

ASTRONOMISCHE PROBLEMEN.

De verhandeling van dr. J. GRONEMAN, getiteld *Eindigheid of eeuwigheid?* opgenomen in de 2de en 3de aflevering van dezen jaargang, bracht mij een opstel in herinnering, dat ik reeds vóór dertig jaren schreef, en dat onder den titel van *Het verst verledene en de verste toekomst, een blik in de schepping des heelals*, in dit Album, jaargang 1855 bl. 225, geplaatst is. In dit opstel heb ik, geheel overeenkomstig de toenmaals algemeen geldende beschouwingen, die trouwens ook thans nog door de meesten worden gedeeld, de zon voorgesteld als zullende in een zeer verre toekomst alle lichamen van ons zonnestelsel, de planeten en hare manen, kometen en meteorieten, met één woord alle zich thans rondom de zon in banen bewegende lichamen in zich opnemen, maar dat, terwijl zij voortgaat licht en warmte uit te stralen in het heelal, zoolang deze warmte gevoed wordt door die vereeniging met andere hemellichamen, de zon toch eindigen moet met te worden tot een volkomen duisteren bol, die, ten gevolge van de allengs toenemende inkrimping, veel kleiner zal zijn dan de tegenwoordige zon. Daarop heb ik laten volgen: »Voor dat alle de genoemde samensmeltingen hebben plaats gegrepen, zal onze zon met den haar omgevenden stoet reeds in andere gewesten des heelals zijn doorgedrongen, en wie zal het wagen te voorzien, wat daarvan het gevolg zal zijn! Doch, indien wij, toegevend aan onze ver-

beelding, de zon ook op dien tocht vergezellen, wanneer wij bedenken dat het eene stelsel zich rondom het andere beweegt, ja wellicht alle sterrestelsels rondom één gemeenschappelijk middelpunt, en nu de boven gevoerde redeneering tot aan hare uiterste gevolgtrekking voortzetten, dan zien wij niet alleen manen met planeten, planeten met zonnen, maar zonnestelsels met zonnestelsels, sterrestelsels met sterrestelsels tot éénen werelddbol samensmelten."

»Eerst dan zal de eindpaal der verdichting en tevens het einddoel der schepping bereikt zijn."

Is nu het standpunt der wetenschap in de sedert verloopenen dertig jaren zoo zeer veranderd, dat wij, met den heer GRONEMAN, van de toen gegeven voorstelling moeten afzien, en daarvoor de eeuwigheid der in voortdurende beweging blijvende stof in de plaats stellen? Gewichtige vraag voorzeker, want van hare beantwoording hangt, zooals de heer GRONEMAN terecht heeft ingezien (zie bl. 85), de beantwoording eener andere vraag van nog veel wijdere strekking af. Is er een eindpaal voor het thans bestaande heelal te voorzien, dan is er ook een begin geweest en is een daarbuiten geplaatste zelfstandige macht, een God, een Schepper denkbaar, die de geheele massa van dit heelal, ofschoon aanvankelijk geheel vormloos, uit het niet heeft te voorschijn geroepen. Neemt men daarentegen de volgestrekte eeuwigheid der stof, met haar arbeidsvermogen aan, dat onvernietigbaar is, maar alleen voortdurende veranderingen ondergaat en teweeg brengt, waarvan geen einde te voorzien is, dan behoeft er ook geen begin te zijn geweest en dan is er in onze redeneering ook geen plaats meer voor een transcendenten God, door wiens schepende almacht het stoffelijk heelal geschapen is, maar hoogstens voor eenen immanenten God, waarvan het begrip dan tamelijk wel samenvalt met het begrip van het algemeen arbeidsvermogen dat aan alle stof eigen is. Met andere woorden, dan is er alleen een pantheïstische wereldbeschouwing mogelijk; van werkelijk deïstische voorstellingen kan dan geen sprake meer zijn.

Ik ben geenszins voornemens door eene opzettelijke verdediging van het vroeger door mij aangenomen standpunt in deze zaak, de onhoudbaarheid van dat waarop zich thans de heer GRONEMAN heeft geplaatst, aan te toonen. Maar ik vind er alleen aanleiding in om de lezers van dit Album bekend te maken met eene merkwaardige redevoering door professor C. A. YOUNG den 5den September jl. gehouden, in de

vergadering der *American Association* te Philadelphia. In deze redevoering is wel is waar het bovenbedoelde vraagstuk slechts ter loops ter sprake gebracht, maar haar geheele inhoud is wel geschikt om ons te doen zien hoe beperkt onze wel gevestigde kennis van den kosmos nog is, in weerwil van de groote vorderingen die de sterrekunde, de zekerste der natuurwetenschappen, reeds gemaakt heeft; hoevele problemen nog op eene oplossing wachten, alvorens de denkende mensch hopen mag zich tegenover zulke hoogst gewichtige, wijsgeerig-godsdiensstige vraagstukken op eenigszins vasten bodem te bevinden.

Ziehier het grootste gedeelte der redevoering van den heer YOUNG, dat ik slechts door eenige beschouwingen zal doen volgen.

»De reiziger op de Japansche binnenzee ziet telkens nieuwe eilanden en gebergten van dit feeënland voor zich opduiken. Eenigen komen plotselijk achter meer nabij gelegen eilanden en rotsen te voorschijn, welke een tijdlang grootere voorwerpen die daarachter gelegen waren, voor het oog bedekt hadden gehouden; anderen bevinden zich achter een sluier van wolken, die zelfs geen vermoeden van hetgeen zij verbergen, laten opkomen, totdat een windvlaag het gordijn scheurt; anderen wederom, en wel de grootsten van allen, vertoonen zich aanvankelijk als kleine vlekken aan den horizon, en groeien langzamerhand, totdat zij hunne werkelijke grootte hebben aangenomen. Reeds voordat zij den horizon bereiken, terwijl zij zelve nog onzichtbaar zijn, verkondigen zij hunne tegenwoordigheid door zekere teekenen aan de wolken en in de lucht, die zoo zwak zijn dat alleen het geoefende oog van den ervaren zeeman deze ontdekken kan.

»Op eene dergelijke wijze gaat het ons, wanneer wij in de toekomst eener wetenschap blikken, en zich daarbij telkens nieuwe problemen en grootere opgaven aanbieden. Eenige daarvan zijn nabij en liggen als het ware langs den weg; deze kunnen dadelijk onder behandeling worden genomen, voordat eene verdere vordering vooraf gemaakt is; anderen hebben slechts eene verder af gelegen belangrijkheid in verschillenden graad; eindelijk zijn er ook die voorloopig slechts als vermoedens, die bijna te nevelachtig zijn om er lang bij stil te staan, worden beschouwd.

»Heden avond zal ik eenige dier nog in de lucht zwevende problemen der astronomie behandelen, en wel diegenen welke het gewichtigst schijnen en het dringendst eene oplossing vorderen als voor-

waarden van elken verderen vooruitgang, alsmede die welke reeds op zich zelve, wanneer men van een wijsgeerig gezichtspunt uitgaat, hoogst belangwekkend en vruchtbaar in gevolgtrekkingen schijnen.

»Nemen wij de meest nabij gelegen vraagstukken het eerst ter hand, zoo bieden zich ons diegene aan, welke de afmetingen en de gedaante van onzen aardbol betreffen, alsmede de gelijkmatigheid harer aswenteling en de bestendigheid der as zelve en van hare polen.

»Misschien zijn velen van oordeel, dat wij de afmetingen van onzen aardbol reeds met grootere nauwkeurigheid kennen, dan van eenige astronomische opgaaf gevergd kan worden. Ik zelf had ook dit gevoel van zekerheid, totdat voor eenigen tijd mij de leider van de berekeningen voor onzen *Nautical Almanac* zeide, dat de terug blijvende onzekerheid nog groot genoeg is, om ernstige verwarringen bij de reductie en vergelijking van sommige maanwaarnemingen voort te brengen. De lengte van de lijn b. v. die gaat van het observatorium te Washington tot aan het observatorium aan de Kaap de Goede Hoop, is geenszins voldoende bekend; er bestaat eene onzekerheid, niet slechts van eenige honderde voeten, gelijk men gewoonlijk aanneemt, maar van eenige duizende voeten; ja zij kan zelfs een engelsche mijl en meer bedragen. Waarschijnlijk is zij niet minder dan een tienduizendste van den geheelen afstand; ook de richting van de lijn is ongeveer in gelijke mate onzeker. Binnen het gebied der beide groote vastelanden is het wel is waar anders; daar kunnen ver verwijderde punten door geodetische triangulatie met elkander verbonden worden, en bestaat derhalve geene zoo groote onzekerheid, die allengs nog zal afnemen, naarmate door voortgezette driehoeksmeting het vasteland in een koten van driehoeken wordt opgenomen. Maar waar de punten door oceanen gescheiden zijn, bezitten wij nog geene middelen om de betrekkelijke ligging met de gewenschte nauwkeurigheid te bepalen. Astronomische bepalingen van lengte en breedte zijn daartoe niet voldoende, daar zij, wel beschouwd, alleen voor een bijzonder punt de richting der zwaartekracht in betrekking tot de aardas en tot eenige vaste meridiaanvlakken geven, maar geen eigenlijke afstanden in den zin van lijnen die gemeten kunnen worden.

