

HERDENKING
VAN HET 150-JARIG BESTAAN
VAN HET
BATAAFSCH GENOOTSCHAP DER
PROEFONDERVINDELIJKE WIJSBEGEERTE
TE ROTTERDAM.

1769 — 17 AUGUSTUS — 1919.

20 SEPTEMBER 1919.

HERDENKING

VAN HET 150-JARIG BESTAAN

VAN HET

BATAAFSCH GENOOTSCHAP DER
PROEFONDERVINDELIJKE WIJSBEGEERTE

TE ROTTERDAM.

1769 — 17 AUGUSTUS — 1919.



HERDENKING

VAN HET 150-JARIG BESTAAN VAN HET
BATAAFSCH GENOOTSCHAP DER
PROEFONDERVINDELIJKE WIJSBEGEERTE
TE ROTTERDAM.
1769 — 1919.

De liefde tot de kunst en nutte Weetenschappen,
De zorg voor 't Vaderland en zijn Geboorte-stadt,
De Vinding om door vuur het water af te tappen
Bewogen *Hoogendijk* uit zijn vergaarden schat
't Bataafsch Genootschap hier 't Gemeen ten nutt' te stichten
En 't eerst in dit Gewest het Stoomtuig op te richten.

Met deze woorden, die te lezen zijn op een gedenkbord in de kamer van directeuren van het Bataafsch Genootschap, te Rotterdam, heeft een tijdgenoot de verdiensten van den stichter van dat Genootschap bezongen.

Moeilijk zouden in korter vorm de twee groote levensdaden van Steven Hoogendijk kunnen saamgevat worden; die dubbele daad, waardoor de naam van dezen Rotterdamschen burger een blijvende eereplaats in de geschiedenis onzer stad zal innemen: de oprichting van het eerste stoomgemaal hier te lande, de stichting van het Bataafsch Genootschap in deze stad.

150 jaren is het geleden, dat de uurwerkmaker Steven Hoogendijk, een welgesteld burger van Rotterdam, een aanzienlijke som gelds beschikbaar stelde voor de stichting van een genootschap, dat tot doel had: de bevordering van nuttige kunsten en wetenschappen. In deze daad is meer te zien dan de vrijgevigheid van

een rijk man, die op een of andere wijze zijn geld nuttig wilde besteden; het was de daad van iemand, die door eigen arbeid de beteekenis van het proefondervindelijk onderzoek kende, die daarin zijn tijdgenooten ver vooruit was en die in de stichting van een wetenschappelijk genootschap hier ter stede aan zijn denkbeelden vorm en werkelijkheid gaf.

Daarom is de herdenking van het 150-jarig bestaan van het Bataafsch Genootschap ook meer dan een gewoon jubileum van een oude, rustig voortlevende instelling, het is tevens de herdenking van een buitengewoon man, de erkenning van de juistheid en de beteekenis zijner inzichten.

Inderdaad: in dien weinig glorieuzen tijd onzer vaderlandsche geschiedenis komt de persoon van Steven Hoogendijk als een zeldzaam vertegenwoordiger van het Hollandsche ras, zooals wij het kennen uit de 17^e eeuw, naar voren. Eenvoudig in eigen levenswijze, was hij zeer vrijgevig waar het gold de bevordering van wat hij „'t Gemeen ten nutt'” achtte, scherpzinnig, volhoudend, tot koppigheid toe, met rustig zelfvertrouwen tot het einde zijns levens werkend voor de practische toepassing zijner denkbeelden.

Hij had het in zijn hoofd gezet, dat voor de bemaling onzer polders, het stoomgemaal een enorme verbetering zoude zijn tegenover de ouderwetsche watermolens. Op zijn kosten werd in 1776 in de buurt van de Oostpoort voor het eerst een vuurmachine opgericht, naar het beginsel van Newcomen, en werden, daarbij pompen gebruikt naar de eigen vinding van Hoogendijk. De proef mislukte, de pompen bezweken onder den opgelegden last, en het zag er naar uit, of van verdere pogingen niets te verwachten was. Maar zoo gemakkelijk gaf onze uurwerkmaker niet toe. Toen later de nieuwe vindingen van James Watt bekend werden, zag de 86-jarige Hoogendijk de beteekenis daarvan voor zijn „vuurmachine” onmiddellijk in; opnieuw stelde hij een belangrijke som beschikbaar; een nieuw stoomgemaal, in den polder van Blijdorp aan de Schie, werd gebouwd en in 1787, één jaar voor zijn dood, heeft de

89-jarige zijn eerste vuurmachine prachtig zien werken en daarmede de zegepraal van zijn denkbeelden beleefd.

Deze energieke vasthoudendheid aan een eenmaal opgevat plan, dit niet wijken voor tegenspoed, tegenwerking en spot, dit vertrouwen op de juistheid van zijn denkbeelden, zij zijn de kenmerken van den man, die het Bataafsche Genootschap stichtte tot bevordering der proefondervindelijke wijsbegeerte.

Over de organisatie dezer stichting pleegde hij overleg voornamelijk met Leonard Patijn, hoogleeraar in de geneeskunde, Lambertus Bicker, meester in de geneeskunde en den natuurwetenschappelijk aangelegden Remonstrantschen predikant Cornelis Nozeman, allen in Rotterdam.

Een stamkapitaal voor aanschaffing en onderhoud van instrumenten, voor het uitschrijven en bekronen van prijsvragen en het stichten eener bibliotheek vormde de basis, door Hoogendijk gelegd. Den 17^{den} Augustus 1769 vond de bekrachtiging plaats der artikelen van Conventie tusschen stichter en directeuren, „tot welker „nakoming zij zich van weerszijden met hunne handteekening heiliglijk „verbonden hebben.”

Sedert dien heeft het Bataafsche Genootschap, onder leiding zijner directeuren, zeer belangrijken arbeid verricht tot steun en bevordering der technische en proefondervindelijke wetenschap in ons vaderland.

Allereerst is dit nagestreefd in het uitschrijven van prijsvragen, het bekronen van goede antwoorden en het uitgeven daarvan in de Verhandelingen van het Genootschap. Een reeks van 31 deelen legt getuigenis af van den arbeid van 75 onderzoekers, wier werken met goud bekroond werden.

In het jaar 1792 is een aanvang gemaakt met het geven van wintercursussen over natuurkundige onderwerpen, die, met korte onderbreking, in den tijd der Fransche overheersching, door 23 achtereenvolgende lectoren geregeld gegeven zijn en nog steeds onafgebroken gegeven worden.

Verder worden in de wintermaanden avondvoordrachten gehouden door de leden, die sedert 1914 in druk verschijnen en aan de leden worden toegezonden.

Voorts wordt op de tweejaarlijksche algemeene vergadering gewoonlijk een lezing gehouden door een der voorgangers op het gebied der natuurwetenschap, terwijl tenslotte een kostbare instrumentenverzameling en een goed onderhouden uitgebreide bibliotheek gelegenheid geven tot practische of theoretische wetenschappelijke studie.

Met recht kan gezegd worden, dat de stichting van Hoogendijk aan de bedoeling en de verwachtingen van den grondlegger beantwoord heeft. In het drukke leven dezer koopstad met zijn zorgen en werken van overwegend-materieelen aard, is het Bataafsch Genootschap nu sedert anderhalve eeuw een centrum geweest van geestelijken arbeid, waarvan de beteekenis hoog moet worden aangeslagen.

Kon de stichter van het Bataafsch Genootschap, de oprichter van de vuurmachine van Blijdorp, nu terugkeeren, hij zou voldaan kunnen zijn over de resultaten van zijn arbeid.

Het Genootschap leeft voort, in blijvende werkzaamheid, steeds nieuwe kracht ontleenend aan de herleving der natuurwetenschap in ons Vaderland en op zijn beurt de ontwikkeling er van steunend en bevorderend.

En de vuurmachine? Het Blijdorpsche stoomgemaal werd enkele jaren na den dood van Hoogendijk door den kortzichtigen tijdgenoot afgebroken; eenzelfde lot ondergingen enkele andere later gebouwde vuurmachines, en in het begin der voorgaande eeuw scheen het lot van het stoomgemaal in ons land voor goed beslist. Geen nood. Men kan een machine vernietigen, de gedachte, die ze voortbracht, leeft voort. De stoomgemalen, die den Haarlemmermeer in vruchtbaar land hebben omgezet, hebben den ondergang van de vuurmachine van Steven Hoogendijk schitterend gewroken.

En wanneer over eenige jaren de Zuiderzee door electriche gemalen zal zijn drooggelegd, zal ook dat gedeeltelijk te danken

zijn aan den geestesarbeid van Steven Hoogendijk. De hooge graad van ontwikkeling, in de moderne bemaling bereikt, rust op het voorafgaande stadium der stoomgemalen; de grondlegger daarvan in ons Vaderland, die met zijn eerste vuurmachine blijk gaf van een ver-vooruitzienden blik en een alle bezwaren overwinnende opoffering en volharding, heeft ook zijn aandeel in de eer van de voltooiing van dat reuzenwerk.

Indien dan het Bataafsch Genootschap zijn 150-jarig bestaan viert in dankbare herdenking van zijn stichter, zal niet alleen Rotterdam, maar geheel ons Vaderland daarbij een eeresalut brengen aan den man, die het eerste stoomgemaal in Nederland oprichtte, aan Steven Hoogendijk.

Rotterdam, 19 September 1919.

R. DE JOSSELIN DE JONG.

OPENINGSREDE door Mr. A. R. Zimmerman, Praeses-Magnificus van het Genootschap, uitgesproken ter Algemeene Vergadering op 20 September 1919.

Koninklijke Hoogheid, Excellenties, Dames en Heeren!

Ik open deze Algemeene Vergadering van het Bataafsch Genootschap van Proefondervindelijke Wijsbegeerte en heet allen welkom, die gehoor hebben gegeven aan onze uitnoodiging om de bijeenkomst met hunne tegenwoordigheid te vereeren.

Het vervult ons met groote erkentelijkheid, dat het Harer Majesteit de Koningin, de Protectrix van het Genootschap, behaagd heeft zich hier te doen vertegenwoordigen door baron Sweerts de Landas Wyborgh, tot wien wij het verzoek richten aan Hare Majesteit onze gevoelens van dankbaarheid voor deze hooge bescherming te willen overbrengen.

Eveneens acht het Bestuur des Genootschaps zich vereerd door de aanwezigheid van den Maecenas, Z. K. H. den Prins der

Nederlanden, aan wien wij voor dit blijk van belangstelling onzen eerbiedigen dank betuigen.

Wij beschouwen het verder als een groot voorrecht, hier tegenwoordig te zien Zijne Excellentie den Ministers van Waterstaat, en Leden van Gedeputeerde Staten, van het Dagelijksch Bestuur en van den Gemeenteraad.

Ook verheugt het ons, te mogen begroeten vertegenwoordigers van de zusterinstellingen en afgevaardigden van zoo menig wetenschappelijk centrum in Nederland en onder hen geleerden op wie het land roem draagt.

Wij zijn er trotsch op, dat Gij door Uwe komst Uwe belangstelling in ons 150-jarig feest toont.

Het liefst zouden wij U ontvangen hebben in onze eigen woning, waar het Genootschap gedurende zijn geheele bestaan gehuisvest is geweest, maar de ruimte liet dat niet toe en daarom hebben wij ons gewend tot het Bestuur der Nederlandsche Handelshoogeschool, dat zoo welwillend was om voor deze plechtigheid de aula af te staan en aan hetwelk ik daarvoor, ook uit naam van directeuren en administrateurs, dank zeg.

Het Bataafsch Genootschap herdenkt heden zijn 150-jarig bestaan en de president-directeur, Dr. De Josselin de Jong, zal een terugblik werpen op het ontstaan en de geschiedenis en U daarbij zeker ook in de gelegenheid stellen te beoordeelen in welke mate aan de bedoeling van den stichter is voldaan. Mij zij het vergund, de herdenking met eenige mededeelingen in te leiden.

Ik mag dan vermelden, dat het Bestuur, geplaatst voor de vraag, wat op dezen gedenkwaardigen dag behoorde te geschieden, van oordeel was, dat met een min of meer feestelijk samenzijn niet mocht worden volstaan, maar dat getracht moest worden de viering dienstbaar te maken aan het belang der wetenschap, dat grondslag en bestaansreden van het Genootschap is. Zoo rijpte in ons midden het denkbeeld om heden aan het wetenschappelijk Nederland een feestgave te bieden van blijvende waarde, een boek, waarin een

overzicht zou worden gegeven over het aandeel van ons land in de ontwikkeling der natuurkunde gedurende de laatste 150 jaren. Wij meenden, dat op die wijze en de wetenschap zou worden gediend en een onvergankelijke mijlpaal gezet op den weg van het Genootschap.

