maar over het geheel gelijkmatig verlichte schijf. Het is dan daarom ook niet mogelijk den tijd te bepalen, waarin de planeet zich om hare as rondwentelt. Dat evenwel hare aswenteling met groote snelheid moet plaats hebben, kan men opmaken uit de aanmerkelijke afplatting, die men aan de polen bespeurt. Reeds HERSCHEL ontdekte deze afplatting, zonder hare grootte te bepalen. MÄDLER meende na naauwkeurige waarnemingen ze op $\frac{1}{10}$ van de middellijn der planeet te moeten stellen. Andere sterrekundigen, zooals STRUVE, verklaren daarentegen, dat zij de gedaante der planeet volkomen kogelrond hebben bevonden.

Het kan ons geenszins verwonderen, dat de afplatting aan de polen van Uranus niet ten allen tijde wordt waargenomen. Wij weten, dat de wachters van Jupiter en Saturnus in banen, die nagenoeg met de vlakte van den aequator dier planeten zamenvallen, hunnen omloop om die planeten volbrengen. Als wij nu, wat reeds uit den aard der zaak hoogst waarschijnlijk is, ook aangaande Uranus vooronderstellen, dan volgt daaruit, dat de omwentelingsas van Uranus nagenoeg in de vlakte van hare loopbaan gelegen is: want de wachters, die deze planeet omzweven, doen dit in loopbanen, die loodlijnig op de loop-

baan der planeet staan. Maar dan zullen er ook tijden moeten komen, waarin de afplatting aan de polen voor ons geheel onzichtbaar is. Zoo dikwijls namelijk eene der polen naar onze aarde is toegekeerd, zal de planeet zich aan ons als een volkomen kogelrond ligchaam voordoen. Alleen dan, als de aequator van Uranus naar onze aarde is toegekeerd, zal de afplatting door ons met de meeste juistheid kunnen worden waargenomen.

Maar uit dien bijzonderen stand van Uranus op haren loopbaan vloeit een geheel eigenaardig karakter der jaargetijden en klimaten voort. Op Uranus zal het verschil der klimaten bijna geheel en al verdwijnen. Of eene plaats onder den evenaar of aan de polen ligt, zij zal evenzeer in den loop van het 84 jaren lange Uranus-jaar de hoogst mogelijke verscheidenheid van klimaten doorloopen. Als het zomer is in het noorder halfrond, staat de zon loodregt boven de noordpool en gaat voor het geheele noordelijk halfrond niet onder, terwijl het zuider halfrond op dien tijd in eenen donkeren nacht is gedompeld. Op plaatsen onder den evenaar ziet men de zon geregeld den geheelen horizon rondgaan. Als na verloop van 21 jaren — de duur van één jaargetijde op Uranus, — de herfst aanvangt, staat de zon loodregt boven den evenaar. De dagen en nachten zijn dan over den geheelen Uranus-bol aan elkander gelijk. Aan de beide polen ziet men de zon aan den geheelen horizon rondgaan. Dit tijdstip is voor het zuidelijk halfrond de zonsopgang, die eenen 42 jaren langen dag, voor het noordelijk halfrond de zonsondergang, die eenen even langen nacht, voor het zuidelijk halfrond aanvangt. Is Uranus op hare baan eindelijk zoo ver gekomen, dat zij hare zuidpool aan de zon toekeert, dan is het daar zomer, aan de noordpool winter. De grens van licht en schaduw, van dag en nacht valt dan weder met den aequator zamen, en verschuift zich van lieverlede naar de andere zijde, totdat de zon weder boven den aequator staat en de lente met den opgang der zon voor het noordelijk halfrond aanvangt. De jaargetijden zijn derhalve op Uranus zoo scherp mogelijk van elkander verschillend. Indien onze aarde in eenen dergelijken stand op hare loopbaan geplaatst was, zou zij zeker voor wezens, zoo als wij, geheel onbewoonbaar zijn.

Reeds HERSCHEL, die het eerst in 1781 de planeet Uranus ontdekte, merkte in 1787, dat zij van eenige zeer kleine lichtpuntjes omgeven was, die hij al spoedig als Uranus-manen erkende. Door zijne magtige telescopen doorgvorschte hij met onvermoeide vlijt het Uranusgebied en bragt het na ontzaggelijk veel moeite zoo ver, dat hij de afstanden en omlooptijden van zes zulke Uranus-manen berekende. In 1851 ontdekte LASSELL nog twee nieuwe Uranus-trawanten, die nog nader aan de planeet geplaatst zijn dan de vroeger door HERSCHEL ontdekte. Maar deze acht Uranus-manen zijn door haren verren afstand van de aarde zoo moeilijk, zelfs met telescopen van de grootste kracht, waar te nemen, dat van hare natuurlijke gesteldheid volstrekt niets met zekerheid kan gezegd worden. Alleen dit ééne mag hier als eene merkwaardige bijzonderheid nog opgemerkt worden, dat zij hare banen rondom de planeet volbrengen, in eene teruggaande beweging van het oosten naar het westen, dus in eene rigting, die geheel tegengesteld is aan de rigting van alle bekende hemelligchamen, zoo wij alleen sommige kometen uitzonderen.

