

CHEMISCH WEEKBLAD

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING EN VAN
DE VEREENIGING VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE INDUSTRIE

Hoofdredacteur: Dr. W. P. JORISSEN, Leiden, Zoeterwoudsche Singel 15, telef. 648
(part. adres: Hooge Rijnclijk 11, telefoon 1449).

Redactie-Commissie: Dr. G. C. A. van Dorp, Prof. Dr. N. Schoorl, S. Schwarz, Dr. A. J. C. de Waal.

N.V. D. B. CENTEN's Uitgevers-Maatschappij, Amsterdam C., O.Z. Voorburgwal 115, Telefoon 48695.

INHOUD: Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging. — Aangeboden en gevraagde betrekkingen. — Programma Vacantiecursussen 1930. — Sectie voor Kolloïdchemie. — Oproep voor gegadigden naar een toelage uit het Van 't Hoff-fonds. — Dr. I. Langmuir, Moderne opvattingen in de physica en hare betrekking tot de chemie. — Verslag van de Algemeene Vergadering der Nederlandsche Chemische Vereeniging op 22—24 April 1930, II. — Boekaankondigingen. — Chemische kringen. — Personalia, enz. — Ter bespreking ontvangen boeken. — Correspondentie, enz. — Vraag en aanbod. — Verbetering.

MEDEDEELINGEN VAN HET ALGEMEEN BESTUUR DER NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING.

Aangenomen als lid:

J. Kuyper, Bloemendaal, Rustenburgerweg 15, dir. v.h. Koloniaal Etablissement te Amsterdam.

Candidaat-lid:

L. G. Brouwer, chem. cand., Zaandijk, Lagedijk 150;
voorgesteld door Drs. J. A. van den Andel te Haarlem en
Drs. L. M. F. van de Lande te Amsterdam.

Candidaat-buitengewoon lid:

J. Drop, chem. cand., 's-Gravenhage, Sumatrastraat 213;
voorgesteld door doctrs. P. A. Jonquière en Dr. W. P. Jorissen.

Adresveranderingen:

Mej. Ir. A. J. Hijman, Weltevreden, Pegangsaan Oost 40 pav.
E. A. Mauersberger, Amsterdam Z., Roerstraat 111II.
Dr. H. W. Huyser, Hilversum, Vermeerlaan 11.

Studiefonds „PASTEUR”.

Oproeping van sollicitanten naar een studiebeurs aan het Instituut „Pasteur” te Parijs, voor den cursus 1930—31. Bedrag nader vast te stellen in overleg met den begunstigde. Inlichtingen en sollicitatie vóór 11 juni bij Prof. Dr. A. J. Kluyver, Nieuwe-
laan 3, Delft.

Aanvragen voor accijnsvrijen alcohol.

Naar aanleiding van onderstaande zinsnede uit een schrijven van den Minister van Financiën van 9 Mei 1930 aan den Secretaris der Ned. Chem. Vereeniging gericht, nl.

„In antwoord op Uw brief van 3 Maart 1930 heb ik de „eer U mede te deelen, dat, gelijk uit mijn brief van 21 Febr. 1930, No. 113 blijkt, de leden van Uwe Vereeniging, door „Uwe tusschenkomst aanvragen tot vrijdom van accijns voor „gedistilleerd moeten richten tot den betrokken Inspecteur der „accijnzen”.

meent ondergeteekende de leden der Vereeniging er op te mogen wijzen, dat vertraging en onnoodig geschrijf voorkomen kan worden, indien men zich aan de boven aangegeven bepaling houdt. Tevens wenscht de penningmeester er op te wijzen, dat de aanvragen voor nieuwen accijnsvrijen alcohol wel worden gedaan, maar dat de kleine bijdragen voor de kas der Vereeniging niet of met moeite binnenkomen.

Aangeboden en gevraagde betrekkingen.

Aangeboden betrekkingen:

De Propaganda-afdeeling der Internationale Vereeniging voor de Rubbercultuur in Nederlandsch-Indië vraagt een scheikundig ingenieur voor het verrichten van researchwerk hier te lande. Uitvoerige schriftelijke sollicitaties te zenden aan de Propaganda-afdeeling voornoemd, Javastraat 76, 's-Gravenhage.

* *

Gevraagd jonge Nederlander met kennis van techniek en scheikunde, vlot Engelsch sprekend en corresponderend. Brieven in 't Engelsch aan C. E. S. J. Walter Thompson Company, Antwerpen, Frankrijklei 115.

* *

Bij de Arbeidsinspectie van het Ministerie van Arbeid, Handel en Nijverheid is een plaats van adjunct-inspecteur te vervullen. Voor benoeming komen bij voorkeur in aanmerking werktuigkundige en scheikundige ingenieurs. Nadere bijzonderheden zijn opgenomen in de Nederl. Staatscourant van 1 Mei 1930.

* *

Aan het Vossius-Gymnasium te Amsterdam worden per 1 Sept. e.k. gevraagd een leeraar(es) in de wiskunde met onderwijsbevoegdheid voor scheikunde. Jaarwedde f 4500.— tot f 6500.—. Verhoopingen van f 400.— om de 2 jaar. Sollicitaties op zegel vóór 28 Mei 1930 aan den Secretaris van Curatoren Mr. A. de Roos, M. H. Trompstraat 33, Amsterdam-West. Bezoek aan curatoren niet dan na uitnoodiging. Spreekuur Rector Ma., Di. en Do. 3—4½ uur P. L. Takstraat 34, Amsterdam-Zuid.

* *

Aan het Landbouwscheikundig Laboratorium der Landbouwhoogeschool te Wageningen kan voorloopig voor den tijd van één jaar worden geplaatst een assistent, die tot taak zal krijgen te helpen bij het Candidaatspracticum. Jaarwedde f 1800.—.

In aanmerking komen Landbouwkundige Ingenieurs, Scheikundige Ingenieurs of Doctorandi in de Chemie.

Sollicitaties te richten aan het Landbouwscheikundig Laboratorium der Landbouwhoogeschool, Heerenstraat 20 te Wageningen.

Dr. A. D. DONK, secretaris-penningmeester.

Verspronckweg 100, Haarlem, telef. 12928.

Programma Vacantiecursussen 1930.

De onderwerpen, waarover de vacantiecursussen dit jaar zullen loopen, vindt men in onderstaand programma.

Aanmeldingen worden ingewacht vóór den 15^{en} Juni aan het adres van het Pharmaceutisch Laboratorium, Catharijnesingel 60, Utrecht. Een week na dien datum zal worden bekend gemaakt, welke der cursussen zullen doorgaan.

1. Prof. H. ter Meulen, Delft, Nieuwe methoden voor elementair-analyse, koolstof, waterstof, zuurstof, stikstof, halogeen, zwavel, arseen en kwik in organische verbindingen. 7—12 Juli.
2. Dr. P. Schoenmaker, bedrijfschef Transformatorenfabriek te Nijmegen, Metallografisch Onderzoek, te geven in het Electrochemisch Laboratorium (Prof. Aten) te Amsterdam, gedurende een nader te bepalen week in begin September; duur 5 à 6 dagen.
3. Prof. Dr. N. Schoorl, Utrecht, Microchemische reacties der metalen; 15—20 September.

4. Prof. W. C. de Graaff, *Utrecht*, Microscopie van Levensmiddelen, begin September, 1 week.
5. Prof. Dr. H. R. Kruyt, *Utrecht*, Colloïdchemie, begin September, 1 week.

Namens de Commissie van de Vacantie-cursussen,
N. SCHOORL.

Sectie voor Kolloïdchemie.

De vergadering over het onderwerp *Deeltjesgrootte* wordt gehouden op Zaterdag 31 Mei te Amsterdam, in de Collegezaal voor toegepaste chemie, ingang tuinhok Roetersstraat.

Aanvang van de ochtendvergadering te 10 uur precies, van de middagvergadering omstreeks 2 uur. Gelegenheid voor gezamenlijken lunch in Café Royal, Sarphatistraat 1.