»Wanneer de aarde zuiver bolvormig ware en geen onregelmatige aantrekkingen ten gevolge van de aanwezigheid van bergen en dalen, alsmede van de afwisselende dichtheid der lagen bestonden, dan zouden de bezwaren gemakkelijk overwonnen worden, maar zooals de zaak werkelijk is, zal alleen eene volledige triangulatie, zich uitstrekkende

over geheel Europa met Azië en Afrika, en door Siberië en de Beringstraat heen, met Amerika in verband gebracht, de bestaande onzekerheid kunnen opheffen.

»Het is wel is waar theoretisch mogelijk en zeer goed denkbaar dat er een tijd komt waarin het probleem omgekeerd wordt en de geodaeten eenige der gewichtigste uitkomsten te danken hebben aan de waarnemers der maanbewegingen. Wanneer de betrekkelijke ligging van twee of meer ver van elkander gelegen observatorien, b. v. die van Greenwich, Madras en de Kaap de Goede Hoop, door driehoeksmeting nauwkeurig bestemd zal zijn, en wanneer door verbeterde methoden en waarnemingen aan deze hoofdstations de stelling en de bewegingen der maan in betrekking tot dezen met eene nauwkeurigheid bepaald zullen zijn, die alles wat thans bereikbaar is ver overtreft, dan zal het door dergelijke waarnemingen, gedaan op eenig stations in ons westelijk halfrond, theoretisch mogelijk zijn, de ligging van dit station te bepalen en zoo met hulp der maan een brug over den Oceaan te slaan en vast te stellen, in welke betrekking andere stations tot deze als hoofdstations gekozenen staan. Ik kan wel is waar niet beweren, dat bij den tegenwoordigen stand der praktische astronomie er kans is dat zulk eene handelwijze tot vertrouwbare uitkomsten zoude voeren; maar voor dat de Aziatische triangulatie de Amerikaansche aan de Beringstraat ontmoet, zal waarschijnlijk de nauwkeurigheid der maanwaarneming aanmerkelijk vermeerderd zijn.

»De thans bestaande onzekerheid ten aanzien van de afmetingen der aarde oefent echter weinig invloed uit op vorderingen der sterrekunde, dan voor zoover men zich met de maan bezighoudt, vooral wanneer men beproeft waarnemingen, die gedaan zijn op stations welke door den Oceaan gescheiden zijn, te gebruiken voor het bepalen van de parallaxis der aarde.

»Wat de gedaante der aarde betreft, zoo is het duidelijk dat men nog langen tijd er van zal moeten afzien, om nauwkeurig te bepalen aan welke sphaeroïde of ellipsoïde de aarde het meest nabijkomt, daar elke nieuwe opmeting van groote uitgestrektheden der vastelanden eene noodzakelijke wijziging der elementen voor de berekening van de gedaante der sphaeroïde zoude te weeg brengen. Beter ware het vooreerst zich te vergenoegen met eene benadering tot een zekere sphaeroïde, die men algemeen aanneemt en waarvan men de elementen als onveranderlijk beschouwt, om dan later de afwijkingen der werkelijke gedaante van dezen idealen maatstaf, voor zoo ver latere onderzoekingen

en metingen aantonen dat deze bestaan, afzonderlijk in het oog te houden.

»Eene zeer gewichtige en dringende vraag voor den hedendaagschen astronoom is die: of de asdraaiing onzer aarde geheel gelijkmatig is, en, zoo niet, op welke wijze en in welken graad daarin verschillen bestaan. Het gewicht dezer vraag ligt vooral in de omstandigheid, dat die asdraaiing voor ons de grondslag is voor de eenheid van tijd.

»Tot voor betrekkelijk korten tijd bestond er geen enkele grond om te vermoeden dat die eenheid niet volstrekt onveranderlijk is en geene afwijkingen kan toonen, welke voor menschelijke oogen waarneembaar zijn. Wel is waar heeft men lang geweten dat elke verandering in de afmetingen van den aardbol en in hare gedaante invloed moet uitoefenen op de lengte des dags. De verplaatsing van deelen der oppervlakte of der aardlagen door aardbevingen, door de langzame rijzing of daling van eilanden en vaste landen, het vervoer van stoffen naar of van den aequator door rivieren en zeestroomen, de ophooping van ijs in de poolstreken of op de kruinen der bergen, — al deze en dergelijke oorzaken moeten noodwendig eenig uitwerksel op de draaiing der aarde hebben, evenals ook de door eb en vloed alsmede door de passaatwinden voortgebrachte wrijving. Doch men heeft aangenomen dat al die werkingen zoo klein zijn en zoo tegen elkander opwegen, dat zij in werkelijkheid als liggende aan de waarnemingsgrenzen kunnen worden beschouwd en daarom veronachtzaamd. Ook is het geenszins zeker dat zij dit niet doen; alles wat men daaromtrent zeggen kan, is dat men begint te vragen: of zij inderdaad te klein zijn of niet?

»De grond waarop men merkbare wisselingen in den duur der draaiing om de as vermoeden kan, is hoofdzakelijk gelegen in zekere tot dus ver onverklaarbare onregelmatigheden in de schijnbare bewegingen der maan. Onder alle hemellichamen is zij degene, die haar plaats zoo snel verandert, dat kleine onnauwkeurigheden van een of twee seconden in den waarnemingstijd tot merkbare afwijkingen van de door waarneming gevonden plaats van die welke door berekening gevonden wordt kunnen leiden. Eene fout van eene seconde in den tijd beantwoordt aan eene halve seconde in hare plaats aan den hemel, eene wel is waar kleine doch volkomen waarneembare grootheid. Geen ander hemellichaam heeft eene daarmede in vergelijking komende snelheid van schijnbare beweging, met uitzondering van de binnenste der Marsmanen. Maar dit lichaam is zoo klein, dat eene nauwkeurige waar-

neming alleen uitvoerbaar is met de grootste kijkers die thans bestaan, en op tijden, wanneer Mars buitengewoon nabij aan onze aarde is.

»Nu zijn in den laatsten tijd alle bewegingen der maan zeer zorgvuldig onderzocht geworden, zoowel theoretisch als door waarneming, en in weerwil van dit alles blijven er onnauwkeurigheden over die eene verklaring behoeven. Wij zijn gedwongen eene van de drie volgende mogelijkheden aan te nemen: hetzij dat de maantheorie op eenigerhande wijze mathematisch onvolkomen is en dat men daarom de werking van de zwaartekracht der aarde, der zon en van andere bekende hemellichamen op hare beweging niet nauwkeurig kan aangeven; — of er bestaat eene of andere onbekende kracht, die niet de aantrekking van de genoemde lichamen is, maar invloed op de beweging der maan oefent, — of eindelijk de asdraaiing der aarde is meer of min onregelmatig en hierdoor wordt de tijdrekening in de war gebracht en de juiste voorzegging bemoeilijkt.

»Wanneer het laatste werkelijk het geval is, dan is dit in zekeren zin zeer ontmoedigend, omdat men dan eene grens moet trekken voor de nauwkeurigheid der voorzeggingen in het algemeen, totdat een andere tijdmaat is gevonden, om den »dag" en de »seconde" te vervangen.

»De vraag dringt zich dus aan ons op: hoe kan de gelijkmatigheid van den dag worden beproefd? De maanbewegingen wekken verdenking, maar niets meer, want het is ten slotte even waarschijnlijk dat er aan de mathematische theorie iets ontbreekt, als dat de lengte des dags een merklijk verschil aanbiedt.