Deze teruggaande beweging is echter een natuurlijk gevolg van den stand van hare omwentelingsas op hare loopbaan. Eigenlijk wentelt Uranus zich even als andere planeten om hare as van het westen naar het oosten. Maar toen deze planeet hare manen van zich afscheidde, stond zij zoo op hare baan, dat hare noordpool, die bij alle andere planeten boven de ecliptica staat, iets beneden deze vlakke lag. Een gevolg van dezen stand is, dat hare omwenteling en de baan harer satellieten ons niet anders dan eene teruglopende kan toeschijnen. Om dit aanschouwelijk voor te stellen, hebben wij in nevensgaande figuur den verschillenden stand der drie planeten Jupiter, Venus en Uranus op hare banen afgebeeld.

Stellen wij ons nu voor, dat de lijn W O de baan is, waarop deze planeten zich van het westen naar het oosten bewegen, dan geeft N Z de as te kennen, rondom welke zij zich in deze rigting omwentelen. A B stelt dus den evenaar en de lijn C D E de elliptische baan voor, in welke de satellieten dezer planeten zich om hun centraal-ligchaam bewegen. Ofschoon nu de manen van Uranus, met opzigt tot hare planeet, dezelfde rigting volgen, namelijk van het westen

naar het oosten, zal deze beweging ons toeschijnen in eene tegengestelde rigting te geschieden, omdat haar aequator en de baan harer

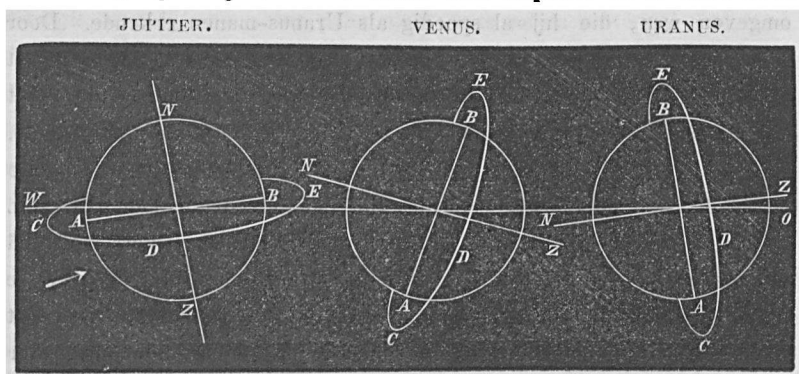


Fig. 2.

satellieten van het oosten naar het westen neigt. Hare manen zich in de rigting C D E voortbewegende, zullen dus ons voorkomen zich in eene tegengestelde rigting te bewegen, als die van Jupiter. Had Venus eene maan, dan zoude hare beweging het naaste overeenkomen met die der Uranus-manen.

NEPTUNUS.

De planeet Neptunus werd den 23 September 1846 het eerst gezien door GALLE te Berlijn, nagenoeg op dezelfde plaats, die LE VERRIER bij berekening vooraf had aangewezen. Zij is voor het bloote oog onzichtbaar en heeft het aanzien van eene ster van de achtste grootte. Zij is meer dan 30 maal verder dan onze aarde van de zon verwijderd. Haar afstand bedraagt, zoo wij dien der aarde als eenheid aannemen, gemiddeld 30.04, dat is 621.240.100 geogr. mijlen. Haar loopbaan wijkt slechts weinig van den cirkelvorm af. Als zij de zon het naaste staat, is zij daarvan 29.78 en op den versten afstand 30.30 van haar verwijderd, als wij den afstand der aarde van de zon = 1 stellen. Bij dezen verren afstand is de hoeveelheid licht en warmte, die de zon haar geeft, slechts 0.001 van die wij op onze aarde waarnemen. Zij doorloopt de ontzaggelijke baan, die zij op dien afstand om de zon