Agenda der ochtendvergadering:

Prof. Dr. F. Zernike, Deeltjesgrootte ten opzichte van lichtstralen.
Prof. Dr. C. J. van Nieuwenburg, Deeltjesgrootte ten opzichte van de zwaartekracht.
Dr. E. H. Buchner, Deeltjesgrootte ten opzichte van membranen.

Agenda der middagvergadering:

Dr. J. R. Katz, Röntgenspectrographische bepaling van de deeltjesgrootte.
Dr. H. R. Bruins, Grootte-bepaling van lyophile deeltjes en hun elektrische dubbellaag.
P. J. P. Samwel, Bepaling van den osmotischen druk van colloïden.
Algemeene discussie van het onderwerp van den dag.

JAN STRAUB, secretaris.

Oproep voor gegadigden naar een toelage uit het „Van 't Hoff-fonds” ter ondersteuning van onderzoekingen op het gebied der zuivere en toegepaste scheikunde.

Volgens de statuten van het Van 't Hoff-fonds, opgericht den 28 Juni 1913, wordt het volgende ter kennis van belanghebbenden gebracht.

Het doel van dit fonds, dat beheerd wordt door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, is om ieder jaar voor den 1en Maart uit de rente van het kapitaal aan onderzoekers op het gebied der zuivere of toegepaste scheikunde, steun voor wetenschappelijk onderzoek te verleenen. Zij, die voor een toelage in aanmerking willen komen, worden verzocht zich voor den 1en November van dit jaar te richten tot het Comité, dat met de beoordeeling der ingekomen aanvragen en met de vaststelling der uit te keeren bedragen is belast.

Dit Comité bestaat thans uit de volgende leden: A. F. Holleman, voorzitter; F. M. Jaeger, A. Smits, J. P. Wibaut, secretaris. Het comité is bevoegd nog andere leden te benoemen, indien dit voor de beoordeeling der aanvragen gewenscht is, doch telkens hoogstens voor een jaar.

De namen van hen, die een toelage ontvangen, worden bekend gemaakt. Zij zijn geheel vrij in de wijze waarop, of het tijdschrift waarin zij de onderzoekingen willen publiceeren, die met steun van het Van 't Hoff-fonds zijn verricht, indien in deze publicatie slechts melding wordt gemaakt, dat voor het onderhavige onderzoek deze steun is verleend. Het Comité zal er prijs op stellen eenige exemplaren van de betreffende publicaties te mogen ontvangen.

De voor het jaar 1931 beschikbare som bedraagt ongeveer f 1200. Aanvragen behooren per aangeteekend schrijven te worden gericht aan het bestuur der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, bestemd voor de Commissie van het „Van 't Hoff-fonds”, Trippenhuis, Amsterdam. In deze aanvraag moet het doel, waarvoor de toelage moet dienen, worden uiteengezet, alsmede de redenen, waarom steun wordt gevraagd, terwijl uitdrukkelijk moet worden vermeld, welk bedrag wordt verlangd. De aanvragen moeten voor den 1sten November 1930 ingekomen zijn.

Namens het Comité voor het „Van 't Hoff-fonds”,

A. F. HOLLEMAN, Voorzitter.

J. P. WIBAUT, Secretaris.

Amsterdam, Mei 1930.

53:54

MODERNE OPVATTINGEN IN DE PHYSICA EN HARE BETREKKING TOT DE CHEMIE

door

IRVING LANGMUIR¹⁾.

Tot voor ongeveer slechts 35 jaren, gedurende de negentiger jaren van de vorige eeuw, was de kennis van de physische wetenschappen zoover gevorderd, dat vele der vooraanstaande physici en chemici begonnen te gelooven, dat de snelheid van vooruitgang der fundamenteele wetenschap moest gaan afnemen. Aan de opvattingen van lengte, massa, tijd, energie, temperatuur, elektrische en gravitatievelden, enz., waren nauwkeurige beteekenissen toegekend en zij werden beschouwd als absoluut bestaانبare grootheden, even zeker als de materie zelf. De natuurverschijnselen waren verklaarbaar met behulp van natuurwetten, waarin het verband tusschen deze absolute grootheden werd uitgedrukt. Het scheen, dat de belangrijkste dezer physische en chemische wetten reeds ontdekt waren en dat het werk, dat nog overbleef, hoofdzakelijk bestond uit het invoegen van bijzonderheden en het toepassen van deze groote beginselen voor practische doeleinden.

De wetten der mechanica waren experimenteel met een groote mate van nauwkeurigheid getoetst, zoodat niemand er aan twijfelde, of deze strenge natuurwetten bestonden. Reeds ongeveer in 1830 was Hamilton er in geslaagd deze wetten te generaliseeren in eenige eenvoudige vergelijkingen, welke alle essentiele waarheden der mechanica schenen te bevatten. Het was slechts noodig te weten, hoe de kinetische en potentieele energie van eenig systeem veranderde met het moment en de coördinaten van zijn deelen om althans een formeele oplossing te verkrijgen van de wijze, waarop het systeem zich ten allen tijde zou gedragen. Dus behoefde de geheele verdere studie der mechanica slechts beschouwd te worden als een toepassing van de vergelijkingen van Hamilton.

Een volledige kennis van de natuur van het licht bood meer moeilijkheden. Ongeveer in 1820 toonde Hamilton aan, dat alle bekende wetten der geometrische optica quantitatief verklaard konden worden of met behulp van de corpusculairtheorie van het licht of met die van een golftheorie. De proeven van Fresnel over de interferentie van het licht, welke ongeveer in dezen tijd gedaan waren, schenen in strijd te zijn met Newton's corpusculairtheorie, zoodat het bewijs van Hamilton voor de complete analogie tusschen golven en corpuscula in de geometrische optica slechts van academische betekenis werd. Door de studie der verschijnselen van interferentie, buiging, polarisatie en absorptie van het licht werd de golftheorie van het licht stevig gegrondvest. Het licht werd beschouwd als te bestaan uit golven in een of ander elastisch medium, dat de aether werd genoemd.

Ongeveer in 1830 ontwikkelde Faraday heldere opvattingen over de elektrische en magnetische velden, en omstreeks 1860 ontwikkelde Maxwell, door toepassing van streng mathematische methoden, de electromagnetische lichttheorie, volgens welke lichtgolven

¹⁾ Met toestemming van den schrijver vertaald uit J. Am. Chem. Soc. 51, 2847 (1929) door J. W. Terwen.

bestonden uit toe- en afnemende elektrische en magnetische velden, welke zich in de ruimte voortplanten met een snelheid, die uit elektrische en magnetische metingen in het laboratorium berekend kon worden.

Hoewel Maxwell's inzichten slechts langzaam ingang vonden, kon men er toch niet langer sceptisch tegenover blijven staan, toen Herz in 1884 electro-magnetische golven van betrekkelijk groote golflengte had verwekt. Men kan bijna wel zeggen, dat de theorie van Maxwell in wezen een toepassing was van de mathematische methoden, die Hamilton bij zijn behandeling van de wetten der mechanica had ingevoerd, op Faraday's opvattingen van electriciteit en magnetisme.

Zoodoende scheen het, dat in 1895 de physici wel eenige rechtvaardiging hadden voor hunne opvatting, dat de belangrijkste wetten ontdekt zouden zijn. De wetten der mechanica waren in 65 jaar niet meer verbeterd. Faraday en Maxwell waren met scherpomlijnde opvattingen over elektrische en magnetische verschijnselen gekomen en hadden aangetoond, dat met behulp van klassieke methoden, zooals die met zooveel succes in de mechanica waren toegepast, alle optische wetten van de electro-magnetische konden worden afgeleid.

In de chemie was ongeveer een dergelijke toestand bereikt. Na de ontwikkeling van het begrip der elementen en de bindingsverhoudingen, gebaseerd op een atoomtheorie, groeide het aantal gegevens over de elementen en hunne verbindingen snel aan. De wetten van Faraday over de electrolyse en zijn nieuwe methoden voor de nauwkeurige bepaling der atoomgewichten begonnen den chemici bijna even strenge quantitative wetten als die der physici te verschaffen. Het werk van J. Willard Gibbs had de chemie strenge wetten geschonken, even fundamenteel in haar domein als die van Hamilton en Maxwell in de physica.

