

DE UTRECHTSCH E VACANTIE-CURSUS VAN 1902,

DOOR

Dr. J. J. LE ROY.

(Vervolg van bladzijde 273.)

II.

De zoneclips van 18 Mei 1901, in het vorige artikel reeds vermeld in verband met de zonnetheorie van JULIUS, maakte mede een belangrijk gedeelte uit van het in den vacantie-cursus verhandelde. De Hoogleeraar in de Astronomie, dr. A. A. NIJLAND, die zelf een zeer werkzaam aandeel aan de expeditie en hare voorbereiding heeft genomen, gaf aan zijne hoorders een vrij volledig beeld van de organisatie der Nederlandsche expeditie en van de verkregen resultaten. Aan teleurstelling heeft het ook den waarnemers dezer eclips niet ontbroken. Een bewolkte hemel heeft veel verijdeld; maar toch heeft men meer bereikt dan aanvankelijk vermoed werd. Prof. NIJLAND gaf eene zeer levendige voorstelling, daarbij door uitmunten de lichtbeelden geholpen, van de inrichting van het kamp te Karang Sago, van de verschillende instrumenten en hunne opstelling en van de maatregelen, die genomen waren om de uitvoering zoo goed mogelijk te doen slagen. Onder die maatregelen waren niet enkel wetenschappelijke, maar ook andere van mensch- en zielkundigen aard. Zenuwachtigheid is bij waarnemingen, vooral wanneer de tijd zoo kostbaar is als bij eene eclips, een zeer ongewenschte factor, die zooveel mogelijk moet geëlimineerd worden. De aan den grooten dag voorafgegane oefeningen en repetities waren een uitstekend middel om de zenuwspanning te verlagen en zodoende in dubbele

mate de vaardigheid te vergrooten. Ook is de menschelijke nieuwsgierigheid eene eigenschap, waarmede bij zulk eene gelegenheid rekening moet gehouden worden. Het was dus humaniteit vereenigd met welbegrepen eigenbelang, die aan elk der deelnemers eenige seconden vrijen tijd liet, om den blik naar boven te kunnen slaan en het verschijnsel met eigen oogen te aanschouwen.

Het geheele aantal waarnemers en helpers in het kamp bedroeg 93, waaronder 7 officieren en 68 onderofficieren en minderen van H. M. pantserdekkorvet Sumatra.

Het opgestelde programma werd op 18 Mei grootendeels naar behooren afgewerkt. De totaliteit begon te 0 u. 19 min. 55 sec. en eindigde 0 u. 26 min. 16 sec. plaatselijken tijd. De geheele duur van de totaliteit der eclips bedroeg dus 6 min. 21 sec. en hiervan werd zoo goed als iedere seconde voor het een of ander gebruikt. Daartoe werd door een der op post staande mannen de tijd hoorbaar afgemeld en halfweg werd de man, om de bekende reden, door een ander afgelost, die het tellen voortzette.

De instrumenten, die in grooten getale waren opgesteld, kunnen verdeeld worden in *coronagrafen*, voor het fotografheeren der corona; *spectrographen* voor het fotografheeren van de spectra der corona, van de chromosphere en van het flitslicht; *polarimeter*, een werktuig voor het meten van het gehalte aan gepolariseerd licht in het coronalicht; *warmtestralingsmeter* voor bepaling van de warmtestraling van verschillende onderdeelen der zon.

Wat de coronagrafen betreft, hebben alleen de korte opnamen met lichtzwakke instrumenten eenig behoorlijk resultaat gegeven.

Onder de spectrographen heeft vooral de prisma-camera, dat is een met de camera verbonden spectroscop zonder spleet, belangrijke uitkomsten opgeleverd, reeds in het vorige artikel vermeld.

De waarnemingen omtrent den toestand van polarisatie van het corona-licht zijn uitstekend uitgevoerd. Op eenigen afstand buiten den zonsrand bleek het coronalicht sterker gepolariseerd dan in de nabijheid daarvan. Op nog meer verwijderde plaatsen nam het procent gepolariseerd licht weer af.

De warmtestraling kon niet met voldoende nauwkeurigheid worden waargenomen. De donkere warmtestralen worden namelijk door wolken en nevels in veel sterkere mate tegengehouden dan de lichte; zoodat de bewolkte toestand van den hemel voor deze categorie van waarnemingen al bijzonder ongunstig was. Dit valt zeer te betreuren,

daar de voor dit doel opgestelde werktuigen modellen van zorgvuldige constructie en van gevoeligheid waren. Ik kom hierop nader terug.

Na de heldere expositie, door Prof. NIJLAND in de college-zaal van het physisch laboratorium gegeven, werden de hoorders in de gelegenheid gesteld, de verschillende gebezigde instrumenten, gedeeltelijk in het laboratorium en gedeeltelijk in de sterrewacht opgesteld, te bezichtigen. De Hoogleeraar en de Luit. ter zee der 2de klasse J. VAN DER BILT, aan de sterrewacht gedetacheerd, belastten zich met de demonstratie der verschillende voor de photographie gebruikte werktuigen en der verkregen photogrammen, waaronder die met de dubbele chromospheer-lijnen zeer de aandacht trokken.

Nederland heeft door de uitzending der expeditie van het vorige jaar op nieuw getoond te willen en te kunnen handelen tot handhaving van de nationale eer en ons land neemt ook nu weder eene hooge plaats in te midden van die dingen van hoogere orde, waarin een klein land, zoo goed als ieder ander, groot kan zijn.

