

# DE VACANTIE-CURSUS TE GRONINGEN.

## N A B E T R A C H T I N G

DOOR

**Dr. J. J. LE ROY.**

Op Donderdagmorgen van den 14<sup>den</sup> April jongstleden kon men in de collegekamer van het Physisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Groningen eene schaar van beoefenaars en leeraars der natuurwetenschappen bijeen zien, uit verschillende oorden van het land samengekomen om, »zonen van het zelfde huis,” in dezen tempel der wetenschap een korten tijd »als broeders saâm te wonen”.

Recht voor hen uit stonden de woorden van den bekenden PETRUS VAN MUSSCHENBROEK in sierlijke letters op den wand geschreven: »dewyl wy geen ingeschaape denkbeelden van de lighaamen, noch van hunne eigenschappen, noch van de werkingen op malkanderen hebben, moeten wy alles door proeven en waarneemingen onderzoeken en leeren, en 'er dan zelf denkbeelden van vormen.”

In deze weinige woorden is de methode der natuurkunde omschreven: waarnemen en proeven doen en denkbeelden vormen. Wat ook na MUSSCHENBROEK veranderd moge zijn; de methode, die hij aanprijst, is gebleven; zij is proefhoudend gebleken. Door hare bemiddeling is onze positieve kennis uitgebreid en zijn de denkbeelden gaandeweg veranderd, wij willen hopen ook gelouterd. Stilstaan doet de wetenschap allerminst. Wat vandaag nog aannemelijk schijnt, is morgen misschien door beter vervangen. Daarover moeten wij weten heen te stappen. De wiskunstenaar FERMAT, wiens wetenschappelijke grootheid door zijne bescheidenheid werd geëvenaard, waarschuwde met recht:

Multi pertransibunt et angebitur scientia, — velen zullen voorbijgaan en de wetenschap zal groeien. Na hem zijn gekomen HUYGENS en NEWTON, FARADAY en MAXWELL en de wetenschap is gegroeid, niet het minst in de eeuw waarin wij leven; zoo zelfs dat ouderen van dagen onder de levende generatie, met hunne wetenschap medelevende, haar eene geheele gedaanteverwisseling hebben zien doorloopen.

Menigeen valt het moeilijk den gang der wetenschap in haar snellen groei bij te houden. Dikwijls belemmerd door de bezigheden van het ambt, door de zorgen voor het dagelijksch brood; verwijderd van de middelpunten, de kweekplaatsen der wetenschap; verstoken van de weldadige aanraking met de bronnen zelve, dreigt het vuur gedoofd te worden, de belangstelling te verflauwen. Niet genoeg kan het daarom gewaardeerd worden, dat er eene gelegenheid geopend wordt, met de levende wetenschap in rechtstreeksche voeling te blijven en nu en dan in de groote wetenschappelijke middelpunten zelve eene verfrisschende indompeling te ondergaan in den stroom van nieuwe denkbeelden en feiten. Voor beoefenaars en leeraars der natuurkunde werd daartoe verleden jaar de gelegenheid geboden te Leiden en dit jaar, nog onlangs, te Groningen. Het is te hopen, dat door deze twee goed gelukte pogingen de vacante-cursussen voor goed hun beslag hebben gekregen.

Het bezoek te Groningen heeft zeker bij alle bezoekers de aange naamste herinneringen achtergelaten. Het wekte mij op aan de lezers van dit tijdschrift iets van deze bijeenkomst mede te deelen en hieraan eenige gedachten en beschouwingen vast te knoopen, die als nabetrachting voor hen, die buiten de strengere wetenschap staan, wellicht eenig belang kunnen hebben.

»Waarnemen en proeven doen en denkbeelden vormen». Voor een gedeelte van het niet-ingewijde publiek bestaat natuurkunde in de eerste en voorname plaats in proeven doen. Proeven vormen de groote aantrekkelijkheid der populaire voordrachten. De ware en veelzijdige beteekenis van het experiment staat echter velen niet duidelijk voor den geest.

Al dadelijk moet onderscheid gemaakt worden tusschen het experiment als hulpmiddel voor den leeraar, wiens roeping is de door den ontdekker verkregen kennis in wijderen kring te verspreiden, en het experiment als hulpmiddel bij het wetenschappelijk onderzoek zelf, waardoor de kennis verworven wordt.

Wanneer de onderzoeker zich ten doel stelt, de verschijnselen na te vorschen, moet zijn onderzoek drie fasen doorloopen.

Gewapend met alle wapenen, die aan de zintuigen hunne overwinning in het rijk der verschijnselen kunnen verzekeren, onderwerpt de onderzoeker deze aan eene nauwkeurige waarneming, zoowel naar kwantiteit als naar kwaliteit. Dit is de eerste trap van het natuurkundig onderzoek.

Willst die Welt du klar erschauen,  
Schaue erst was vor dir liegt.  
Wie aus Stoffen und aus Kräften  
Sich ein Bau zusammenfügt.

Op den tweeden trap gekomen, wordt de verkregen kennis geordend; er wordt gezocht naar éénheid in de veelheid; er wordt nagespeurd, of mogelijkerwijs regel is te ontdekken in den schijnbaren chaos der feiten. Zoo geraakt de onderzoeker tot de ontdekking zijner empirische wetten.

Lass die Starrheit des Geword'nen  
Künden, was belebend treibt;  
In dem Wechsel der Erscheinung  
Ahne das, was ewig bleibt.

Het tijdstip is dan daar, dat het onderzoek zijne derde phase kan intreden. Het smalle, doch physisch zekere pad der ervaring wordt verlaten en de phantasie drijft den geest op den breeden weg der gissingen. De onderzoeker tracht de behoefte van den menschelijken geest aan logisch inzicht te bevredigen. Kunstig, vaak geniaal uitgedachte hypothesen worden opgesteld, als eerste schakels in eene lange keten van redeneeringen, die de voorstellingen der waargenomen feiten tot een logisch samenhangend geheel verbinden en dikwijls tot gevolgtrekkingen leiden, waardoor nieuwe gezichtspunten worden geopend en het bestaan van tot dusver onbekende verschijnselen waarschijnlijk of denkbaar wordt gemaakt. Aan dit op hypothesen steunend logisch stelsel geeft men den naam van theorie. De vaak zeer ingewikkelde redeneeringen vinden hare uitdrukking in wiskundige symbolen. Zonder het machtig instrument der wiskunde ware hier de draad niet vast te houden.