Deze merkwaardige vorderingen in quantitative richting schenen in belangrijkheid de meer kwalitatieve resultaten te overschaduwen, welke vroeger onder den stimulerenden invloed van de atoomtheorie verkregen waren. Onder Ostwald's leiding begonnen de chemici een veel kritischer standpunt in te nemen en gingen zij angstvallig onderscheid maken tusschen wat zij beschouwden als experimentele feiten en als hypothesen, welke op deze feiten berustten. Ostwald geloofde, hoewel hij de bruikbaarheid van de atoomtheorie inzag, dat het ten allen tijde onmogelijk zou blijken te zijn het bestaan van atomen of moleculen te bewijzen. Hij drong er daarom bij de chemici op aan, zooveel mogelijk het gebruik van dergelijke hypothesen te vermijden. Waarschijnlijk had vooral deze houding ten gevolge, dat physicochemici er toe geleid werden die gedeelten der chemie te verwaarlozen, waarbij de atoomtheorie in hooge mate dienstig zou zijn geweest, en zich meer speciaal toe te leggen op die gebieden, waarin energiebetrekkingen en thermodynamica direct waren toe te passen.

In het algemeen twijfelden de physici niet aan het bestaan van atomen en moleculen, doch hadden met behulp van deze theorie de kinetische gastheorie ontwikkeld, welke leidde tot vele nieuwe quantitative wetten, getoetst aan het experiment. En toch werkten de physici in het algemeen weinig met atomen en moleculen, ze interesseerden zich veel meer voor den aether, waarin ze onvoorwaardelijk geloofden, hoewel een directe kennis van den aether veel moeilijker te

verkrijgen was dan kennis van atomen en moleculen.

Waarschijnlijk was wel een van de hoofdredenen, waarom de physici zoo zeker van den aether waren en de chemici het bestaan van atomen en moleculen zoo betwijfelden, een onbewust geloof in het achtenswaardige oude gezegde „Natura non facit saltum”, de natuur doet geen sprongen. Zeker waren op die gebieden der physica en chemie, waar strenge quantitative wetten toepasselijk gebleken waren, geen discontinuïteiten of sprongen als die, welke de atoomtheorie inhield, gevonden.

De ontdekking der x-stralen door Röntgen, in 1905, luidde het begin in van een buitengewone revolutie, welke heden ten dage nog steeds voortduurt. Deze sensationele gebeurtenis openbaarde den physicus, dat groote en fundamentele ontdekkingen nog altijd mogelijk waren, zelfs op het gebied der straling, waarop de physici zoo'n volmaakt succes hadden geboekt. Het had oogenblikkelijk ten gevolge, dat een groot aantal physici de verschijnselen bij elektrische ontladingen gingen bestudeeren en zich er op toelegden andere stralingsbronnen te ontdekken. De ontdekking van het radium en de radioactiviteit door Becquerel en de Curies toonde weldra zowel aan den chemicus als aan den physicus de beteekenis van deze nieuwe stralingsvormen.

Hoewel in 1874 aan Stoney was gebleken, dat Faraday's wetten der electrolyse tezamen met de atoomtheorie eischten, dat ook de electriciteit een atoomstructuur moest bezitten, en hoewel hij in 1891 den naam electron voor deze electriciteitsatomen voorstelde, moet toch J. J. Thomson als de ontdekker van het electron worden beschouwd. Hij was in staat aan te toonen, dat electronen in alle materievormen aanwezig waren en vond, dat het electron slechts ongeveer $\frac{1}{1800}$ van het gewicht van een waterstofatoom moest bezitten.

De studie der radioactiviteit, vooral door Rutherford en zijn leerlingen, toonde aan, dat radium spontaan uiteenvalt, waarbij helium gevormd wordt, en bewees den chemicus, dat atomen niet onverwoestbaar waren er zelfs, dat transmutatie van elementen mogelijk was.

Door de thermodynamica toe te passen op stralingsprocessen toonde Boltzmann aan, dat de totale straling van alle golflengten binnen in een holle ruimte in een verhit lichaam met de vierde macht van de absolute temperatuur moet toenemen; deze wet was alreeds empirisch door Stephan gevonden. Door een verdere ontwikkeling van thermodynamische methoden leidde Wien, in 1896, een belangrijke wet af, bekend als de wet van Wien, waardoor het mogelijk was de stralingsintensiteit van elke bepaalde golflengte te berekenen uit golflengte en temperatuur. Het bleek, dat deze wet in overeenstemming was met het experiment, voorzover dit de zichtbare straling betrof, welke door gloeiende vaste lichamen wordt uitgezonden; er werden echter belangrijke afwijkingen waargenomen, toen gepoogd werd de intensiteit der infrarode- of warmtestralen te berekenen. In 1900 kwamen Lord Rayleigh en Jeans, door gebruik te maken van methoden, gebaseerd op de electromagnetische lichttheorie, welke onaanvechtbaar schenen te zijn, tot een geheel andere betrekking tusschen stralingsintensiteit, temperatuur en golflengte. Deze vergelijking klopte schitterend met de proefnemingen over warmtestraling, waar de wet van Wien gefaald

had, maar leidde tot absurde resultaten bij toepassing op de kortere golflengten van het zichtbare spectrum. Feitelijk werd, indien de totale straling over alle golflengten uit de Rayleigh-Jeans-vergelijkingen berekend werd, een oneindig groote stralingsdichtheid zelfs bij lage temperaturen verkregen. Dus was met behulp van de klassieke stralingstheorieën aan den eenen kant door Boltzmann gevonden, dat de straling met de vierde macht van de temperatuur toe moest nemen, aan de andere zijde door Rayleigh-Jeans, dat de straling bij alle temperaturen oneindig groot moest zijn.

In 1905 werd door Planck aangetoond, dat deze paradox alleen opgelost kon worden door een essentiële discontinuïteit aan te nemen in de energieën of bewegingen der elektronen, door welker trillingen de straling veroorzaakt wordt. Dit gaf het aanschijn aan de quantum-theorie, welke in den loop van de laatste jaren uitgegroeid is tot een van de belangrijkste theorieën van physica en chemie. In 1906 toonde Einstein aan, dat het photo-electrisch effect en vele photochemische reacties verklaard konden worden met behulp van de quantumtheorie, indien licht zelf bestond uit bepaalde hoeveelheden energie of quanta, tegenwoordig gewoonlijk photonen genoemd. Hoewel een dergelijke corpusculaire theorie van het licht volkomen in strijd scheen te zijn met de aangenomen golftheorie, werd een aantal verschijnselen ontdekt, waarvoor het noodzakelijk scheen te zijn, zijn toevlucht tot deze corpusculair-theorie te nemen. De snelle ontwikkeling echter van de quantumtheorie dateert van 1913, toen Bohr zijn theorie van de atoomstructuur ging ontwikkelen door de quantumtheorie toe te passen op Rutherford's min of meer kwalitatieve theorie van het kern-atoom.

Relativiteitstheorie. — Onder alle veranderingen in denkwijze, welke den physici in dezen tijd werden opgedrongen, was verreweg de belangrijkste die, welke voortkwam uit Einstein's relativiteitstheorie, het eerst opgesteld in 1905. Zooals we gezien hebben, werden in 1895 electromagnetische golven in materie beschouwd als uitingen van de eigenschappen van een alles doordringenden aether.

Als een voorbeeld van de wijze, waarop de physici over den aether dachten, wil ik iets aanhalen uit de voorrede van Lord Kelvin's „Baltimore Lectures”. Deze voorrede werd in 1904 geschreven, maar de voordrachten waren die, welke in 1884 aan de John Hopkins universiteit gehouden waren.