»Tot heden werden de gewichtigste beproevingsmiddelen ontleend aan de voorbijgangen van Mercurius en de eclipsen der Jupiter-manen. De zeer uitvoerige en moeilijke onderzoekingen, waaraan professor NEWCOMB alle bekende overgangen, eclipsen en sterbedekkingen heeft ten grondslag gelegd, pleiten voor eene bestendigheid des dags en maken het waarschijnlijk dat ongelijkheden in de bewegingen der maan die door de gravitatie-theorie alleen onverklaarbaar zijn, werkelijk bestaan, en wel zoodanige als dat de middelbare beweging der maan van 1800 tot 1875 feitelijk kleiner, d. i. langzamer zoude geweest zijn dan van 1720 tot 1800. Tot nog toe zijn de waarnemingen der Jupiter-manen niet met genoegzame nauwkeurigheid gedaan, om van eenig nut te zijn voor de oplossing van zoo teedere vraagstukken; thans echter worden die waarnemingen te Cambridge (Mass.) en ook elders uitgevoerd volgens methoden, die een grooteren graad van

nauwkeurigheid beloven, dan vroeger bereikbaar was. Echter mag men ook zoo geene spoedige oplossing verwachten, want ook daaraan zijn nog mathematische bezwaren verbonden, voortspruitende uit de wederkeerige inwerking der manen en van de ellipsoidische gedaante der planeet. Misschien zullen eenmaal, uit hoofde van het vrij zijn van alle storende invloeden, waarnemingen van de maan van Neptunus nuttige diensten kunnen bewijzen.

»Eene verdere overweging, hoe en op welke wijze het mogelijk zoude zijn eene tijdmaat te vinden, die onafhankelijk zoude zijn van de toestanden en afmetingen der aarde, eene kosmische tijdmaat dus, die even goed toepasselijk is in ons planetenstelsel als voor de verster verwijderde vaste sterren, ligt buiten ons plan. Maar al kunnen wij haar hier ter zijde laten, eenmaal zal de tijd komen, dat de nauwkeurigheid der wetenschappelijke waarneming zoo zal zijn toegenomen, dat de onregelmatigheden der draaiing onzer aarde, die door de aangeduide oorzaken worden te weeg gebracht, niet langer geduld kunnen worden. Dan zal eene nieuwe tijdeenheid voor wetenschappelijke doeleinden moeten gevonden worden, die zich wellicht, zooals reeds door verscheidene natuurkundigen is voorgeslagen, gronden zal op de trillingen of de beweging des lichts of eenige andere physische werking, welke het heelal doordringt.

»Een verder vraagstuk door de aard-astronomie aangeboden heeft betrekking tot de bestendigheid van de ligging der as in den aardbol. Evenals veranderingen in de plaats der stoffen aan de oppervlakte en in het binnenste der aarde veranderingen in den duur der asdraaiing te weeg brengen, evenzoo moeten daaraan beantwoordende veranderingen in de ligging der as en de door de beide polen ingenomen plaatsen ontstaan, — veranderingen trouwens die zeker zeer klein zijn. De eenige vraag is, of zij zoo klein zijn, dat zij geheel aan de ontdekking moeten ontsnappen. Het is gemakkelijk in te zien, dat elke zulke verplaatsing der aardas moet worden aangeduid door eene verandering in breedte van onze observatorien. Wanneer b. v. de pool zich van hare tegenwoordige plaats 100 voeten naar het vasteland van Europa toe beweegt, dan zullen de breedten der europeesche observatorien ongeveer een seconde grooter worden, terwijl de werkingen in Azië en Amerika onbeduidend zullen zijn.

»Het eenige door waarnemingen geleverde bewijs van zulk een beweging der polen, waaraan men eenige waarde kan hechten, vindt men in de door NYRÉN verkregen uitkomsten bij het herleiden der

bepalingen van de breedte van Pulkowa, die in den loop der 25 laatste jaren gedaan zijn. Daaruit schijnt te volgen dat de breedte der sterrewacht aldaar allengs afneemt, zoodat die vermindering in een eeuw tijds ongeveer eene seconde zoude bedragen en de afstand van Pulkowa van de Noordpool telken jare ongeveer een voet grooter zoude worden.

»De waarnemingen te Greenwich en te Parijs vertoonen geen zoodanig resultaat, maar dit is niet beslissend wegens het verschil in lengte, om te zwijgen van hare geringere juistheid. De vraag is zeker nog eene twijfelachtige, maar men houdt haar toch voor gewichtig genoeg, om, tijdens de vergadering der geodaetische vereeniging te Rome in het vorige jaar, er bepaaldelijk de aandacht op te vestigen en waarnemingen, bestemd om haar op te lossen, aan te bevelen. Een door den heer FERGOLA daartoe voorgesteld plan bestaat in het doen van eene reeks van bepalingen der plaatsen van dezelfde sterren, met gelijke instrumenten en volgens gelijke methoden, aan twee of meer paren van stations, die weinig in breedte maar zeer in lengte verschillen. Voor de vergelijkbaarheid der aldus verkregen waarnemingen zal het noodig zijn dat zij langen tijd door dezelfde personen worden voortgezet en dat de waarnemers aan de verschillende stations elkan- der afwisselen, om de werking der persoonlijke fouten te neutraliseeren. De hoofdmoeielijkheid van het vraagstuk is gelegen in de kleinheid der werking die te ontdekken staat; en de eenige hoop op een goeden uitslag ligt in de groote zorgvuldigheid en nauwkeurigheid waarmede elk waarnemer zich van zijne taak kwijten zal.

»Andere problemen, betreffende den graad van vastheid onzer aarde, van hare inwendige gesteldheid en temperatuur, zijn wel is waar niet zonder beteekenis voor de astronomie en tot hunne oplossing kunnen ook astronomische methoden medewerken, maar zij liggen te veel op de grenzen onzer wetenschap om er thans opzettelijk bij stil te staan.

»Ook de maan biedt ons verscheidene problemen aan, eensdeels van mathematischen aard die haar omloop betreffen, anderdeels physische problemen, die betrekking hebben tot hare oppervlakte, atmosfeer, warmte enz.

»Reeds boven hebben wij gezien dat de maantheorie zich niet in een geheel bevredigenden toestand bevindt. Wel is waar zijn de afwijkingen van de door berekening gevonden baan niet groot genoeg om voor het bloote oog waarneembaar te zijn, maar toch bedragen die afwijkingen verscheidene boogseconden of ruimtemijlen, hetgeen

voor de astronomie veel te veel is om niet te wenschen daarvan rekenschap te kunnen geven. Wij merkten reeds op dat de pogingen om die afwijkingen te verklaren door de draaiing der aarde schijnbaar mislukt zijn, en wij worden zoo gedreven tot het besluit dat, hetzij nog andere krachten dan de zwaartekracht op de bewegingen der maan inwerken, of dat — hetgeen met het org op de geheele geschiedenis der astronomie waarschijnlijker is — er iets aan de mathematische theorie ontbreekt.

»Onder de physische problemen die de maan ons aanbiedt, schijnen de vragen aangaande haar licht en warmte, die zij ons toezendt, de gewichtigste, te meer omdat de door nieuwere onderzoekers verkregen uitkomsten ten deele met die hunner voorgangers van voor eenige jaren in strijd zijn. Het schijnt thans dat wij moeten aannemen dat alles wat wij van de maan ontvangen eenvoudig teruggekaatst zonlicht en zonnewarmte is, en dat de temperatuur der maanoppervlakte zich nergens tot het vriespunt van water, ja zelfs niet tot dat van het kwikzilver verheft. Toch zijn verscheidene astronomen van naam niet geneigd andere vroeger gekoesterde voorstellingen prijs te geven, en men mag als zeker beschouwen dat het onderwerp in den loop der volgende jaren nogmaals zorgvuldig en in menigvuldige richtingen zal onderzocht worden.

»Nauw verbonden met deze problemen is dat van de maan-atmosfeer, indien een zoodanige bestaat.

»Vervolgens noemen wij hier de hoogst belangrijke vragen aangaande de veranderingen die aan de maanoppervlakte plaats grijpen. Bedenk ik hoe groot het verschil is tusschen onze hedendaagsche kijkers en die welke voor 50 en 100 jaren in gebruik waren, zoo ben ik er ver van verwijderd zeker te wezen, dat verschillen in de daarstellingen van vroegere en van latere waarnemers altijd tot eene plaats gehad hebbende verandering moeten doen besluiten. Maar zij maken het toch waarschijnlijk dat zulke veranderingen werkelijk zijn voorgekomen en nog voorkomen, en zij rechtvaardigen een aanhoudend, zorgvuldig tot in kleine bijzonderheden afdalend en grondig onderzoek der maanoppervlakte met krachtige instrumenten, en vooral de vervaardiging van vergrootte photographien, die als blijvende en dus in volgende tijden onwederlegbare getuigen ter vergelijking kunnen worden opgeroepen.