Onwaardeerbaar en onmisbaar als de theorie is, spreekt echter de waarneming, of als men wil, de ervaring het laatste woord. Zij

sprak het eerste woord als aanstoot of uitgangspunt voor het logisch samenstel der theorie; het laatste woord als toets voor de waarheid der door haar verkregen uitkomsten.

Elke der drie genoemde vormen van het onderzoek vereischt in zijne vertegenwoordigers verschillende hoedanigheden, die niet altijd in één persoon vereenigd worden aangetroffen. Doch zoowel het een als het ander onderstelt een wijsgeerigen geest. De grootste experimentator, dien de wereld ooit heeft voortgebracht, MICHAEL FARADAY, werd onaangenaam getroffen, wanneer hij eenvoudig weg een natuurkundige, »a physicist" genoemd werd. Hij gevoelde zich »the experimental philosopher", den wijsgeer van het experiment. Wijsgeer was hij, zoo goed als zijn voorganger en landgenoot ISAAC NEWTON; doch terwijl deze zijn stralenkrans van roem ontleende aan zijne scherpzinnige theorieën over den samenhang van het bestaande, verwierf FARADAY zijne onvergankelijke lauweren in de rol van experimentator.

Het wetenschappelijke experiment is een bijzondere vorm der waarneming, waarbij de onderzoeker in den gewonen gang der zaken ingrijpt door de omstandigheden, waaronder zij gewoonlijk plaats hebben, te wijzigen. Zijn optreden tegenover de natuur is dat van den inquisiteur, die haar op de meest verschillende wijzen ondervraagt en door allerlei list en kunstgrepen aan de zwiigende Sphinx een antwoord tracht te ontlokken. Zijn experiment is het examen rigorosum, waardoor hij der natuur met geweld, »mit Schrauben und mit Hebeln," haar geheim tracht te ontwingen. Het tooneel dezer werkzaamheid is het stille laboratorium, ver verwijderd van het gedruisch der wereld.

Na den oorspronkelijken onderzoeker komt de leeraar, die den in het laboratorium gevonden schat in de wijde wereld doet overgaan en tot gemeengoed maakt van allen, die zijn bezit op prijs stellen. Deze taak verschilt zeer van die des onderzoekers, en de kans van wel slagen wordt voor een deel beheerscht door den vorm, waarin de nieuwe waarheden en denkbeelden zullen worden aangeboden. Dit kiezen van den goeden vorm is de eigenaardige verdienste van hem, die als verspreider van de natuurkundige kennis optreedt. Van dezen vorm maakt weder het experiment een belangrijk onderdeel uit. Beschrijvingen van proeven baten niet; men moet uit eigen oogen zien. Een man als FARADAY, vergrijsd in proefneming, verklaarde nog op lateren leeftijd, dat hij een experiment eerst dan in werke-

lijkheid kon verstaan, wanneer hij het gezien had. Het komt er nu op aan, den vorm van het experiment zóó te kiezen, dat het zoo duidelijk en zoo ondubbelzinnig mogelijk zegge, wat het te zeggen heeft en bovendien op eene wijze, die de belangstelling prikkelt.

Het experiment treedt aldus in eene geheel andere beteekenis op dan in het laboratorium van den onderzoeker. Bij dezen is het een tasten en zoeken, een vragen naar het onbekende; in de hand van den leeraar is het de bewijsvoering, de demonstratie van goed gevestigde feiten. FARADAY, de groote meester in het wetenschappelijk onderzoek, was het evenzeer in het demonstratieve experiment. Zijne populaire voordrachten waren, zoowel ten opzichte van de mondelinge als van de proefondervindelijke demonstratie, klassieke modellen, waarnaar nog ieder demonstrator zich kan vormen.

Wie gevoel heeft voor het genot eener goed gelukte demonstratie, heeft in het Groningsch Laboratorium, op de dagen van 14 en 15 April, zijn hart kunnen ophalen. De hoogleeraar dr. HAGA, stichter en leider van dit Instituut, en zijne medearbeiders hebben niet alleen een hoogen dunk gegeven van hetgeen er in deze werkplaats voor het wetenschappelijk onderzoek gedaan wordt, maar ook getoond waardige leeraars van hunne wetenschap te zijn door de belangelooze welwillendheid, waarmede zij hun tijd en kennis ter beschikking van anderen hebben gesteld en door hunne schoone proeven van demonstratieve experimenteerkunst. Wat de bezoekers te zien en te hooren kregen, maakte een weldadigen indruk. Reeds de geheele wijze van opstelling, de ordonnantie der apparaten bracht een harmonischen indruk te weeg en gaf blijk, dat ook rekening gehouden werd met de eischen van den goeden smaak. Alles lag gereed, op de juiste plaats, binnen het bereik van den proefnemer en bereid om op zijn bevel gehoorzaam te antwoorden.

»Bij het zien van een goed experiment had FARADAY'', zoo verhaalt zijn levensbeschrijver, »wel kunnen dansen van genot''. Datzelfde gevoel van naïef, ongekunsteld genot moeten verscheidene experimenten in het Groningsch Laboratorium ook opgewekt hebben bij alle toehoorders, die aesthetischen zin hebben voor goed gedachte en goed uitgevoerde proeven; des te meer, nu die proeven samenhangen met denkbeelden betreffende den aard en den intiemsten samenhang der natuurverschijnselen.

De reeks van voordrachten en demonstraties werd geopend door prof. HAGA, die met behulp van een instrument, dat ongeveer den

omvang van een galvanometer had, de stoffelijke of Newtoniaansche aantrekking van twee massa's op elkander aantoonde.

Wij gaan een paar eeuwen terug in de annalen van de wetenschap. KEPLER en zijne voorgangers hadden tal van waarnemingen gedaan en cijfers verzameld: de eerste trap van het natuuronderzoek. Een geduldig en nauwkeurig onderzoek van al die waarnemingen doet KEPLER zijne wetten vinden, de vaste regels, volgens welke de beweging der planeten om de zon plaats heeft: de tweede trap. Er ontbrak nu nog eene theorie van de verschijnselen, waarin zij met logische noodzakelijkheid uit een of weinige vooropgestelde beginselen konden worden afgeleid. Deze theorie, de mechanica van de hemelverschijnselen, schiep NEWTON.

„Nature and Nature's laws lay hid in night,  
God said, let Newton be, and all was Light.”