Het spreekt vanzelf, dat de verwezenlijking van dit denkbeeld geheel en al daarvan afhankelijk was of wij een onzer meest bevoegde geleerden bereid zouden vinden zich met de samenstelling te belasten. Wij mogen ons gelukwenschen daarin te zijn geslaagd, doordien onze uitnoodiging is aanvaard door een man, wiens naam op het gebied der natuurkunde een vermaardheid heeft binnen en buiten onze grenzen als die van weinigen: ik bedoel Prof. Dr. J. P. Kuenen, hoogleeraar te Leiden.

Wij zeggen hem dank en wij verzekeren hem, dat wij er trotsch op zijn, dat hij aan ons verzoek heeft willen voldoen, en ons een boek geschonken heeft, dat ik door bevoegden heb hooren roemen als een werk van zeer groote beteekenis, als een standaardwerk, waardoor de vaderlandsche wetenschap zich verrijkt en het Genootschap zich geëerd mag achten.

De uitgave van dit boek, dat heden aan ieder uwer is toegezonden, is ons mogelijk gemaakt door den steun van een aantal stadgenooten, die daardoor opnieuw hebben getoond, dat te Rotterdam ook nu nog leeft den geest van Steven Hoogendijk, die zijn in het bedrijf gewonnen goed wijdde aan de bevordering van de wetenschap. Hun zij de welgemeende dank van ons allen gebracht.

Wij hebben ook nog op een andere wijze van dezen dag iets meer willen maken dan alleen een herdenking en een terugblik op het verleden van het Genootschap, en ook in die poging zijn wij voortreffelijk geslaagd. Op ons verzoek heeft Prof. Dr. H. A. Lorentz, buitengewoon hoogleeraar te Leiden, zich bereid verklaard een lezing te houden over „de electriche stroom, oude en nieuwe denkbeelden.”

Gij zult mij toegeven, dat de 150-jarige een schoone dag

beleeft, nu ook deze uitnemende geleerde het feest met het licht zijner kennis wil opluisteren.

Ik geef thans het woord aan den president-directeur, Dr. de Josselin de Jong.

REDE, uitgesproken door den Voorzitter van Directeuren, Dr. R. de Josselin de Jong, ter Algemeene Vergadering van het Bataafsch Genootschap op 20 September 1919 te Rotterdam.

Koninklijke Hoogheid, Maecenas! Mijnheer de Vertegenwoordiger van H. M. de Koningin! Excellentie's, Dames en Heeren Genoodigden, Mijne Heeren Leden-Honorair, Praeses-Magnificus, Administrateurs, Leden-consultanten en Leden van het Bataafsch Genootschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte.

Plan en Grondwet van het Genootschap leggen den president-directeur de verplichting op namens het College van Directeuren verslag uit te brengen over de lotgevallen en werkzaamheden van Steven Hoogendijk's Stichting gedurende de drie jaren, die verlopen zijn sedert de Algemeene Vergadering van 16 September 1916. Ik zou te kort doen aan mijn gevoel en stellig ook aan Uwe verwachting, indien ik op dit oogenblik mij beperkte tot een opsomming van feiten en gebeurtenissen der laatste drie jaren en niet oog en gedachten liet gaan over de anderhalve eeuw, die voorbijging sedert den stichtingsdag van ons Genootschap.

Intusschen: een verslag der verrichtingen sedert September 1916 mag niet achterwege blijven; wil ik mijn plicht ten dezen vervullen en toch voldoen aan den eisch van dit historisch oogenblik in het leven van het Genootschap, dan loop ik gevaar te veel van Uwe aandacht en tijd te vorderen.

Ik heb mij daarom ditmaal een afwijking van den gewonen gang van zaken veroorloofd, welke ik hoop, dat Uwe instemming mag verwerven.

Als aanvulling van 't geen ik ga zeggen, zal U, bij het gedrukte verslag dezer Algemeene Vergadering een reeks van mededeelingen worden toegezonden, waaruit U blijken moge, dat wij in deze laatste drie jaren naar de mate onzer krachten, getracht hebben de belangen van het Genootschap te bevorderen en voort te arbeiden in den geest van zijn stichter. Een aantal geschiedkundige bijzonderheden zijn daaraan toegevoegd.

Hierdoor krijg ik de ruimte en bewegelijkheid, die ik noodig heb voor enkele beschouwingen naar aanleiding van het 150-jarig leven van deze eerbiedwaardige instelling.

Augustus 1769.

Als Pallas Athene uit het hoofd van Zeus kwam het Bataafsch Genootschap in volle wapenrusting uit het brein van Steven Hoogendijk. Dit is meer dan een vergelijking: 't is geschiedenis. Want strijd was het begin; terstond had het al zijn wapenen noodig om zich te handhaven, en tegen het verzet der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen in, van de Staten van Holland in 1770 octrooi te verkrijgen tot het voeren van zijn titel en goedkeuring van zijn zegel met het bekende kantschrift: „Certos feret experientia fructus.”

Edoch: op dezen feestdag willen wij aan deze herinnering niet onzen tijd geven; er is beter te doen. Personen en hunne werken in dienst van het Genootschap vragen onze belangstelling.

In Mei 1772 had onder leiding van den president-directeur, Dr. Salomon de Monchy, professor honorarius, de eerste Algemeene Vergadering plaats en viel de eerste bekroning op een beantwoorde prijsvraag ten deel aan Philip Renard. Hiermede is de reeks van

Handelingen geopend, die zich tot op den huidigen dag voortzet. Merkwaardig zijn die eerste levensjaren van het Genootschap, doordat zij samenvallen met den strijd, dien de stichter gevoerd heeft voor zijn vuurmachine, het eerste stoomgemaal in Nederland. Ik kan dien strijd hier niet uitvoerig bespreken, maar verwijs daarvoor naar de gedenkrede, welke de ingenieur A. Huet, lid van het Bat. Gen., den 17^{en} September 1887 heeft uitgesproken bij de viering van het eeuwfeest der oprichting van het eerste stoomgemaal in ons Vaderland.

Welk een stevig Hollander komt ons uit dien slappen tijd in den persoon van dezen eenvoudigen uurwerkmaker tegemoet. Bescheiden in zijn levenswijze, maar vrijgevig waar het een groote zaak gold; stoutmoedig en volhardend; met rustig zelfvertrouwen onvermoeid werkend voor de practische toepassing van zijn denkbeelden; daarbij, het moet gezegd worden, koppig volhoudend en de fouten van zijn pompen niet erkennend voor zij bezweken onder den opgelegden last; maar ook, en dat strekt hem tot onvergankelijke eer, op 86-jarigen leeftijd nog zóó helder van inzicht en hoog van gedachte, dat hij de beteekenis van de nieuwere vinding van James Watt wist te vatten en te erkennen en een som van f 25.000.—legateerde voor de uitvoering van een stoomgemaal volgens het beginsel van dien genialen Engelschman. Ziet het portret van Steven Hoogendijk aan; dien sterken blik, die diepe groeven in het gelaat, dien vastberaden mond, en het woord van Goethe komt U voor den geest:

„Denn er ist ein Mensch gewesen
„Und das heiszt ein Kämpfer sein.”

De 89-jarige heeft nog de eerste vuurmachine in den polder Blijdorp bij de Schie zien werken en de zegepraal van zijn denkbeelden beleefd (September 1787).

Het volgend jaar overleed hij en zoo is hem gelukkig de teleurstelling bespaard gebleven, die de lotgevallen van het eerste stoomgemaal hem later zouden bereid hebben.

Niettegenstaande de machine uitmuntend voldeed, heeft zij tegen de macht van het vooroordeel geen stand kunnen houden. Doctor Salomon de Monchy schreef reeds in 1788 aan zijn vriend prof. Jan Ingenhousz te Weenen: „zij zal moeilijk in gemeen gebruik, gelijk de Inenting, kunnen gebracht worden om reden van de heerschende vooroordeelen en een heimelijk eigenbelang.” Hij had juist gezien; de kortzichtige, bekrompen tijdgenooten wisten het groote belang van Hoogendijk's streven en werken *niet* te waardeeren.

Een oogenblik vlamde de belangstelling nog op toen de Erfstadhouder den 20^{sten} October 1790 met zijn gemalin, zonen en tal van vorstelijke verwanten het stoomgemaal bezocht, maar zij doofde weer spoedig uit; de vuurmachine werd in 1794 aan de Gecommitteerde Raden van Holland verkocht; in 1797 werd zij uit elkander genomen en niet weder opgebouwd. Hetzelfde gebeurde met enkele andere vuurmachines, die in navolging van dat van Hoogendijk aanvankelijk in ons land werden gebouwd, en in het begin der voorgaande eeuw scheen het lot van het stoomgemaal in ons land voor goed beslist. Maar: „alles komp rech.” Men kan een vuurmachine afbreken, het vuur eener geniale gedachte is onuitbluschbaar.

De stoomgemalen die de Haarlemmermeer in vruchtbaar land omzetten, hebben den ondergang van de vuurmachine van Steven Hoogendijk schitterend gewroken. Méér dan dat: indien Hoogendijk heden kon terugkeeren zou hij verstomd, maar tevens verrukt staan over de evolutie die zijn denkbeelden in onzen tijd beleven. Wat een prachtig opgaande lijn zou hij zien:

18^e eeuw: de primitieve vuurmachine van Blijdorp verkocht en afgebroken;

19^e eeuw: de Haarlemmermeer en andere plassen door het stoomgemaal drooggelegd;

20^e eeuw: de Zuiderzee door het electrische gemaal in een provincie herschapen;

Certos tulit experientia fructus.

Laat ik terugkeeren tot de geschiedenis van het Genootschap. Opgericht in een tijd van algemeene belangstelling voor natuurkundige vraagstukken, een tijd, die in 1752 de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen zag geboren worden, die in 1769, een paar maanden vóór de Stichting van Steven Hoogendijk het Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen zag opkomen, heeft het Bataafsch Genootschap in zijn eerste levensjaren een levendige werkzaamheid ontwikkeld. Tusschen 1772 en 1800 verscheen de eerste serie der Verhandelingen in 12 deelen; een serie waarin wij o.a. de namen aantreffen van Bicker, een der vijf directeuren, en van het illustre drietal van Marum, Deiman en Paets van Troostwijk, die zich door hun natuur- en scheikundige onderzoekingen onvergankelijken roem verworven hebben.

Nog 5 deelen der Nieuwe Verhandelingen verschenen vóór 1810, maar toen is een tijdperk van merkbare verslapping ingetreden. De 1^e Secretaris, Dr. Cornelis Dalen, zegt dan ook in de algemeene vergadering van 1825, dat het is, „alsof het Genootschap tot een doodelijken slaap was vervallen.” Inderdaad: de druk der tijden, de nawerking der Fransche overheersching, de tiërceering van de Hollandsche staatsschuld, het werkte alles verlamdend op de werkzaamheden van het Genootschap en noodlottig op zijn geldelijk bezit. Langzaam is het uit dezen slaap ontwaakt en geleidelijk heeft het zich weder opgericht. Onder degenen, die na die donkere jaren en ook later het meest voor den wederopbloei van het Genootschap gedaan hebben, moet ik noemen:

Gerrit Jan Mulder, den wereldvermaarden scheikundige, die hier in Rotterdam het eerste Nederlandsche Scheikundige Laboratorium stichtte en die in de zes jaren van zijn lectorschap zoowel door zijn persoon, als door zijn gaven in hooge mate stimuleerend gewerkt heeft;

D. F. van der Pant, die zeven jaren als lector en ruim 30 jaren als eerste secretaris zijn krachten aan de belangen van het Genootschap heeft gegeven;

P. Curten, die èn als lector, èn als directeur de grootste toewijding aan ons Genootschap heeft betoond en het bij zijn dood in 1840 zijn boeken en toestellen, benevens een som van f 2000.— naliet;

Dr. K. M. Giltay, den merkwaardigen medicus, die met zijn dertig-jarig lectoraat alle andere lesgevers ver achter zich laat: een pittige, strijdlustige figuur, veelzijdig en belezen, die in zijn lessen over natuurkunde ook de schoone sexe wist te bodeien en op bijna zestig-jarigen leeftijd een reeks van voordrachten hield speciaal voor dames. Van zijn grootere lezingen noem ik U hier alleen de feestrede, door hem uitgesproken op de algemeene vergadering van 18 September 1869, ter herdenking van het 100-jarig bestaan van het Bataafsch Genootschap, den Stichter ter eere; en ten slotte:

Dr. G. J. W. Bremer, den Rotterdamschen natuurkundige, bij velen Uwer nog wel persoonlijk bekend; den man, die een kwarteeuw (1885—1910) eerste secretaris van het Genootschap was en gedurende dien tijd door zijn hooge, algemeen wetenschappelijke ontwikkeling, zijn uitgebreide relatie's, zijn bekendheid met de geschiedenis, maar vooral door zijn onvermoeide werkzaamheid als 't ware de spil vormde, waarom het Genootschap draaide.

De namen van deze vijf mannen staan met gulden letters geschreven in de annalen van het Bataafsch Genootschap; mogen hun daden ons, en wie na ons komen, ten voorbeeld zijn.