Eene totale zoneclips komt te zelden voor en de daarbij waar te nemen verschijnselen zijn van te groot wetenschappelijk belang, om zulk eene gelegenheid ongebruikt voorbij te laten gaan. Zooals bekend is, kunnen alleen de bewoners van het kleine gedeelte der aarde, dat zich binnen den slagschaduwkegel der maan bevindt, de zoneclips als eene totale zien. Door de beweging der maan ten opzichte van de aardoppervlakte beweegt de schaduw zich over eene smalle strook der aarde heen, die nooit meer dan een groote 22 kilometer breed is. Wat den duur der totaliteit betreft, deze kan onder de gunstigste omstandigheden in de nabijheid van den aequator 7 min. 58 sec. bedragen. Op eene gunstige gelegenheid in het eigen land wachten, gaat moeilijk. De laatste in Nederland zichtbare totale zoneclips had plaats in 1433 en duurde toen 4.5 minuut. Men dient dus, wil men de zon bestudeeren, de eclips wel na te loopen en daarvoor was in het afgelopen jaar de gelegenheid in onze overzeesche gewesten bijzonder gunstig. De kwade kansen van bewolkten hemel zijn niet vooruit te berekenen en bovendien vindt men deze bijna overal.

Door nauwkeurige bepaling van tijd en plaats der vier contacten gedurende de totale eclips krijgt men gegevens voor eene juiste bepaling van den betrekkelijken stand van zon en maan op het gegeven tijdstip. Waarnemingen van het flits- en chromospheer-spec-

trum, waarnemingen van de bijzonderheden der corona, haar vorm, hare lichtsterkte, haar gehalte aan gepolariseerd en in verband hiermede aan teruggekaatst licht, al deze onderzoekingen, die inzicht in de natuurlijke gesteldheid der zon kunnen geven, zijn bij eenetotale eclips onder gunstiger omstandigheden dan ooit te volbrengen. Verscheidene natiën hebben er eene eer in gesteld, deze zuiver wetenschappelijke onderzoekingen zedelijk en stoffelijk te steunen en zoo zijn er den 18 Mei 1901 op verschillende plaatsen expedities werkzaam geweest, wier resultaten nog slechts voor een klein gedeelte bekend zijn geworden.

De rondgang door laboratorium en sterrewacht onder het geleide van de hoofdpersonen der expeditie gaf een zoo volledig beeld van hetgeen er tijdens de eclips gedaan was, dat men zich kon voorstellen de expeditie te hebben meegemaakt. De instrumenten, die er zich voor leenden, werden in werking gedemonstreerd en wekten meer dan eenmaal de bewondering der toeschouwers wegens de groote gevoeligheid, die zij bleken te bezitten, zoowel als wegens het vernuft, dat hunne samenstelling had uitgedacht.

Om een denkbeeld te geven van de wijze, waarop de polarisatietoestand van het corona-licht gemeten werd, was eene door Prof. JULIUS uitgedachte kunstmatige corona opgesteld, die haar licht wierp in een op 20 Meter afstand geplaatsten kijker, welks oculair door een polarimeter was vervangen. Aan het nauwe uiteinde van een houten trechter was namelijk eene gloeilamp vastgemaakt en ongeveer 10 c.M. daarvoor eene ronde, zwarte metalen plaat, die als maanschijf dienst deed. De binnenwand van den trechter was beplakt met strooken glanzig papier van verschillende soort, zoodat het eene gedeelte meer licht terugkaatste dan het andere. In den kijker kon nu alleen licht vallen, dat, van de gloeilamp uitgegaan, langs den rand der maanschijf op den binnenwand van den trechter gevallen en van hier teruggekaatst was. Van den kijker af gezien had de maanschijf hare ware grootte.

Wat is gepolariseerd licht? vraagt misschien de een of ander van de lezers.

Het is bekend, dat vele hedendaagsche natuurkundigen zich het licht voorstellen onder het beeld van eene golfbeweging in den aether. Ergens in de aethermassa treedt eene evenwichtsverstoring op, ten gevolge waarvan een der aethermoleculen in trillende beweging geraakt. Dit is voldoende om ook de naastbijgelegen aethermoleculen

in trilling te brengen; de voortplanting van den trillingstoestand doet dan eene golf ontstaan. Nu is eene trilling niet altijd een heen- en weergang langs eene rechte lijn. Een punt, dat in een vast tempo eene ellips rondloopt, trilt volgens de kunstspraak der natuurkunde even goed als een punt, dat in een vast tempo langs eene rechte lijn heen en weergaat. De elliptische trilling is wat men eene saamgestelde trilling kan noemen, omdat zij volgens de regels der mechanica, door toepassing van het parallelogram der bewegingen, in twee rechtlijnige bewegingen kan ontbonden worden, die elk voor zich eene enkelvoudige trilling voorstellen. Zijn de twee assen der door het trillende punt doorloopen ellips even lang, dan gaat de elliptische in eene circulaire trilling over, en als de eene as der ellips tot nul wordt teruggebracht, dan wordt zij eene lineaire of rechtlijnige trilling. De elliptische trilling is derhalve een algemeene trillingsvorm, waarvan de cirkelvormige en de rechtlijnige bijzondere gevallen zijn.

Denkt men zich nu eene breinaald, waarop een aantal onderling evenwijdige en loodrecht op de naald gerichte elliptische kaartjes zijn geregen, alle van gelijke grootte en vorm en van gelijken stand in de ruimte; stelt men zich verder voor, dat langs den rand van elk kaartje een aethermolecuul in een vast tempo rondloopt, dus elliptisch trilt, en dat eene zekere raaklijn aan de verschillende ellipsen, die evenwijdig aan de breinaald is, door elk volgend aethermolecuul in de rij wat later gepasseerd wordt, terwijl zij alle in evenveel tijd (den trillingstijd) rondloopen, — dan heeft men een beeld van wat een natuurkundige een *gepolariseerden lichtstraal* noemt.