Zoo staat geschreven op den gedenksteen in zijn geboortehuis.

Eene van de stellingen, waarop NEWTON's theorie is opgebouwd, is de gravitatie-hypothese:

*Elk stoffelijk deeltje in het heelal oefent op elk ander stoffelijk deeltje eene aantrekkende werking uit.*

*Deze aantrekking is evenredig aan de breuk, die het product der elkander aantrekkende massa's tot teller en de tweede macht van haar onderlingen afstand tot noemer heeft.*

Is de massa van een bol gelijkmatig over zijn geheele volumen verdeeld, of neent zij van het middelpunt naar den omtrek op gelijkmatige wijze toe of af, dan hebben de verschijnselen plaats — NEWTON gaf er het bewijs van —, alsof de geheele massa in een enkel aantrekkend punt, namelijk het middelpunt, geconcentreerd was. De zwaartekracht, volgens deze beschouwingswijze werkende tusschen de aarde en de aardse voorwerpen, is een bijzonder geval van de algemeene of Newtoniaansche aantrekking. De stand van het schietlood wordt in hoofdzaak door haar bepaald.

Is de beschouwing juist, dan moet een alleenstaande berg invloed hebben op de richting van het schietlood in zijne nabijheid. Deze overweging kwam reeds bij NEWTON op en hij berekende »that a mountain of an hemispherical figure, three miles high and six broad, will not, by its attraction, draw the plumb-line two minutes out of the perpendicular.”

Eene afdoende demonstratie van NEWTON's voorspelling werd het

eerst geleverd door MASKELYNE, directeur van de Koninklijke Sterrewacht te Greenwich, in den zomer van 1774. De Schehallien, een alleenstaande berg in Perthshire (Schotland), bleek wegens zijne grootte, vorm en ligging bijzonder geschikt te zijn om zijne aantrekkende werking op het schietlood te openbaren en eene meting toe te laten. Er kon niet meer aan getwijfeld worden, dat het schietlood door den berg een weinig uit zijn stand getrokken werd. De eerste conclusie, door MASKELYNE uit zijne waarnemingen getrokken, luidde dan ook: »Uit deze proefneming blijkt, dat de berg Schehallien eene merkbare aantrekking uitoefent; daarom moeten wij, volgens de regels van het redeneeren, de gevolgtrekking maken, dat elke berg en zelfs elk deeltje van de aarde, met dezelfde eigenschap bedeed is, meer of minder naar gelang van zijne massa.»

Daar het altijd gemakkelijker is, dat de berg tot MAHOMED komt dan dat MAHOMED naar den berg gaat, werd spoedig gezonnen op eene methode, die de demonstratie van de stoffelijke aantrekking binnen de wanden van het laboratorium mogelijk maakte. Het beginsel van de wringbalans bleek doelmatig te zijn en CAVENDISH demonstreerde met haar hulp de aantrekking, die een looden bal van 158 K.G. en een van 730 gram op elkander uitoefenden.

De kleine bollen waren bevestigd aan de uiteinden van eene lichte staaf, die in haar midden aan een dunnen zilverdraad was opgehangen. De horizontale staaf vormt met haar ophangdraad de wringbalans. Wordt zij uit haar natuurlijken evenwichtsstand gedraaid, dan wordt de ophangdraad gewrongen en er wordt een koppel van krachten opgewekt, dat de staaf, na eenige schommelingen, in haar oorspronkelijken evenwichtsstand terugvoert. Liggen de middelpunten der vier bollen in een zelfde horizontaal vlak en wordt de verbindingslijn van de groote bollen rechthoekig gehalveerd door de verbindingslijn der kleine bollen, dan is de totale aantrekking nul; maar zijn de beide verbindingslijnen onderling schuin gericht, dan treden de aantrekkende krachten op, die een uitwendig koppel van krachten vormen, waardoor de draad gewrongen wordt, totdat het wringingskoppel met het even genoemde evenwicht maakt. De afwijking van de kleine bollen uit den oorspronkelijken stand kan op verschillende wijze worden waargenomen, 't zij door rechtstreeksche waarneming met een kijker, 't zij door projectie van een lichtbundel, die uit eene lichtbron op een aan de ophangas verbonden spiegeltje valt en van hier op een scherm wordt teruggekaatst.

De proef van CAVENDISH vereischte een apparaat van groote afmetingen. Toeu echter de kwartsdraden bekend raakten als een kostelijk ophangmateriaal voor wringbalansen, konden de afmetingen aanzienlijk worden verkleind. Wegens zijn groot draagvermogen kan een kwartsdraad zeer dun genomen worden, waarmede eene buitengewoon kleine wringkracht gepaard gaat, die bovendien, ook na herhaald gebruik van den draad, zeer standvastig blijkt te zijn.

De Engelsche physicus BOYS ontwierp een toestel, waarin van deze ophanging aan een kwartsdraad gebruik werd gemaakt en verkreeg met zulk een instrument van kleine afmetingen uitkomsten, die hem in staat stelden de grootte der aantrekkingskracht te bepalen, nauwkeuriger dan ooit te voren had kunnen geschieden.

Naar het plan van BOYS heeft prof. HAGA, gewijzigd en verbeterd, door zijn bekwamen amanuensis, den heer VONK, een instrument laten maken, waarmede de stoffelijke aantrekking ondubbelzinnig gedemonstreerd kan worden.

Dat de stoffelijke of Newtoniaansche aantrekking uiterst gering is, mag blijken uit de volgende opgave, het resultaat van metingen van CARL BRAUN (*Beiblätter der Wiedem.'sche Annalen*, 1897, n<sup>o</sup>. 7).

Twee bollen, elk van 1 gram en waarvan de middelpunten 1 cM. van elkaar verwijderd zijn; trekken elkander aan met eene kracht van  $665,7840 : 10^{10}$  dynes. Als men nu weet, dat eene kracht van 1 dyne ongeveer gelijk staat met de drukking, die een milligram op de hand uitoefent, dan zal men toegeven, dat de aantrekkingskracht, die de beide genoemde bollen elk van 1 gram op elkander uitoefenen, al uiterst klein is: zij is dan nog iets minder dan het 10 miljoenste gedeelte van de drukking, die één milligram op zijn steunvlak uitoefent.