Ik noem hen als de vertegenwoordigers, die vooraan stonden, maar sluit daarmee allerminst oprechte waardeering van anderen uit. Had ik meer tijd, ik zou U wijzen op de predikanten Nozeman en Ten Broek, tijdgenooten nog van Hoogendijk in zijn laatste levensjaren; op meerdere leden van het geslacht Glavimans; op van Oordt, op Bleekrode, den bekwamen experimentator, die bij zijn overlijden het Genootschap een legaat schonk tot steun voor wetenschappelijk onderzoek; op Hoorweg en Haaxman, op Dr. De Haas, den vader van onzen huidigen 2^{en} secretaris, den eersten specialist in oogheelkunde in ons Vaderland, stichter van de meer dan 50 jaren

bestaande inrichting voor ooglijders hier in Rotterdam; op Van Schaik, wiens met goud bekroond prijsvraag-antwoord in 1890 zulk een indruk maakte op den toenmaligen nestor der physici, Prof. Bosscha, dat deze hem verzocht mede te werken aan zijn leerboek over Natuurkunde, en op nog vele anderen, maar ik moet mij beperken en wil alleen, aansluitend aan den reeds genoemden 1^{sten} secretaris Bremer, deze mededeelingen van persoonlijken aard aanvullen met die, welke ik ontleen aan de gebeurtenissen der laatste drie jaren.

Bremer werd als eerste secretaris opgevolgd door Dr. R. H. van Dorsten. Slechts weinige jaren, tot het einde van 1916, was hij als zoodanig werkzaam; na een lijden van enkele maanden overleed hij den 11^{en} Maart 1917.

Ieder onzer herinnert zich dezen beminnelijken, kundigen man; zijn beteekenis als wiskundige, als leeraar, als hoogleeraar werd aan zijn graf met warmte herdacht; wij, directeuren van het Bataafsch Genootschap betreuren in hem den man van fijne beschaving, ongeloofelijke werkkraft, groote hulpvaardigheid en breeden kijk.

Wat hij, die 30 jaren lid was, waarvan 12 jaren directeur en 6 jaren 1^e secretaris, voor het Genootschap geweest is, zal nimmer door ons vergeten worden.

Nog hadden wij het verlies te betreuren van twee oud-directeuren, de leden-consultanten: Dr. H. J. Veth en G. J. de Jongh.

Dr. Veth was van 1889—1900 directeur, sedert 1916 lid-consultant. Hij overleed in 1917 en gaf een verrassend blijk van liefde voor het Bat. Gen. door het bij testamentaire beschikking een aanzienlijke som, het vierde gedeelte van zijn vermogen, na te laten.

Het lid-consultant G. J. de Jongh was een krachtige figuur in het leven van ons Genootschap, zooals hij het was in deze stad. Het is uilen naar Athene dragen indien ik op deze plaats zijn verdiensten zou willen schetsen; wat hij voor het Genootschap deed, wordt dankbaar herdacht.

Nog verloren wij:

de leden-consultanten:

J. W. Welcker, te Oosterbeek;
Dr. A. Brester, „ Scheveningen, en
Prof. Dr. A. P. N. Franchimont, den bekenden
scheikundige der Leidsche Hoogeschool;

de leden-correspondenten:

allereerst: twee beroemde Engelsche natuuronderzoekers, de physici

Sir William Crookes, te London, en
Lord William Strutt Rayleigh in Essex,

waarvan de eerstgenoemde, behalve door zijn onderzoekingen op physisch gebied, bekend was door zijn groote belangstelling voor het bovennatuurlijke en die eerbied afdwong door den moed en de onafhankelijkheid van geest, waarmede hij tegen een machtige materialistische strooming in, voor zijn overtuiging durfde uitkomen.

Van Lord Rayleigh breng ik U in herinnering zijn schitterende onderzoekingen op het gebied van het licht en het geluid en zijn ontdekking van het argon, die in 1894 de geheele wetenschappelijke wereld in verrukking bracht.

Voorts:

P. Duhem, te Bordeaux;
Prof. W. Ebstein, „ Göttingen,

en den Nederlandschen geleerde Prof. H. E. Boeke te Frankfurt a/M.
en verder de leden:

H. Witte, te Bennekom;
Dr. A. H. Pareau, „ 's-Gravenhage;
J. H. Neiszen, „ Amsterdam;
Prof. H. E. J. G. du Bois „ Berlijn;
J. P. Havelaar „ 's-Gravenhage;
Dr. H. van Anrooy „ Velp;

E. G. Winckel	te 's-Gravenhage;
Dr. A. Lam	„ Rotterdam;
M. J. van Bosse	„ 's-Gravenhage;
J. van Hasselt	„ Haarlem;
Prof. S. Talma	„ Utrecht;
Prof. E. F. v. d. Sande Bakhuyzen	„ Leiden;
P. van Mourik	„ Utrecht;
D. H. Havelaar	„ Rotterdam;
Prof. H. G. Jonker	„ Delft;
H. W. Wouterlood	„ Rotterdam;
M. G. de Gelder	„ „
F. R. van Royen	„ Amsterdam;
Prof. C. C. J. Vosmaer	„ Leiden;
Dr. J. L. Hoorweg	„ Utrecht.

In het geheel verloren wij dus in de laatste 3 jaren 32 leden. Hen allen herdenk ik met weemoed. In velen hunner verliezen wij trouwe vrienden en medewerkers; eere zij hunner nagedachtenis.

Het College van administrateurs onderging geen verandering; het College van directeurs werd weder voltallig door de benoeming van Dr. H. K. de Haas, oogarts te Rotterdam. Als eerste secretaris werd Dr. Van Dorsten opgevolgd door den directeur A. C. Burgdorffer.

De trouwe custos, de heer Van der Zwalm, die reeds meer dan 38 jaren zijn ambt bekleedde, bleef zijn goede zorgen aan de belangen van het Genootschap geven.

Verder werden benoemd:

tot Lid-Honorair:

de man wiens naam onafscheidelijk verbonden zal blijven aan de drooglegging van de Zuiderzee:

Dr. C. Lely c.i. te 's-Gravenhage,
Oud-Minister van Waterstaat;

tot leden consultanten :

Dr. P. van Romburgh, Hoogleraar te Utrecht;
Dr. J. Clay, Leeraar aan de H. B. S. te Delft,
onlangs benoemd tot Hoogleraar te Bandoeng.

Nieuwe krachten heeft het Genootschap zich toegevoerd;
immers werden benoemd:

tot leden-correspondenten:

Prof. N. Bohr	te Kopenhagen;
Dr. C. Braak	„ Batavia,
(onder-directeur v/h. Meteorologisch Instituut aldaar)	
Prof. A. Einstein	te Berlijn;
Dr. S. Flexner	„ New-York;
Gen. Geo W. Goethals	„ „
	Consulting Engineer
Prof. Dr. Freiherr M. von Laue	„ Frankfurt;
Prof. Dr. R. A. Millikan	„ Chicago;
Prof. Max. Planck	„ Berlijn;
Prof. Dr. J. Perrin	„ Parijs;
Dr. E. Rutherford	„ Cambridge;
Prof. Dr. J. Stark	„ Greifswald;
Jacques Loeb	„ New-York;
Alexis Carrel	„ „

tot lid:

in 1917,

Dr. A. Vas Nunes	te Rotterdam;
H. C. van Cappelle	„ „
Dr. J. F. B. van Hasselt	„ „
Dr. D. Klinkert	„ „
Prof. G. de Josselin de Jong	„ Breda;
Prof. Dr. W. Rijnders	„ Delft;
P. W. Scharroo	„ 's-Gravenhage;

in 1919,

Prof. Dr. F. M. Jaeger	te Groningen;
Prof. Dr. H. R. Kruyt	„ Utrecht;
Prof. Dr. N. Schoorl	„ „
Prof. Dr. J. H. Zaayer	„ Leiden;
Prof. Dr. J. van der Hoeve	„ „
Prof. J. Nelemans c. i.	„ Delft;
Prof. Dr. W. J. de Haas	„ „
Prof. J. A. Bakker c. i.	„ Rotterdam;
Dr. G. L. F. Philips w. i.	„ Eindhoven;
A. H. W. v. d. Vegt c. i.	„ 's-Gravenhage;
Dr. E. B. Wolff w. i.	„ Amsterdam;
T. Bodenhausen	„ Rotterdam;
H. S. de Roode	„ „
Dr. L. R. Sinnige	„ „
Dr. W. F. Gisolf w. i.	„ „
Dr. J. P. v. d. Brugh	„ „
Dr. K. A. Rombach	„ „
Dr. L. B. de Monchy	„ „
Dr. L. S. Hannema	„ „
Dr. J. Hekman	„ „
Dr. M. P. Schütte	„ „
W. C. van Manen c. i.	„ Scheveningen;
P. Joosting c. i.	„ Utrecht;
Jhr. A. H. Op ten Noort	„ „
Prof. Dr. W. J. H. Moll	„ „

Allen namen deze benoeming aan.

Voor zoover zij hier tegenwoordig zijn, heet ik hen hartelijk welkom in ons midden en beveel ik hun de belangen van het Bataafsche Genootschap warm aan.

En nu, nadat ik hiermede voor zoover het de personen betreft

een kort overzicht heb gegeven, nog iets over de werkzaamheid en de beteekenis van het Genootschap, gedurende zijn 150-jarig bestaan.

Heeft het beantwoord aan het doel, dat de stichter beoogde?

Zal het in de toekomst in dezelfde richting kunnen doorwerken?

Duidelijk is in § 1 van Plan en Grondwet het doel omschreven: bevordering van de Wetenschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte.

Allereerst is dit nagestreefd in het uitschrijven van prijsvragen, het bekronen van goede antwoorden en het uitgeven daarvan in de Verhandelingen van het Genootschap.

Een statige rij van 31 deelen, in twee reeksen van 12 en een derde, waarvan reeds zeven deelen verschenen zijn, leggen getuigenis af van den arbeid van 75 onderzoekers, wier werken met goud bekroond werden.

In het jaar 1792 is een aanvang gemaakt met de cursussen over natuurkundige onderwerpen, en zijn deze slechts met zeer enkele onderbrekingen in den tijd der Fransche overheersching en in de jaren 1914—1916, toen onze lokalen in gebruik waren gesteld van de Handelshoogeschool, door 23 lectoren geregeld gegeven. Naast de blijvende werken der Verhandelingen vormen deze cursussen een steeds wederkeerend werkdadig onderdeel van het programma, dat o. i. hoog moet worden aangeslagen.

Er is aan een dergelijke cursus inderdaad behoefte in deze stad. De geregelde trouwe opkomst der bezoekers bewijst dit niet alleen, ook de geschiedenis leert ons dit. Reeds in 1731, bijna 40 jaren vóór de stichting van het Genootschap, werden in de lokalen boven de Beurs natuurkundige voordrachten gehouden door Dr. Jean Théophile Désaguliers en dat deze lezingen een belangstellend gehoor vonden, kan blijken uit een: „bekentmakinge” in de eerste dagen van Augustus 1731, dat: „op de Beurs, naast het Hollandsch koffyhuys van Haasverberg, dog agter op 't Vissersdijk in te gaan, de lessen in deze voege werden geschikt dat zij des morgens van half agt tot negen uure in de fransche taal, des morgens te tien uuren in de engelsche taal en des namiddags te vier uuren in het Latijn

gegeven werden, allen voor Heeren, Dames en verdere liefhebbers, alle werkdagen behalve des Saterdags." De prijs er van was 3 guinea's voor wie de lessen in één taal volgde, 5 guinea's indien men ze bovendien in een andere taal wenschte te hooren. Reeds op de eerste bladzijde van het Gedenkboek kunt U lezen welken invloed deze lessen gehad hebben, o.a. op den bekenden schrijver van de „Beginsels der Natuurkunde", Petrus van Musschenbroek (1692—1761).

Als derde in de reeks van werkzaamheden noem ik U de winteravondvoordrachten der leden, die sedert 1914 in druk verschijnen en U geregeld worden toegezonden. Breng ik nu nog in herinnering de belangwekkende lezingen van vele algemeene vergaderingen, het bezit van een groote verzameling instrumenten en een uitgebreide bibliotheek, die door de toezending van de verhandelingen van vele binnen- en buitenlandsche geleerde genootschappen en de werken van meerderen onzer leden steeds aangroeit, dan kan inderdaad gezegd worden dat het Bataafsche Genootschap in zijn 150-jarig bestaan aan het gestelde doel heeft beantwoord. Het heeft op *zijn wijze de Wetenschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte* bevorderd. Ik zeg: op *zijn wijze*, immers: als gij na thuiskomst het gedenkboek leest, dat U heden wordt aangeboden, zal het U treffen, dat het onmiddellijke aandeel van het Bataafsche Genootschap in de ontwikkeling der natuurkunde gedurende de laatste 150 jaren niet groot is. Dat kan ook moeilijk verwacht worden.