heeft af te leggen, in 164 jaren, 8 maanden en 26 dagen (volgens ARAGO). Daar noch de tijd van hare omwenteling om hare as, noch de stand harer as op hare loopbaan bekend is, kan van het verloop van hare dagen en jaargetijden niets met zekerheid worden gezegd. Zij vertoont zich aan ons op haren gemiddelden afstand als een klein schijfje met een middellijn van slechts $2''.7$. Haar werkelijke middellijn zou dus 4.8 malen zoo groot zijn als die onzer aarde en dus 8.251 geogr. mijlen bedragen. Haar volume moet bij gevolg 110 malen den inhoud onzer aarde bevatten. De bepaling van hare massa is op zeer verschillende wijze aangegeven. STRUVE heeft ze berekend op een 14446^{ste} gedeelte van die der zon, dus bijna 25 maal zwaarder dan onze aarde. Daaruit zou volgen, dat de digtheid der stof, waaruit zij is zamengesteld 0.230 bedraagt, als wij die van onze aarde = 1 stellen. Het gewigt, waarmede lichamen op hare oppervlakte drukken, zoude bij gevolg = 1.10 zijn, als wij die op onze aarde als eenheid aannemen. Vallende lichamen doorloopen dus op hare oppervlakte eene ruimte van 16.6 voeten, dus slechts een weinig meer dan op onze aarde.

Het is zeer te betwijfelen, of door registreeksche waarneming ooit iets aangaande de natuurlijke gesteldheid van de planeet Neptunus en hare twee manen, door LASSELL in 1847 en 1850 ontdekt, zal worden aan het licht gebragt, zoodat wij ons zullen moeten vergenoegen met het weinige, dat als gevolgtrekking kan worden afgeleid uit de berekening der sterrekundigen.

DE KOMETEN.

Behalve de planeten en hare wachters zijn er nog eene menigte andere lichamen, die het gebied van ons zonnestelsel in alle rigtingen doorkruisen. Het zijn die zonderlinge en geheimzinnige wezens, die meestal geheel onverwacht aan den hemel verschijnen, door hunne vreemde gestalte de verbazing der aardbewoners wekken en dan weder na verloop van eenige weken of maanden uit het gezigt verdwijnen. Wij noemen ze *kometen* of *staartsterren*, omdat zij in een wolkachtig

dampomkleedsel gehuld, dikwijls met een korteren of langeren staart voorzien zijn.

De ouden hielden ze op voorgang van ARISTOTELES voor verschijnselen, aan onzen dampkring eigen, die daarin geboren en weder vernietigd werden. Het waren TYCHO DE BRAHE en KEPLER, die het eerst van twee kometen, die tegen het einde der zestiende en in het begin van de zeventiende eeuw aan den hemel verschenen, het bewijs leverden, dat ze niet tot onzen dampkring behoorden, maar althans veel verder dan de maan van ons afstonden.

Eerst na NEWTON leerde men de kometen kennen als hemelligchamen, die hunnen loop in zeer langwerpige banen rondom de zon volbrengen. Men begon van verscheidene kometen de grootte en rigting dier banen, en den tijd, waarin zij die doorloopen, te berekenen. Ja! men is in onzen tijd door voortgezet onderzoek zoo ver gekomen, dat men althans van enkele dezer ligchamen vrij naauwkeurig den tijd vooraf kan aangeven, waarop ze hunnen naasten stand bij de zon in het hemelruim innemen; met andere woorden, waarop zij door hun perihelium gaan.

Maar met opzigt tot de natuurlijke gesteldheid dezer ligchamen verkeert de sterrekundige wetenschap nog in hare kindsheid; en wie weet, of het ons wel ooit gegeven zal worden dienaangaande tot zekere resultaten te komen.

Het ligchaam van eene komeet bestaat voor eerst uit een zoogenaamd dampomkleedsel. Het is het meest wezenlijke deel van alle kometen, en vertoont zich als eene ligte vlek aan den hemel, zonder scherp geteekende omtrekken. Het licht is in het midden altijd min of meer opgehoopt, en vervloeit dan van lieverlede aan de randen. Bij sommigen vertoont het zich zoo helder, dat het met het bloote oog gemakkelijk kan worden waargenomen, bij anderen zoo flauw, dat het alleen door middel van goede telescopen kan worden gezien. Soms merkt men in het dampomkleedsel twee of meerdere ringen, die, naar het schijnt, door donkere ruimten van elkander gescheiden zijn. Het zijn dus verschillende dampomkleedsels, die als schalen op elkander liggen en elkander omsluiten.