In plaats van bollen bezigde prof. HAGA in zijn instrument looden cylinders. De groote vast staande cylinders waren aan den binnenwand van een om zijne as draaibaren cylindermantel bevestigd; aan den kwartsdraad waren de kleine looden cylindertjes bevestigd, die zich door de aantrekking der beide groote in beweging stelden. De uitwijking werd door het projecteeren van een teruggekaatste lichtbundel op eene verdeelde schaal voor alle toehoorders duidelijk gedemonstreerd.

Overweegt men de vele technische moeilijkheden, die aan de uitvoering van eene dergelijke proef verbonden zijn, dan dwingt zij onze bewondering af en geeft zij een goed denkbeeld van den hoogen graad



van volkomenheid, dien onze hedendaagsche physische instrumenten bereikt hebben.

Geven nu de hierboven medegedeelde uitkomsten, die zoo duidelijk het bestaan van eene wederkeerige aantrekking der stofmassa's bewijzen, geen reden tot ongerustheid? Kan men er wel op aan, dat een muur, die met behulp van het schietlood wordt opgetrokken, ook inderdaad verticaal zal staan, terwijl toch het schietlood door de aantrekking van den muur uit de verticaal getrokken wordt? Kan men wel aan op de uitkomsten van allerlei precisie-instrumenten, in welke hoegenaamd geen rekening is gehouden met de aantrekking, die verschillende beweeglijke deelen op elkander uitoefenen?

Het getal  $665,7840 : 10^{10}$ , de zoogenoemde gravitatie- of Newton'sche constante, geeft het antwoord op deze vragen. Dit getal zegt met de stille welsprekendheid, die aan getallen eigen is, dat wij in geen deele bezorgd behoeven te zijn, noch voor scheeve muren, noch voor verkeerde uitkomsten in onze instrumenten. De aantrekking is in al deze gevallen zoo buitengewoon klein, dat zij aan alle waarneming ontsnapt en geheel zonder invloed is op de verkregen uitkomsten.

Het kon zijn, dat den een of ander mijner lezers de vraag op de lippen kwam: Waarvoor is nu dat alles goed? Die vraag ligt min of meer in den geest van onzen tijd. Het is echter te vreezen, dat deze tijdgeest, waar hij zich openbaart, het slachtoffer is van eene oude begripsverwarring, van eene verkeerde opvatting der begrippen *theorie* en *praktijk*.

Menig onderzoeker, gevraagd naar het *nut* van zijn arbeid, zal het antwoord schuldig blijven en daarmede zal zijn werk, in de oogen van sommige mannen van de zoogenoemde praktijk, veroordeeld zijn.

In 1892 stierf te Berlijn WERNER SIEMENS, een groote onder de grooten, bekend over de geheele wereld, waar de electriciteit praktisch wordt toegepast. SIEMENS verbond praktisch inzicht met groote geleerdheid. Rechtmatig was dan ook de hulde, hem bij zijn heengaan door de geheele beschaafde wereld gebracht. Maar onrechtmatig en onrechtvaardig was het optreden van sommige woordvoerders, die de gelegenheid aangrepen om in de verheffing van den man der praktijk de verdiensten van den geleerde te kleineeren, die in studeerkamer of laboratorium, zonder om te zien naar mogelijke praktische gevolgen, de oplossing van natuurgeheimen zoekt.

De hulde, bij de genoemde gelegenheid hier en daar aan SIEMENS gebracht, was de apotheose van een grof-stoffelijk nuttigheidsbeginsel.

SIEMENS zelf zou van zulk eene hulde niet gediend geweest zijn. Hij, de man, die het als eene verspilling van nationale kracht beschouwde, dat het wetenschappelijk onderzoek slechts eene private aangelegenheid was voor menigen geleerde, wiens talenten onberekenbare diensten aan de wetenschap konden bewijzen en die nu met ambtsbezigheden overladen werd. SIEMENS, die de schepper was van het wetenschappelijk instituut te Charlottenburg, dat ja ook aan praktische belangen dienstbaar moest zijn, maar aan welks hoofd prof. HELMHOLTZ werd geplaatst, de grootste theoreticus van zijn land.

Volgt men van sommige toepassingen den stroom opwaarts, dan vindt men zijne bron in eene eenvoudige werkplaats, waar een onderzoeker aan den arbeid is, onbekommerd om hetgeen de menschen van hem zeggen, onbekommerd om de mogelijke resultaten van zijn arbeid, zoekende uit een innerlijken drang naar kennis.

Er zijn intusschen enkele gelukkige stervelingen, die het zuiver wetenschappelijk streven met practischen zin verbinden. Zulk een man was SIEMENS, zoo een was óók PASTEUR, de weldoener van zijn land en van de heele menschheid.

En wat zeide PASTEUR?

»Weinigen begrijpen den waren oorsprong van de wonderen der industrie en de welvaart der volken. Ik heb hiervoor geen verder bewijs noodig dan het steeds toenemend gebruik van de valsche uitdrukking *toegepaste wetenschap*.

»Dat de wetenschappelijke loopbaan verlaten wordt door mannen, die ze met onderscheiding konden doorloopen, werd onlangs door een talentvol staatsman voor natuurlijk verklaard, omdat *in onzen tijd de heerschappij der theoretische wetenschap plaats maakt voor die der toegepaste wetenschap*.

»Niets kan onjuister zijn dan deze meening; ik durf zeggen, niets kan gevaarlijker zijn, zelfs voor het practische leven, dan de gevolgen, die uit deze woorden zouden kunnen voortvloeien. Er bestaat in de wetenschappen geen rubriek, waaraan met recht de naam van toegepaste wetenschap zou kunnen gegeven worden. Wij hebben *de wetenschap en hare toepassingen*, die zich tot elkaar verhouden als de boom en zijne vruchten". Aldus PASTEUR.

»Wat heeft het voor nut?" Eene zeer natuurlijke vraag in heel veel gevallen; maar eene vraag, die niet alles beheerschend mag zijn.

*Nuttige kennis* is min of meer het parool van onzen tijd. Men heeft het daarin uitgedrukte streven *americanisme* genoemd. Het is mogelijk, dat de Amerikanen, vol eerbied voor koning dollar, te kort schieten in eerbied voor belangeloos wetenschappelijk onderzoek. Maar één van de grootste Amerikanen, die de geschiedenis heeft aan te wijzen, de staatsman-wijsgeer BENJAMIN FRANKLIN, beantwoordde de vraag: »wat heeft het voor nut?» met de beteekenisvolle wedervraag: »Wat heeft een kind voor nut?»