„Ik koos als onderwerp de „golftheorie van het licht” met de bedoeling liever haar gebreken naar voren te brengen, dan het bewonderenswaardige succes in het licht te stellen, waarmede deze schoone theorie alles in het licht verklaard had, wat vóór Fresnel en Thomas Young bekend was en stroomen nieuwe kennis had bijgebracht, waarmede het heele domijn der physica op grootsche wijze werd verrijkt. Mijn gehoor zou bestaan uit vakgenooten van professie op het gebied der natuurkunde..... Ik sprak volkomen vrijuit en had nooit de geringste angst hun volkomen vertrouwen in den aether en zijn lichtgevende golven te ondermijnen, door niets, dat ik ze kon vertellen over de onvolmaaktheid van onze wiskunde, over de ontoereikendheid of onjuistheid van onze inzichten aangaande de dynamische eigenschappen van den aether, en over de verbijsterend groote moeilijkheid, de rol van den aether te verklaren bij de krachtsover-

brenging tusschen de atomen der weegbare materie. Wij voelden allen, dat wij de moeilijkheden onder oogen moesten zien en niet vermijden, dat we ze moesten aanvatten *in de hoop ze zoo mogelijk op te lossen*..... In zeker opzicht is het voor mij een voldoening, en ik hoop, dat het een voldoening zal zijn voor al mijn medewerkers uit Baltimore, die nog in leven zijn in onze wetenschappelijke wereld, wanneer zij dit boek in handen krijgen, er dynamische verklaringen in te vinden van alle moeilijkheden, waarmee wij ons vanaf de eerste tot de twintigste voordracht van 1884 hebben beziggehouden. Ik ben er zeker van, dat het ons allen van harte goed doet te weten, dat twee onzer, Micholson en Morley, door hun uitgebreid onderzoek over de beweging van den aether ten opzichte van de aarde, het eene en eenige bezwaar tegen onze dynamische verklaringen hebben opgeworpen”.

Deze proef van Michelson en Morley in 1887 kreeg door de theoretische onderzoekingen van Lorentz en anderen steeds grooter beteekenis, totdat ze tenslotte Einstein aanspoorde tot het ontwikkelen van zijn relativiteitstheorie.

Volgens deze theorie kunnen ruimte en tijd niet als onafhankelijk naast elkaar bestaanbaar opgevat worden. Zij kunnen in geen enkel opzicht als absoluut worden beschouwd, maar zijn beide afhankelijk van het standpunt van den waarnemer. Zoo toonde b.v. Einstein aan, dat het geen zin heeft te zeggen, dat twee gebeurtenissen op grooten afstand van elkaar gelijktijdig plaats hebben. Eenige waarnemers, die van beide gebeurtenissen op de hoogte waren, zouden moeten zeggen, dat gebeurtenis A vóór B plaats had, terwijl andere waarnemers, die zich met een andere snelheid dan de eerste zouden bewegen, zouden moeten besluiten, dat B vóór A plaats vond.

Het ligt niet in mijn bedoeling te trachten de relativiteitstheorie voor u te verklaren, zelfs als ik wist, hoe ik dat doen moest, maar liever wil ik de wijze bespreken, waarop langzamerhand deze theorie en andere van overeenkomstigen aard diepgaande veranderingen hebben aangebracht in het inzicht der physici, en hoe dergelijke veranderingen langzamerhand plaats hadden in de geestesrichting der chemici. De belangrijkheid van het werk van Einstein is dus niet zoozeer gelegen in de feiten of de verschijnselen, die met behulp van de relativiteitstheorie verklaard kunnen worden, maar meer in de ontdekking van een nieuwe op de physica toepasselijke denkwijze. Het is waar, dat eenigszins overeenkomstige denkwijzen in sommige takken der wiskunde en soms in de filosofie gebruikt waren, maar Einstein onderwierp onze elementaire opvattingen van ruimte, tijd, massa, energie, enz. aan een doordringende analyse, geheel nieuw in de geschiedenis der physica.

Begrippen sluiten handelingen in. — Professor P. W. Bridgman van de Harvard-universiteit heeft voor kort een populair boek geschreven „The Logic of Modern Physics”, waarin hij de veranderingen in onze begrippen, die vooral uit het werk van Einstein voortkwamen, analyseert. De stelling van Bridgman luidt, dat *physische begrippen slechts beteekenis hebben, voorzover ze met behulp van handelingen kunnen vastgelegd worden*. Hij toont aan, dat deze nieuwe houding jegens onze fundamentele opvattingen wellicht een van de grootste veranderingen is, welke uit het werk van Einstein zijn voortgekomen.

Volgens mijn meening kan er geen twijfel over bestaan, of de nieuwste merkwaaardige vorderingen in de quantum-mechanica, gemaakt door mannen als Bohr, Heisenberg, Schrödinger en Dirac, zijn opgewekt door den wensch, alle begrippen met behulp van handelingen te formuleeren. Bridgman is niet de schepper van deze methode, maar hij is zich waarschijnlijk meer dan iemand anders bewust geweest van hare sterk verbreide toepasselijkheid in de moderne physica.

Ik zou u de wijze uiteen willen zetten, waarop Bridgman deze stelling ontwikkelt, en zou willen zien, hoe juist deze aansluit aan de nieuwste veranderingen, welke in physica en chemie hebben plaats gehad. Ik geloof, dat de chemicus groot voordeel zal kunnen doen met een welbewuste toepassing van een dergelijk kritisch standpunt in zijn eigen wetenschap.

Bridgman doet uitkomen, dat tot nu toe vele begrippen in de physica omschreven werden vanuit het oogpunt van hunne eigenschappen. Een uitstekend voorbeeld is Newton's opvatting van den absoluten tijd. De volgende aanhaling uit Newton's „Principia” is typeerend:

„Ik beschouw tijd, ruimte, plaats of beweging niet als grootheden, waarmede een ieder vertrouwd is. Alleen moet ik opmerken, dat de leek deze grootheden slechts beschouwt als begrippen in betrekking tot tastbare voorwerpen. En daaruit spruiten eenige vooroordeelen voort, voor welker wegneming het practisch zal zijn ze te onderscheiden in absoluut en relatief, waar en schijnbaar, mathematisch en algemeen.

De absolute, ware en mathematische tijd schrijdt gelijkmatig voorwaarts, vanzelf en uit eigen nature, zonder eenige betrekking tot iets uitwendigs, en wordt met een anderen naam duur genoemd.”

Volgens Newton hebben tijd en ruimte dus eigenschappen van een zeer abstracte natuur en worden beschouwd als „dingen”, welke onafhankelijk van alle andere dingen bestaan. Zooals Bridgman zegt, bestaat er echter „volstrekt geen zekerheid, dat er in de natuur iets zou bestaan met eigenschappen als die, welke in de definitie zijn aangenomen, en de natuurkunde wordt, indien ze teruggebracht wordt tot begrippen van dezen aard, een wetenschap, die even abstract is en evenver van de werkelijkheid afligt als de abstracte geometrie der wiskundigen”. Desniet-tegenstaande overheerschten deze begrippen van ruimte en tijd, totdat de relativiteitstheorie naar voren werd gebracht.

Bij de ontwikkeling van deze theorie overwoog Einstein, de begrippen van ruimte en tijd analyserende, welke middelen er beschikbaar zijn, met behulp waarvan een waarnemer afstanden kan meten tusschen twee punten op een snel bewegend voorwerp. Stellen we ons bijvoorbeeld twee planeten voor, die met groote snelheid achter elkaar aan bewegen, en twee waarnemers, één op iedere planeet, voorzien van middelen om elkaar waar te nemen en mededeelingen aan elkaar te doen, middelen als b.v. lichtsignalen. Einstein vraagt zich af, welke de handelingen zijn, doormiddel waarvan de twee waarnemers hun eenheden van lengte en tijd zouden kunnen vergelijken. Hij vindt, dat iedere waarnemer logisch tot de gevolgtrekking moet komen, dat de lengte-eenheid van den ander korter is dan zijn eigene, en dat de tijdseenheid van den ander langer is dan de zijne. Einstein bewees dus, dat er niet zoo iets kan bestaan als absolute

lengte of tijd, of liever bewees, dat aan het begrip absolute tijd geen beteekenis kon worden toegekend, want wij zijn niet in staat geweest een methode te bedenken ter bepaling van het absolute oogenblik van een of andere gebeurtenis.