De beschreven »elliptisch gepolariseerde" lichtstraal is een algemeene vorm van gepolariseerd licht. Zijn de beide assen van elk der ellipsen gelijk, dan veranderen zij in cirkels en men krijgt het beeld van een circulair gepolariseerden lichtstraal. Zijn eindelijk de kleine assen van al de ellipsen gelijk nul, dan ontstaat het beeld van een lineair of rechtlijnig gepolariseerden lichtstraal. De groote assen der ellipsen liggen alle in één plat vlak; alle trillingen in een rechtlijnig gepolariseerden lichtstraal zijn dus rechtlijnig en gelijk gericht.

Zulke lineair gepolariseerde lichtstralen kunnen op meer dan eene wijze ontstaan, onder meer door de terugkaatsing van een bundel gewoon, niet gepolariseerd of natuurlijk licht tegen een spiegelend glazen oppervlak. Omgekeerd heeft men in bepaalde gevallen in den polarisatie-toestand van het licht een hulpmiddel om te weten te komen,

of men met rechtstreeks of met teruggekaatst licht te doen heeft. Het corona-licht is gedeeltelijk niet, gedeeltelijk wel gepolariseerd. De polarimeter, die in het voorgaande genoemd is, diende om te bepalen, welk gehalte aan gepolariseerd licht het corona-licht bevatte. De uiteenzetting van de werkingwijze van dit instrument zou de grenzen van dit artikel te buiten gaan. Slechts een paar opmerkingen omtrent natuurlijk en gepolariseerd licht mogen volgen.

Welk beeld vormt de natuurkundige zich van een natuurlijken lichtstraal? In verloop van tijd zijn verschillende antwoorden op de vraag gegeven. Zij is minder gemakkelijk op te lossen dan de vraag naar den aard van een gepolariseerden straal. Zonder in bijzonderheden af te dalen, willen wij er hier alleen dit van zeggen, dat, terwijl in een gepolariseerden straal slechts ééne wijze van trilling voorkomt, in een natuurlijken lichtstraal alle trilrichtingen onder de aether-moleculen van den straal zijn vertegenwoordigd.

Eene andere vraag is deze, of gepolariseerd licht in ons oog dezelfde werking uitoefent als natuurlijk licht. Gepolariseerd licht wordt gemakkelijk verkregen, wanneer men een bundel natuurlijk licht door een Nicolsch prisma laat gaan. Vangt men nu zulk een lichtbundel in het oog op, nadat hij door een nicol gegaan en gepolariseerd is, dan neemt men in het fixeerpunt een kruis waar, bestaande uit eene geelachtig gekleurde en een loodrecht daarop geplaatste lichtblauwe streep of liever veeg. Het kost soms moeite het verschijnsel waar te nemen en het houdt slechts eenige seconden aan; maar draait men dan de nicol snel 90° om, dan kan het weer voor den dag komen. Het oog is dus een zij 't ook gebrekkige polariscoop, dat is een instrument, dat beslist of licht al dan niet gepolariseerd is. De polariscoop, tevens polarimeter, van het physisch laboratorium geeft meer objectieve en betrouwbare uitkomsten.

Een ander werktuig, dat bij de zoneclips dienst heeft gedaan en niet met stilzwijgen mag voorbijgegaan worden, is de warmtestralingsmeter.

Reeds driekwart eeuw geleden werd door den Franschen natuurkundige POUILLER een instrument, de *pyrheliometer*, samengesteld, waarmede hij trachtte te bepalen, hoeveel warmte door de zonnestraling in een zeker tijdsverloop werd opgenomen door een bestraald oppervlak van bepaalde afmeting. Het bovenvlak van een schijfvormig cylindrisch vat, dat ongeveer 100 gram water kon bevatten, werd aan de loodrechte bestraling der zon blootgesteld en de daardoor ontstaande tem-

peratuursverhooging van het water gemeten. Zonder absorptie van warmte door den dampkring zou, volgens POUILLET's waarnemingen, het oppervlak van een grooten cirkel der aarde, loodrecht op de stralen gericht, per vierkanten centimeter en per minuut 1,76 gram-calorieën opnemen, dat is evenveel warmte als vereischt wordt om van 1,76 gram water de temperatuur één graad te doen stijgen.

De ruwe methode van POUILLET werd in later tijd door meer verfijnde methoden vervangen, en vooral toen door den Amerikaanschen natuurkundige Prof. LANGLEY electriche meetmethoden werden toegepast, kreeg men meer betrouwbare uitkomsten. Volgens dezen onderzoeker zou de totale hoeveelheid warmte, die de aarde in een jaar ontvangt, voldoende zijn om eene ijslaag van 53,8 Meter dikte te smelten.

Ook de Zweedsche natuurkundige Prof. ÅNGSTRÖM van Upsala heeft een pyrheliometer saāmgesteld, waarin de electriciteit eene rol speelt. De electriche compensatie-pyrheliometer van ÅNGSTRÖM heeft te Karang Sago dienst gedaan om de stralingsintensiteit der zon te bepalen en de Zweedsche geleerde is hierbij in zoover behulpzaam geweest, dat hij persoonlijk het voor de expeditie bestemde instrument onderzocht heeft en voorzien van eene opgaaf van getallen, die voor het gebruik van het werktuig bekend moesten zijn.

De genoemde pyrheliometer is eene toepassing van het zoogenoemde thermo-element. Wanneer men een koperdraad vastmaakt aan een ijzerdraad, 't zij door middel van soldeer of door eenvoudig contact, en men verbindt de vrije einden van ijzer- en koperdraad elk aan eene klem van den galvanometer, dan zal deze eene uitwijking vertoonen, zoo dikwijls men de contact- of soldeerplaats eene temperatuursverandering laat ondergaan. De uitwijking der magneetnaald bewijst, dat de temperatuursverandering een electricchen stroom heeft doen ontstaan, welks sterkte door het bedrag der galvanometer-uitwijking kan gemeten worden. Verhooging en verlaging van de temperatuur geven tegengesteld gerichte stroomen.