Een langer of korter verblijf in onze groote wetenschappelijke werkplaatsen is hartverheffend, omdat hier, ondanks alle nuttigheidsjagerij van de hedendaagsche samenleving, nog een geest leeft, die zuivere wetenschap kweekt en wiens streven niet allereerst op stoffelijke belangen gericht is.

Of de bepaling van de gravitatie-constante ooit iemand materiele voordeelen heeft opgeleverd of zal opleveren, weet ik niet; maar wel weet ik, dat zij eene overwinning meer is van den menschelijken geest op de doode materie.

De studie van de gravitatie is intusschen met dit onderzoek nog lang niet afgesloten. Van het wezen der aantrekking zelve weten wij nog niets en wij kunnen ook in dit opzicht de woorden van MUSSCHENBROEK tot de onze maken, waar hij zegt: »Men heeft tegen de Aantrekking ingebracht, dat het onmogelyk is te begrypen, hoe twee lighaamen zonder onderlinge aanraakinge op een kunnen werken: ik beken dit ook, maar ik beken met een, dat ik geen werkingen van eenige zaaken op een begryp: want het is gantsch verborgen voor het menschelyk vernuft, hoe twee lighaamen tegens malkanderen aanloopende en raakende op een werken, wat kracht is, hoe zy van het een in het andere overgaat, of verwekt en gestild wordt?» En iets verder zegt hij: »Wy kunnen in geen verborgenheden der Natuur indringen, aan ons is slegts overgelaaten eenige kleine onnozele ontdekkingjes te doen.» Dit alles is volkomen waar; en toch is er geen onderzoeker, die niet telkens en telkens weér in de verborgenheid van het wezen der dingen tracht door te dringen.

Eene schoone proeve hiervan werd ons bezoekers van den vacantie-cursus gegeven in de tweede voordracht, gehouden door den Leidschen hoogleeraar dr. H. A. LORENTZ, over het mechanisme bij uitstraling en opslorping van licht.

Er is eene leer van het licht, die zich bepaalt tot de verschijn-

selen, die een uitvloeisel zijn van de zoogenoemde rechtlijnige voortplanting van het licht. Dit is de meetkundige optica, die zich niet inlaat met de vraag naar den eigenlijken aard van het licht.

Wat is licht? Met deze vraag komen wij aan den derden trap van het natuuronderzoek: »denkbeelden vormen". Het denkbeeld, dat CHRISTIAAN HUYGENS er zich van vormde, was dit, dat licht zou zijn eene golfbeweging van den licht- of wereldaether, eene hypothetische stof, waarmede hij in zijne voorstelling het heelal vulde. Het denkbeeld van HUYGENS is ook dat der hedendaagsche natuurkundigen. Volgens deze voorstelling is het witte licht eene zeer samengestelde golfbeweging, die, wanneer men het licht door een prisma laat gaan, ontleed wordt in tal van enkelvoudige golfbewegingen, onderling verschillende in de lengte van de golven of, wat er mede samenhangt, in den trillingstijd der afzonderlijke aetherdeeltjes. Treffen de aethergolven het netvlies van ons oog, dan wordt de indruk van deze of van gene regenboogskleur opgewekt, naar gelang van de golflengte, of, wat op hetzelfde neêrkomt, van den trillingstijd der aetherdeeltjes.

Hoe wordt de aetherverstoring, die tot zulk eene golfbeweging aanleiding geeft, opgewekt? Natuurlijk in het zoogenoemde lichtgevende lichaam, dat uit kleine massa-deeltjes, de moleculen, is opgebouwd, die zelve weêr uit nog kleinere massa-deeltjes, de atomen, bestaan.

Eene zeer eenvoudige lichtbron is de gele natrium-vlam, dat is eene gasvlam, waarin de metaaldamp van natrium de oorzaak is der aethertrillingen en golven. De trillingen en golven zijn, op weinig na, slechts van ééne soort en het eenige licht, dat wij in het spectrum waarnemen, is eene gele streep, de zoogenoemde D-lijn.

Volgens de hedendaagsche beschouwingswijze verkeeren de moleculen van een gas in eene voortgaande, in hoofdzaak rechtlijnige beweging; door haar wordt de aether slechts verschoven. De atomen, die de molecule samenstellen, verkeeren evenzeer in beweging en wel in eene periodieke, heen en weêr gaande beweging, allerlei banen beschrijvende ten opzichte van het zwaartepunt der molecule, maar elke baan in een standvastig tijdsverloop doorlopende: de eigen trillingstijd der atomen. De atomen dragen volgens de gewone voorstelling hunne trilbeweging op den aether over, en hoe eenvormiger de trillingstijd der atomen is, des te eenvormiger zal ook die van de aether-deeltjes zijn.

De gele streep in het natrium-spectrum is dan, volgens bovengenoemde voorstelling, het uitwerksel van de eigen trillingen der natrium-atomen.

Wat gebeurt echter, wanneer zulk eene natrium-vlam wordt onderworpen aan de werking van een magneet?

De natrium-vlam in een sterk magnetisch veld plaatsende, tusschen de polen van een Ruhmkorff-electromagneet, nam dr. P. ZEEMAN waar, dat de gele natrium-streep aan beide kanten duidelijk verbreed werd, ja zelfs gesplitst kon worden.

Verbreeding was meer waargenomen als gevolg van eene toeneming van de dichtheid en de temperatuur van het gas. Dr. ZEEMAN verwagte zich, dat deze factoren bij de door hem geziene verbreding buitengesloten waren en dat het verschijnsel moest toegeschreven worden aan den invloed van het magnetisch veld.

Het breeder worden van de lichtlijn beteekent, volgens de theorie der aethergolven, dat naast de aanvankelijk bestaande aethergolven, kortere en langere golven of, naast de aanvankelijk bestaande aethertrillingen, trillingen van korteren en van langeren trillingstijd optreden.

Wat is het mechanisme van deze verkorting en verlenging?