De zoogenoemde kern van eene komeet doet zich meestal voor

als eene heldere stip, of als een klein lichtend schijfje zonder scherp geteekende grenzen en in het midden van het dampomkleedsel geplaatst. Soms heeft de kern eene minder regelmatige gedaante en staat ook niet volkomen in het midden van het dampomkleedsel. Zij is het meest lichtgevend deel van de geheele komeet. Zeer vele, ja verre weg de meeste kometen hebben in het geheel geen kern, zoodat men de kern niet als een wezenlijk bestanddeel van alle kometen kan aanmerken. Het dampomhulsel met de kern maken te zamen *het hoofd* van eene komeet uit.

De staart der kometen vertoont zich als een uitvlocisel en verlenging van het dampomkleedsel. Hij loopt gewoonlijk breed uit, is meestal eenigzins krom gebogen en doet zich in de meest verschillende gedaanten voor. Vele kometen hebben in het geheel geen staart; anderen hebben er eenen van verbazende lengte. Men heeft dien bij sommige kometen op meer dan 20 millioenen geogr. mijlen geschat. Anderen hebben een staart, die in twee of meer staarten schijnt verdeeld te zijn. Zoo vertoonde zich in het jaar 1744 eene komeet, met zes staarten voorzien, die zich in den vorm van een waaijer uitbreidden.

De staart der kometen heeft de opmerkelijke eigenschap, dat hij zich altijd aan die zijde bevindt, die van de zon afgekeerd is. Hij begint zich eerst uit het dampomkleedsel te ontwikkelen, als de komeet in de nabijheid der zon gekomen is. Als zij zich daarvan verwijderd, wordt de staart allengskens kleiner en verdwijnt eindelijk geheel. Het schijnt dus hieruit te blijken, dat hij door de werking der zon op het kometenligchaam geboren wordt en dus ook met de vermindering dier werking weder verloren gaat.

De stof, waaruit de kometen bestaan, is van een buitengewoon ligte, nevelachtige zelfstandigheid, bij welke zelfs onze dampkringslucht niet vergeleken kan worden. Ofschoon het dampomkleedsel zulk een verbazenden omvang heeft en de stof, waaruit het bestaat, zich als in de kern opgehoopt voordoet, is die stof toch zoo ijl en dun, dat men zeer dikwijls heeft waargenomen, dat de sterren, voor welke eene komeet voorbij trok, met een geheel onverminderd licht door de kern heen schijnen, zonder dat het licht der ster, door die kern

heengaande, de minste straalbreking ondervond, zoo als zulks plaats heeft, als de lichtstraal door den dampkring onzer aarde heen gaat. Men mag dus met grond aannemen, dat de kometen-kernen over 't algemeen doorschijnend zijn, en dat, zoo zich daarin ook al een vast en donker gedeelte mogt bevinden, dit eene buitengewoon kleine uitgebreidheid hebben moet.

Het kan zeer wel zijn, dat niet alle kometen in natuurlijke gesteldheid geheel aan elkander gelijk zijn. »Er zijn, zegt ARAGO, kometen zonder merkbare kern, die over hare geheele uitgebreidheid nagenoeg hetzelfde licht hebben en die zonder twijfel niet anders zijn dan eenvoudige ophooping van eene gasachtige stof. Een tweede trap van verdichting dezer dampen heeft aanleiding kunnen geven, dat er zich in het middenpunt van het dampomkleedsel eene kern vormde, merkwaardig door de levendigheid van haar licht, maar die, nog vloeibaar zijnde, eene groote doorschijnendheid bezat. In een meer gevorderd tijdperk zal de vloeistof, genoegzaam afgekoeld, omgeven worden van een vaste korst, en van dit oogenblik af zal alle doorschijnendheid van de kern moeten opgehouden hebben. Dan moet de plaatsing van die kern tusschen den waarnemer en eene ster eene verduistering veroorzaken, even wezenlijk, even volkomen als die, welke dagelijks door de verplaatsingen van de maan en de planeten voorvallen. Niets toch, volstrekt niets bewijst, dat er geene kometen van deze derde soort, dat is met vasten kern, zouden bestaan. De groote verscheidenheid van aanzien en glans, welke deze hemelligchamen vertoond hebben, kan in dit opzigt alle vooronderstellingen wet-tigen, die men voegzaam oordeelen zal dienaangaande te maken.»

HEVELIUS had reeds de opmerking gemaakt, dat de middellijn der dampomkleedsels der kometen vermeerderd, naarmate de kometen zich van de zon verwijderen. NEWTON nam deze opmerking aan en verklaarde het verschijnsel daaruit, dat de hoofden der kometen in omvang verminderen, naarmate zij nader aan de zon komen, omdat de staarten der kometen zich juist in dienzelfden tijd vormen uit de stof, waaruit het dampomkleedsel bestaat. Als de komeet derhalve in hare grootste nabijheid tot de zon gekomen is, moet haar ligchaam den kleinsten omvang hebben, omdat de staart, dien zij heeft uitgescho-

ten, zijne grootste uitgebreidheid heeft. Maar zijn zij eenmaal dien naasten stand voorbij gegaan, dan nemen zij in omvang toe, omdat de staart, dien zij hebben afgescheiden, langzamerhand wederom door haar ligchaam wordt ingezwolgen.