»Ik wil niet van de maan afstappen zonder een woord te zeggen over de merkwaardige bespiegelingen van professor GEORGE DARWIN

over de getij-ontwikkeling van onzen satelliet. Zonder de juistheid toe te geven van zijne getal-uitkomsten omtrent den ouderdom, de vroegere en toekomstige geschiedenis der maan, kan men toch erkennen dat DARWIN eene zeer waarschijnlijke en bevredigende verklaring heeft gegeven van de wijze waarop de tegenwoordige toestand allengs ontstaan is door de werking van bekende en erkende oorzaken, en dat hij een nieuw veld van onderzoek geopend en den weg getoond heeft, om er in door te dringen. De invoering der leer van het behoud van arbeidsvermogen als een middel, om de voorwaarden der beweging en samenstelling van een astronomisch stelsel vast te stellen, is een zeer belangrijke vooruitgang.

»In het planetenstelsel ontmoeten wij in hoofdzaak dezelfde problemen als bij de maan en bovendien eenige van bijzonder belang.

»Ten aanzien der bewegingen van de grootere planeten, is de overeenstemming tusschen theorie en waarneming zoo goed als men slechts wenschen kan. Hier heeft de arbeid van LEVERRIER, van HILL, van NEWCOMB en anderen de baan zoo geopend, dat er waarschijnlijk vele tientallen van jaren zullen verloopen, voordat er afwijkingen van genoegzame grootte zullen ontstaan zijn om eenigszins belangrijke correctien aan onze tegenwoordige tafels aan te brengen. LEVERRIER zelf echter wees op eene in het oog loopende en aanmerkelijke uitzondering van de algemeene berekenbaarheid der planeten. Mercurius, de het dichtst bij de zon staande planeet en van welke men dus verwachten zoude dat zij het best bekend zoude zijn, biedt nog weerstand aan de toepassing der berekening; het perihelium van zijne baan om de zon beweegt zich sneller dan door de werking der overige bekende planeten kan worden verklaard. Het bewijs hiervan, dat LEVERRIER voor ruim dertig jaren geleverd heeft, is door alle volgende waarnemingen en berekeningen, inzonderheid door die van NEWCOMB, versterkt geworden. LEVERRIER's eigene meening — waarmede hij stierf — was, dat de werking wordt voortgebracht door eene of meer onbekende planeten tusschen Mercurius en de zon; maar zooals de zaak thans staat, moet elk onpartijdig waarnemer erkennen dat de waarschijnlijkheid van het bestaan van eenig zoodanig lichaam van belangrijke afmetingen uiterst gering is. Wij vergeten hierbij geenszins de talrijke gevallen van ronde vlekken die op de zonneshijf gezien zijn, noch de tijdens zonneclipsen door WATSON, SWIFT, TROUVELOT en anderen geziene kleine sterren; maar de bewezen mogelijkheid van eene dwaling of vergissing in al zulke gevallen, tegenover de talrijke

negatieve bewijzen, door de geloofwaardigste waarnemers met de beste instrumenten en bij de gunstigste gelegenheden, maakt het bijna zeker dat geen Vulkaan in het planetenstelsel bestaat.

»Een ring van meteorieten tusschen de planeet en de zon zoude ook de beweging van het perihelium kunnen verklaren; maar zulk een ring zoude, zoo als NEWCOMB te recht heeft opgemerkt, ook een storenden invloed op de knoopen der Mercuriusbaan moeten uitoefenen.

»Men heeft het vermoeden uitgesproken, dat de oorzaak kon gezocht worden in de verdichting der stof in den zonnebol, of in eene afwijking der zwaartekracht van de juiste wet der omgekeerde kwadraten, — of in eene elektrische of magnetische werking der zon, — of in eene bijzondere werking der zonnestralen, die hier, wegens de groote nabijheid der planeet, merkbaar is, — of in iets dat aan de streek, waarin de planeet zich beweegt, eigen is. Maar de waarheid is wel, dat van deze afwijking nog geene bevredigende verklaring gegeven is.”

»Terwijl wij van onbekende planeten spreken, zijn wij wel, ofschoon met zekeren tegenzin, gedwongen te erkennen, dat tot onzen plicht als astronomen ook het opzoeken van nog meer asteroïden behoort, hoewel het aantal dezer kleine familieleden reeds verwarrend groot is. Nog ben ik van meening, dat wij waarschijnlijk evenveel omtrent de samenstelling, het ontstaan en de geschiedenis van het zonnestelsel, van deze kleine omvliegende rotsen kunnen leeren als van hunne grootere verwanten; en de theorie der storingen zal tot een snelleren groei gedwongen worden, om de werking van Jupiter en Saturnus op hunne bewegingen te verklaren.

»Ook is het geenszins onwaarschijnlijk dat de zoeker naar deze onbeduidende, kleine zwervers tusschen de banen van Mars en Jupiter, ten eenige tijde beloond wordt, door de ontdekking van een groote, tot dus ver onbekende wereld, die zich aan gene zijde der verste planeet der tegenwoordige familie beweegt. Eenige kometenbanen en zelfs eenige schier onmerkbare eigendommen in de beweging van Neptunus schijnen op het bestaan van zulk eene wereld te duiden, en daartegen bestaat dan ook geen enkel bewijs, zelfs geen enkel vermoeden.

»Mercurius spot nog met al onze proeven om de lengte van zijn dag en den aard zijner oppervlakte te ontdekken. Naar het schijnt, zijn onze tegenwoordige instrumenten en methoden niet in staat de moeilijkheden van zulke problemen te overwinnen, en het laat zich ook

niet voorzien, hoe zulks in het vervolg van tijd licht zal kunnen geschieden.

»Bij Venus, de tweelingzuster onzer aarde, bestaat ten dien aanzien meer kans; reeds kennen wij bij benadering haar omdraaiingstijd, en in den laatsten tijd verrichte waarnemingen wekken de hoop, dat wij ook de ligging harer polen zullen kunnen bepalen, en misschien zelfs met haar bergen, vastelanden en zeeën eenigermate bekend zullen worden.

»Wat Mars betreft, zoo zouden wij ons aan overijling schuldig maken, wanneer wij beweerden, dat reeds de uiterste grens van de kennis der oppervlakte van deze planeet bereikt is; maar omtrent eenige hoofdfacten bezitten wij zekerheid, terwijl wij eene menigte van andere tot zijne geographie behoorende geloovig aannemen. Met het woord »geloovig" wil ik slechts eenen bescheiden twijfel uitdrukken, of sommige vervaardigers van Marskaarten niet iets verder in de bijzonderheden getreden zijn dan de omstandigheden gedoogen. In elk geval stemmen de verschillende »Areographien" wel is waar in eenige hoofdpunten zeer goed overeen, maar zij verschillen van elkander toch aanmerkelijk in kleinere punten.

»Omtrent de physische eigenschappen der talrijke zoo veel kleinere asteroiden weten wij feitelijk volstrekt niets; hier is een volkomen ledig veld. Men kan het misschien betwijfelen of zulk een kennis eenige waarde zoude hebben; toch ben ik overtuigd, dat, indien het eenmaal gelukte zich de kennis van de zelfstandigheid, de gedaante, de dichtheid, asdraaiing, temperatuur en andere physische eigenschappen van een dezer kleine wezens te verwerven, daardoor een levendig licht zoude geworpen worden op de natuur en den toestand der interplanetaire ruimte, en dat die kennis van groot nut zoude zijn voor een dieper inzicht der physische theorie van ons zonnestelsel.

»De planeet Jupiter, de voornaamste van allen, biedt nog steeds, evenals van den beginne der waarnemingen af, de gewichtigste problemen aan, die de grootste belangstelling verdienen. Daar hij een soort van verbindingslid is tusschen de zon en de overige planeten, schijnt het alsof wij in de schoone en menigvuldige verschijnselen, die hij ons aanbiedt, een soort van tusschenstation hebben dat de bekende verschijnselen der aarde verbindt aan de geheimenissen van het zonnelichaam. Het schijnt zeker, dat de vreemde dingen die men aan de Jupiterschijf waarneemt, niet geheel verklaard kunnen worden uit de analogie met aardse verschijnsels, terwijl ook de verschillen tusschen

de omdraaiingstijden, afgeleid uit de beweging der vlekken op onderscheiden breedten, zeer gelijken op hetgeen men ook aan de zonnoppervlakte heeft gevonden. De groote roode vlek, die pas verdwenen is, nadat hij eenige jaren lang al onze pogingen om haar te verstaan en te verklaren getrotseerd heeft, blijft nog een geheimenis, dat voor ons den hoofdsleutel verbergt tot de kennis van den eigenlijken aard en de samenstelling des grooten bols, van welks binnenste zij wellicht een uitwendig zichtbare uitdrukking is geweest. Dergelijke eigendomslijken, de kleur alleen uitgezonderd, vertoonen ook de minder in het oog vallende maar toch zeer opmerkelijke overige vlekken aan deze planeet, waarvan ook de omtrek gestadige veranderingen vertoont, zoodat zij, evenals de maan, de moeite en vlijt des zorgvuldigen waarnemers rijkelijk beloonen zal.