Steeds meer is de beoefening der natuurwetenschap overgegaan van dilettanten op mannen, die daarvan hun levenswerk maken; de Universiteitscentra trokken dezen tot zich.

Ook is het begrijpelijk, dat in een handelsstad, waar leven en streven der bevolking gericht zijn op doeleinden van overwegend-materiëlen aard, het terrein voor zuiver wetenschappelijk werk niet gunstig is. Ik misken de waarde van dien arbeid in dienst van onze materiële verzorging niet; de achter ons liggende jaren, waarin zoo ontzaglijk veel materie verwoest is, heeft ons aan den lijve doen voelen, wat het beteekent als handel en scheepvaart geremd of

verlamd zijn; meer dan ooit worden door ons allen de veerkracht, de ijver en het doortastend vermogen van den handelman gewaardeerd, maar dit neemt niet weg, dat een jagende bruischende handelsstad niet de meest geschikte plaats is voor *rustige doordenking, verdieping van aandacht en concentratie van den geest*, de drie noodzakelijke attributen van wetenschappelijk onderzoek.

In de Rotterdamsche samenleving neemt het Bataafsch Genootschap dan ook een bescheiden plaats in; de eenvoudige, ietwat verscholen ingang symboliseert zijn bestaan hier ter stede.

Vanzelf kom ik hiermede tot de tweede vraag; welke richting zal het Genootschap in de toekomst hebben te volgen?

Reeds vroeger is deze vraag gesteld. Toen A. Huet in 1887 zijn herdenkingsrede hield op het stoomwerktuig van Steven Hoogendijk, heeft hij gevoeld en uitgesproken, dat de vorm, bij de stichting aan het Genootschap gegeven, remmend werkte op zijn aanpassing aan den nieuweren tijd met zijn reusachtige wetenschappelijke en technische ontwikkeling, en hij heeft daarbij den wensch uitgesproken dat door de oprichting van een *Academie van Handel en Nijverheid* h. t. s. het werk van Steven Hoogendijk in diens geest zoude worden aangevuld en voortgezet; op den gevel dier Academie zouden prijken de namen van Van Hoogendorp en Hoogendijk, den voorvechter van vrijen handel en den voorstander van toegepaste wetenschap. Welnu, voor een gedeelte is de wensch van den feestredenaar van 1887 vervuld; de Handels-Hoogeschool staat er, zij 't ook zonder die namen in haar gevel.

Het wil mij voorkomen, dat het Bataafsch Genootschap in de andere richting, in de bevordering der nijverheid en techniek, zich meer ontwikkelen kan en dan onbetwistbaar handelt in den geest van zijn Stichter.

Wachter, wat is er van den nacht?

Ook het Bataafsch Genootschap zal in dezen tijd van ontzaglijke evolutie, zich moeten herzien. Als het kan, met behoud, als het moet, met wijziging van zijn vorm, zal het méér dan voorheen

moeten deelnemen aan het praktische leven, door zich, in den geest van Hoogendijk en overeenkomstig het tweede artikel van zijn Plan en Grondwet, te richten op het: „in toepassing brengen der natuurkennis ten nutte der Maatschappij.”

Het zuiver wetenschappelijk onderzoek vindt voornamelijk zijn beoefenaren aan de Universiteiten en Hoogescholen. Over de hooge ideëele waarde daarvan behoef ik in dezen kring niet uit te weiden; het maakt deel uit van de glorie van een volk.

Dat Nederland in de beoefening der zuivere natuurwetenschap niet achterblijft, maar zijn ouden roem handhaaft: schier iedere bladzijde van het Gedenkboek, dat voor ons ligt, getuigt er van.

De *toegepaste wetenschap* schijnt mij toe bij voorkeur het gebied te zijn, waar het Bataafsche Genootschap zijn krachten kan toonen en ontwikkelen: *indirect*, als voorheen, door zijn prijsvragen, cursussen en voordrachten, *direct*, méér dan tot heden, door het aanmoedigen en steunen van technisch-wetenschappelijk onderzoek en de toepassingen daarvan in de praktijk; ja, wellicht zelfs door het verleenen van opdrachten voor een of ander wetenschappelijk onderzoek met een bepaald praktisch doel.

Zeg ik te veel als ik de verwachting uitspreek, dat de materiëele voorwaarden, die daarvoor noodig zijn, door steun van mannen in deze stad, met den praktischen geest en het breede gebaar van Steven Hoogendijk, vervuld zullen worden?

Dames en Heeren! Zooveel, dat ons zeker scheen, zelfs in onze natuurwetten, is aan 't veranderen. Wie weet, of niet eens, tegen de wetten der zwaartekracht in, hetgeen gelijkvloers in de Beurs gewonnen wordt, opwaarts stijgt en in de bovenlokalen van dat gebouw ten goede komt aan de stichting van Steven Hoogendijk en het doel, dat hij er mede beoogde: de bevordering der toegepaste wetenschap ten nutte van 't Algemeen?

De hooggewaardeerde, belangrijke steun, voor het uitgeven van het Gedenkboek door vooraanstaande mannen uit de handelswereld, leden en niet-leden van het Genootschap, met milde hand

geschonken, geeft hierop een duidelijk en veelbelovend antwoord. Moge het anderen tot navolging opwekken.

Ik nader het einde van mijn overzicht.

In het gedrukte verslag zult U vinden, wat door directeuren in de afgelopen drie jaren ten bate van het Genootschap gedaan is; niet het minste daarvan achten zij dit, dat zij in staat zijn U een dubbele herinnering aan dezen dag mede te geven: een *feestgave* en een *feestrede*.

De feestgave, het Gedenkboek, op ons verzoek geschreven door Prof. J. P. Kuenen, geeft U een overzicht over het aandeel van Nederland in de ontwikkeling der natuurkunde gedurende de laatste 150 jaren. Openlijk zij hem hier onze diep gevoelde dank gebracht.

En de feestrede? Op dezen historischen dag in het leven van het Genootschap voert zij weder een oogenblik onze gedachten naar de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen. Maar hoe anders nú dan bij de herinnering aan de dagen van 1769. Eén der voormannen van de Hollandsche Maatschappij, Prof. Lorentz, heden feestredenaar op den 150-jarigen gedenkdag van het Bataafsch Genootschap!

Dit eensgezind samengaan in dienst der natuurwetenschap, het is als een verblijdend signaal voor de toekomst. Het geeft ons moed en opgewektheid voort te gaan op den weg, eenmaal ingeslagen door Steven Hoogendijk, en mede te werken tot de vervulling van zijn woord:

CERTOS FERET EXPERIENTIA FRUCTUS!

Ik heb gezegd!

VOORDRACHT, gehouden door Prof. Dr. H. A. Lorentz,
Lid-Honorair van het Genootschap, ter Algemeene
Vergadering op 20 September 1919 over:

DE ELECTRISCHE STROOM. OUDE EN NIEUWE DENKBEELDEN.

De vereerende mij voor deze feestelijke bijeenkomst gegeven opdracht zal ik het best kunnen vervullen door uwe aandacht voor een onderwerp van eenigszins algemeene strekking te verzoeken. Ik heb gemeend dat eenige beschouwingen over de verschijnselen van den elektrischen stroom niet misplaatst zouden zijn; inderdaad zal, naar ik vertrouw, wat ik u daarbij van nieuwe uitkomsten en nieuwe gezichtspunten zal kunnen zeggen, wel geschikt zijn om het gevoel van vreugde en voldoening op te wekken, dat bij een dag als deze past.

Natuurlijk moet ik mij zeer beperken en ik zal dan ook hoofdzakelijk vragen van fundamenteelen aard bespreken, die met het oog op ons inzicht in den aard en de bijzonderheden der electriciteitsbeweging van belang zijn.

Een gewichtige vraag is al aanstonds deze, of men zich moet voorstellen dat in een elektrischen stroom werkelijk het een of het ander, iets materiëels of substantiëels, of hoe men het noemen wil, in beweging verkeert. Het zal blijken dat men deze vraag tot op zekere hoogte, en wel in bevestigenden zin kan beantwoorden, wat ik nu reeds vermeld, omdat wij, eenigszins op het besluit vooruitlopende, ons zonder bezwaar kunnen bedienen van de termen die van oudsher bij de natuurkundigen in gebruik zijn en waartoe men wel niet zou zijn gekomen als men, van een elektrischen stroom sprekende, niet aan iets stroomends, iets dat in voortgaande beweging is, gedacht had. Dat wij die termen niet te zeer preciseeren, dat er voorloopig wat vaags in de wijze van uitdrukken blijft, zal eer een voordeel dan een nadeel zijn. Dit voorop gesteld hebbende, behoef ik mij verder niet te verontschuldigen als ik van positieve en negatieve electriciteit spreek, of ook van electriciteit zonder meer, waarmee dan de positieve bedoeld is; een voorwerp krijgt een

positieve of negatieve lading, als er door een geleiddraad electriciteit aan wordt toegevoerd of onttrokken. Stroomgeneratoren van velerlei aard, galvanische elementen, electriseermachines, dynamo's maken het ons mogelijk, de electriciteit in beweging te brengen. Wij zeggen dat in die toestellen en werktuigen electromotorische krachten werkzaam zijn; in onze schematische figuren duiden wij deze aan door een E bij de plaats waar in een geleiding een stroomgenerator is opgenomen. De pijl bij de letter zal de richting aanwijzen, waarin de positieve electriciteit wordt voortgedreven. Allicht werkt dan op de negatieve electriciteit een kracht in de tegengestelde richting. Trouwens, wij weten dat het in menig opzicht op hetzelfde neerkomt of in een geleider de positieve electriciteit naar rechts dan wel de negatieve naar links gaat. Men kan zich voorstellen dat ook wel eens het een en het ander tegelijk plaats heeft. Maar in elk geval kennen wij naar het gewone spraakgebruik aan een stroom de richting toe, waarin de positieve electriciteit zich beweegt, of een richting tegengesteld aan die waarin de negatieve electriciteit stroomt.

Laat ik nu beginnen met te wijzen op een belangrijk punt van verschil tusschen de oude en de nieuwe electriciteitstheorie. Terwijl men tot een halve eeuw geleden slechts stroomen in geleidende lichamen kende, heeft Maxwell ons vertrouwd gemaakt met het denkbeeld dat ook in niet-geleiders, in diëlectrica, zooals hij ze noemt, bewegingen der electriciteit kunnen plaats hebben. Door de invoering van dit begrip was het hem mogelijk, zijn geheele theorie op te bouwen op het postulaat, dat de electriciteit zich altijd beweegt in gesloten kringen en wel als een onsamendrukbare vloeistof, zoodat door elke doorsnede evenveel gaat en nergens een opeenhooping plaats heeft, een grondstelling, die in de moderne electriciteitsleer en in de geheele electrotechniek op den voorgrond is blijven staan.

Dat de electriciteit in een kring rondloopt, als de polen van een stroomgenerator door een metaaldraad met elkaar worden verbonden, zag men natuurlijk ook vroeger in. Maar de zaak is

anders als die polen (Fig. 1) zijn verbonden met twee op zekeren afstand van elkaar staande geleiders A en B, waarvan dan de eene een positieve en de andere een negatieve lading aanneemt. De

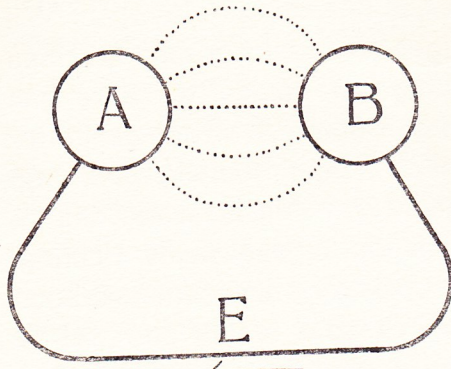


Fig. 1.

stroom strekte zich dan, meende men, alleen van B door den generator heen tot A uit. Daarbij kunnen de „stroomeinden” A en B zoo ver van elkaar geplaatst zijn, als men maar wil, maar ook wanneer zij dicht bij elkaar staan, zooals het geval is als de polen met de bekleedselen van een condensator (Fig. 2) worden verbonden, is er een, zij het dan ook kleine lacune in den stroomkring.