Deze opmerking is door de waarneming van vele kometen bevestigd. Bij eene komeet, die in 1828 werd waargenomen, was de grootte, die zij den 28 October had, op den 24 December tot 16 duizendste deelen van haren oorspronkelijken omvang teruggebragt. Of nu dit verschijnsel met NEWTON verklaard moet worden, als veroorzaakt door de ontwikkeling van den staart uit het ligchaam der komeet, of met VALZ door de wederstandbiedende kracht van den ether, die de hemelruimte vervult, en die rondom het zonneligchaam een ware atmosfeer zou vormen, wier benedenste lagen digter zouden worden, al naar mate zij nader aan de zon gelegen zijn, wagen wij niet te beslissen. Door den tegenstand van dien ether zou dus het ligchaam der kometen in de nabijheid der zon worden zamengedrukt.

Reeds ERNORUS, een Grieksche geschiedschrijver, verhaalt, volgens SENECA, dat eene komeet, in het jaar 371 voor C. verschenen, zich in twee hemelligchamen verdeeld heeft, van welke ieder zijn bijzonderen loop nam. SENECA zelf betwijfelt dit verhaal, maar KEPLER verdedigde het in later tijd, omdat naar zijne overtuiging eene dergelijke verdeeling in de komeet van 1618 had plaats gehad. Men beschouwde in het eerst deze geheele waarneming voor een zelfbedrog. Maar toen in 1846 eene dergelijke scheuring in twee deelen bij de komeet van Biela, of, zooals ARAGO meent hem te moeten noemen, van Gombart werd waargenomen, begon men op dergelijke verschijnselen meer acht te geven en men vond, dat ook uit vroegeren tijd voorbeelden konden worden bijgebragt, dat kometen zich in twee of zelfs in meerdere hebben gescheiden.

Wat de komeet van Biela betreft, had, zoo als ALEXANDER VON HUMBOLDT verhaalt, de sterrekundige HUND, te Greenwich, reeds den 19 December 1845 eene soort van opzwellng aan hare noordelijke zijde ontdekt. In het begin van Januarij 1846 merkte men in Noord-Amerika en Europa op, dat zij zich in tweeën had gescheiden. Het nieuwe hemelligchaam was het kleinste en ging het groote in eene

noordelijke rigting voor. De glans van elke komeet afzonderlijk was veranderlijk. Kort na haar ontstaan ging de laatstgeborene hare moeder in glans ver te boven. Weldra verdwenen beide uit het gezigt der telescopen. In het begin van Maart stonden zij ongeveer 34.000 geogr. mijlen van elkander af. Bij de weder verschijning, na volbragten omloop in 1852, vond SECCHI te Rome, dat zij reeds ongeveer 270.000 geogr. mijlen van elkander waren verwijderd.

De staarten der kometen verbreedten zich gewoonlijk aan hunne uiteinden en zijn in hun midden gedeeld door eene donkere streep of band, die ze nagenoeg in twee gelijke helften scheidt. De randen vertoonen dan, in vergelijking met het middenste gedeelte, een veel sterker licht.

Men wordt door dit verschijnsel bijna gedrongen om aan te nemen, dat de staarten holle kegels of cylindervormige buizen zijn, waarvan de randen eene zekere dikte hebben. Als men een stuk vilt of andere dikke stof op de wijze van een peperhuisje buigt en zoo aan elkander voegt, kan men zich eene voorstelling maken van zulk een holle kegel- of cylindervormige buis. Maar als men nu deze buis dwars doorsnijdt en eene snede daaruit neemt, dan kan men zich ligt het verschil in lichtvermogen aan de randen en in het midden van de kometen-staarten verklaren. Stellen wij ons voor, dat op nevensgaand figuur de beide

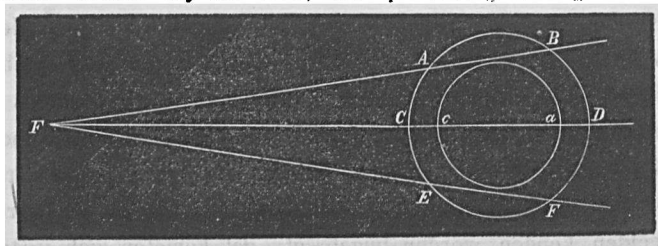


Fig. 3.