Omgekeerd kan de sterkte van den stroom of de galvanometer-uitwijking dienen tot bepaling van de grootte der temperatuursverandering. Als zoodanig gebruikt, treedt het thermo-element — zoo heet de combinatie koper-ijzer — als thermometer op.

Om het effect te verhoogen kan men eenige thermo-elementen, evenals galvanische elementen, tot eene batterij vereenigen, waaraan de naam van thermo-zuil gegeven wordt. Bovendien heeft de keuze der metalen invloed op de uitwerking. In den pyrheliometer van

ÅNGSTRÖM zijn de twee metalen constantan- of nickelblik en koper; voor andere zeer gevoelige thermo-elementen gebruikt men gaarne legeringen, waarin deze metalen de overhand hebben.

Men denke zich nu een U-vormig gebogen staafje van metaal A en aan het uiteinde van ieder been een recht staafje van metaal B gesoldeerd, waarvan de vrije uiteinden met de twee klemmen van een galvanometer zijn verbonden. Verwarming van het links gelegen soldeerpunt geeft een stroom in ééne, die van het rechts gelegen soldeerpunt een stroom in tegengestelde richting. Zijn beide temperatuursverhoogingen gelijk, dan is er geen stroom en de galvanometer blijft in rust.

Het in rust blijven van den galvanometer beteekent dus, dat de beide soldeerpunten of in 't geheel geen of gelijke temperatuursveranderingen ondergaan en dat zij in 't laatste geval beide evenveel warmte hebben opgenomen of afgestaan.

Denken wij nu de temperatuursverhooging der soldeerpunten bewerkt door twee smalle beroete platina-plaatjes, op elk been één, zoodanig dat het soldeerpunt met het midden van een plaatje overeenkomt. Beide platina-plaatjes worden zoo nauwkeurig mogelijk aan elkaar gelijk gemaakt, zoowel wat hun electrischen weerstand als wat hun warmte-opnemingsvermogen betreft.

Laat men nu het eene plaatje door eene warmtebron bestralen, terwijl het andere hiervan volkomen is uitgesloten, en voert men door dat andere plaatje een electrischen stroom, dan worden beide plaatjes, en door deze weer de soldeerpunten, door twee verschillende oorzaken verwarmd en men heeft het in zijne macht, door inschakeling van weerstand, de stroomsterkte zoo te regelen, dat de galvanometer in rust blijft. Dan is de verwarming der beide plaatjes even groot, en hoeveel warmte elk heeft opgenomen, kan nu bepaald worden door toepassing van de ook uit de elementaire natuurkunde bekende wet van JOULE voor de ontwikkelde stroomwarmte in een deel van den stroomgeleider, waarvan de weerstand en de stroomsterkte bekend zijn.

Dezelfde fouten, die het eene plaatje aankleven, bijv. het afstaan van warmte aan de omgeving, bestaan ook bij het andere plaatje, zoodat beider fouten elkander compenseeren. Hierdoor wordt het werktuig tot een compensatie-instrument gestempeld.

Met een dergelijk instrument werden op verschillende datums waarnemingen gedaan; doch wegens de veranderlijkheid van het weer

en de groote hoeveelheid waterdamp in den dampkring konden geen goede waarnemingsreeksen verkregen worden.

Op 18 Mei, vóórdat de eclips begon, 's voorm. te 10 u. 45 m., bedroeg het aantal door het instrument opgenomen gram-calorieën per minuut en per c.M.² 1.23; zelden werd op de voorafgaande dagen een grooter bedrag gevonden; eenmaal was het 1.35.

Te Teneriffe, niet hoog boven den zeespiegel, vond ÅNGSTRÖM, toen de zon 70° boven den horizon stond, een bedrag van 1.37

De electrische compensatie-pyrheliometer van ÅNGSTRÖM is door het voorgaande in beginsel beschreven.

De pyrheliometer moge een uitstekend werktuig zijn voor de bepaling der door de onverduisterde zon uitgestraalde warmte, voor het meten van zwakke stralingen als die der corona kan hij niet gebruikt worden. Voor laatstgenoemd doel was door Prof. JULIUS eene uiterst gevoelige thermozuil geconstrueerd, die uit 8 thermo-elementen van bismuth-alliages bestond. Het bestraalde oppervlak van de zuil was een cirkel van 5 millimeter middellijn. Het werd rechtstreeks blootgesteld aan de straling van een cirkelvormig deel des hemels met eene middellijn van 3°. Voor temperatuurswisselingen in de omgeving was het instrument zoo goed als volmaakt ongevoelig gemaakt, en alleen veranderingen binnen de genoemde 3° werden door den galvanometer aangewezen.

Nadat de totaliteit begonnen was; werd de zuil aan bestraling door de corona blootgesteld; wegens de bewolking konden echter geen nauwkeurige uitkomsten verkregen worden. De straling der corona schijnt echter van dezelfde orde van grootte te zijn als die der volle maan bij helderen hemel.

De voortreffelijkheid der beschikbare instrumenten in aanmerking genomen, is het dubbel te bejammeren, dat de natuur dezen keer zoo weerbarstig is geweest tegenover de pogingen om in hare geheimen door te dringen.

Hoever de gevoeligheid der hedendaagsche stralingsmeters gaat, demonstreerde Prof. JULIUS ten slotte door eene proef met den radiomicro-meter. Het werktuig munt uit door grooten eenvoud van beginsel.