Volgens Maxwell is in werkelijkheid van een lacune geen sprake, daar bij het laden van den condensator een verandering, die

hij diëlectrische verplaatsing noemt, in het diëlectricum ontstaat. Men kan zich voorstellen dat dit medium, evengoed als de geleiders, met electriciteit doortrokken is, met dit onderscheid echter, dat terwijl de electriciteit in een geleider zich over willekeurig groote afstanden kan verplaatsen, zij in een diëlectricum aan een evenwichtsstand is gebonden, waarheen zij na een verplaatsing door een kracht wordt teruggedreven, die men gevoegelijk diëlectrische veerkracht kan noemen. De electromotorische kracht in den generator

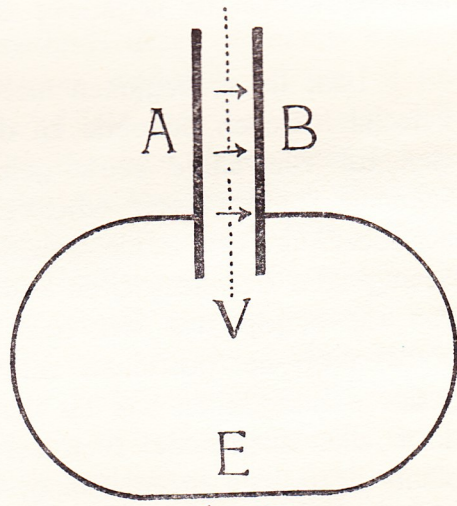


Fig. 2.

brenkt dan een bepaalde met haar grootte evenredige opschuiving teweeg, zoodat door een vlak V dat men tusschen de bekleedselen

kan aanbrengen, evenveel electriciteit naar rechts gaat, als in de richting van B naar A door elke doorsnede van den draad stroomt, evenveel dus als de lading van den condensator bedraagt.

Iets dergelijks kan van het geval waarop Fig. 1 betrekking heeft, gezegd worden. Ook hier opschuiven van de electriciteit in het medium; alleen niet meer zooals in den condensator langs evenwijdige lijnen van links naar rechts, maar langs zekere gebogen banen, de electricische krachtlijnen, die loodrecht op het oppervlak van A uitgaande en loodrecht op het oppervlak van B eindigende, de twee geleiders met elkaar verbinden en waarvan er enkele door stippellijnen zijn voorgesteld, en wel geschiedt het opschuiven in elk punt tot het bedrag dat door de daar opgewekte diëlectrische veerkracht is toegelaten.

Zoo speelt in de theorie van Maxwell het niet-geleidende medium een geheel andere rol dan vroeger, toen het alleen diende om de tegengestelde ladingen uit elkander te houden. Het arbeidsvermogen van den geladen condensator is in het medium, in het glas van een Leidsche flesch b.v., te zoeken; hier schuilt de kracht die, zoodra zij de kans schoon ziet, een ontlading zal teweegbrengen. Heeft men na de lading de verbinding met de electriciteitsbron opgeheven en zijn de platen behoorlijk geïsoleerd, dan is de ontlading, juist omdat er geen rondlopen in een kring mogelijk is, uitgesloten. Maar zoodra men een sluitdraad aanbrengt, zoodat men weer het bovenbedoelde geval van Fig. 2 krijgt, maar nu zonder electromotorische kracht in den verbindingsweg, dan herneemt de diëlectrische veerkracht haar recht; een beweging der electriciteit door het vlak V heen naar links, gepaard met een stroom in den draad in de richting van A naar B, herstelt den oorspronkelijken toestand.

Ieder weet dat bij niet te grooten weerstand van den sluitdraad de ontlading oscilleerend is en ook van dit merkwaardige verschijnsel geeft de theorie van Maxwell een even eenvoudige als aanschouwelijke voorstelling; men moet alleen in het oog houden dat bij de electri-

citeitsbeweging even goed als bij de beweging van materie een zekere traagheid of inertie in het spel is. Ik behoef u er nauwelijks aan te herinneren dat die inertie in het bijzonder bij de verschijnselen van de zelfinductie aan den dag komt; deze doen ons zien dat de electriciteit onder den invloed van een voortdrijvende kracht niet oogenblikkelijk, maar slechts geleidelijk in beweging geraakt en dat, als de beweging eenmaal aan den gang is, een kracht gedurende zekeren tijd moet werken om haar uit te putten en vervolgens om te keeren. Bij den condensator zal de electriciteit, onder de werking van de kracht die haar naar den evenwichtsstand drijft, aanvankelijk in steeds sterker beweging komen en op het oogenblik waarop alle eerst door het vlak verschoven electriciteit is teruggekeerd en dus de condensator eigenlijk ontladen is, zal de stroom eerst recht tot ontwikkeling zijn gekomen. Hoe vervolgens een nieuwe lading van den condensator, tegengesteld aan die waarvan wij uitgingen, ontstaat, is duidelijk. Is er in het geheel geen weerstand, dan zal de beweging waardoor het stelsel over den evenwichtsstand heen is geschoten, juist dan, maar ook niet eerder, door de diëlectrische veerkracht zijn uitgeput, als de nieuwe lading tot de hoogte van de oorspronkelijke is gestegen. Wat er tot dat oogenblik toe gebeurd is, stemt volkomen overeen met de beweging van een slinger van den eenen uitersten stand naar den anderen, en wij kunnen nu een teruggaande beweging en, als alle weerstand ontbreekt, een eindelooze opeenvolging van schommelingen verwachten; wisselstroomen in den geleiddraad en heen- en weergangen der electriciteit, ware electricische trillingen, in het diëlectricum.

Electricische schommelingen zijn ook mogelijk als de krachtlijnen zich over grooter afstand uitstrekken. Wij keeren b.v. nog eens tot het geval van Fig. 1 terug en stellen ons voor hoe hier door de wisselwerking van de diëlectrische veerkracht die in het diëlectricum schuilt en van de inertie die bij de rondlopende stroomen in het spel is, de ladingen telkens en telkens weer

omkeeren. Of wel, wij brengen, den verbindingsdraad strekkende, de condensatorplaten hoe langer hoe verder van elkaar, zoodat tenslotte alles in een plat vlak ligt, en maken er dan een vibrator van Hertz van, zoo wij willen een enkelen staafvormigen geleider AB, zooals Fig. 3 te zien geeft. Hoe wij daarin nu de electriciteit in de richting van de lengte aan het schommelen zullen brengen, laat ik in het midden; wij hebben vandaag fantasie genoeg om daarop iets te verzinnen. Is eenmaal de beweging aan den gang,

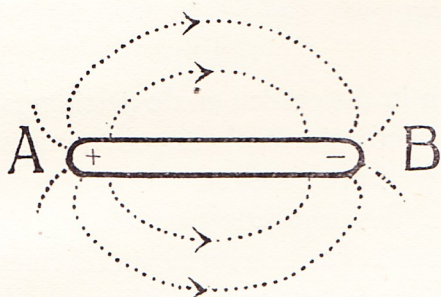


Fig. 3

dan hebben wij op een bepaald oogenblik zoo iets als de figuur te zien geeft; in A een positieve en in B een negatieve lading, beide met elkaar verbonden door de krachtlijnen, een toestand echter, die weldra voor den tegengestelden plaats maakt. Natuurlijk zal in dit, evenals in andere gevallen, de

weerstand in het metaal, die tot een warmteontwikkeling aanleiding geeft, de trillingen uitputten, waarbij nu nog een snelle afneming wegens de golfsgewijze voortplanting naar alle zijden komt.

Wij zijn nu niet ver van de electromagnetische golven waarmede men in de draadloze telegraphie werkt; inderdaad, van een vibrator van Hertz tot een antenne is geen groote stap. Naar den anderen kant, naar dien van steeds sneller trillingen gaande, komen wij eerst tot de kortste golven, van zoiets als een centimeter, die men met electromagnetische hulpmiddelen heeft kunnen voortbrengen, vervolgens tot de trillingen van de donkere warmtestralen, het licht en de ultraviolette stralen, en eindelijk tot die van de Röntgenstralen, waarvan men in de laatste jaren den aard heeft kunnen vaststellen en thans de golflengte en dus het aantal trillingen kan bepalen. Al deze gevallen moeten wij nu in het gebied der electriche stroomen opnemen. Dat wij daarbij den samenhang met heel gewone gevallen niet verliezen, blijkt b.v. hieruit dat, zooals

Hagen en Rubens hebben aangetoond, het terugkaatsend vermogen van metalen spiegels voor ultrarode stralen van tamelijk groote golflengte uit het geleidingsvermogen van het metaal, zooals proeven met constante stroomen het doen kennen, kan worden berekend. De trillingen in het metaal, waarin de stralen tot zekere kleine diepte doordringen, zijn klaarblijkelijk niet anders dan geleidingsstroomen. Weliswaar moet hierbij worden opgemerkt dat bij nog sneller wisselende trillingen in het metaal andere factoren, die wij niet geheel kennen, in het spel komen.

Behalve de verplaatsingsstroomen in diëlectrica en de geleidingsstroomen, tot welke laatste wij alle electriche ontladingen, vonken en dergelijke rekenen, moeten nog twee andere vormen van electriciteitsbeweging vermeld worden, de convectiestroomen en de

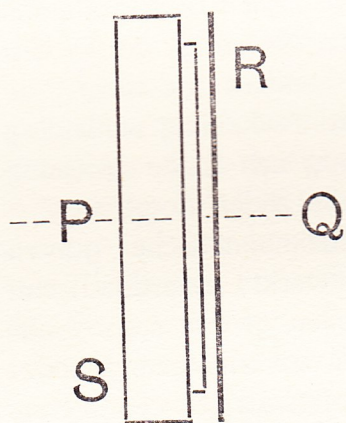


Fig. 4.

Röntgenstroomen. Van convectie spreekt men als de electriciteit niet door een lichaam heen stroomt, zich ten opzichte daarvan bewegende, maar met het lichaam mee voortgaat. B.v. een schijf van eboniet S (Fig. 4), om de as PQ draaibaar, is aan den eenen kant van een metalen bekleedsel voorzien; daar tegenover staat een vaste geleidende schijf R, die met het bekleedsel een condensator uitmaakt; dit laatste, ten einde op het bekleedsel een aanmerkelijke lading te kunnen opeenhoopen.

Draait de schijf rond, dan heeft men wegens het meevoeren van de lading cirkelvormige electriche stroomen, waarvan de richting met die der wenteling overeenstemt als de schijf een positieve lading heeft, maar tegengesteld aan de wenteling wordt gerekend als de lading negatief is.

Om een voorbeeld van een Röntgenstroom te hebben, laten wij het metalen bekleedsel van de schijf eboniet weg en plaatsen (Fig. 5) die tusschen twee stilstaande condensatorplaten A en B.

Zijn deze op de aangegeven wijze geladen, dan is er in het eboniet een diëlectrische verplaatsing. Aan de eene zijde komt daardoor wat meer, aan de andere wat minder electriciteit, zoodat men, al is er geen electriciteit van buiten toegevoerd of naar buiten weggestroomd, in zekeren zin van ladingen der zijvlakken kan spreken. Het blijkt nu, dat ook het meevoeren van deze ladingen bij het ronddraaien van de schijf een electricischen stroom constitueert, en dit is de Röntgenstroom. Dat deze, wegens het tegengestelde teeken der ladingen, aan de twee zijvlakken tegengestelde richting heeft, behoeft nauwelijks gezegd te worden.

Van bijzonder belang voor de ontwikkeling der moderne electriciteitsleer is nu het feit geweest, dat al die nieuwe electricische stroomen, evengoed als de sinds lang bekende geleidingsstroomen en naar dezelfde regels als deze, krachten op magneetpolen uitoefenen. Dat hieromtrent niet de minste twijfel meer bestaat, hebben wij te danken aan een lange reeks experimenteële onderzoekingen van een groot aantal natuurkundigen, beginnende met de klassieke proef waardoor Rowland in 1876 de magnetische werking van een convectiestroom aantoonde. Ik zal er niet veel van zeggen. Alleen dit, dat de werkingen die moesten worden waargenomen, meestal zeer zwak waren. Als b.v. de in fig. 4 voorgestelde schijf eboniet of liever het metalen bekleedsel daarvan, een straal van 10 cM. heeft en 1 cM. van de vaststaande plaat R is verwijderd, dan zal bij lading van den condensator tot een potentiaalverschil van 4000 volt, de lading van de bewegelijke schijf nog slechts 3 honderdmillioenste deel zijn van de hoeveelheid electriciteit die in een stroom van 1 ampère per seconde door een doorsnede van den geleiddraad vloeit. De magnetische werking van den convectiestroom wordt bepaald door de hoeveelheid electriciteit, die per seconde door een vast vlak gaat, b.v. door de

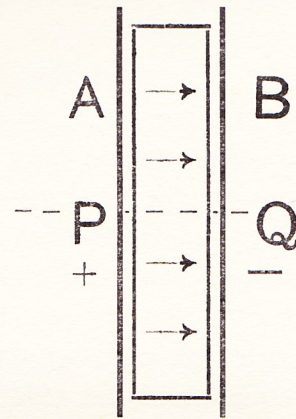


Fig. 5.

boven P Q liggende helft van het vlak der teekening. Het blijkt dat zelfs wanneer het aantal omwentelingen tot 100 in de seconde wordt opgevoerd, die hoeveelheid nog maar 3 millioenste is van de electriciteitshoeveelheid die ik zoeven voor een stroom van 1 ampère noemde. Bedenkt men nu dat men den convectiestroom niet in windingen om een magneetnaald kan leiden, en zich er toe bepalen moet, een gevoelig astatisch naaldenstelsel in geschikten stand dicht bij de wentelende plaat op te hangen, dan gevoelt men dat de proef niet gemakkelijk was. In het geval van den Röntgenstroom is de zaak nog moeilijker, omdat, zooals bij Fig. 5 werd opgemerkt, aan weerszijden van de wentelende plaat stroomen van tegengestelde richting bestaan, die, daar zij dicht bij elkaar loopen, elkaars werkingen op een magneetpool voor een groot deel opheffen.