concentrische cirkels A B D F E C en $c d$ zulk een doorsnede voorstellen. Denken wij daarbij, dat de verschillende lichtstralen op verschillende plaatsen tot ons oog doordringen, dan volgt daaruit, dat de stralen, die door de randen A B en E F gaan, eene veel grootere hoeveelheid lichtende of lichtweerkaatsende stof moeten doorgaan, dan de stralen, die door of in de nabijheid van het centrum C c en D d gaan. Hetzij nu, dat de deeltjes, waaruit eene komeet is zamengesteld,

van zich zelve licht afgeven, hetzij ze alleen de zonnestralen terugkaatsen, in allen gevalle is het de hoeveelheid dier deelen of de dikte van de laag, door welke zij heengaan of teruggekaatst worden, waardoor de intensiteit van het licht wordt bepaald. In de rigting, waar de rand van den hollen kogel of cylinder de meeste stof aan de lichtstralen aanbiedt, zal ook het licht het sterkste zijn en dus het midden van den lichtkegel, in vergelijking van de randen, zich minder verlicht vertoonen.

Volgens CARDANUS zouden de kometen spherische lichamen zijn, door welke het zonnelicht heen gaat en weerkaatst wordt. De zonnestralen zouden dan zichtbaar worden, als zij op de moleculen van den ether werden teruggekaatst. Maar dan is men in de onmogelijkheid om er rekenschap van te geven, hoe het komt, dat de staarten der kometen zoo dikwijls aan hunne uiteinden gekromd en omgebogen zijn, ten minste bijna altijd van de regtlijnige rigting afwijken.

KEPLER meende daarom, dat de staarten gevormd worden uit eene stof, die het inwendig bestanddeel van het kometenligchaam is, en die de zonnestralen door middel van eene zekere impulsie voortdrijven en afstooten in eene rigting, aan de zon tegengesteld. Hij werd in zijne meening, wat de hoofdzaak betreft, door NEWTON en EULER gevolgd. NEWTON beschouwde de zonnewarmte als de oorzaak der kometenstaarten. Hij vooronderstelde, dat ze niets anders waren dan de uiterst ijle damp, die door de zon uit het hoofd of de kern der komeet werd uitgedreven. Maar dan zoude de staart, die in het eerste gedeelte van de loopbaan gevormd werd, altijd de kern moeten volgen, ook nadat de komeet zijn perihelium is doorgegaan en zich weder van de zon begint te verwijderen, hetwelk geheel in strijd is met hetgeen aangaande de rigting der kometenstaarten wordt waargenomen. Ook wordt door deze vooronderstelling niet verklaard het bestaan van verscheidene staarten, die men nu en dan bij kometen heeft waargenomen, evenmin de krommingen, die de randen dikwijls vertoonen.

GREGORY nam daarom eene andere theorie aan, waarin hij door PINGRÉ, LAPLACE en DELAMBRE werd gevolgd. Hij schreef namelijk aan de zonnestralen de kracht toe om de ijle damp, die van het

kometenligchaam door de zonnewarmte was afgescheiden, af te stooten. Maar een aantal waarnemingen, met de meeste naauwkeurigheid verrigt, hebben bewezen, dat men, ook als men een zeer groot aantal lichtstralen door middel van eene lens in één punt vereenigt, nooit eene beweging verkrijgt, die men aan de afstootende kracht der zonnestralen zou moeten toeschrijven.

Anderen nog schreven de vorming der kometenstaarten toe aan de afstootende kracht, die de zonneatmosfeer zoude uitoefenen op de atmosferen der kometen, die zich met die der zon vermengen of althans haar zeer nabij komen. Maar de vooronderstelling, dat twee atmosferen, met elkander vermengd of elkander aanrakende, op elkander eene afstootende kracht zouden uitoefenen, is geheel in strijd met de ons bekende natuurwetten en zou bovendien ook niet voldoende zijn om het meest karakteristieke in de gedaante en rigting der kometenstaarten te verklaren.