Volgens eene door prof. LORENTZ ontwikkelde theorie wordt de lichtwerking, de mechanische toestand van den lichtaether, bepaald door ionen, dat zijn positief of negatief geladen kleine massa-deeltjes, die deel uitmaken van de moleculen en door wier verplaatsing ook de electricische verschijnselen zouden worden teweeggebracht. Wij stellen nu deze bewegende ionen in de plaats der bovengenoemde bewegende atomen. De omloops- of trillingstijd dezer ionen, hunne onderlinge ligging en hunne lading zijn dan de omstandigheden, die den bewegingstoestand van den aether beheerschen. Beweegt een geladen ion zich in een magnetisch veld, dan vertegenwoordigt deze verplaatsing als 't ware een electricischen stroom en het kan gebeuren, dat er mechanische krachten optreden, die zijn omloops- of trillingstijd vergrooten of verkleinen; het kan echter óók gebeuren, dat de omloopstijd onveranderd blijft, naar gelang van de ligging der loopbanen en het verloop der krachtlijnen in het veld. Nu leidde prof. LORENTZ uit zijne theorie deze gevolgtrekking af, dat — in geval de theorie inderdaad het mechanisme der lijnverbreeding inhield — het licht, dat van de randen der lijn afkomstig was, gepolariseerd moest zijn. In verband met de theorie moesten de verschijnselen ook verschillend uitvallen, al naar het waargenomen licht in de richting van de krachtlijnen of loodrecht er op wordt uitgestraald. Dr. ZEEMAN's uitkomsten bevestigden de voorspellingen der theorie, die hierdoor een

sterken steun gekregen heeft en ons weer verder gebracht heeft in de kennis van het mechanisme der licht-emissie.

Het door dr. ZEEMAN bestudeerde spectrum was niet een prismatisch, maar een tralie-spectrum, verkregen met behulp van een Rowland's traliescherm.

Een traliescherm of kortweg »tralie'' is een metaalspiegel, waarop met een diamant op onderling gelijke afstanden een zeer groot aantal strepen gekrast zijn.

Ieder kent de kleurenspeeling op de oppervlakte van parelmoer. Het opvallende licht wordt door het parelmoer teruggekaatst en ondergaat daarbij eene ontleding in zijne elementaire bestanddeelen, die wij als regenboogskleuren waarnemen. Deze ontleding is het gevolg van de aanwezigheid van fijne strepen en groeven op de oppervlakte, die microscopisch kunnen worden waargenomen. Bevinden zich dezelfde groeven in eene dunne plaat, die zij geheel doorboren, dan heeft men een echt traliwerk. Het tusschen de tralies doorvallende licht wordt dan eveneens ontleed in de bekende enkelvoudige lichtsoorten. Dan heeft men naar de letter van het woord eene »tralie'', welke naam is overgegaan op den bekrasten spiegel, die door terugkaatsing dezelfde verschijnselen van kleurschifting oplevert. Met zulk eene tralie verkrijgt men een spectrum, dat, beter nog dan een prismatisch spectrum, voor sommige spectraal-analytische onderzoekingen kan worden gebruikt. De onderzoekingen van dr. ZEEMAN over den invloed der magnetisatie op het door eene vlam uitgestraalde licht, zijn met behulp van zulk eene Rowland'sche tralie verricht.

Een kleine twintig jaar geleden ontwierp prof. ROWLAND van de John Hopkins Universiteit te Baltimore eene verdeelmachine, waarmede hij tot 40 000 strepen op de lengte van een inch kon krassen. Hij heeft schermen doen maken met over de 100 000 strepen, welke verdeling 3 tot 4 dagen en nachten vereischte. De temperatuur moest al dien tijd standvastig blijven, waarom de machine geplaatst werd in een onderaardsch vertrek, waartoe gedurende den arbeid niemand toegang had, terwijl de beweging onderhouden werd door een buiten dit vertrek geplaatsten motor.<sup>1</sup>

Valt een lichtbundel door eene evenwijdig aan de strepen gestelde spleet op een traliescherm en wordt het teruggekaatste licht op doel-

<sup>1</sup> FRANZ MÜLLER (Geissler's Nachf.) te Bonn levert tralieschermen met ongeveer 10000 strepen per. inch tegen prijzen van 140 tot 400 Mark naar gelang van de grootte.

matige wijze op een scherm opgevangen, dan bestaat het lichtbeeld op het scherm uit verschillende deelen. Midden in ziet men eene witte streep, het beeld van de spleet. Aan wéérszijden van deze neemt men een volledig spectrum waar van rood tot violet en hiernaast een tweede spectrum, iets minder lichtsterk en een weinig langer dan het vorige, een spectrum »van de tweede orde». Naast dit laatste neemt men zelfs nog meer spectra waar van de »derde en vierde orde», die echter gedeeltelijk over elkander heen vallen.

De »tralie» van het laboratorium te Groningen, waarmede dr. ZEEMAN zijne te Leiden begonnen onderzoekingen heeft voortgezet, munt uit door groote helderheid. Het is een hol traliescherm met een kromtestraal van 10 Eng. voeten en 10 000 strepen per inch. Het onderscheidt zich bovendien door de bijzonder fraaie en doelmatige opstelling, die prof. HAGA er aan gegeven heeft. Dit alleen reeds, gevoegd bij de belangwekkende demonstratie van het »Zeeman'sche verschijnsel», was voldoende om het laboratorium een bezoek waard te maken.

Dat in eene natuurkundige werkplaats van onzen tijd onderzoekingen over de geheimzinnige X-stralen een deel van het programma uitmaken, ligt voor de hand. Prof. HAGA en zijn vroegere assistent, dr. C. H. WIND, thans lector in de mathematische physica, hebben gezamenlijk met taaie volharding hunne krachten beproefd om aan deze wonderbare stralen iets van hunne geheimzinnigheid te ontnemen. In *Wiedemann's Annalen* was door FOMM eene bepaling van de golflengte der X-stralen gepubliceerd, die aanleiding gaf, hetzelfde onderzoek te Groningen ter hand te nemen. In eene schoone voordracht gaf dr. WIND een overzicht van hetgeen er beproefd was; hoe men een oogenblik gedacht had, de oplossing gevonden te hebben, terwijl ten slotte eene scherpzinnige critiek het verworven bezit weér erg problematisch maakte, zoodat de spreker moest besluiten met de humoristische opmerking, dat het ook hier met de X-stralen bleek te zijn: »zoo zie je me en zoo zie je me niet».

Dr. WIND demonstreerde nog eene bijzondere toepassing, die hij van de Röntgen-buizen had gemaakt met het doel om dunne metaalspiegels te verkrijgen.