Intusschen, men is er in geslaagd, alle moeilijkheden te overwinnen en wij zijn nu zoover dat wij in alle gevallen, zoodra wij in elk punt de richting en de sterkte van de electriciteitsbeweging, van welken aard die ook zijn moge, kennen, overal de richting en de grootte der op een magneetpool werkende kracht kunnen aangeven. Korter gezegd, wij kunnen voor elke bekende electriciteitsbeweging het magnetische veld dat er bij behoort, berekenen.

Daarmee is dan tevens bereikt, dat wij een oordeel krijgen omtrent de inertie waarmee men bij de beschouwde strooming te doen heeft. Zij hangt samen met de grootte van de energie die aan de electriciteitsbeweging eigen is en deze energie wordt nu juist door het magnetische veld bepaald. Men heeft goede gronden om zich voor te stellen dat zij over de uitgestrektheid van dit veld verdeeld is, zoodat zij in elk punt een bepaald bedrag per volume-eenheid heeft. Dat bedrag is evenredig aan de tweede macht der sterkte van het veld en kan in elk geval, als men de noodige eenheden heeft gekozen, door een bepaald getal worden voorgesteld.

Heeft men, b.v. in het geval van een stroom in een draadklos, door rekening te houden met alle deelen van het magnetisch veld het geheele bedrag van het magnetische arbeidsvermogen opgemaakt,

dan is daarmee bekend, welken arbeid een electromotorische kracht moet verrichten om de electriciteitsbeweging op te wekken, en evenzoo welken arbeid die beweging, eenmaal bestaande, verrichten kan voor zij is uitgeput: de verschijnselen der zelfinductie kunnen worden berekend.

Het zal nu goed zijn, een bijzonder geval wat nader te bezien. Stel dat, zooals Fig. 6 moet ophelderen, een bol die aan zijn oppervlak van een gelijkmatig verdeelde positieve lading voorzien is, zich met een standvastige snelheid naar rechts beweegt, en laten wij aannemen dat de aether stil blijft staan, zoodat de bol daardoor heengaat. Hij neemt daarbij het electriche veld dat hem omringt,

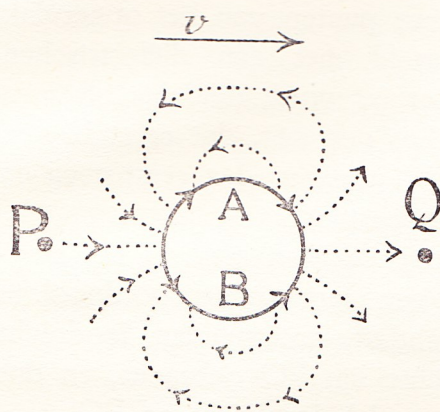


Fig. 6.

mee, d.w.z. er is voortdurend een naar alle kanten van hem af gerichte diëlectriche verplaatsing. Is zijn snelheid, zooals wij zullen onderstellen, veel kleiner dan de voortplantings-snelheid van het licht, dan is het electriche veld vrijwel zooals het zou zijn als het lichaam stilstond; de electriche krachtlijnen zijn rechte lijnen, langs het verlengde der stralen loopende. Om de figuur niet te overladen heb ik deze lijnen,

die men zich gemakkelijk kan voorstellen, weggelaten. De lijnen die men ziet moeten den loop van den electriche stroom aanwijzen. Dat deze stroomlijnen zoo geheel anders loopen dan de electriche krachtlijnen, komt daar vandaan, dat zij de richting van den verplaatsingsstroom moeten aangeven, die geheel iets anders is dan de op zeker oogenblik bestaande verplaatsing zelf; hij wordt door de verandering bepaald, die de verplaatsing van oogenblik tot oogenblik ondergaat. Daaruit volgt b.v. dat de middelste rechte stroomlijnen zoowel links als rechts van den bol naar rechts moeten wijzen. In een bepaald punt Q van den aether aan den rechterkant

heeft men een naar rechts gerichte diëlectrische verplaatsing, die grooter wordt omdat de bol tot dat punt nadert, in P daarentegen een diëlectrische verplaatsing, die naar links is gericht en kleiner wordt omdat de bol zich van P verwijdert. Het een zoowel als het ander, een aangroeien van een naar rechts gerichte, zoowel als het afnemen van een naar links gerichte diëlectrische verplaatsing, vereischt een beweging der electriciteit naar de rechterzijde. Men ziet verder dat de diëlectrische verplaatsingsstroomen buiten den bol tot kringen gesloten worden door stroomen die in het oppervlak loopen. In punten zooals A en B, waar de beweging van het lichaam langs het oppervlak gericht is, bestaat een zuivere convectiestroom; de lading gaat met den bol naar rechts. In andere punten van het oppervlak wordt de convectiestroom samengesteld met een diëlectrischen verplaatsingsstroom. Dat deze laatste er is, wordt duidelijk als men b.v. een punt aan de linkerzijde in het oog vat, dat eerst binnen en een oogenblik later buiten den bol ligt, waar dus eerst geen en later wel een diëlectrische verplaatsing bestaat.

Den loop van de stroomen kennende, kan men nu het magnetische veld berekenen. Het blijkt dat een magnetische noordpool, in een willekeurig punt geplaatst, een kracht zou ondervinden, loodrecht op het vlak door dat punt en de rechte lijn PQ gebracht, en dus gericht volgens een cirkel waarvan het vlak loodrecht op PQ staat en het middelpunt op die lijn ligt. Zulke cirkels, die weer alleen in de ruimte buiten den bol voorkomen, zijn de magnetische krachtlijnen.

Daar de sterkte der stroomen zoowel met de lading e als met de snelheid v van den bol evenredig is, geldt hetzelfde van de sterkte van het magnetische veld. Daaruit volgt dat de magnetische energie evenredig is met de tweede macht van e en met die van v ; het geheele bedrag ervan kan worden voorgesteld door de uitdrukking

$$\frac{e^2}{12 \pi c^2 R} v^2$$

waarin R de straal van den bol en c de voortplantingssnelheid van

het licht is. Natuurlijk hangt de 12π in den noemer samen met de keus van de eenheden, maar gij zult niet verlangen dat ik u hiervan verder rekenschap geef.

Stelt men

$$\frac{e^2}{6 \pi c^2 R} = m,$$

dan kan men voor het magnetische arbeidsvermogen, dus voor de energie die het gevolg is van de beweging van den bol met zijn lading, schrijven

$$\frac{1}{2} m v^2,$$

wat u onmiddellijk aan de uit de elementaire mechanica welbekende uitdrukking voor de kinetische energie van een lichaam met de massa m herinnert. Inderdaad speelt nu het magnetische arbeidsvermogen dezelfde rol als de kinetische energie en de grootte m dezelfde rol als een gewone massa. Om den geladen bol in beweging te brengen en het daarbij onvermijdelijke magnetische veld te doen ontstaan, moeten wij denzelfden arbeid verrichten als wanneer een massa m in beweging moest worden gebracht. Men noemt daarom m de electromagnetische massa.

Ik moet u nu verzoeken, in gedachten alle pijlen in de figuur, behalve dien welke de snelheid v voorstelt, om te keeren en de figuur dan te beschouwen als de voorstelling van een electron, een van die uiterst kleine geladen deeltjes, die in de kathodestralen en de β -stralen van radio-actieve lichamen met groote snelheid voortvliegen en geacht kunnen worden, wat lading en grootte betreft, alle aan elkaar gelijk te zijn. De omkeering der pijlen is noodig omdat de electronen negatieve ladingen hebben. Verder onderscheiden zij zich in één opzicht zeer van het geladen voorwerp waaraan wij eerst gedacht hebben. Ook bij den kleinsten metalen bol dien wij nog zouden kunnen hanteeren, zelfs als wij zijn lading zoo hoog mogelijk opvoeren, verzinkt de electromagnetische

massa in het niet tegenover de materieele massa die de bol, ook in ongeladen toestand, bezit. De electronen echter kunnen nooit zonder lading zijn en er zijn goede gronden om aan te nemen dat bij hen de electromagnetische massa althans een aanmerkelijk deel van de geheele massa uitmaakt. Het meest verleidelijk is de hypothese, en wij zullen ons daarbij aansluiten, dat zij in het geheel geen materieele massa hebben, zoodat de totale massa, waarover wij door hun beweging te bestudeeren iets kunnen te weten komen, van uitsluitend electromagnetischen aard is. Zij is gelijk aan het 1850^{ste} deel van de massa van het kleinste bekende atoom, dat van de waterstof.

De lading, zooals ik reeds zeide bij alle electronen even groot, kan als een natuurlijke eenheid van electriciteitshoeveelheid beschouwd worden. Wat eindelijk de afmetingen betreft, kunnen wij den straal op ongeveer een tienbillioenste van een centimeter stellen, dat is ongeveer honderdduizend maal kleiner dan de afmetingen der atomen.

Ondanks die kleine afmetingen van een electron strekt zijn veld zich strikt genomen tot op oneindigen afstand uit; het is tengevolge hiervan, dat het electron op andere, ook ver verwijderde deeltjes kan werken. Intusschen neemt de sterkte van het veld naar buiten toe snel af en is verreweg het grootste deel van het arbeidsvermogen te vinden binnen een afstand van het middelpunt, die een matig veelvoud van den straal is. Als wij het over de massa van het electron hebben, behoeven wij slechts aan de naaste omgeving te denken. Zoo kunnen wij, waar het pas geeft, wel eens het electron als een stoffelijk punt behandelen, waarin de massa is opeengehoopt. Laat ik er bijvoegen dat nu ook aan het zich bewegende electron, even goed als aan een materieel deeltje een hoeveelheid van beweging kan worden toegeschreven, waarvoor het product mv van de massa en de snelheid de maat oplevert.

Kleine electricisch geladen deeltjes, en daaronder ook de electronen die ik getracht heb te beschrijven, spelen een voorname rol in het beeld dat wij ons tegenwoordig van menige electriciteits-

beweging vormen, een beeld dat veel meer in bijzonderheden treedt dan de oude electriciteitstheorie, die zich 'over haar ééne of twee electricische vloeistoffen zoo min mogelijk uitliet. Wij gaan ook veel verder dan de theorie van Maxwell in haar eerste jaren, toen de nadruk die op de beteekenis der niet-geleidende middenstoffen gelegd werd, veelal het mechanisme van de electriciteitsbeweging in de geleiders eenigszins uit het oog deed verliezen.

Intusschen is er één groep van geleiders, die der electrolyten, omtrent welker constitutie en eigenschappen men zich al spoedig bepaalde voorstellingen heeft gevormd; de nauwe samenhang tusschen de electriciteitsbeweging in deze zelfstandigheden en scheikundige werkingen gaf daartoe aanleiding. Dat het geleidingsvermogen van zoutoplossingen en zuren moet worden toegeschreven aan de aanwezigheid van vrije ionen, positief of negatief geladen atomen of atoomgroepen, die zich onder de werking van een electricische kracht tusschen de molekulen van het oplossingsmiddel door naar

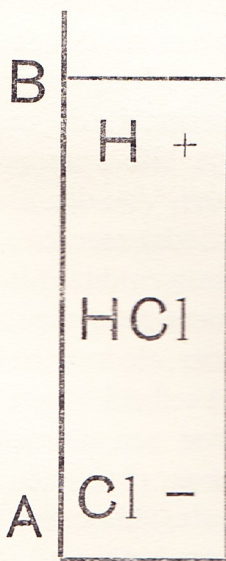


Fig. 7.

tegengestelde zijden verplaatsen, dat elke invloed die de positieve ionen naar den eenen kant en de negatieve naar den anderen kant drijft, en zelfs elke bewegingsoorzaak die niet beide in dezelfde mate naar dezelfde zijde doet gaan, een electromotorische kracht oplevert, dit alles behoeft nauwelijks in herinnering gebracht te worden. Minder algemeen bekend is het misschien, dat men, door ook rekening te houden met de warmtebeweging, waarin de ionen evenals de molekulen van het oplossingsmiddel deelen, tot een veelomvattende theorie, een van de mooiste hoofdstukken der natuurkunde gekomen is. Ik zal er een enkelen greep uit doen.