Ter illustratie van zijn stelling beschouwt Bridgman tot in bijzonderheden het lengte-begrip. Waarschijnlijk werd een van de eerste lengtebegrippen verkregen, door het aantal lengte-eenheden te tellen dat, telkens in elkaars verlengde, tusschen twee gegeven voorwerpen geplaatst kan worden. Zoo wordt b.v. het aantal passen geteld bij het gaan van het eene voorwerp naar het andere. Een uitbreiding en een verfijning van deze methode wordt tegenwoordig gebruikt, wanneer men den standaard-meter op het „Bureau of Standards” vergelijkt met een stalen lint en dit dan gebruikt om een basislijn af te zetten ten behoeve van een landmeting met behulp van driehoeksmeting.

Het was, zooals Bridgman doet uitkomen, een van de grootste ontdekkingen van het menschelijk ras, toen gevonden werd, dat deze handelingen, verricht met een meetstok, een bruikbaar en makkelijk middel opleverden om natuurverschijnselen te verklaren.

Gedurende den overgang van het allereerste afpassen van afstanden tot onze moderne verfijnde metingen met den meetstok moet het lengtebegrip zelf ingrijpende veranderingen hebben ondergaan, aangezien de betrokken handelingen veranderd werden. Indien b.v. afstanden bepaald moeten worden, heeft het geen zin om afstanden kleiner dan $\frac{1}{1000}$ pas te beschouwen, tenzij het begrip zoodanig gewijzigd wordt, dat er willekeurig gekozen methoden bij betrokken worden, waardoor een lengte gelijk aan $\frac{1}{1000}$ pas bepaald kan worden. Bij onze moderne metingen met een stalen lint moeten wij de temperatuur van het lint meten en de kracht, die noodig is om het lint strak te houden, en dan moeten we met behulp van uitzettings- en elasticiteitscoëfficiënt correcties op de waargenomen lengte aanbrengen. Het is moeilijk in te zien, wat voor methoden de primitieve mensch zou hebben kunnen gebruiken om zulke correcties aan te brengen op zijn door passen afgemeten afstanden.

Waarom brengen wij nu zulke correcties aan? Eenvoudig omdat men proefondervindelijk heeft vastgesteld, dat het resultaat, waartoe wij komen door zulke correcties aan te brengen, tot een waarde leidt, welke voor de beschrijving der natuurverschijnselen bruikbaar is dan die, welke wij zonder deze correcties verkrijgen. We moeten niet denken, dat we het doen om de „ware” of „absolute” lengte te verkrijgen.

Tegenwoordig hebben wij vele andere methoden voor de lengtemeting dan met behulp van meetstokken of stalen linten. Wij gebruiken b.v. optische instrumenten en meten afstanden door driehoeksmeting, wij meten hoogten in den dampkring met behulp van een barometer, wij meten de afstanden van spiraalnevels door met onze machtigste telescopen de helderheid te meten van de Cepheische variabelen, die erin voorkomen, wij meten de lengten van moleculen door het wateroppervlak te bepalen, waarover een zekere hoeveelheid olie zich kan uitbreiden, wij berekenen de diameters van moleculen door metingen van de viscositeit van gassen met behulp van de kinetische theorie, of we gebruiken buigingsbeelden van x-stralen, of ten slotte, wij berekenen den diameter van een electron uit zijn massa en lading met behulp van de electromagnetische theorie onder aanname, dat alle energie

van een electron in het electrisch veld buiten zijn oppervlak is gelegen.

Nu vereischt ieder van deze lengtemetingen een geheel verschillende reeks van handelingen en we zouden ze dus volgens Bridgman principieel als verschillende begrippen moeten opvatten; logischerwijze zouden ze werkelijk allen verschillende namen moeten hebben. Men heeft echter experimenteel gevonden, dat twee of meer van deze methoden, toegepast op de meting van denzelfden afstand, uitkomsten geven, die min of meer met elkaar overeenkomen. Dit is dan ook onze rechtvaardiging, als wij al deze begrippen denzelfden naam lengte geven.

Wij kunnen, desgewenscht, extrapoleren en voorspellen, dat, door aanbrengen van passende correcties aan elk dezer wijzen van lengte-meting, we in staat zouden zijn een steeds betere overeenstemming er tusschen te verkrijgen. Zulke methoden van extrapolatie kunnen nuttig zijn en stimulerend werken, maar wij moeten altijd bedenken, dat wij vroeger of later niet in staat zullen zijn om overeenstemming tusschen deze methoden te verkrijgen met meer dan een beperkte mate van nauwkeurigheid. Dit behoeft niet alleen te wijten te zijn aan experimentele moeilijkheden, maar kan het gevolg zijn van een onvermijdelijke vaagheid in het begrip zelf. Begrippen als de diameter van een ingewikkeld molecule of de gemiddelde vrije weglengte van een molecule in een gas zijn uiteraard vage begrippen en kunnen niet veel meer beteekenen dan dat gene, wat wij verstaan onder de dikte van een boom of de lengte van de golven gedurende een storm op zee.

Wellicht is de hoofdoorzaak voor het algemeen geloof in het bestaan van een absolute ruimte gelegen in de schijnbaar volmaakte overeenstemming tusschen onze lengtemetingen en de stellingen der Euclidische meetkunde. In de vorige eeuw echter begonnen de wiskundigen meer en meer in te zien, dat de Euclidische meetkunde slechts één van de mogelijke logische meetkunden was, en, aangezien deze alle slechts gebaseerd waren op bepaalde axioma's of postulaten, had geen van hen eenig werkelijk of noodzakelijk verband met de physica. De schijnbare overeenstemming tusschen onze fysieke waarnemingen en de Euclidische meetkunde bewijst dus niet, dat ruimte de eigenschappen moet hebben, die in de Euclidische stellingen gepostuleerd worden.

Modellen. — Als chemici zijn wij allen min of meer vertrouwd met verschillende modellen van atomen en moleculen, die in de laatste jaren zijn voorgesteld. De structuurformules, waarvan de organisch-chemicus zich gedurende een flink gedeelte van een eeuw bediend heeft, vormen een ander voorbeeld van een uiterst bruikbaar soort model. Ik wil later eenige modellen bespreken, welke de physici gebruikt hebben om meer concrete vormen aan hunne theorieën te geven. Ik geloof, dat wij logischerwijze de Euclidische meetkunde moeten beschouwen als een model, oorspronkelijk bedacht om ons de natuurverschijnselen te helpen „verklaren”.

De studie der natuur verraadt een groote ingewikkeldheid. Wij ontvangen gelijktijdig een enorm aantal impressies en als wij de verschijnselen steeds beter willen leeren begrijpen, moeten wij ons op bepaalde zijden der dingen, die we om ons heen zien, concentreren en dus de minder belangrijke verwaarlozen. Dit sluit in een vervanging van de

werkelijke wereld door een reeks van abstracties, in welker keuze wij zeer bedreven zijn geworden, zóó, dat ze ons helpen de verschijnselen te classificeeren en te begrijpen. Het was dus gebleken nuttig te zijn, begrippen of abstracties als vorm, plaats, afstand, enz. te ontwikkelen en deze kenmerken der verschijnselen te scheiden van andere als kleur, hardheid, enz. De Euclidische meetkunde was gebleken bruikbaar te zijn om deze begrippen van vorm, plaats, enz. met elkaar in verband te brengen.

In het algemeen hebben physici en chemici gevoeld, dat zij een verschijnsel het best begrepen, als zij het met behulp van een model of een concreet beeld konden verklaren. De chemicus verklaarde de wet der veelvuldige verhoudingen met behulp van atomen, die zich met elkaar tot moleculen verbinden. Het warmtegeleidend vermogen, de viscositeit, enz. van gassen werd verklaard met behulp van de kinetische theorie, met moleculen, die elastisch tegen elkaar botsen volgens de wetten der waarschijnlijkheid.