»Evenzoo verdient Jupiters manenstelsel eene voortgezette waarneming, inzonderheid ten aanzien der zich telkens herhalende eclipsen, omdat wij daarin een maatstaf vinden voor den tijd, dien het licht behoeft om de aardbaan te doorloopen, en zoo de zonparallax te bepalen, terwijl wij ook daarin, zooals reeds vroeger is opgemerkt, een proefsteen hebben voor de standvastigheid der aardomdraaiing om haar as. De photometrische methode tot waarneming der eclipsen, die het eerst door professor PICKERING te Cambridge uitgedacht, later door CORNU te Parijs opnieuw uitgevonden is, heeft reeds de nauwkeurigheid der resultaten zeer doen toenemen.

»De problemen welke Saturnus aanbiedt zijn ten deele dezelfde als die voor Jupiter, behalve dat de verschijnsels aan zijne oppervlakte en in zijne atmosfeer minder in het oog loopend en moeilijker waarneembaar zijn. Maar wij hebben aan deze planeet bovendien de wonderbare ringen, welker gelijken nergens aan eenig hemellichaam voorkomen, en waarin wij den typus, het voorbeeld eener nog in staat van wording zijnde wereld vermoeden. Uit de waarnemingen van STRUVE, DAWES, HENRY en anderen schijnen inderdaad de bewijzen zich meer en meer op te hoopen dat deze zich wentelende wolken hare afmetingen en de dichtheid harer deelen veranderen; en het is zeker de plicht van elk die een goed teleskoop, een scherp oog en daarbij een wel onder beheer gehouden verbeelding heeft, die ringen zorgvuldig te beschouwen en met juistheid vast te stellen, wat hij ziet. Het zoude zeer wel kunnen zijn, dat reeds weinige tientallen van jaren voldoende zouden zijn, om zeer gewichtige en leerrijke verschijnsels in den gasgordel van den ouden Chronos te onthullen.

»De beide buitenste planeten, Uranus en Neptunus, boden lang weerstand aan elke poging om iets van hare physische eigenschappen te weten te komen. Thans echter is daarmede een begin gemaakt. Hunne eigene bewegingen en die hunner manen zijn goed onderzocht; maar hunne asdraaiing, topographie en dampkring blijven nog problematisch. Toch hebben in de laatste twee jaren eenige onzer grootste kijkers op Uranus onduidelijke vlekken doen zien, die in het vervolg van tijd en bij voortgaande versterking der optische hulpmiddelen zeker zullen gebezigd worden tot oplossing van nu nog onoplosbare vraagstukken. Ja, het is volstrekt niet onmogelijk dat er eenmaal kijkers zullen vervaardigd worden, waardoor Neptunus zich even duidelijk vertoont als nu Jupiter.

»Een bijzondere grond voor eene nauwkeurige bepaling van den draaiingstijd der planeten om hare as, ligt in het waarschijnlijke feit dat er een betrekking bestaat tusschen die tijden en de afstanden der planeten van de zon, alsmede hare middellijnen en massa's. Voor meer dan dertien jaren meende professor KIRKWOOD reeds de daartusschen bestaande betrekking ontdekt te hebben. Toch ontbreken ons daarvoor nog te vele onmisbare gegevens. Konden wij die betrekking vaststellen, dan zoude deze eene groote beteekenis hebben voor de theorieën van den oorsprong en de ontwikkeling van het planetenstelsel.

»Natuurlijk zal het groote stelsel der afmetingen in ons planetenstelsel altijd beheerscht worden door het bijzondere probleem aangaande de zonparallax. Het schijnt dat elke der methoden om deze te bepalen mank gaat aan zekere standvastige fouten. Terwijl de uitkomsten afgeleid uit proeven over de snelheid van het licht op merkwaardige wijze overeenstemmen met die, verkregen door heliometrische metingen van den voortgang van Mars tusschen de sterren en beiden een kleinere parallax, en gevolglijk een grooteren afstand der zon, aangeven dan de laatst waargenomen Venusovergangen en de methoden, die gegrond zijn op de bewegingen der maan, geven daarentegen de meridiaanwaarnemingen van deze eene grootere parallax en derhalve eenen geringeren afstand. Het cijfer van $8'80''$, dat nog vóór drie jaren mij toescheen zeer nabij de waarheid te komen, heeft door de laatste waarnemingen van den Venusovergang weder iets van zijne betrouwbaarheid verloren. Dit is echter uit zijn aard een dier vraagstukken waartoe omtrent de sterrekundigen wel nooit tot een beslissend einde zullen komen, maar steeds zullen voortgaan naar nieuwe methoden te zoeken die tot meerdere zekerheid en juistheid kunnen leiden.

»De problemen, welke alleen de zon aanbiedt, zijn zoo talrijk dat wij de aandacht niet bij allen kunnen bepalen. Wel is waar zijn hare massa, afmetingen en bewegingen in het algemeen tamelijk goed bepaald en begrepen; maar wanneer wij overgaan tot vragen die betrekking hebben tot hare samenstelling, de oorzaken en den aard der zich aan hare oppervlakte vertoonende verschijnsels, de periodiciteit der vlekken, hare temperatuur en den duur daarvan, de uitbreiding harer atmosfeer en de natuur harer corona, dan stuiten wij op de grootste verschillen van meening.

»De oplossing van de problemen der zon wordt aanmerkelijk verzwaaard door het geweldig groot verschil tusschen de omstandigheden waaronder zij verkeert en die welke in onze laboratorien bereikbaar zijn. Wij vinden wel is waar dikwijls treffende analogiën, om daarop eenige bespiegelingen te gronden, maar toch blijft de ongelijkheid zoo groot, dat quantitatieve berekeningen weinig toepasselijk schijnen en bepaalde besluiten onzeker blijven. Wij kunnen wel met eene aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid tot de tegenwoordigheid van ijzer, waterstof en andere elementen in de zon besluiten, omdat wij de verschijnsels die tot dat besluit leiden op aarde kunnen nabootsen; maar wij kunnen zekere empirische formules, b. v. die van DULONG en PETIT, welke uit aardse proefnemingen zijn afgeleid, niet toepassen ter berekening van de zon-temperatuur. Zulke pogingen zijn ongeoorloofd omdat men zich daarbij al te ver buiten het gebied der werkelijke ervaring begeeft.

»Overigens schijnt mij de thans vrij algemeen aangenomen theorie van de constitutie der zon, die haar opvat als een grooten bol, samengesteld uit geweldig verhitte dampen en gassen, met een buitenste hulsel van schitterende wolken, die gevormd worden door de verdichting van minder vluchtige zelfstandigheden tot droppels en kristallen, evenals regen en sneeuw, tamelijk wel bevredigend toe. Toch mag men niet uit het oog verliezen, dat de juistheid dezer voorstelling nog betwijfeld wordt door mannen als KIRCHHOFF en ZÖLLNER, die beweren dat de zichtbare photosfeer geen bloote wolkenlaag is, maar hetzij een vaste korst of een gloeiend vloeibare oceaan van gesmolten metaal. Misschien zijn er zelfs nog enkelen die aanhangers zijn van de theorie van den ouderen HERSCHEL, die meende dat de binnenste kern der zon een vaste en zelfs bewoonbare bol is, welker atmosfeer van buiten bedekt is door een vlammenlaag, welke onderhouden wordt door de werking van in de ruimte verdeelde stof,

waardoor heen zich het stelsel beweegt. Wij kunnen toegeven, dat ook nu nog de constitutie van het zonlichaam niet boven alle bedenkingen verheven is.

»En niet enkel de constitutie van het zonlichaam zelf, maar ook de aard en de toestand van de stoffen waaruit het bestaat, bieden nog open vraagstukken aan. Hebben wij daarin te doen met ijzer, sodium, waterstof enz., geheel gelijk aan die welke op aarde voorkomen, of zijn de zon-zelfstandigheden in een daarvan verschillenden, meer elementairen toestand?

»Al mogen ook zeer velen van ons de algemeene theorie van de constitutie der zon huldigen, zoo geloof ik dat zeer weinigen zullen beweren, dat al de verschijnsels, die de zonnevlekken aanbieden, reeds ten volle verklaard zijn. Telkens ontmoeten wij er, die, al zijn zij ook niet in duidelijken strijd met de heerschende voorstellingen, toch daarin moeielijk hare verklaring vinden.