Wij verbeelden ons in een cilinderglas AB (Fig. 7) een oplossing van chloorwaterstof in water, beneden meer geconcentreerd dan boven, onder dien verstande

echter, dat zelfs de oplossing in de benedenste laag nog zeer verdund mag heeten. Dan zijn de waterstof- en de chlooratomen geheel vrij van elkaar, zoodat zij onafhankelijk van elkaar naar boven diffundeeren. Zij doen dat niet met dezelfde snelheid; de waterstof gaat het vlugst, zeker wel omdat haar atomen, kleiner dan die van het chloor zijnde, gemakkelijker hun weg te midden van de watermolekulen kunnen vinden. Zoo ontstaat er in korten tijd, boven een overmaat van waterstof en beneden een overmaat van chloor.

Wij moeten nu bedenken dat de atomen ionen zijn. Elk chloordeeltje heeft een negatieve lading, gelijk aan onze natuurlijke electriciteitseenheid, de lading van een electron; elk waterstofdeeltje een even groote positieve lading. Te gelijk met de zoeven voorspelde overmaat van waterstof bij B en van chloor bij A, ontstaan dus aan den top en den voet der vloeistofkolom tegen-gestelde ladingen. Let men op de teekens daarvan, dan ziet men dat, door de krachten die van deze ladingen uitgaan, overal in de vloeistof positieve deeltjes naar beneden en negatieve naar boven worden gedreven. De diffusie naar boven wordt op deze wijze voor de waterstof vertraagd en voor het chloor versneld, en er komt bij het toenemen der ladingen in A en B een oogenblik waarop het aanvankelijke verschil in diffusiesnelheid is verdwenen. Van dan af gaan de tweeërlei ionen in gelijke mate naar boven, zoodat men kan zeggen dat de chloorwaterstof in haar geheel diffundeert en dit blijft verder zoo, juist omdat de ladingen bij A en B niet meer toenemen.

Daar men uit proeven over den doorgang der electriciteit door electrolyten voor elke soort van ionen de snelheid heeft kunnen afleiden, waarmee zij zich, voortgedreven door een kracht van bepaalde grootte, door het water heen verschuiven, kan men al het opgenoemde in bijzonderheden berekenen en de uitkomsten met die der proeven vergelijken. Wel is het zoeven beschreven voorspel allicht te vluchtig om door de waarneming te worden gevolgd en zijn de hoeveelheden vrije waterstof en chloor aan de

uiteinden te klein om door chemische middelen te worden aangetoond, maar men kan zoowel de snelheid waarmee in den eindtoestand de diffusie plaats heeft, als de dan bestaande ladingen of liever het daaraan beantwoordende potentiaalverschil meten.

In 1888 heeft Nernst op deze wijze de diffusiesnelheid voor verschillende electrolyten berekend en uitkomsten gekregen, die op verrassende wijze met de gemeten snelheden overeenstemmen. Later heeft Planck een theorie ontwikkeld voor het potentiaalverschil tusschen twee electrolytische oplossingen van willekeurige, voor beide verschillende samenstelling en willekeurige, mits niet te groote concentraties. Er kunnen ketens worden samengesteld waarin de electriciteitsbeweging geheel door de werkingen tusschen de vloeistoffen die er in voorkomen, bepaald wordt. Door de meting van de electromotorische kracht van zulke ketens zijn de uitkomsten van Planck schitterend bevestigd.

Laat ik niet verzuimen hierbij te voegen dat de door Nernst en Planck gevolgde gedachtengang zich nauw aansluit aan Van 't Hoff's theorie van verdunde oplossingen en van den osmotischen druk.

Toen men beproefde, zich van de electriciteitsbeweging in metalen nader rekenschap te geven, heeft men eerst nog wel eens aangenomen dat ook in deze lichamen, evenals in electrolyten, zoowel positief als negatief geladen bewegelijke deeltjes zouden voorkomen, maar meer en meer is men tot de opvatting gekomen, dat de eenige bewegelijke deeltjes in het metaal negatief geladen electronen zijn en dat de positieve ladingen vast aan de metaalatomen zijn gebonden. Wij zullen nu twee proeven leeren kennen, die met deze quaestie in verband staan, waarvan echter tot nog toe alleen de eerste is genomen. Het zijn de proeven die in het volgende schema met A_1 en A_2 zijn aangeduid.

A_1 Electricische stroom door beweging.

A_2 Beweging door stroom.

B_1 Magnetisatie door beweging.

B_2 Beweging door magnetisatie.

Het verschijnsel dat bij A_1 is waargenomen, kan door een

eenvoudige redeneering worden opgehelderd. Stel, wij hebben een met water gevulde cirkelvormige, in zich zelf terugkeerende buis R (Fig. 8). Wat zal er gebeuren als daaraan plotseling een draaiende beweging om het middelpunt M in de richting van den pijl wordt gegeven, welke beweging vervolgens met onveranderde snelheid voortduurt? Tengevolge van de wrijving tusschen den buiswand en de vloeistof zal na eenigen tijd het water met de buis meedraaien, dus ten opzichte van het glas weer, evenals oorspronkelijk, in rust zijn. Maar vóór aldus de vloeistof met de volle snelheid van den wand wordt meegesleept, zal er eenige tijd verlopen. De eerste

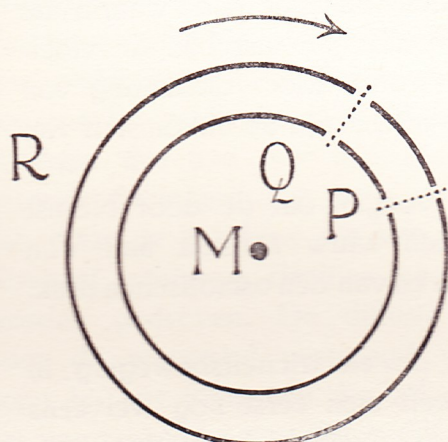


Fig. 8.

oogenblikken blijft het water bij de buis achter, en tenslotte zal het, in vergelijking met den oorspronkelijken stand ten opzichte van den wand, in een richting tegengesteld aan den pijl, iets verschoven zijn. Een waterdeeltje, dat zich eerst bij het punt P van den wand bevond, zal b.v. in Q zijn gekomen.

Door een berekening die wij gemakkelijk zouden kunnen uitvoeren als wij er den tijd voor wilden nemen, kan men vinden hoe groot de afstand PQ is; hij is evenredig met de snelheid die aan de buis wordt gegeven, en omgekeerd evenredig met de grootte der wrijving tusschen den wand en het water; het laat zich hooren dat, naarmate die wrijving grooter is, de vloeistof in korter tijd wordt meegesleept en dus minder achterblijft.

Het tegenovergestelde van dit achterblijven heeft plaats als, nadat eerst alles een standvastige snelheid heeft gekregen, de buis plotseling tot stilstand wordt gebracht. Dan zal ook het water tot rust komen, maar niet oogenblikkelijk; het schiet eerst nog wat door, en wel over denzelfden afstand waarover het straks was

achtergebleven. Het gaat dus in de buis weer van Q naar P terug. Men kan verschijnselen die met de nu beschrevene overeenkomen, gemakkelijk waarnemen bij een glas water dat men met de hand in een draaiende beweging brengt.

De overgang tot de proef A₁ is nu gemakkelijk. In plaats van de buis nemen we een cirkelvormigen metalen draadring; in plaats van het water komen de vrije electronen. Houdt men in het oog dat bij een gemeenschappelijke beweging van den draad en de electronen geen stroom bestaat, maar dat er een stroom is zoodra de electronen zich ten opzichte van het metaal bewegen, dan ziet men in dat het achterblijven der electronen bij het in beweging brengen van den draad zich als een kortstondige elektrische stroom moet openbaren en wel zal deze, daar negatieve lading van P naar Q gaat, de richting van den pijl hebben. Een even sterke electriciteitsbeweging in tegengestelde richting is er als, nadat de eerste stroom is afgelopen, de draad plotseling tot rust wordt gebracht.

Om de sterkte van den stroom te beoordeelen moet men nagaan hoeveel electriciteit door een doorsnede van den draad vloeit; dit kan worden afgeleid uit de grootte van den afstand PQ, die op dergelijke wijze als bij de buis met water kan worden berekend, het aantal electronen dat de draad per lengte-eenheid bevat en de lading van een electron. De uitkomst kan worden gebracht in den vorm:

$$\frac{m \ v l}{e \ r}$$

Daarin stellen e en m de lading en de massa van een electron voor; l is de lengte van den draad, v de snelheid die er aan wordt gegeven en r de elektrische geleidingsweerstand. Het blijkt verder gemakkelijk dat dezelfde formule geldt als men de proef niet met een enkele winding, maar met een draadklos neemt. Verbindt men, teneinde den stroom waar te nemen, de uiteinden F en G van den

klos (Fig. 9) met een galvanometer, dan moet men onder r in den noemer de som der weerstanden van den klos en den galvanometer verstaan.

De berekening leert nu dat het verwachte effect zeer gemakkelijk zou zijn waar te nemen als de massa m gelijk aan die van een waterstofatoom was. Daar zij echter veel kleiner is, zijn de stroomen zeer zwak.

Intusschen is het eenige jaren geleden de Amerikaansche natuurkundigen Tolman en Stewart gelukt, de proef met goed gevolg te nemen. Zij maakten daartoe gebruik van een platten klos met horizontale windingen, die om zijn verticale as kon draaien. De lengte van den draad was 466 meter, de gemiddelde middellijn der windingen 25 c.M. en de snelheid kon tot 5000 wentelingen in de minuut worden opgevoerd. Daarna kon de klos door een reminrichting in een onderdeel van een seconde tot stilstand worden gebracht en het was de hierdoor opgewekte stroom die werd waargenomen. Hij had de verwachte richting, en dat ook de sterkte met de theorie overeenstemt, kan hieruit blijken, dat Tolman en Stewart uit de uitslagen van den galvanometer voor de verhouding tusschen de massa van een waterstofatoom en die

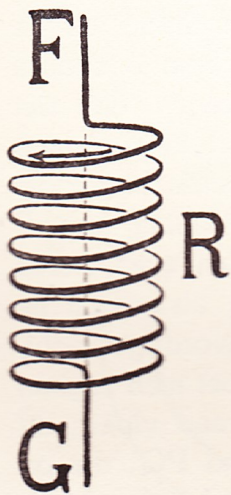


Fig. 9.

van een electron getallen afleidden, die tusschen 1790 en 2160 schommelen, en waarvan het gemiddelde 1990 is. Zooals gezegd werd, is het verhoudingsgetal 1850.

De overeenstemming is bevredigend te achten als men de vele bronnen van fouten die opgespoord en onschadelijk gemaakt moesten worden, in aanmerking neemt. Ik vermeld er een van. Tengevolge der centrifugaalkracht zette de klos zich een weinig uit, om zich dan bij het stilzetten weer samen te trekken. De inductiestroom die door het aardmagnetisme in de windingen, als zij kleiner worden, wordt opgewekt, was van dezelfde orde van grootte als de stroom die moest worden aangetoond.

Fig. 9 kan ook dienen tot toelichting van de proef A_2 , die men als den tegenhanger van A_1 kan beschouwen. De bedoeling is nu, dat men in de spiraal door de uiteinden F en G met een stroomgenerator te verbinden, een stroom doet ontstaan. De electronen loopen dan b.v. in de richting van den pijl in de windingen rond; zij hebben, kan men zeggen, een draaiende beweging om de as FG en daar zij hiertoe gedwongen worden door het metaal, dat zij niet kunnen verlaten, moet op het oogenblik dat de stroom begint, de spiraal een draaiing in tegengestelden zin aannemen. Men kan het eenigszins vergelijken met het bekende terugspringen van een vuurwapen. Zelfs kan men zeggen dat de draaiing van het metaal gelijk is aan die van de electronen, als men maar niet de hoeksnelheid, maar een andere geschikte maat in het oog vat. Men heeft die in hetgeen de mechanica het moment der hoeveelheid van beweging noemt, een grootheid, die men voor de electronen vindt als men voor elk daarvan de hoeveelheid van beweging mv met den afstand tot de draaiingsas, d. w. z. met den straal der windingen, vermenigvuldigt. Onnoodig te zeggen, dat de hoeksnelheid van de spiraal die aan het gelijke en tegengestelde moment van hoeveelheid van beweging beantwoordt, wegens de groote massa zeer klein zal zijn.

Is door een of anderen weerstand de beweging van de spiraal uitgeput, dan blijft hij verder stilstaan zoolang de stroom er in rondloopt, maar doet men den stroom ophouden, dan wordt de spoel opnieuw, maar nu in tegengestelde richting als straks, in beweging gebracht.

Deze verschijnselen zijn nog niet waargenomen, maar wel hebben Einstein en W. J. de Haas de overeenkomstige proef genomen met een staafje ijzer dat gemagnetiseerd en ontmagnetiseerd werd. Dit is de proef B_2 van ons schema. Het staafje, een dun cilindertje, was, zooals Fig. 10 doet zien, aan een fijnen draad D opgehangen en kon in de richting van zijn lengte gemagnetiseerd worden; daartoe was het omringd door een spoel waardoor een

stroom werd geleid. Het gelukte nu werkelijk, als de noodige voorzorgen werden genomen en geschikte kunstgrepen werden gebezigd, de draaiingen waar te nemen waarvan het magnetiseeren en ontmagnetiseeren vergezeld gaat.