Als wij de atoom- of molecuultheorie op deze wijze gebruiken om verschijnselen te verklaren, kennen wij aan de atomen en moleculen slechts die eigenschappen toe, die noodig blijken te zijn om het gewenschte resultaat te bereiken; wij trekken er ons niets van aan, waarvan het atoom gemaakt is, noch wat zijn structuur is, maar voelen ons meestal verantwoord, als wij eigenschappen aannemen, die zoo eenvoudig mogelijk zijn. Zoo wordt b.v. in de elementaire kinetische theorie aangenomen, dat de moleculen harde elastische bollen zijn, niet omdat er iemand is, die werkelijk gelooft, dat moleculen deze eigenschappen bezitten, maar alleen omdat deze de eenvoudigst denkbare eigenschappen zijn, die met de bekende feiten in overeenstemming zijn.

In werkelijkheid vervangen wij dus in onze gedachte de eigenlijke gassen, die wij waarnemen, en die vele eigenschappen bezitten, die wij niet geheel begrijpen, door een vereenvoudigd model, een menselijke abstractie, welke door ons zoodanig is aangegeven, dat ze eenige eigenschappen bezit van wat we willen vervangen.

Er bestaat dus meer een gradueel verschil dan een wezenlijk onderscheid tusschen de aanname van een mechanisch model en de ontwikkeling van een wiskundige theorie als de Euclidische meetkunde. Als een mathematisch physicus een abstracte theorie van werkelijke verschijnselen ontwikkelt, b.v. de vergelijkingen van Hamilton om de wetten der mechanica samen te voegen, construeert hij in werkelijkheid een mathematisch model. Mathematische vergelijkingen hebben zekere bepaalde eigenschappen, of liever, zij drukken een zeker verband uit tusschen de symbolen, die er in voorkomen. In een wiskundige theorie van fysieke verschijnselen zijn de vergelijkingen zoodanig gekozen, dat de betrekking tusschen de symbolen op een of andere eenvoudige wijze overeenkomt met die, welke waargenomen is tusschen meetbare fysieke grootheden, welke den grondslag vormen van onze fysieke begrippen.

In de laatste jaren hebben de physici, vooral bij de ontwikkeling van de relativiteits- en quantumtheorieën, in klimmende mate gebruik gemaakt van mathematische uitdrukkingsvormen en hebben zij minder aandacht geschonken aan de ontwikkeling van mechanische modellen. De oudere generatie van physici en chemici en zij onder de jongeren, die

minder doorkneet zijn in het gebruik der wiskunde, zijn geneigd te gelooven, dat dit slechts een tijdelijke toestand is en dat we ten slotte in staat moeten zijn om een concreet beeld of model van het atoom te vormen, d.w.z. een beeld te krijgen van hoe het atoom werkelijk is. Men schijnt van gevoelen te zijn, dat een mathematisch model, welks functie zonder de hulp der wiskunde begrepen kan worden, zelfs al geeft deze slechts kwalitatief de verschijnselen in kwestie weer, de waarheid op betere wijze kan weergeven dan een mathematische theorie, waarvan de symbolen misschien slechts door een wiskundige begrepen kunnen worden.

Ik geloof, dat er voor dit standpunt geen voldoende rechtvaardiging bestaat. Mechanische modellen zijn noodzakelijkerwijs zeer beperkt in hunne toepasbaarheid. De onderlinge betrekkingen van hunne deelen zijn beperkt tot die, welke reeds in de mechanica (of electriciteit of magnetisme) bekend zijn. Mathematische betrekkingen zijn veel plooibaarder; practisch kan iedere denkbare quantitative of kwalitatieve betrekking desgewenscht in wiskundigen vorm worden uitgedrukt. We hebben hoegenaamd geen zekerheid, dat de natuur zoodanig opgebouwd is, dat ze op geschikte wijze met behulp van mechanische of electrische modellen beschreven kan worden; het is veel waarschijnlijker, dat, indien onze meest fundamentele betrekkingen op eenige wijze kunnen worden uitgedrukt, dit mathematisch zal kunnen gebeuren.

Bij de beschouwing van onze pogingen om de natuur te beschrijven hebben wij begrippen, modellen en wiskundige theorieën besproken. Wij vinden, dat zij alle daarin overeenstemmen, dat zij menselijke abstracties weergeven, welke voor de natuurbeschrijving geschikt bevonden zijn. Gaan wij een stap verder terug, zoo moeten we erkennen, dat woorden zelf elementaire begrippen vormen. Weliswaar zijn deze veel vager omlijnd dan onze begrippen van physica en chemie, maar kwalitatief gelijken zij er zeer veel op; het meeste misverstand in de wetenschap komt inderdaad voort uit een toekennen van een werkelijkheid aan begrippen, welker bestaansgrond hoofdzakelijk gelegen is in het feit, dat ze door een woord worden weergegeven. Logischerwijze moesten wij trachten onze woorden uit handelingen af te leiden. Wij zouden nauwkeurige aanduidingen moeten bezitten, waarmede wij zouden kunnen onderzoeken, of het woord al of niet goed bruikbaar is.

De vooruitgang der wetenschap hangt in hooge mate af: 1e. van het geven van zoo scherp mogelijke beteekenissen aan de woorden; 2e. van definities van begrippen, voortspruitende uit handelingen; 3e. van een ontwikkeling van modellen (mechanische of mathematische), welke eigenschappen hebben analoog aan die van verschijnselen, welke wij hebben waargenomen.

Zinlooze vragen. — In wetenschappelijke kringen zoowel als in de heele wereld is veel tijd en moeite verknoeid door een tekortkoming bij het geven van een voldoende bepaalde of bruikbare betekenis aan woorden en begrippen. Bridgman legt hier den nadruk op in verband met zijn behandeling van „zinlooze vragen”.

In sommige gevallen ontvalt aan een vraag hare betekenis door de meer of mindere eigen vaagheid van het begrip in kwestie. Indien wij b.v. twee bo-

men van ongeveer gelijke dikte vergelijken, heeft het geen zin te vragen, welke van beide den grootsten diameter heeft, want niemand heeft met de noodzakelijke nauwkeurigheid een definitie gegeven van den diameter van een boom.

Een belangrijker groep van zinlooze vragen komt naar voren, als er geen handelingen denkbaar zijn, welke men zou kunnen verrichten om tot een beslissing te komen. Bijvoorbeeld, wat is de betekenis van de vraag, „Zouden de Vereenigde Staten zich in den wereldoorlog begeven hebben, indien de „Lusitania” niet tot zinken was gebracht?”²⁾ Een dergelijke vraag kan een goed onderwerp zijn voor een school-debatingclub, maar niemand zal kunnen denken, dat de vraag daardoor beantwoord zal zijn.

Een studie van zinlooze vragen kan in de wetenschap zeer goede diensten bewijzen. Een bewijs, dat een zekere vraag zinloos is, kan gelijkwaardig zijn met het opstellen van een fundamentele natuurwet; te zeggen, dat b.v. de vraag „welke is de ware snelheid van de poolster door de ruimte?” geen zin heeft, is een vrij goede uiteenzetting van althans een deel van de relativiteitstheorie.

In sommige gevallen kan het geen zin hebben te vragen, of er al of niet een magnetisch veld in een zeker gedeelte van de ruimte bestaat. Stel b.v., een waarnemer, in rust op aarde, bestudeert een bewegend electron. De beweging van een electron vormt een electrischen stroom en hij zal proefondervindelijk het magnetisch veld waarnemen dat, beantwoordende aan dien stroom, het electron omgeeft. Indien een andere waarnemer met het electron mee beweegt, zal het voor hem in rust blijken te zijn en hij kan natuurlijk geen magnetisch veld constateeren. In het tegenovergestelde geval zou de tegenwoordigheid of afwezigheid van een magnetisch veld om een electron of groep van electronen gebruikt kunnen worden om absolute beweging door de ruimte vast te stellen, hetgeen in strijd zou zijn met de relativiteitstheorie. De relativiteitstheorie eischt dus, dat een magnetisch veld niet in absolute betekenis kan bestaan.