»Als zichtbare verschijning vertoonen zich de zonnevlekken als donkere slakken, die van onderen naar boven worden gedreven, evenals de schuim in een ketel, en ten deele ondergedompeld drijven in de lichtende vlammen der photosfeer, welke over hare randen uitpuilt en daarover als het ware bruggen vormt en hen met een draadachtigen sluier overdekt, totdat de slak ten slotte nederzinkt en verdwijnt. De vlek vertoont niet het beeld van een gat, dat gevuld is met een koeleren damp, noch ook dat van een van boven gezien cycloon. Maar ter andere zijde moet men erkennen dat het spectrum van zulk een vlek zeer eigendommelijk is; de daardoor voortgebrachte dispersie is geenszins dat van een vaste, sterk verhitte slak, maar het spectrum bestaat uit talloze, fijne, donkere lijnen, die zeer dicht opeengedrongen, tot bijna elkander rakende toe, staan, maar toch hier en daar eene lichte lijn vertoonen of althans eene tussenruimte, met een woord een spectrum, waarmede geen enkel in onze laboratorien verkregen spectrum overeenstemt. Toch schijnt het tot den typus der absorptie-spectra te behooren en te toonen, gelijk ook de aangenomen theorie verlangt, dat de vlek donker is ten gevolge van werkelijk verlies van licht en niet wegens oorspronkelijk gebrek aan lichtkracht. Hier zijn zekerlijk problemen die eene oplossing verlangen.

»Ook het probleem der eigendommelijke asdraaiing der zon met aequatoriale versnelling is hoogst gewichtig en nog onopgelost. Waarschijnlijk zal deze oplossing ten deele gezocht moeten worden in de uitwisseling van stoffen, die tusschen het inwendige en het buitenste opper-

vlak van den vloeibaren, langzaam afkoelenden bol plaats grijpt. Het is een opmerkelijk feit, dat ook op de Jupiterschijf iets dergelijks plaats heeft; de lichte vlekken in de nabijheid van den aequator voltooien haren omloop in vijf minuten minder tijd dan de groote, roode vlek, welke veertig minuten van den aequator verwijderd was. Het zal wel ternauwernood behoeven te worden opgemerkt, dat, wanneer een astronoom van een verwijderde plaats, van de maan b. v., onze aardsche wolken gadesloeg, hij juist het omgekeerde zoude waarnemen. De aequatoriaalwolken zullen haren omloop langzamer voleindigen dan die op hoogere breedten. Onze stormen bewegen zich van het westen naar het oosten, terwijl het vulkanische stof van Krakatau zich met snelheid westwaarts bewoog. Wij kunnen althans vermoeden, dat het onderscheid van verschillende planeten ten dien aanzien zich draait om de vraag, of het lichaam, welks atmosferische strooming wij waarnemen, meer warmte van buiten ontvangt dan het van binnen uit aanvoert. Wat ook de werkelijke verklaring dezer eigendomslijheid bij de beweging der zonnevlekken zijn moge, is zij eenmaal gevonden, dan zal waarschijnlijk tevens de oplossing van verscheidene geheimnissen geleverd zijn en zal men tusschen de verschillende hypothesen kunnen beslissen.

De periodiciteit der zonnevlekken doet een aantal belangrijke problemen verrijzen, die ter eener zijde betrekking hebben tot de voor ons nog geheel duistere oorzaken dezer periodiciteit, ter andere tot haar mogelijken invloed op de aarde en hare bewoners. Ik ben geen »zonnenvlekken-dweeper" maar veeleer skeptisch gestemd ten opzichte van de daaraan door sommigen in onzen tijd toegekende werkingen op onze aarde, met uitzondering van de magnetische. Doch allen moeten, naar ik meen, toestemmen dat het nog geenszins bewezen is (het is trouwens niet gemakkelijk, een negatief bewijs te leveren) dat die werkingen niet bestaan, en dat onderzoekingen in die richting niet dringend gevorderd zouden worden. Het onderzoek wordt verzwaard door eene omstandigheid, waarop Dr. GOULD gewezen heeft, namelijk dat de periodische werkingen der zonnevlekken, indien deze bestaan (zooals hij beweert) waarschijnlijk zeer verschillend zullen zijn in verschillende deelen der aarde. De veranderingen in de grootte der zonnestraling zullen volgens hem het eerst bemerkbaar worden in afwijkingen van de heerschende windrichting en daardoor zal de verdeling der warmte en van den regen over de aarde gewijzigd worden, zonder dat noodzakelijk daarom de absolute grootte en hoe-

veelheid daarvan veranderd wordt. Het kan derhalve zeer wel zijn dat het in sommige streken gedurende een zonnevlekken-maximum warmer en droger is, terwijl in naburige landen het omgekeerde het geval is.

Zonder twijfel is thans een der belangrijkste en dringendste problemen voor de waarnemende astronomie: het uitvinden van toestellen en het uitdenken van methoden, die gevoelig en nauwkeurig genoeg zijn, om den onderzoeker in staat te stellen snel en zeker de veranderingen in de zonnestraling gedurende den dag te volgen. Misschien is het mogelijk, met de bestaande instrumenten uitkomsten van groot belang te verkrijgen, door eenige jaren lang voortgezette zorgvuldige waarnemingen op den top van een regenloos gebergte, indien er namelijk zulk een gevonden wordt.

»Hiermede in verband staat het probleem aangaande den invloed van den staat der zonsoppervlakte op de magnetische storingen der aarde. Dat die invloed bestaat is boven alle bedenking verheven, maar in de theorie is deze nog onverklaard. Wellicht moet hier de groote hoeveelheid ijzer onder de zonzelfstandigheden in aanmerking komen; of misschien kan de verklaring gevonden worden in het mechanismus van den doorgang der licht- en warmtestralen door de interplanetaire ruimte, zoodat zij eenmaal als noodwendig corollarium eener volkomene elektro-magnetische theorie des lichts te voorschijn treedt.

»De chromospheer en de protuberanten bieden ook eenige belangrijke problemen aan. Een der vruchtbaarste is die aangaande de spectraalverschijnsels aan de basis der chromospheer, inzonderheid de bevreemdende verschillen in de verhouding van sommige spectraalstrepen, die, volgens hetgeen men op aarde ziet, aan hetzelfde element toebehooren. Van twee ijzer-lijnen b. v. die nevens elkander in het spectrum gelegen zijn, kan de eene gloeien en lichten, terwijl de andere geheel duister blijft; de eene kan zich gedraaid en verscheurd vertoonen, vermoedelijk een teeken van snelle beweging des ijzerdamps waarvan zij afkomstig is, terwijl de andere stijf en recht blijft.

»Blijkbaar bestaat eene verborgen oorzaak van zulke verschillen, die echter tot heden geene bevredigende verklaring hebben gevonden, hoevele geestrijke bespiegelingen daarnaar ook gestreefd hebben. De stoute hypothese van den heer LOCKYER, dat bij temperaturen als die van de zon en van de sterren, onze elementen ontleed worden tot andere nog meer elementaire stoffen, is tot dusver niet bewezen en heeft zelfs in den laatsten tijd aan grond verloren, en toch zoude

men licht in de verzoeking komen te wenschen dat zij waar ware en dat dit in de toekomst blijken mocht.

»Al wat men thans met eenige waarschijnlijkheid daaromtrent zeggen kan, is dat het spectrum van eenigen metaaldamp (van het ijzer b. v.) vermoedelijk niet enkel van den chemischen aard van het element, maar ook van zijn physischen toestand afhangt, die verschilt naarmate het zich op verschillende hoogten in de zonatmosfeer bevindt, en zoo kan het komen dat, wanneer eene massa ijzerdamp de eene of andere storing ondergaat, alleen die lijnen welke aan het ijzer in den bijzonderen toestand eigen zijn, gedraaid of omgekeerd worden, terwijl al hare zusters onveranderd blijven.

»De corona der zon biedt problemen aan, die thans zeer de aandacht trekken. De nieuwste onderzoekingen, waarvan zij het onderwerp is, die van dr. HUGGINGS en professor HASTINGS, streven naar richtingen, die lijnrecht tegenover elkander staan. Dr. HUGGINGS meent dat het hem gelukt is de corona bij vollen zonnenschijn te photographieren en zoo haar objectief bestaan als een onmetelijk aanhangsel der zon, dat met deze zelve ronddraait, bewezen te hebben. Men zoude haar eene »atmosfeer'' kunnen noemen, mits men aan dat woord geene te enge beteekenis hecht. Ik gevoel mij verplicht te zeggen dat er onder de door hem verkregen platen zijn, die zulk een aanhangsel, zij het ook onduidelijk en op nevelachtige wijze, vertoonen. Uit een brief, dien ik voor korten tijd van dr. HUGGINGS ontving, blijkt dat het hem gedurende dezen zomer in Engeland wegens de nevels in de atmosfeer niet gelukt is dergelijke platen te verkrijgen, maar dat dr. WOOD, die met een gelijken toestel naar den Riffelberg in Zwitserland was gezonden, daarin ten volle en met zekerheid geslaagd is.