De massa der kometen schijnt uiterst gering te zijn. Men kan dit opmaken uit den onmerkbaaren invloed, dien zij op de planeten uitoefenen, wanneer zij in de nabijheid van dezen komen. De komeet van 1770 stond, toen zij op hare grootste nabijheid tot de aarde gekomen was, slechts zes malen verder dan de maan van haar af. LAPLACE heeft toen opgemerkt, dat de aantrekking van de aarde alleen den duur van haren omloop twee dagen vertraagde; en toch had de aantrekking der komeet op de aarde geen merkbaaren invloed. Was deze komeet in massa aan onze aarde gelijk geweest, dan zoude zij volgens de berekening der sterrekundigen de aarde zoo verre uit hare baan getrokken en digter bij de zon gebragt hebben, dat het jaar daardoor voor alle volgende eeuwen, bijna drie uren zoude zijn ingekort. En toch hebben de naauwkeurigste waarnemingen bewezen, dat het jaar na die ontmoeting in 1770 geene enkele sekonde korter is geworden. De massa van die planeet moet, hoe groot haar omvang ook geweest is, zeker minder bedragen hebben dan het tienduizendste gedeelte van de massa onzer aarde. Deze uitkomst verklaart, hoe diezelfde komeet tweemaal het gebied van de Jupiter-manen heeft kunnen doorgaan, zonder daarop de minste storing te veroorzaken.

Daar de kometen hunne uitgerekte elliptische loopbanen in alle

rigtingen afleggen en ons zonnestelsel doorkruisen, zoo is het zeker niet volstrekt onmogelijk, dat eene komeet onze aarde ontmoet. Maar als wij de onmetelijke ruimte, die zij doorkruisen, in aanmerking nemen, dan is de waarschijnlijkheid, dat ooit eene komeet in botsing met onze aarde zou komen, zoo uiterst gering, dat zij naauwelijks verdient in aanmerking genomen te worden.

Als wij ons de onbegrijpelijke ligtheid der stof, waarnit de kometen bestaan, voorstellen, dan mag men het voor hoogst waarschijnlijk houden, dat wij er zelfs niets van zouden bemerken, al gebeurde het ook, dat onze aarde dwars door den staart of het dampomkleedsel van eene komeet heenging. Hieruit volgt van zelve, dat het de grootste dwaasheid is aan de kometenligchamen, ook zelfs als ze op grooten afstand van ons voorbijgaan, eenigen invloed op onze aarde toe te kennen en ze als medewerkende oorzaken te beschouwen van aardbevingen, overstromingen, vruchtbare of onvruchtbare jaren. Hoe weinig het ook tot hiertoe aan de sterrekunde gelukt is, de natuurlijke gesteldheid dezer geheimzinnige ligchamen met eenigen grond van waarschijnlijkheid te bepalen, zoo veel is zeker, dat zij allen grond van vrees, dien men vroeger bij het verschijnen van kometen, inzonderheid zoo zij met groote staarten voorzien waren, meende te kunnen voeden, voor goed heeft opgeheven.

De vraag, of de kometen een eigen licht bezitten, of alleen het zonnelicht weerkaatsen, heeft tot verschillende beschouwingen aanleiding gegeven. Bij eene komeet van 1819 meende CACCIATORE, te Palermo, duidelijk de sporen van schijngestalten aan de kern der komeet waar te nemen, zoo als men ze bij Mercurius en Venus opmerkt. Indien deze waarneming juist ware geweest, zou er van zelf uit volgen, dat het kometenlicht niets anders dan weergekaatst zonlicht zijn kan. Maar men heeft terecht opgemerkt, dat deze schijngestalten slechts zekere onregelmatigheden in de kern waren, die volstrekt niet afhingen van de stelling, waarin de zon tot eene komeet geplaatst is. De vraag bleef dus onbeslist.

Bij de komeet van Halley, in 1835, heeft men den aard van haar licht naauwkeuriger onderzocht en bevonden, dat het in den zogenaamden polariskoop van ARAGO twee verschillende lichtbeelden,

één rood en één groen, opleverde; dat het derhalve gepolariseerd licht was, dat van de zon op het ligchaam der komeet werd teruggekaatst.

Dit wordt bovendien daardoor nog bevestigd, dat de lichamen van kometen, bij hunne verwijdering van de zon, spoedig geheel verdwijnen en onzichtbaar worden, niet omdat hunne lichamen te klein van omvang zijn om op zulk een afstand nog waargenomen te worden, maar omdat de intensiteit van het licht bij toenemende verwijdering van de zon ongemeen sterk afneemt. Eene komeet, die den eenen dag nog een flauw licht, maar eene vrij aanzienlijke schijf vertoont, is soms reeds den volgenden dag reeds geheel onzichtbaar. Dit zou niet het geval kunnen zijn, indien zij een eigen licht bezaten. De intensiteit van haar licht zoude dan dezelfde blijven, totdat haar zichtbare schijf door den verren afstand een zoo kleinen ooghoek vormde, dat hij door ons oog niet meer kon worden waargenomen. Uit de wijze, waarop het kometenlicht aan den hemel verdwijnt, blijkt dus genoegzaam, dat het geen eigen en oorspronkelijk, maar afgeleid en teruggekaatst zonlicht zijn moet.