Een vaststaande stroomkring, binnen welken zich eene beweeglijke magneetnaald bevindt, doet de naald uitwijken, zoolang de stroom doorgaat. Dit is het beginsel, dat aan de tangenten-boussole en aan andere galvanometers ten grondslag ligt. Omgekeerd zal een beweeglijk opgehangen stroomkring zich in beweging stellen, zoodra er een

stroom doorheen gaat, terwijl hij in een bepaalden stand in het vaststaande veld van een magneet is opgesteld. Het laatste wordt in den radiomicrometer toegepast. In het sterke veld tusschen de beenen van een hoefmagneet was een gesloten thermo-element opgehangen, zoodanig dat alleen het eene soldeerpunt door eene verwijderde warmtebron kon bestraald worden. De draaiing van dezen stroomkring, die ontstaat, wanneer er door verwarming van het soldeerpunt een stroom wordt opgewekt, werd zichtbaar gemaakt door middel van een mededraaiend spiegeltje, dat een ontvangen lichtbundel terugkaatste naar eene verdeelde schaal. Op 40 Meter afstand van den radiometer werd het eene soldeerpunt door eene menschelijke hand en daarna door een stuk ijs bestraald en de lichtvlek op de schaal onderging eene vrij aanzienlijke verplaatsing. Eene brandende sigaar zou, naar dezen maatstaf, op 14 Kilometer van het instrument eene meetbare uitwijking veroorzaakt hebben.

Al de in het voorgaande besproken verschijnselen en instrumenten hebben betrekking op licht- en warmtestraling, twee verschillende openbaringsvormen van eenerlei werking. Beide worden beschouwd als werkingen van den aether, de stof die gedacht wordt alle lichamen en de geheele wereldruimte te vullen. De warmtestralen krijgen voor ons de nevenbeteekenis van lichtstralen, zoodra de lengte der aethergolven of de duur der aethertrillingen beneden een zeker maximum en boven een zeker minimum is. Alleen aethergolven van bepaalde lengte prikkelen ons gezichtswerktuig zoodanig, dat er eene lichtgewaarwording op volgt.

Hoe stelt een natuurkundige zich dien voor hem onmisbaren aether voor? Kort als de vraag is, met het antwoord kan een boekdeel gevuld worden. De natuurkundigen van vroeger en later tijd hebben zich verschillende voorstellingen gevormd en ook onder de heden-daagsche physici denkt de een zich onder het begrip aether iets anders dan de ander. Er bestaan verschillende aether-theorieën.

Waar de werkingen van den aether zulk eene groote plaats in dezen vacantie-cursus zouden innemen, was het eene goede gedachte, den cursus met een historisch overzicht van enkele der aether-theorieën te openen. Met den hem eigen critischen zin en met benijdbare helderheid werd in eene schoone openingsrede, op den morgen van den 3en April, het wezen eener aether-theorie uiteengezet door den Hoogleeraar dr. v. A. JULIUS.

Bij het noemen van dien naam werpt eene donkere wolk hare schaduw op het lichtbeeld van de blijde herinnering.

De man, die daar in de volle kracht van zijn fijn bewerktuigd intellect voor ons stond en ons voerde op de hoogten en in de diepten van het menschelijk weten, is niet meer in het land der levenden. Met weemoed en droefheid wordt hij door velen nagestaard; want hij had zich vele vrienden gemaakt, onder ambtgenooten en studenten en ook daarbuiten in de groote maatschappij.

Een geest van critiek, die goed onderscheiden tot eerste wet stelt; eene tot tweede natuur geworden gewoonte om zich zoo juist en on-dubbelzinnig mogelijk uit te drukken zijn de karaktertrekken, die men in den wetenschappelijken arbeid van dezen begaafden denker telkenmale ontmoet, 't zij men zijn elementair geschreven *Leerboek der Natuurkunde* of dat men zijne meer diepzinnige *Beschouwingen over de grondslagen der Natuurkunde* leest. Dergelijke geesten zijn te zeldzaam om hun heengaan — en nog wel zoo vroegtijdig en onverwacht — niet oprecht te betreuren.

Een troost is, dat ook deze donkere wolk haar zilveren lichtzoom heeft:

Auctor abit operis, sed tamen exstat opus.

De stoflijke mensch gaat voorbij; wat hij gewrocht heeft blijft.

Zoo blijft ook de schoone rede¹, die dezer dagen door haar in druk verschijnen toegankelijk is geworden voor allen, die in het onderwerp belang stellen. Oorspronkelijk was zij niet voor den druk bestemd; doch de aandrang van vele toehoorders heeft den spreker doen besluiten, haar in 't licht te geven, waarschijnlijk niet vermoedende, dat het zijn laatste wetenschappelijke arbeid, als 't ware zijn wetenschappelijk testament zou zijn. Allen, die het voorrecht gehad hebben deze voordracht te hooren uitspreken, zullen haar zeker als eene laatste herinnering met ingenomenheid begroeten; en wie dat voorrecht gemist hebben zullen goed doen hun geest door eene kennismaking met den inhoud te verfrischen en te verrijken.

De groote gestalten van HUYGENS, FRESNEL, CAUCHY en MAXWELL en, onder de levenden, van KELVIN en LORENTZ trokken voorbij den geest, toen de ontwikkelingsgeschiedenis der aether-theorieën werd blootgelegd.

¹ *De Ether*. Voordracht gehouden 3 April 1902 in den Vacantie cursus voor leeraren bij het Middelbaar en Gymasiaal onderwijs, door Dr. V. A. JULIUS. Haarlem, de Erven F. BOHN, 1902.