»Hiertegenover staat dat professor HASTINGS in de laatste totale zoneclips eenige verschijnselen heeft waargenomen, die hem toeschijnen eene vroeger door hem opgestelde theorie te bevestigen, namelijk dat het geheele schoone verschijnsel slechts een schijn is, eene zuiver optische werking der diffractie van het licht langs den maanrand, en dus geen zon-aanhangsel. Eenige mathematische beschouwingen schijnen ook daarvoor te pleiten.

»Hoe zich ten slotte het pleit ook beslissen moge, zekerlijk is het onderzoek omtrent het bestaan en de uitgebreidheid van een nevelhulsel rondom eene zon of eene ster een vraagstuk van het grootste gewicht. Wij kunnen, geloof ik, gedwongen worden, evenals bij de kometen, andere krachten dan de zwaartekracht, de warmte en de

gewone veerkrachtigheid der gassen, ter verklaring des verschijnsels, als daarmede verbonden, te erkennen. Wat het werkelijk bestaan van een gashulsel van zoo groote uitgebreidheid rondom de zon betreft, voeg ik er bij dat andere verschijnsels dan die welke uitsluitend tijdens eene eclips worden waargenomen, namelijk de plaatselijke vorming van wolken van gloeiende waterstof in groote hoogten en de gedaanten en bewegingen der hoogste protuberanten, daarvoor pleiten.

»Onder alle zon-problemen is er echter geen dat zoo hooge belangstelling wekt als dat aangaande de zonnewarmte, hare onderhouding en duur. Ik voor mij kan geen fout vinden in de oplossing die door HELMHOLTZ is voorgeslagen, namelijk dat de warmte der zon onderhouden wordt door de steeds voortgaande samentrekking van haar lichaam. De eenige tegenwerping van gewicht is dat daarbij de verloopende duur van het zonnestelsel beperkt wordt tot weinig meer dan twintig millioenen jaren, waartegen vele geologen protesteeren. Dezelfde theorie geeft voor de toekomst van den levendtijd der zon ongeveer de helft van dit aantal jaren; doch dit is geen tegenwerping, daar er wel geen grond bestaat om te twijfelen aan het eindelijk ophouden der zonnewarmte en daarmede aan den eindelijken dood van het geheele stelsel. Maar terwijl deze hypothese op treffelijke wijze beantwoordt aan de door het geval gestelde eischen en een noodzakelijk gevolg van alles wat wij weten schijnt te zijn, moet tevens worden erkend, dat zij geene bevestiging door de ervaring toelaat. Geene voor ons mogelijke metingen kunnen, voor zoo ver wij thans zien kunnen, haar beproeven.

»Ook moet worden toegegeven, dat zich veel ten gunste van andere theoriën laat zeggen; b. v. voor het onderhouden der warmte van de zon door daarop vallende meteorieten en voor de andere hoogst belangwekkende en geestrijke hypothese van sir WILLIAM SIEMENS.

»Ten aanzien der eerste zie ik echter niet in hoe men, haar uitsluitend aannemende, niet ook tot het besluit moet komen, zooals reeds door professor PEARCE is opgemerkt, dat de aarde van de daarop vallende meteorieten evenveel warmte ontvangt als van de zon. Dit zoude den val van eene meteorietenmassa vorderen, die meer dan zestig millioenen maal zoo groot is als de beste schattingen van de werkelijk vallende massa veroorloven. En dit zoude ook aan de meest oppervlakkige waarneming niet kunnen ontsnappen, daar die massa 150 tonnen op de vierkante mijl zou moeten bedragen.

»Wat de SIEMENSsche theorie betreft, zoo schijnt het — gezwezen

nog van de bezwaren die verbonden zijn aan de aanneming van een zoo ver reikenden wervelstroom als hier verlangd wordt, of van het feit, dat de temperatuur der zonsoppervlakte gelegen schijnt boven het dissociatiepunt der koolstofverbindingen, derhalve boven de hoogste warmte harer verbranding — zeker bewezen te zijn dat stof van de door de theorie gevorderde dichtheid in de interplanetaire ruimte niet bestaan kan, zonder door hare zwaartekracht en haren weerstand eenen aanmerkelijken invloed op de bewegingen der planeten uit te oefenen. Ook zouden de van de sterren uitgaande lichtstralen ons niet zoo bereiken als zij het werkelijk doen, wanneer zij gaan moesten door een medium, dat in staat is de stralen der zon op te nemen, zooals deze theorie aanneemt.

»En toch kan ik mij zeer goed voorstellen, dat het gevoel hetwelk tot het opstellen van deze theorie heeft geleid, algemeen sympathie vindt, omdat het voortvloeit uit de ontstemming door de andere theoriën verwekt, die het grootste gedeelte van het van de zon uitstralende arbeidsvermogen eenvoudig laten verloren gaan. Niet het millioenste gedeelte des hemels, van de zon uit gezien, is, voor zoover wij kunnen uitmaken, bezet met voorwerpen, waarop hare stralen vallen kunnen; al het overige daartusschen is ledige ruimte. Wanneer de zon in alle richtingen gelijkelijk stralen uitzendt, dan vindt niet eene onder millioenen een punt dat deze opvangt, of eenigen nuttigen arbeid verricht, wanneer niet in de ruimte eene middenstof is, om de stralen tot iets te gebruiken, of er aan gene zijde der sterren onbekende werelden zijn, waarvan wij niets weten.

»Ik voor mij word nu niet gestoord door klachten tegen de natuur over hare verkwisting, noch door het verlangen naar theoriën, die moeten toonen dat het menschelijk verstand in staat is overal het »nut" van elk verbruikt arbeidsvermogen te erkennen. Waar ik zulk een nut duidelijk bemerken kan, erken ik het, zoo als ik hoop, met achting en dankbaarheid, maar dat ik in andere gevallen dit nut niet erkennen kan, verwekt in mijn geest geen vooringenomenheid tegen de wijsheid der natuur, noch tegen eene overigens bevredigende hypothese. Ik denk dan slechts aan de beperktheid van het menschelijk kenvermogen. Hoe kan men zonder oog begrijpen, waartoe een teleskoop goed is?

»Te gelijker tijd nemen wij wellicht met te groote zekerheid aan, dat in de vrije ruimte de straling naar alle richtingen gelijkelijk plaats grijpt. Wel is waar, wanneer de algemeen geldende voorstellingen

omtrent de natuur en den aard van den hypothetischen »ether'' juist zijn, dan kan er geen sprake zijn van eene mogelijkheid om daaraan te twijfelen; doch, zooals reeds sir JOHN HERSCHEL en anderen hebben doen opmerken, men zal het vergeefflijk vinden, wanneer men daaromtrent eenige terughouding aanneemt. In elk geval treedt feitelijk telkens de vraag voor den geest, of de constitutie der dingen niet zoodanig zijn kan, dat de straling en de voortplanting van het arbeidsvermogen alleen plaats heeft tusschen weegbare stoffen en ook zonder dat iets van het arbeidsvermogen langs de voortplantingslijn verloren gaat. Wanneer dit het geval ware, dan zoude de zon haar arbeidsvermogen onmiddellijk toezenden aan de planeten, kometen, meteorieten en aan hare zustersterren, en er zoude geene verkwisting in de ledige ruimte plaats hebben, zoodat het verlies van arbeidsvermogen zeer verminderd zoude zijn en de tijd voor het leven van ons planetenstelsel gevolgelyk zeer verlengd. Voor zoo ver ik weet, was nog nooit iemand in staat, een soort van medium of mechanismus aan te duiden, waardoor trillingen, zooals het stralende arbeidsvermogen als licht en warmte vormt, van de zon naar de planeten onder zulk eene beperking zouden kunnen worden voortgeplant. Toch mag men niet vergeten dat de hoogte der hedendaagsche wetenschap niet toelaat met beslistheid te spreken over den werkelijken toestand en de uitbreiding der zoogenaamde ledige ruimte. De etherhypothese is goed om daarop steunende voort te arbeiden, maar meer is zij niet."