Het is bekend, dat de electroden van deze buizen in den regel van aluminium zijn, omdat men dan minder last van metaalverstuiving heeft dan met andere metalen. Terwijl de stroom doorgaat, vliegen er namelijk metaaldeeltjes van de electrode af, die zich op den glas-

wand van de buis afzetten en hier een metaalspiegel vormen. Door nu eene buis van bijzonderen vorm en eene ijzer-electrode te gebruiken, kon dr. WIND, op den weg der verstuivende deeltjes eene glasplaat plaatsende, ijzerspiegels doen ontstaan van verschillende graden van dunheid en fijnheid. Van zulke spiegels werden verschillende stalen vertoond, die dienst moeten doen voor een onderzoek van optische verschijnselen in een magnetisch veld.

Het slot van den eersten dag was eene demonstratie van den heer C. SCHOOTE, assistent van prof. HAGA, die de werking vertoonde van een calorimeter van CHRISTIANSEN, bestemd om als college-proef eene snelle bepaling te verrichten van het mechanisch aequivalent der warmte-eenheid. De inrichting schijnt mij eenvoudiger en practischer te zijn dan die van het voor hetzelfde doel bestemde apparaat van PULIJ.

De temperatuursverhooging van het water werd bepaald door een in tiende-graden verdeelden thermometer en de bepaling van den verrichten arbeid geschiedt, als in PULIJ's apparaat, door den wrijvingsweerstand, die bij het ronddraaien wordt opgewekt, evenwicht te laten maken met het moment van een gewicht, dat eene tegengestelde draaiing tracht op te wekken. De proef liep in 10 minuten af en was vooral voor leeraren in de natuurkunde belangwekkend, omdat zij goede diensten kan bewijzen bij het elementaire schoolonderwijs, indien men slechts kan beschikken over een kleinen electrischen motor, die eene regelmatig beweging verzekert.

De tweede dag van den vacantie-cursus werd grootendeels in beslag genomen door de verklaring van metingsmethoden en de demonstratie der hierbij gebezigde, meerendeels in het laboratorium zelf geconstrueerde werktuigen.

De Thomsonsche kwadrant-electrometer, wat zijne demping betreft gewijzigd en verbeterd door prof. HAGA; de vibratie-galvanometer van RUBENS voor het meten van wisselstroomen, gedemonstreerd door dr. WIND; de absolute electrometer van THOMSON, vernuftig gewijzigd door dr. BORGESIUS, zoodat de verticale verplaatsing van de aangetrokken plaat werd omgezet in eene draaiing, die spiegelaflezing toeliet; — dat waren de instrumenten, die de aandacht der aanwezigen vroegen en ten volle verdienden.

Prof. HAGA verklaarde, hoe hij den kwadrant-electrometer gebruikt had bij metingen over het zoogenoemde Thomson-effect. Wanneer eene



staaf van een en hetzelfde metaal op twee verschillende plaatsen *a* en *b* eene verschillende temperatuur heeft, dan wordt er een stroom opgewekt van *a* naar *b* of omgekeerd, afhankelijk van de soort van het gebezigde metaal. Gaat er omgekeerd door zulk eene staaf een stroom, dan is het warmte-uitwisselingszoodanig alsof er een transport van warmte plaats had in de eene of in de andere richting, weder naar gelang van de metaalsoort. Dit verschijnsel, dat den naam van het Thomson-effect draagt, is door prof. HAGA aan kwikzuilen bestudeerd, volgens eene methode, die gedurende de voordracht ontwikkeld werd.

Dr. BORGESIOUS gebruikte zijn »dubbel-bifilairen» electrometer voor het meten van groote potentiaalverschillen, waarvan hij eene goed gelukte elegante demonstratie gaf.

Over de bovengenoemde instrumenten verder uit te weiden valt buiten het bestek van dit tijdschriftartikel. Ik ga daarom over tot de vermelding van de laatste voordracht, een waardig besluit van de reeks. Zij werd gehouden door dr. D. VAN GULIK, vroeger assistent bij het laboratorium, en had tot onderwerp het verschijnsel van BRANLY, d. i. de weerstandsvermindering in eene vjlsel-kolom onder den invloed van electriche trillingen.

Het door dr. VAN GULIK gekozen onderwerp munt uit door aantrekkelijkheid en actualiteit; want het staat in nauwe betrekking met de Marconische telegraaf, dat is de telegraaf »zonder draad».

Bij de telegraphie zonder draad vindt eene electriche werking, opgewekt in station A haar weerklank in een tweede station B, dwars door de ruimte heen, zonder dat A en B zichtbaar verbonden zijn. In de voorstelling der natuurkundigen echter zijn zij wel verbonden, door de hypothetische middelstof namelijk, die den naam van æther draagt. Heeft op station A eene vonkontlading van eene Leidsche flesch of van eene electriseermachine plaats, dan wekt deze eene evenwichtsverstoring in den omringenden aether op, die zich rondom in de ruimte als eene golf voortplant en ook in het station B aankomt. De meeste voorwerpen zijn schijnbaar ongevoelig voor de æthergolven of electriche trillingen; maar een eenvoudig toestelletje als eene buis, die met metaalvjlsel gevuld is, blijkt er zeer gevoelig voor te zijn en openbaart dit onder meer op de volgende wijze. De buis wordt in een galvanischen stoomkring opgenomen, waarin b. v. ook eene electriche schel geschakeld is. Wordt nu de stroom op de

gebruikelijke wijze gesloten, dan blijkt hij bij nader inzien niet gesloten te zijn, want de bel luidt niet. De vijlseldeeltjes, hoewel van metaal, blijken zulke slechte contacten te vormen, dat de stroom niet doorgaat. Komt nu op afstand van de buis met vijlsel eene vonkontlading, m. a. w. eene electriche trilling tot stand, dan begint de bel te luiden, waaruit blijkt, dat de stroom nu wel doorgaat en er dus, onder den invloed van de electriche trilling, eene weerstandsvermindering in de buis tot stand is gekomen.

Welk is het mechanisme van deze weerstandsvermindering, die in 1890 ontdekt werd door BRANLY, hoogleeraar aan de »Ecole libre des hautes études scientifiques et littéraires» te Parijs? Dit is de vraag, die dr. VAN GULIK zich stelde en waarop hij in 1896 antwoord heeft gegeven in zijn academisch proefschrift.