HUYGENS stelde in 1678 zijne undulatie-theorie van het licht tegenover de emissie-theorie van NEWTON; en van toen af werd het in dezen tak der natuurkunde een belangrijk vraagstuk, van welken aard de middenstof mocht zijn, waarin de golving zich voortplantte.

Het woord aether, heeft iemand eens gezegd, had een tijdlang geen ander doel dan om het werkwoord golven tot nominatief te dienen. Hoewel nu reeds HUYGENS naar eene aanschouwelijke voorstelling streefde, toch wist men omtrent den aard van den aether of van zijne bewegingen, die als golven werden voortgeplant, weinig stelligs te zeggen, totdat FRESNEL eene bepaalde voorstelling aan het woord verbond, namelijk die van een onsamendrukbaar, veerkrachtig vast lichaam, van zeer kleine dichtheid doch van groote rigiditeit.

Volgens hem worden door de mechanische verschuiving van een aetherdeeltje elastische krachten opgewekt, die oorzaak zijn dat de evenwichtsverstoring van zulk een deeltje in den omringenden aether wordt voortgeplant.

De theorie der elasticiteit werd op den aether toegepast en, de voortplantingssnelheid eener golf gelijk v stellende, de dichtheid van den aether gelijk d en eene van de veerkracht afhankelijke grootheid gelijk E , zoo bestaat tusschen deze grootheden de betrekking

$$v = \sqrt{\frac{E}{d}}.$$

Verandering van de voortplantingssnelheid kan volgens deze vergelijking een gevolg zijn zoowel van de veerkracht als van de dichtheid des aethers. Als licht van de eene middenstof in de andere, bijv. van lucht in glas, overgaat, dan verandert de voortplantingssnelheid; en in vele kristallen is deze snelheid in de eene richting zelfs anders dan in eene andere richting, wat aan eene verschillende groepeerings der aetherdeeltjes kan worden toegeschreven. FRESNEL meende, dat hierdoor de dichtheid van den aether, niet zijne veerkracht veranderde; anderen hebben de zaak juist andersom voorgesteld.

Eene andere strijdvraag was, of de mechanische verschuiving van een aetherdeeltje plaats had in de richting van de voortplanting of loodrecht erop, m. a. w. of de trillingen transversaal of longitudinaal waren. Toen de polarisatie-verschijnselen bekend werden, viel de beslissing, dat de trillingen als transversale moeten beschouwd worden en dat zij dus tot transversale golven aanleiding geven.

FARADAY en MAXWELL openen eene nieuwe periode in de geschiedenis der aethertheorieën. De aether werd de band die optische, magne-

tische en electriche verschijnselen samenbond. Het licht bestaat volgens hen niet in elastische trillingen van den aether, maar in electromagnetische evenwichtsverstoringen. Wordt ergens eene electriche trilling, dat is eene kleine, doch snel heen en weer gaande verplaatsing der electriciteit opgewekt, dan plant deze zich in elk dielectricum, ook in den aether, voort. Elke verschuiving van electriciteit is feitelijk een electriche stroom en elke electriche stroom wekt een magnetisch veld op, waarin de magnetische kracht in elk punt eene bepaalde richting en grootte heeft. Zoo is het ook met de genoemde electriche verschuivingsstroomen, die door eene electriche trilling in den aether worden opgewekt. Electriche verschuiving en magnetische kracht gaan dus samen, en zoo spreekt men van eene electromagnetische toestandsverandering of verstoring. De magnetische kracht is in elk punt van den aether loodrecht gericht op de richting der daar bestaande electriche verschuiving of trilling; en tusschen de grootte dezer laatste en die der magnetische kracht in hetzelfde punt bestaat eene standvastige betrekking. Beide genoemde richtingen zijn loodrecht op de richting, volgens welke de electromagnetische verstoring zich voortplant.

Of een aetherdeeltje nu nog eene transversale verschuiving ondergaat, kan in 't midden gelaten worden. Het is voldoende wanneer wij zeggen, dat in elk aetherdeeltje eene transversaal gerichte *toestandsverandering* optreedt, die voortgeplant wordt.

De aldus ontstane electromagnetische golven in den aether zijn van verschillende golflengte, afwisselend tusschen 100 millimicrons en eenige meters.

Lichtgolven zijn die electromagnetische golven, welker golflengte varieert van ongeveer 400 tot 750 millimicrons.

Tal van andere vraagstukken zijn met de theorieën van den aether verbonden. Bestaat er zoo iets als wrijvingsweerstand in den aether?

Wanneer een gewoon stoffelijk lichaam in beweging is, hoe gedraagt zich dan de aether in en om dat lichaam? Beweegt de aether mede of laat hij het lichaam ongehinderd door, terwijl hij zelf in rust blijft? Welken invloed heeft de beweging der aarde op de verschijnselen van en in den aether? Welke betrekking bestaat er tusschen den aether en de weegbare materie?

Het zou moeilijk vallen iemand te noemen, die zich in deze vraagstukken meer verdiept heeft en dichter tot hare oplossing is genaderd dan onze landgenoot prof. LORENTZ. Dat was ook de meening van prof.

JULIUS, die, eigen werk met bescheidenheid terzijde stellend, zijn Leidschen ambtgenoot, den meester in het aether-onderzoek, de volle eer gaf, die hem toekomt.

Zelfs het groote raadsel van de zwaartekracht wordt door LORENTZ in den kring van zijne aether-onderzoekingen getrokken, een vraagstuk, waarvan reeds NEWTON het bestaan gevoeld heeft, doch voor welks oplossing hij machteloos stond.