Dat de natuurlijke gesteldheid van de kometenlichamen, bij elken omloop om de zon, eene verbazende verandering moet ondergaan, volgt reeds uit den vorm hunner loopbanen. Dewijl de planeten haren loop om de zon volbrengen in banen, die slechts weinig van den cirkelvorm afwijken, zoo is het verschil tusschen den naasten en versten afstand van de zon zeer gering. Maar de kometen beschrijven banen van eene aanzienlijke excentriciteit. Terwijl zij in haar perihelium tot zeer nabij aan de zon kunnen naderen, verwijderen zij zich in haar aphelium op een zeer verren afstand, zelfs buiten de door ons tot hiertoe bekende grenzen van ons zonnestelsel. De komeet van Halley b. v. nadert de zon tot op een nog geringeren afstand dan de planeet Venus, maar verwijderd zich dan ook weder tot buiten de baan van Neptunus. En er zijn, bij welke het verschil nog aanmerkelijk grooter is. Men heeft berekend, dat de komeet van het jaar 1680 hare loopbaan in 575 jaren volbrengt. Stellen wij nu den gemiddelden afstand der aarde van de zon = 1000, dan zal de naaste stand dier komeet bij de zon = 6 en hare verste verwijdering = 138.290 zijn. Den 17

December 1680 was deze komeet in haar perihelium. De werking der warmte op haar, die naar evenredigheid van de vierkanten der afstanden toeneemt, stond tot de zomerwarmte onzer aarde als 28.000 tot 1, zoo wij namelijk de gesteldheid van de oppervlakte en den dampkring van een zoo nabij de zon geplaatst ligchaam buiten onze rekening laten. Maar na $287\frac{1}{2}$ jaren zal zij in haar aphelium zijn, 138 malen verder van de zon verwijderd dan onze aarde. Bij gevolg zou dan de invloed van het licht en de warmte der zon 19000 malen geringer zijn, dan op onze aarde. Het zonnelicht, door de sterkste brandglazen opgevangen, zou zeker geene merkbare werking voortbrengen, zelfs op den gevoeligsten thermometer. De zon brengt daar geene warmte meer aan. Neemt men nu met FOURIER aan, dat het wereldruim eene temperatuur van 50° C beneden 0 heeft, dat is weinig lager dan die van de poolstreken in den winter, dan moet men aannemen, dat die temperatuur op dien afstand van de zon, door hare warmte althans, niet in het geringste wordt verhoogd.

Welke verbazende veranderingen daardoor in de natuurlijke gesteldheid der kometenligchamen bewerkt wordt, kunnen wij met geene mogelijkheid gissen, omdat wij met den waren toestand der stof, waaruit de kometenligchamen bestaan, ten eenemale onbekend zijn.

Zoo er een punt is, waarop de sterrekundige zich gedrongen ziet zijne onwetendheid, de onmagt zijner wetenschap te belijden, dan is het, wanneer de vraag tot hem wordt gerigt aangaande de natuurlijke gesteldheid dier geheimzinnige nevelwerelden, die nu en dan uit de diepte van het hemelruim voor zijn gezigt verschijnen, om na korten tijd weder te verzinken in de onmetelijke ruimte. Gissingen zijn er gewaagd en bestreden; theoriën opgebouwd en omvergeworpen — en nog vragen wij: Wat zijn ze, die raadselachtige damp- of gaswerelden, die daar soms met zoo veel pracht, als nog niet lang geleden de komeet van Donati, aan den hemel schitteren? — en het antwoord is: wij weten het niet.

Ik meen mijne verhandeling over de natuurlijke gesteldheid van de hemelligchamen, tot ons zonnestelsel behoorende, niet gepaster te kunnen besluiten dan met eene anekdote mede te deelen, die door ARAGO wordt verhaald. In den tijd van het regentschap van den

hertog van Orleans vroeg eene hofdame, die het observatorium was gaan bezoeken, aan den sterrekundige MAIRAN: zeg mij, bid ik u, wat zijn die banden van Jupiter? — Ik weet het niet, antwoordde terstond de secretaris van de akademie der wetenschappen. — Waarom, hernam de nieuwsgierige dame, is Saturnus de eenige planeet, die met een ring is omgeven? — Ik weet het niet, was nogmaals het antwoord van MAIRAN. De dame, ongeduldig geworden, voegde hem met eene zekere scherpheid toe: waartoe dient het dan, mijnheer, lid van de akademie te zijn? — Dat diënt, mevrouw, om te kunnen antwoorden: ik weet het niet.