Tot zoover YOUNG's redevoering. In het verdere deel daarvan bespreekt hij nog eenige der problemen, die de kometen, de vaste sterren en sterrenstelsels aanbieden, doch daar zullen wij hem niet volgen. Ons hoofddoel was aan de hand van den kundigen astronoom onze lezers even een blik te doen werpen in de menigte van problemen die op dit gebied voor den denkenden geest verrijen, problemen zoo moeilijk, zoo talrijk dat men niet hopen mag dat de mensch der toekomst deze, — in weerwil van alle vorderingen, die hij ongetwijfeld door de uitvinding van verbeterde werktuigen tot waarneming en het uitdenken van nieuwe methoden, waardoor het waargenomene meer onder de macht der wiskunde wordt gebracht, maken zal, — ooit geheel zal oplossen, en daarbij zoo grootsch, dat ieder die hunne

waarde en beteekenis begrijpt, onwillekeurig naar hunne, zij het dan ook allengsche en gedeeltelijke, oplossing verlangend moet uitzien. Hij die dit overweegt zal ook des te levendiger gevoelen hoe onmachtig de mensch is om ooit eene op werkelijke kennis steunende, beslissende keuze te doen tusschen de beide gestelde hypothesen: *eindigheid* of *eeuwigheid* van het heelal. Ook ik zal mij onthouden van daarover verder uit te weiden. Toch mag ik niet nalaten van, naar aanleiding van eenige uitdrukkingen in het opstel van dr. GRONEMAN en ook in de redevoering van den heer YOUNG, hier eene opmerking bij te voegen.

Elke waarheid, welke dien naam ten volle verdient, is zuiver objectief. Maar hoe weinige uitspraken van algemeenen aard, ofschoon de vrucht van tallooze ervaringen, dus van werkelijke positieve kennis, van daardoor gewekte denkbeelden en eene daarop gegronde logische redeneering, kunnen in werkelijkheid op dien naam aanspraak maken! Het subject, de denkende mensch, mengt overal iets van het zijne in, ook dan wanneer hij voor zich overtuigd is dat hij de waarheid, niets dan de waarheid zoekt. Zoolang er nog eenige mogelijkheid tot twijfel en derhalve tot keuze tusschen verschillende gevolgtrekkingen bestaat, kiest hij daaruit die gevolgtrekking, welke hem het aangenaamst aandoet, het beste bevalt, omdat zij het meest in overeenstemming is met zijne overige denkbeelden, vooral wanneer deze reeds lang door hem gekoesterd zijn. Dan neemt hij de nieuwe gevolgtrekking aan omdat hij haar »schoon" vindt, en, misschien gedachtig aan den bekenden versregel van BOILEAU: *Rien n'est beau que le vrai, le vrai seul est aimable*, vindt hij in die schoonheid een kenmerk der waarheid. Elk die eenigszins nadenkt weet dat die regel zelfs voor de dichtkunst geenszins altijd juist is. En men behoeft waarlijk geen pessimist te zijn om te erkennen dat zij geenszins altijd op de werkelijkheid kan worden toegepast. Toch oefent de voorliefde voor hetgeen men schoon vindt ook bij de keuze tusschen de beide hypothesen, welke ons hier hebben bezig gehouden, noodzakelijk invloed uit. De deïst zal aan die der »eindigheid" de voorkeur geven, al ware het alleen omdat een einde ook een begin onderstelt, en zoo zijn geloof aan een almachtigen God, Schepper van hemel en aarde uit niets, behouden kan blijven. Dat men langs dien weg ook komt tot het eindelijk »nirwana" der Indische filosofen, ziet hij liefst voorbij. De pantheïst en monist daarentegen vindt in de voorstelling van het heelal als *perpetuum mobile*, zonder begin en zon-

der einde, zonder vruchteloze verkwisting en eindelijk geheel verlies van het arbeidsvermogen der stof, meer voldoening voor zijnen geest en zal zich zoo voor de tweede, dus voor de door den heer GRONEMAN verdedigde hypothese verklaren. De heer YOUNG aarzelt blijkbaar. Hij geeft den moed nog niet geheel op, dat eenmaal de ethertheorie door eene andere zal vervangen worden, waarbij het als warmte uitstralend arbeidsvermogen niet in de ledige ruimte verloren gaat. Men gevoelt het gevaar, waaraan de natuuronderzoeker zich blootstelt, wanneer hij zich zoover buiten het gebied der stellige wetenschap waagt en problemen wil beantwoorden die bestemd zijn voor altijd onoplosbaar te blijven. Het kan nuttig zijn daaraan van tijd tot tijd herinnerd te worden, vooral in eenen tijd als dien, welken wij thans beleven, een tijd, waarin de zin voor objectieve waarheid allengs bij velen plaats maakt voor een subjectivisme, dat altijd eenzijdig is, en voor autoriteitsgeloof, waardoor de groote menigte niet wordt opgeleid tot zelf denken, maar geleerd aan den leiband te loopen van anderen, die heeten voor haar te denken. Zoo wordt, zonder het in het allerm minst te bedoelen, de weg bereid voor het geloovig aannemen van andere leeringen, die hoogst gevaarlijk voor de maatschappij kunnen worden, wanneer zij niet afstuiten op het goed ontwikkeld gezond verstand van het volk, dat zelf moet leeren inzien waarom zekere subjectieve voorstellingen van geluk onmogelijk kunnen verwezenlijkt worden en alle streven daarnaar langs den door sommigen aanbevolen weg op bittere teleurstelling moet uitloopen. Doch ik stip dit hier slechts in het voorbijgaan aan, mij niet willende verdiepen in het moeilijkste vraagstuk van den tegenwoordigen tijd, dat zoo vele hoofden en harten bezig houdt: dat aangaande de beste wijze der volksopvoeding om de maatschappij in staat te stellen aan toekomstige gevaren het hoofd te bieden.

Zij die de beoefening der natuurwetenschap tot levenstaak hebben gekozen, kunnen daartoe krachtig medewerken door den zin voor waarheid aan te kweeken. Dat ook dit echter met de noodige behoedzaamheid moet geschieden, wil men den normalen ontwikkelingsgang der menschheid niet storen, zal ternauwernood behoeven te worden opgemerkt. Reeds eene op voldoende kennis der maatschappij rustende verstandige paedagogiek geeft de daarvoor noodige regelen en beperkingen aan. En het groote meerendeel der thans levende exemplaren van *homo sapiens* zijn nog kinderen naar den verstande. Ontmoet men in onze hoog beschaafde en verlichte negentiende eeuw — om van andere verstandsdwalingen te zwijgen — niet nog het zoogenaamd

spiritisme, met zijn nasleep van tafeldans, geestverschijningen, eerlijke of oneerlijke mediums, vertooningen, die men als elektrobiologische en magnetische bestempelt, ofschoon elk natuurkundige weet dat noch elektriciteit, noch magnetisme, noch ook biologie daarmede iets te maken hebben, dan alleen de laatste in zoo verre als zij het bewijs leveren van de hersenzwakte en de lichtgeloovigheid van vele thans levende volwassenen? Is het niet als in de kinderwereld, waar juist die sprookjes, welke het aangenaamst de verbeelding prikkelen, het liefst gehoord worden en het gemakkelijkst ingang vinden, omdat de zin voor waarheid nog niet genoeg ontwikkeld, de kennis van het werkelijk bestaande, d. i. van het objectief ware en van het daarin herkenbaar oorzakelijk verband der verschijnselen, te gering is, om het ware van het onware, het zekere van het onzekere te kunnen onderscheiden? Die nog bestaande kinderlijke toestand van een groot deel der heden-daagsche maatschappij mag door wijsgeerige natuuronderzoekers, die, zonder zelfzuchtige bedoelingen, streven naar eene allengsche opheffing der menschheid tot een hooger standpunt, nooit worden voorbij gezien. Het doel kan hier slechts zeer langzaam bereikt worden. Geduld is in de eerste plaats noodig, even als bij de opvoeding in het algemeen. Maar in de tweede plaats wordt van de zijde des natuuronderzoekers gevorderd: dat hij zelf een goed voorbeeld geve door bij zijn eigen streven naar waarheid zich nimmer te laten verleiden door beschouwingen en daaruit afgeleide gevolgtrekkingen, die zich te ver verwijderen van den vasten bodem der ervaring en wellicht bij nader inzien of bij den voortgang der kennis kunnen blijken louter of grootendeels subjectief te zijn en daarom eigenlijk tot het gebied van het geloof, niet tot dat der wetenschap, te behooren.

Nog is de natuurwetenschap, gelijk wij zagen, rijk genoeg aan onopgeloste, maar toch in de toekomst oplosbare problemen, om zich met wijsheid bij voorkeur tot deze te bepalen en andere problemen, als die van de eindigheid of de eeuwigheid van het heelal, welke het menschelijk kenvermogen overschrijden en vermoedelijk altijd overschrijden zullen, te laten rusten.

Amersfoort, 5 Januari 1885.

P. HARTING.