In een brief aan BENTLEY schrijft NEWTON: »Het is inderdaad onbegrijpelijk, hoe onbezielde, niet met rede begaafde materie, zonder de tusschenkomst van iets anders, op andere materie zou kunnen werken en zonder wederkeerige aanraking invloed op haar zou kunnen oefenen, zooals zou moeten geschieden, wanneer de zwaartekracht, in den zin van EPICURUS, eene wezenlijke en inhaerente eigenschap der materie was. En op dezen grond wilde ik niet gaarne, dat gij mij het begrip eener ingeboren zwaartekracht toeschreeft. Dat de zwaartekracht eene ingeboren, inhaerente en wezenlijke eigenschap der materie zou zijn, zoodat een lichaam op afstand door eene ledige ruimte heen op een ander kan werken, zonder de tusschenkomst van iets anders, door middel waarvan en door 't welk heen hunne werking en kracht van het eene naar het andere kan geleid worden, is voor mij zulk eene groote ongerijmdheid, dat ik geloof dat niemand, wiens denkvermogen voor wijsgeerige onderwerpen geschikt is, ooit daarin zou kunnen vervallen. De zwaartekracht moet veroorzaakt worden door een agens, dat bestendig volgens zekere wetten werkt; maar of dit agens stoffelijk of onstoffelijk zij, heb ik aan de overweging van mijne lezers overgelaten».

Duidelijker en meer ondubbelzinnig kan het niet. Men heeft NEWTON wel eens het patronaat eener onmiddellijke werking op afstand toegedicht; hoe hij bij zijn leven voor de eer bedankte, blijkt uit de aangehaalde woorden. Hypothesen maken — »*hypotheses non fingo*» — was zijn werk niet. Althans hij maakte geen »geheel ongerechtvaardigde hypothesen». Hij bleef bij de feiten en duldde alleen door de feiten gerechtvaardigde hypothesen. Nu was het een feit dat twee stofdeelen op zoo en zooveel afstand van elkander zich gedroegen als onder den invloed van eene zoo en zoo groote kracht. Hoe dit tot stand kwam, wist hij niet en het vinden van mogelijke tusschenwerkingen heeft hij aan anderen moeten overlaten. Inderdaad zijn er anderen gekomen, die dit werk aanvaard hebben, behoefte gevoelende aan éénheid van voorstelling in hunne beschouwing der natuurverschijn-

selen. Die éénheid meende men te verkrijgen door de mechanica in engeren zin als model aan te nemen en de physische verschijnselen in het algemeen naar haar te modelleeren. Men zocht alzoo voor de uiteenzetting der optische, magnetische, electricische en thermische verschijnselen naar mechanismen en schitterend zijn de uitkomsten, die deze mechanistische methode heeft opgeleverd. Zal ook een voor onzen geest bevredigend mechanisme van de zwaartewerking gevonden worden? Laten wij prof. LORENZ een lang leven met het volle behoud van zijn geestelijk arbeidsvermogen toewenschen; wie weet welke verrassing hij aan de wetenschappelijke wereld nog bereidt.

In een voorloopig onderzoek is hij tot het besluit gekomen, dat toestandsveranderingen in den aether, zooals zij in de electriciteitstheorie worden aangenomen, niet voldoende zijn om ook van de zwaartekracht rekenschap te geven. Doch tevens toont hij aan, dat de zwaartekracht kan worden toegeschreven aan werkingen, die zich met geen grootere snelheid dan die van het licht voortplanten.

De mechanistische methode is van echt vaderlandschen huize. Zij was de methode van onzen grooten HUYGENS; zij is het nog van onzen VAN DER WAALS, van LORENTZ, van KAMERLINGH ONNES, onderzoekers wier gezag onbetwist vaststaat in de heele wetenschappelijke wereld.

De mechanistische methode was ook die van prof. JULIUS, en zijn onderwerp gaf hem aanleiding, nog eens met nadruk voor haar goed recht op te komen tegenover het streven van enkelen, haar te verkleineeren en te verdringen door de methode der Energetiek.

De denkende en gevoelende mensch heeft niet genoeg aan de mathematische abstractie, aan de streng logische verwerking van tot feiten gestempelde gegevens, zonder meer. Hij heeft ook behoefte aan aanschouwing en aan verzinnelijking van het ongeziene. Dat moge eene kinderlijke en naïeve behoefte zijn, overblijfsel van eene vroegere periode van minder volmaakte cultuur, — maar zij bestaat. Door haar krijgt ook de verbeelding eene plaats in het werkplan van den denker. Zijn werk behoeft er niet minder om te zijn; in aantrekkelijkheid kan het er bij winnen.

Kunst en letteren pleegt men soms, als het rijk der verbeeldingskracht, tegenover de strenge natuurwetenschap te plaatsen, als het rijk der logische gedachte en der prozaïsche werkelijkheid. De tegenstelling is geen model van critische waardeering.

Het is JOHN TYNDALL eenmaal op eene spiritistische séance over-

komen, dat hij door de onzienlijken aan zijne dischgenooten werd aangeduid als een »Poet of Science».

Dichters der wetenschap, ja, dat zijn zij, de groote voorgangers in het wetenschappelijk onderzoek. Verbeelding was het, die NEWTON ingaf, dat de beweging der maan een vallen naar de aarde was; verbeelding was het, die HUYGENS ingaf, in de golving van het water het beeld te zien der voortplanting van het licht. Verbeelding met een teugel aan, en de Rede tot voerman.

Natuurwetenschap zonder verbeelding bestaat niet.

Waargenomen feiten vormen den grondslag; maar al dadelijk bij de mededeeling van de feiten door middel van de taal speelt de verbeelding hare rol. Onze spraak is dikwijls beeldspraak, óók in de natuurkunde. Er is alleen verschil in graad tusschen de eene beeldspraak en de andere.

De golven der zee waren de onstuimige paarden, door den zeegod ROSEIDON losgelaten, steigerend en bespringend de kust. Dat heet poëtische phantasie. De phantasie van HUYGENS was zeker anders; toch was het phantasie, die hem de wereldruimte deed vullen met de onweegbare materie, die aether heet.