Dat deze proef in den grond der zaak op hetzelfde neerkomt als A_2 , wordt duidelijk als men zich Ampère's theorie van het magnetisme herinnert. Deze verklaart de eigenschappen van een gemagnetiseerd lichaam uit het bestaan van electriche stroomen die in

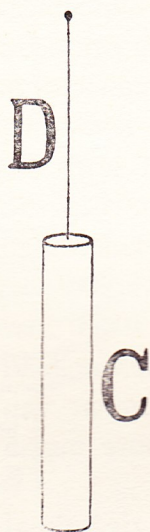


Fig. 10.

kleine kringen om de molekulen loopen. Als het staafje gemagnetiseerd is, heeft het dus veel van de spiraal van Fig. 9 en wij zullen ons voorstellen dat ook nu weer negatieve electronen in het spel zijn. De richting van de door Einstein en de Haas waargenomen draaiingen bevestigt deze opvatting, en dat ook de grootte van het effect daarmee in overeenstemming is, blijkt hieruit, dat zij uit de proeven voor de verhouding e/m tusschen de lading van een electron en zijn massa een getal vinden, dat van de goede orde van grootte is.

Ik mag misschien met een enkel woord ophelderen hoe men tot e/m kan komen. Ook de spiraal van Fig. 9 heeft, als er een stroom in loopt, een zeker magnetisch moment en men vindt dit op dergelijke wijze als het moment der hoeveelheid van beweging van de electronen; alleen moet men voor elk daarvan niet het product mv , maar het product ev nemen. Afgezien van een standvastigen, van de keus der eenheden afhankelijken getallenfactor staan de twee momenten tot elkaar als de massa m en de lading e en ditzelfde geldt nu in alle gevallen waar een magnetisch moment aan het rondloopen van electronen te danken is. Einstein en de Haas leiden het moment der hoeveelheid van beweging uit de waargenomen draaiing af; het magnetisch moment kan eveneens bepaald worden; geen wonder dus dat zij de verhouding e/m leeren kennen.

De Haas heeft later de proef met dezelfde uitkomst herhaald.

Daarbij was de draad waardoor de magnetiseerende stroom geleid werd, op den ijzeren cilinder gewikkeld, zoodat hij met dezen meedraaide. De waargenomen bewegingen waren dus nu aan een combinatie der effecten B_2 en A_2 te wijten, maar het laatste is zoo veel zwakker dan het eerste, dat men het bestaan er van niet uit de uitkomsten kan afleiden.

Ik moet nu nog iets zeggen van een proef B_1 , die de tegenhanger van B_2 is en met A_1 overeenkomt. Bij deze laatste hadden wij met kortstondige stroomen, nu eens in de eene, dan weer in de andere richting te doen, die bij het in beweging brengen of stilzetten van den klos ontstaan. Men zou nu dergelijke stroomen door inductie kunnen opwekken, nl. met behulp van een magnetisch veld met verticale krachtlijnen. Het ontstaan van dat veld geeft een kortstondigen stroom in de eene, het verdwijnen ervan een stroom in de tegengestelde richting, juist zooals door het ontstaan of verdwijnen van de draaiende beweging kan worden veroorzaakt. Men kan dit kort uitdrukken door te zeggen dat de wentelende beweging equivalent is aan een zeker magnetisch veld van geschikte richting en sterkte, en wel moet men, om deze laatste te vinden, de hoeksnelheid met

$$\frac{2 c m}{e}$$

vermenigvuldigen. Nadere theoretische overweging leert nu dat deze stelling algemeen geldt, zoolang alleen de beweging van negatieve electronen in het spel is; steeds zal dan een hoeksnelheid dezelfde uitwerking hebben als de op de gezegde wijze bepaalde uitwendige magnetische krachten.

Hieruit volgt dat, zooals ik bij B_1 heb aangegeven, een staaf ijzer gemagnetiseerd moet worden als men hem om zijn lengte-as ronddraait; immers, een magnetisch veld in de richting van de lengte zou een magnetisatie teweegbrengen. Barnett heeft deze proef

genomen, en mijn indruk is wel dat hij daarbij inderdaad de verwachte werking heeft waargenomen. Ik behoef u niet te zeggen hoe moeilijk het is, een uiterst zwakke magnetisatie aan te toonen, die door zeer snelle wenteling in een ijzeren staaf wordt opgewekt.

Ofschoon een herhaling en zoo mogelijk verfijning van de beschreven proeven zeer wenschelijk is, geven zij een krachtigen steun aan de opvatting dat de electriciteitsbeweging in metalen een beweging van de electronen is. Mocht men aan de bewijskracht twijfelen, dan kan er op gewezen worden, dat die opvatting in overeenstemming is met de hypothese omtrent den bouw der atomen, die eenige jaren geleden door Rutherford werd uitgesproken en die gebleken is, buitengewoon vruchtbaar te zijn. Volgens Rutherford bestaat een atoom uit een positief geladen kern, die bijna de geheele

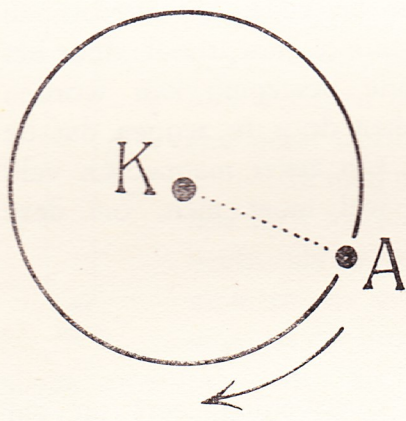


Fig. 11.

massa bezit, en een of meer electronen, die onder den invloed van de door de kern uitgeoefende aantrekking als planeten om de zon daaromheen loopen. Hun aantal is bij elk atoom weer anders; bij waterstof is er slechts een, zoodat het atoom van dit gas er uitziet zooals Fig. 11 te zien geeft. Bij helium zijn er 2 electronen, bij natrium 11, enz., bij zwaardere metalen kunnen er wel 80 of meer zijn.

Dat men met deze denkbeelden op den goeden weg is, bewijzen vooral de uitkomsten die zij in de theorie der spectra hebben opgeleverd, te beginnen met de mooie en verrassende verklaring die Bohr van het waterstofspectrum heeft gegeven. Men moet zich nu tot taak stellen, en vele jaren zal men daaraan werk hebben, op dezen grondslag de physische en chemische eigenschappen der elementen te verklaren en ook rekenschap te geven van de wijze waarop molekulen en uitgebreide vaste lichamen

worden opgebouwd. Daarbij zal het zeker geraden zijn, zoo mogelijk geen aantrekkende krachten van anderen aard aan te nemen, maar alles terug te brengen tot de werkingen die het gevolg van de elektrische ladingen zijn. Dat men het daarmee een eind kan brengen, blijkt uit het in Fig. 12 afgebeelde model van het waterstofmolekuul; twee kernen K_1 en K_2 met positieve ladingen en groote massa's en twee electronen A en B die in een cirkel om de verbindingslijn van K_1 en K_2 rondloopen. Dank zij deze beweging kan het stelsel in stand blijven.

Men kan zich nu verbeelden dat ook meer samengestelde molekulen en zelfs geheele lichamen op dergelijke wijze zijn opgebouwd, dat bijv. in een metaal de kernen der atomen in vaste standen bij elkaar worden gehouden door tusschenkomst van de electronen, die op deze of gene wijze rondloopen; dit laatste is noodig, want evengoed als in het zonnestelsel zijn zekere bewegingen als noodzakelijk voor het voortbestaan van het stelsel te beschouwen. Men heeft zelfs aanleiding gevonden, aan die „constitueerende” bewegingen geheel bepaalde intensiteit, waaraan nooit iets veranderd wordt, toe te schrijven.

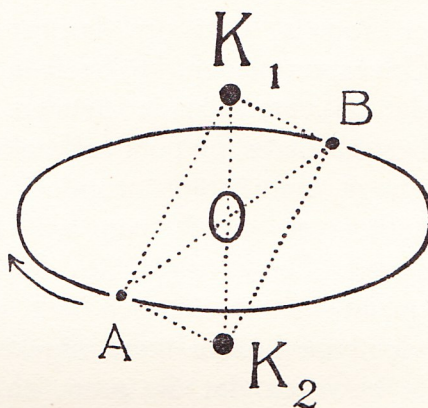


Fig. 12.

Als nu dit de constitutie van het metaal is, dan is het duidelijk, dat men voor de electriciteitsgeleiding aan de positieve kernen niets heeft; die hebben nu eenmaal hun plaatsen en vormen den vasten onderbouw van het metaal. Maar zelfs over de electronen kan men niet geheel beschikken, daar aan de constitueerende bewegingen niets te veranderen valt. Het is echter mogelijk dat van de electronen, waarvan het aantal, per atoom gerekend, zeer groot kan zijn, een gedeelte, misschien een betrekkelijk klein gedeelte, voor de bewaring van den samenhang gemist kan worden. Deze zouden zich dan te

midden van al het overige kunnen bewegen en voor de electriciteitsgeleiding kunnen zorgen.

Deze vrije electronen zouden nu ook, evenals de ionen in een electrolyt, een van de temperatuur afhankelijke warmtebeweging hebben; wij moeten het wel aannemen om te begrijpen hoe het komt, dat zij bij hooge temperaturen uit het metaal ontwijken, een verschijnsel dat in de gloeilampdetectoren en gloeilampversterkers waarmee men tegenwoordig in de draadlooze telegraphie werkt, een toepassing heeft gevonden.

Maar laat ik in deze bespiegelingen niet verder gaan. Laat ik liever, om te doen zien hoeveel raadselachtigs en geheimzinnigs er nog is, nog een hoogst merkwaardige proef van Kamerlingh Onnes vermelden. Hij heeft in zijn kryogene laboratorium aangetoond dat bij verschillende metalen, als men ze tot weinige graden boven het absolute nulpunt afkoelt, het geleidingsvermogen plotseling in hooge mate stijgt, zoodat de weerstand minder dan een duizend millioenste wordt van wat hij bij 0° C. was. Het metaal komt, zooals Onnes zegt, in den „suprageleidenden” toestand. Het is gelukt in een in zich zelf gesloten draadklosje van lood, dat in vloeibaar helium werd afgekoeld, een stroom te doen ontstaan, en te bewijzen dat die uren, en zelfs dagen, kon rondloopen voor hij was uitgeput.

Ik hoop er in geslaagd te zijn, u een denkbeeld te geven van de inspanning en het werken der natuurkundigen op het besproken gebied en van de uitkomsten die zij er mee bereikt hebben. Ik heb ook gelegenheid gehad te zinspelen op een en ander, zooals de ontdekking van den aard der Röntgenstralen en de theorie der spectra, dat slechts los met mijn onderwerp samenhang. Vergunt mij dit thans nog voor een oogenblik geheel te verlaten.

Een van de stoute voorspellingen waartoe Einstein in zijn nieuwe theorie der zwaartekracht is gekomen, is deze, dat een

lichtstraal in zijn loop eenigen invloed van de zwaartekracht zou ondervinden. Een straal die in horizontale richting deze zaal binnenkomt, zou bij het doorloopen daarvan een weinig naar beneden gekromd worden en wel evenveel als met de baan van een projectiel, dat zich met de snelheid van het licht voortbewoog, het geval zou zijn. Ieder kan berekenen dat er geen denken aan kan zijn, dit verschijnsel aan het oppervlak van de aarde waar te nemen. Maar wel moet het zich bij lichtstralen die dicht langs het oppervlak van de zon gaan, op merkbare wijze doen gevoelen. De stralen van een ster, die dicht bij den zonsrand gezien wordt, moeten bij het strijken langs de zon zoo gebogen worden, dat de ster iets verder van de zon af wordt waargenomen dan hij in werkelijkheid staat. Daar deze verplaatsing tot 1,7 seconde zou kunnen stijgen, zou zij voor de waarneming toegankelijk zijn.

Bij de totale zonsverduistering van den 29^{en} Mei van dit jaar hebben vele waarnemers hun aandacht op dit punt gevestigd. Dezer dagen kon Eddington, de leider van een der Engelsche waarnemings-expedities, op de vergadering der British Association mededeelen, dat bij vergelijking van de verkregen photogrammen met die welke op een anderen tijd van het jaar van hetzelfde deel van den hemel zijn genomen, inderdaad een kleine verschuiving der sterren in de genoemde richting kon worden geconstateerd. Alleen is zij iets kleiner dan Einstein voorspeld had, een verschil dat, naar wij hopen, zal worden opgehelderd.

Ik heb mij veroorloofd U deze mededeeling te doen omdat de vaststelling van een invloed der zwaartekracht op de voortplanting van het licht zeker tot de allerbelangrijkste en merkwaardigste ontdekkingen mag worden gerekend.