Wij hebben gezien, dat er in beginsel evenveel begrippen van lengte bestaan als er verschillende manieren zijn, waarop de lengte bepaald kan worden; toch vinden wij bij benadering een overeenstemming tusschen de verschillende wijzen, waarop de diameters der moleculen gemeten worden en zijn daarom gerechtigd eenige *realiteit* toe te kennen aan het begrip diameter van een molecule. Indien wij echter vragen naar den diameter van een electron, vinden we, dat deze vraag practisch zonder zin is. Het is waar, dat we een diameter kunnen berekenen onder aanname, dat het electron zich gedraagt als een geladen bol en dat in dit geval de klassieke electrodynamische wetten kunnen worden toegepast. Aangezien wij echter niet beschikken over een onafhankelijke manier om dezen diameter te meten, is dit een werkwijze, welke een cirkelredeneering inhoudt.

Er zijn vele zinlooze vragen, die den chemicus kwellen. Het is duidelijk, dat het geen zin heeft te vragen, wat het moleculairgewicht van natriumchloride in een kristal is. Het is zeer twijfelachtig, of het eenigen zin heeft te vragen, wat het moleculairgewicht van water in vloeibaar water is. Er zijn gevallen, waar het begrip temperatuur geen bepaalde betekenis heeft. Strikt gesproken verkrijgt

²⁾ Eng. tekst ended moet zijn entered (meded. Dr. Langmuir).

de temperatuur slechts in zooverre een uit handelingen afgeleide beteekenis, als men nadert tot evenwichtsvoorwaarden. Als de bewegingen van moleculen of atomen Maxwell's verdeelingswet volgen, d.w.z. een snelheidsverdeling onder de moleculen naar toeval of waarschijnlijkheid, wordt het begrip temperatuur zeer bepaald. Indien wij echter te maken hebben met kwikdamp, welke in een hoogvacuum uitstroomt, of met de omstandigheden, waaronder gas van lagen druk in de buurt van een gloeienden wolframdraad verkeert, dan heeft de temperatuur zeer weinig beteekenis. Hetzelfde geldt voor de omstandigheden, die veelal in een elektrische ontladingsbuis bestaan, zooals een kwikboog, waar de electronen zich gedragen, alsof ze een temperatuur van misschien 50.000° hadden, terwijl de atomen bewegingen uitvoeren, welke met veel lager temperaturen overeenkomen. In werkelijkheid hebben noch de electronen, noch de atomen goed gedefinieerde temperaturen, aangezien de omstandigheden ver van die in den evenwichtstoestand verwijderd zijn.

In menige recente discussie over de stralingstheorie van chemische reacties hebben de chemici, meestal zonder het te realiseren, zinloze vragen besproken. Eerst werd het zóó voorgesteld, dat de straling door het reageerende gas zoodanig geabsorbeerd wordt, dat er geactiveerde moleculen gevormd worden in overeenstemming met Einstein's photochemische wet. Toen dit niet met het experiment overeen bleek te komen, werd de opvatting over de straling herhaaldelijk bij het vinden van nieuwe experimentele feiten zoodanig veranderd, dat daardoor de gewijzigde theorie met de feiten strookte. Na voldoende toepassing van deze wijze van werken heeft het verder geen zin meer te vragen, of de reactie veroorzaakt is door straling, of dat de stralingstheorie juist is.

Bij de studies van de eigenschappen van vloeistoffen zijn de vragen naar den ionisatie- en associatiegraad en in sommige gevallen naar den inwendigen druk discussies geweest van zinloze vragen. Grootendeels zou een dergelijke discussie vereenvoudigd of zelfs geheel vermeden kunnen worden, indien de chemici deze begrippen met behulp van handelingen wilden vastleggen.

Valentietheorieën hebben in de laatste jaren met dezelfde moeilijkheden te kampen gehad. Zoolang de chemici met de gewone valentie-regels van de organische chemie werken, gebruiken ze valentiebegrippen, die werkelijk door handelingen zijn vastgelegd; d.w.z. de organisch-chemici weten, hoe zij hunne proeven moeten verrichten om te bewijzen, dat de valentie van stikstof in dimethylaniline 3 is. De handelwijze, noodig om de waardigheid van magnesium in magnesiumchloride vast te stellen, zijn in vele opzichten heel anders, en zij wijken nog meer af, als wij het geval van de zoogenaamde vijfwaardige stikstof in ammoniumchloride beschouwen of van het zevenwaardige chloor in overchloorzuur. Ik geloof, dat de chemicus veel van den physicus te leeren heeft, wat de juiste methode betreft om dergelijke problemen aan te vatten.

Het is den electrochemicus moeilijk gevallen de plaats te vinden van den oorsprong van de electromotorische kracht in cellen. De physicus ondervindt een dergelijke moeilijkheid bij het zoeken naar den oorsprong van het contactpotentiaalverschil tusschen

metalen. In den grond moet erkend worden, dat tenzij of totdat er methoden bestaan om deze grootheden te meten, vragen, op hen betrekking hebbende, geen zin hebben.

Een practisch voorbeeld van de zinloosheid van sommige vragen betreffende de elektrische potentiaal is onlangs naar voren gekomen in de talrijke gedane voorstellen een snelheidsaanwijzer voor vliegtuigen te construeeren, welke de snelheid ten opzichte van het aardoppervlak zou moeten aangeven onafhankelijk van die van den wind, welke het vliegtuig omgeeft. Gedacht werd, dat, aangezien de vliegtuigmachine zich door het magnetisch veld van de aarde beweegt, er een potentiaalverschil zou ontstaan tusschen de einden van een draad, die tusschen de einden van de vleugels gespannen is. Het is slechts noodig dit potentiaalverschil te meten om de snelheid van het vliegtuig ten opzichte van de aarde te meten. Een nauwkeurig onderzoek doet zien, dat het begrip potentiaalverschil onder deze omstandigheden geen zin heeft, behalve met betrekking tot een zeker systeem. Als voor dit systeem de vliegtuigmachine zelf genomen wordt, is dit potentiaalverschil nul, geheel onafhankelijk van de snelheid van het vliegtuig ten opzichte van de aarde. Een tegengestelde uitkomst zou in strijd zijn met de relativiteitstheorie.

Zinloze vragen zullen in de komende jaren een nog veel grootere beteekenis krijgen. Wij zullen zien, dat de nieuwste vormen van de quantumtheorie ons nu de beste redenen geven te gelooven, dat de identiteit van de aparte electronen in de atomen of moleculen gedeeltelijk of geheel verloren kan gaan, zoodat het geen zin zou kunnen hebben te vragen, of een bepaald electron, dat wij ingevolge een of andere proefneming vinden, hetzelfde electron is, dat daarvoor een waargenomen verschijnsel veroorzaakte. Van nog verdere strekking is in zijn gevolgen het onzekerheidsbeginsel van Bohr-Heisenberg, volgens hetwelk het geen zin heeft te vragen, wat de juiste plaats en snelheid van een electron of een atoom is. Een electron kan een bepaalde plaats of een bepaalde snelheid hebben, maar het kan in een of andere exacte beteekenis niet beide bezitten. Dit beteekent niet slechts, dat er experimentele moeilijkheden aan hunne meting verbonden zijn, het beteekent, dat de begrippen zelf (plaats en snelheid) zich ten opzichte van elkaar verhouden op een wijze, die eenigszins analoog is aan die van tijd en ruimte in de relativiteitstheorie.

Indien men voor het eerst gevraagd wordt naar zijn gevoelens over de objectieve realiteit van ruimte, tijd, plaats, snelheid, enz., dan reageert men daar instinctief zoodanig op, dat men tegen dergelijke beschouwingen bezwaar oppert, omdat ze te methaphysisch van aard zijn. De jongste vorderingen in de physica toonen aan, dat deze denkwijzen in hooge mate practisch zijn; in werkelijkheid vertegenwoordigen ze een poging, los te geraken van het metaphysisch karakter van een groot gedeelte van ons vroeger denken. In plaats van objectieve realiteiten, welke met onze begrippen in overeenstemming zijn, voor waar aan te nemen, hebben wij nu te maken met dingen, die in het laboratorium gemeten kunnen worden, de concrete gegevens, waarvan we hebben uit te gaan.