De ongeschoolde waarnemer, die de nadering van den losgelaten steen tot de aarde zag en dat aantrekking noemde, bracht door zijne phantasie het dramatisch element der persoonshandeling in zijne natuurbeschouwing over en liet een in den grond verborgen kabouter trekken aan een onzichtbaren draad, die aan den steen was vastgehecht.

De wetenschap heeft het niet beneden hare waardigheid geacht, de dichterlijke voorstelling van den naïeven opmerker tot de hare te maken en zij heeft het krachtbegrip, ingevoerd in het geval van den vallenden steen, de *zwaartekracht* genoemd.

Zoo doet de wetenschap herhaaldelijk: zij vergelijkt het onbekende met iets anders, dat bekend is en dat in zijne physionomie trekken van gelijkenis vertoont. Op grond hiervan kon MACH naar waarheid zeggen: »De Physica leeft en groeit, als elke andere wetenschap, door de *vergelijking*».

Het programma van den vacantie-cursus bevatte, behalve de voordrachten in de college-zaal, nog een rondgang door het laboratorium, waarbij ook de heeren MOLL en VAN BEEK — nomina sint omina —, assistenten bij het laboratorium, hunne goede diensten bewezen. Vertrouwd met de bijzonderheden van hunne werkplaats, waren zij goede

gidsen en eene vraagbaak, die alle gewenschte ophelderingen gaf omtrent instrumenten en methoden.

Op dien rondgang hield de heer BERGANSIUS, vroeger assistent bij het laboratorium, eene uitmuntende demonstratie van de door hem gevolgde meetmethode, die een onderzoek ten doel had naar de betrekking tusschen warmtegeleiding en electriciteitsgeleiding in metalen.

De heer VAN UVEN, phil. cand., demonstreerde in een ander vertrek met veelbelovend talent de fraaie en fijne meetmethode door Dr. TERNEDEN toegepast tot het meten van kleine uitzettingen bij hooge temperatuur, welk onderzoek uiteengezet is in zijne dissertatie: Een dilatometer voor kleine voorwerpen bij hooge temperaturen (1901).

Ik ontzeg mij het genoeg van eene uiteenzetting der beide laatstgenoemde methoden. Mijn artikel zou daardoor al te uitgebreid worden.

Het wordt ook tijd, van den vacantie-cursus afscheid te nemen. Dat, na al wat in de volle beteekenis van het woord genoten was, door alle aanwezigen dankbaarheid gevoeld werd, behoefde niet opzettelijk vermeld te worden, indien ik niet nogmaals wilde memoreeren, dat dr. BREMER die dankbaarheid op uitnemende wijze uitsprak jegens Hoogleraren, assistenten, studenten en allen, die op zoo onbekrompen wijze hun tijd en hunne gaven ter beschikking van hunne hoorders hadden gesteld.

Ook aan dr. J. W. DOYER komt dank en lof toe voor zijne voorbereiding van den cursus en voor alles, wat door hem gedaan is om het den deelnemers aangenaam en gemakkelijk te maken.

Wij werpen nog een laatsten blik door de schoone collegezaal en houden even stil bij 't zwarte bord, recht voor ons uit, waarop zoo menig symbool van menschelijke kennis tot het auditorium gesproken heeft van menschelijke kracht, maar ook van menschelijke zwakheid. Daar boven 't bord, daar staat in groote letters het woord, dat PAULUS tot de Filippensen richtte:

Ο ΤΑ ΟΥΤΙΖΟΜΑΙ
ΚΑΤΕΙΛΗΦΕΝ ΑΙ.

Ik acht niet, dat ik het gegrepen heb.

Met bescheidenheid keeren wij huiswaarts, overtuigd dat de wetenschap niet stilstaat, dat zij zelfs op groote vorderingen kan wijzen; maar desalniettemin doordrongen van genoeg Socratisch-Paulinische wijsheid, om niet te meenen, dat wij het alreeds gevonden hebben.

Wij verlaten Utrecht niet, alvorens nog iets anders in herinnering gebracht te hebben.

In de voorloopige oproeping, door dr. DOYER tot de leeraars in natuurkunde gericht, werd medegedeeld, dat gedurende de beide dagen van den vacantie-cursus in de Nederlandsche instrumenten-fabriek door haren directeur dr. N. G. VAN HUFFEL eene Tentoonstelling zou gehouden worden van verschillende meettoestellen, apparaten en hulpmiddelen ten dienste van het onderwijs.

De gedane belofte is nagekomen en dr. VAN HUFFEL heeft zich in een druk bezoek mogen verheugen.

Er zullen weinig bezoekers geweest zijn, die hier niet wat van hunne gading vonden. Een enkele met een schraal budget voor hulpmiddelen heeft hier kunnen watertanden. Des te beter. Laten de misdeelden door het zien van zooveel, dat leven en ziel aan het onderwijs geeft, worden opgewekt om te woekeren met het weinige, dat zij hebben, te blijven vragen om meer en der overheid steeds voor oogen te houden, dat het beste voor onze leerlingen juist goed genoeg is. Van die beste hulpmiddelen, die de kern van het natuurkundig onderwijs helpen vormen, bezit dr. VAN HUFFEL eene zeer begeerlijke verzameling en daarbij in ruime mate de kennis om de gebruikers met raad en daad te helpen.

Er ware hierover nog veel te schrijven. De muzen-zoon van 1827 evenwel zegt:

Mer alles mag men niet oirconden,
Niet alles segghen met die monde.
Daerom so seede ic er wt
Sijt ghegroet te saemen. Saluijt!

Deventer, Juni 1902.