De vaak zeer groote weerstand van eene zuil metaalpoeder of vijlsel is een gevolg van de slechte contracten tusschen de metaaldeeltjes, die op tal van plaatsen gescheiden zijn door slecht geleidende lagen als lucht, oxyden of andere verontreinigingen. Nu wekt eene electriche trilling potentiaalverschillen op tusschen de aan elkander grenzende metaaldeeltjes, waardoor eene wederkeerige aantrekking ontstaat tusschen de deeltjes, die door de weerstandbiedende laag gescheiden zijn. De aantrekking kan zoo worden, dat er microscopische vonkjes van het eene op het andere deeltje overslaan, waarbij metaalmoleculen worden losgerukt en meêgevoerd, als 't ware verstoven, zoodat zich geleidende bruggen vormen in de isoleerende tusschenlagen.

Kloppen op de buis met vijlsel vernielt de teedere brugjes en de weerstand wordt daardoor opnieuw zoo groot, dat de schel niet meer klinkt: de stroom is »uitgeklopt.»

Het overbruggen der verontreiniging tusschen twee dicht bijeengelegen metaaloppervlakken werd ten slotte toegelicht door de volgende fraaie proef.

Twee kwikdruppels, liggende op eene glasplaat, maakten deel uit van eene metalen keten. De druppels, in elkanders onmiddellijke nabijheid gescheiden door een dun isoleerend olielaagje, werden op een scherm geprojecteerd. Mechanische trillingen brachten geen verandering in den toestand; de druppels bleven gescheiden. Zoodra echter in de nabijheid, op 1 Meter afstand, door de electriche vonk van eene Wimshurst-machine, eene electriche golf werd opgewekt, vloeiden de beide druppels onmiddellijk samen.

Er was potentiaalverschil tusschen de beide druppels opgewekt en daardoor aantrekking tusschen de door de olie gescheiden kwikdeelen; de olielaag werd doorboord en de beide kwikmassa's vloeiden tot een enkelen druppel samen.

Na aldus twee dagen geleefd te hebben te midden van de wetenschappelijke vraagstukken, die in de laatste jaren de hoofden en harten van onze onderzoekers vervuld hebben, moest zich wel een gevoel van dankbaarheid van de aanwezigen meester maken. Van die dankbaarheid was dr. GROENMAN de waardige tolk, toen hij het woord richtte tot allen, die ons een blik gegund hadden in hunne werkplaats en in hunne denkbeelden. Dat de laatste veel verschillen van die, welke de ouderen onder de toehoorders in hun studietijd hebben hooren voordragen, weet ieder, die maar eenigszins met zijn tijd heeft medegeleefd. De leer der electriciteit, de wijze waarop zij wordt voorgedragen, is in de laatste twintig jaren geheel veranderd. Het oude huis, om het door dr. GROENMAN aangehaalde beeld te gebruiken, waarin wij zoo lang vertoefd hebben, waarin wij alle gangen en hoeken en gaatjes kenden, het is langzamerhand onbewoonbaar geworden en wij moeten wel, of wij willen of niet, met de jongeren mede en het nieuwe huis betrekken, waarin ons alles nog wat vreemd is. Maar die verandering van huis heeft ten minste dit grootte voordeel, dat wij er door in gezelschap blijven met de jonge generatie, die het vuur in de ouderen brandende houdt. Zoo zullen wij ook in dit nieuwe huis nog wel den weg leeren vinden, vooral wanneer ons nu en dan de weg gewezen wordt door zulke ervaren en vriendelijke gidsen als de mannen, die ons ook weder dit jaar hebben rondgeleid.

»l'Homme naquit pour être reconnaissant», dat was een geliefd motto van ALEXANDER VON HUMBOLDT. Ook de Nestor der te Groningen aanwezigen, dr. BRUTEL DE LA RIVIÈRE bleek het tot het zijne te maken, toen hij dr. J. CAMPERT de eere gaf, die hem toekwam als den man, die aan den vacantie-cursus den grooten stoot gegeven heeft.

Ik ben aan het einde van de taak, die ik mij gesteld heb. Wat ik in het voorgaande gegeven heb, is eene bonte verscheidenheid; doch dit lag in den aard der zaak. Men beschouwe het als een stukje geschiedenis der vaderlandsche wetenschap van de laatste tien of twintig jaren. Die geschiedenis stemt tot tevredenheid.

Onze eeuw, de negentiende, is de gouden eeuw der natuurwetenschap. Dat wij bij al het goede, dat de eeuw heeft opgeleverd, nog niet altijd voldaan zijn, ligt aan de menschelijke natuur. Veel meer dan reeds beantwoord is, blijft nog te vragen over.

Elk antwoord op eene oude vraag brengt nieuwe vragen met zich. Zoo was het van SOCRATES tot op heden. Zelfs onder datgene, wat wij heeten te weten, is nog zooveel, dat ons in oogenblikken van twijfelzucht en misnoedigheid niet bevredigt. De menschelijke kennis is voorloopige kennis en onze verklaringen zijn hypothesen, bronnen van voortdurende dwaling.

Maar wat nood! Al mochten wij soms twijfelen, of ons weten ook maar een klein brokje van de waarheid is, belangstellen en liefhebben behoort óók tot het leven en het zoeken naar waarheid is genot.

»Beter eene slechte hypothese dan geen hypothese» zeide GOETHE; en deze denker met zijne Faust-natuur liet zich door de wetenschap dat hij in raadselen leefde, niet weerhouden naar de ontcijfering dier raadselen te zoeken.

Wenn Dir's im Kopf und Herzen schwirrt —  
Was willst Du Bess'eres haben?  
Wer nicht mehr liebt und nicht mehr irrt,  
Der lasse sich begraben.

Gelukkig is er naast eene geschiedenis der menschelijke dwalingen nog eene andere geschiedenis, die vertrouwen wekt en aanmoedigt om met zoeken voort te gaan. De natuurwetenschap heeft eene kern van vast bezit, dat ons niet meer ontnomen zal worden. Ons vaderland heeft daartoe het zijne bijgedragen. Weldadig is het voor het nationaal gevoel, dat het land van SIMON STEVIN en van CHRISTIAAN HUYGENS nog altijd met eere wordt genoemd onder de beoefenaars der natuurwetenschap. Het aandeel der Nederlandsche geleerden aan de groote wetenschappelijke beweging van de tweede helft dezer eeuw is grooter dan menigeen weet. De schimmen van STEVIN en HUYGENS mogen gerust zijn; hunne geestelijke nazaten houden den ouden standaard hoog.

Deventer, April 1898.