Toch is het zeer nuttig het begrip der realiteit vast te houden. Bridgman stelt voor, de werkelijk-

heid te meten uit het aantal en de nauwkeurigheid van de onafhankelijke wijzen, waarop we tot overeenstemmende maten van het begrip in kwestie geraken. Door het feit b.v., dat we zoo vele overeenstemmende methoden bezitten om den afstand tusschen de einden van een basislijn, in gebruik bij de driehoeksmeting, te bepalen, kennen wij aan het begrip lengte een groote mate van realiteit toe, of liever, aan die begrippen van lengten, welke in gevallen van dezen aard bruikbaar zijn. We hebben zodoende eenigen grond te beweren, dat twee punten werkelijk een kilometer van elkaar af liggen. Wij kennen echter een niet erg reële beteekenis toe aan het begrip: diameter van een electron.

Voor dertig jaren twijfelde de physicochemicus aan het bestaan van atomen, of beschouwde hij het begrip als nutteloos, zoo niet gevaarlijk. Eenige jaren later vermeldde de leider van deze beweging, Ostwald, in de voorrede van een van zijn boeken, dat hij geloofde, dat het bestaan der atomen experimenteel zonder twijfel bewezen was, hoewel hij in voorgaande werken verkondigd had, dat er altijd een oneindig aantal hypothesen naar voren gebracht zouden kunnen worden ter verklaring van een of ander stel gegeven experimentele feiten.

En heden, wat kunnen wij ten antwoord geven op de vraag: „Bestaat de materie werkelijk uit atomen?” Moeten wij zeggen, dat dit een van die zinlooze vragen is?

Natuurlijk hangt de beteekenis, welke aan een dergelijke vraag gehecht kan worden, af van de definities van de woorden en begrippen, welke zij bevat. Indien wij onder atomen verstaan ondeelbare, onverwoestbare, oneindig harde, elastische bollen, zoo zijn wij verplicht de vraag ontkennend te beantwoorden. Wij kennen echter, volgens moderne gewoonte, dergelijke eigenschappen niet aan het atoom toe. Indien we door het gebruik van het woord atoom principieel er het begrip onder wenschen te verstaan, dat de materie uit bepaalde deeltjes bestaat, welke met behulp van de verschillende, nu voor dit doel bekende methoden, geteld kunnen worden, zoo hebben wij zeer goeden grond, de vraag bevestigend te beantwoorden. Indien wij in onze natuurstudies blijkbare discontinuïteiten ontdekken, of de duidelijke aanwezigheid van bepaalde natuurlijke eenheden, welke op bepaalde wijze in verband gebracht kunnen worden met geheele getallen, zoo zijn wij, schijnt het, zoo dicht bij iets absoluuts in de natuur gekomen, als wij zouden kunnen wenschen. Einstein heeft ons in de relativiteitstheorie geleerd de snijding van wereld-lijnen te beschouwen als gegevens, waarop onze natuurbeschouwingen berusten. Zulke snijpunten, die gebeurtenissen genoemd kunnen worden, zijn in wezen discontinuïteiten. In het algemeen verschillen zij alle van elkaar. Indien wij in de natuur bepaalde eenheden aantreffen, welke in vele opzichten aan elkaar gelijk blijken te zijn, en indien wij deze eenheden kunnen tellen, dan heeft het er allen schijn van, dat het aantal dezer eenheden, dat wij als gevolg daarvan verkrijgen, zich er toe leent onafhankelijk te zijn van het systeem, waarop wij het betrekken; zij hebben dus in het algemeen een zekere soort absolute beteekenis.

In dit opzicht schijnt het dus, dat de atoomtheorie en de quantumtheorie, waarin de geheele getallen zoo'n fundamentele rol spelen, beschouwd mogen

worden, de werkelijkheid op betere wijze te vertegenwoordigen dan zoo goed als iedere andere fysische en chemische theorie.

Een scepticisme tegenover een absolute beteekenis van woorden, begrippen, modellen of mathematische theorieën, moeten ons niet weerhouden al deze abstracties bij de beschrijving der natuurverschijnselen te gebruiken. De vooruitgang van de fysische chemie is waarschijnlijk vele jaren vertraagd door de tekortkoming van de chemici, geen vol profijt te trekken van de atoomtheorie bij de beschrijving van de verschijnselen, die zij waarnamen. Het verwerpen van de atoomtheorie voor dit doelinde was, naar ik meen, in de eerste plaats gebaseerd op een foutieve poging de natuur op een of andere absolute wijze te beschrijven. D.w.z., men dacht, dat energie, entropie, temperatuur, chemische potentiaal, enz., begrippen waren, die in wezen veel dichter bij het absolute lagen, dan de begrippen van atomen en moleculen, zoodat dus de natuur liever met behulp van de eerste dan met die van de laatste beschreven moest worden. We moeten nu echter erkennen, dat al deze begrippen menselijke vindingen zijn en geen absoluut onafhankelijk bestaan in de natuur bezitten. Onze keuze kan dus niet liggen tusschen werkelijkheid en hypothese, maar alleen tusschen twee begrippen (of tusschen twee modellen), welke ons in staat stellen een betere of slechtere beschrijving van natuurverschijnselen te geven. Met beter of slechter bedoelen we, bij benadering, eenvoudiger of gecompliceerder, meer of minder makkelijk in het gebruik, meer of minder algemeen. Indien wij Ostwald's pogingen, de chemie zonder gebruikmaking van de atoomtheorie te onderwijzen, vergelijken met een goeden modernen cursus, gebaseerd op de atoomtheorie, dan leeren we in te zien, wat we onder beter of slechter moeten verstaan.

De nieuwste vorderingen in de atoomtheorie, voortgekomen uit de ontwikkeling van de quantumtheorie, en welke ons onze tegenwoordige kennis van de atoomstructuur hebben gegeven, verschaffen ons interessante toepassingen van de nieuwe denkwijze, die het eerst door de relativiteitstheorie in de physica en chemie werd ingevoerd.

De oudere atoom- en moleculairtheorieën der chemici verkregen een meer vasten vorm door de ontwikkeling van de kinetische gastheorie, de electronentheorie en de studie der radio-activiteit, ontwikkeld tot een hoogte, waar het atoom opgevat wordt als te bestaan uit een bepaald aantal om de kern ronddraaiende electronen. Het atoom was niet langer onverwoestbaar en was niet langer het kleinste materiedeeltje, dat aan een chemische reactie kon deelnemen. De kern in plaats van het atoom werd voor de chemische elementen karakteristiek. De chemische eigenschappen echter van het atoom hingen van het aantal en de rangschikking van electronen af.

In 1913 ontwikkelde Bohr een merkwaardige nieuwe theorie van het atoom door de quantumtheorie van Planck te combineren met de theorie van het kernatoom. Hij ontwikkelde een aantal nieuwe kwantitatieve mathematische betrekkingen met nieuwe begrippen als energie-niveau's quantumtoestanden, enz., en toonde aan, hoe de spectra der elementen met behulp van deze nieuwe begrip-

pen verklaard konden worden. Hij gaf ook een mechanisch model, bestaande uit electronen, die in banen rondom de kern draaien volgens wetten, die gedeeltelijk klassiek zijn, gedeeltelijk met de klassieke wetten onvereinigbaar zijn. Dit model stelde hem in staat zekere mathematische vergelijkingen af te leiden, waaruit hij de frequenties kon berekenen, die overeenkomen met de verschillende lijnen in de spectra van waterstof en andere elementen, terwijl deze frequenties verkregen werden uit fundamentele grootheden als de lading en de massa van het electron en de quantumconstante h , en waarvoor geen grootheden noodig waren, die afhingen van de eigenschappen van de elementen in kwestie. De overeenstemming tusschen theorie en experiment was praktisch volkomen, aangezien het mogelijk was de frequenties met een nauwkeurigheid van 1 : 200.000 te berekenen.

Een zoo merkwaardig succes had ten gevolge, dat de meeste physici en chemici geloofden, dat althans voor het waterstofatoom het model van Bohr in wezen juist was. D.w.z., zij geloofden, dat Bohr's werk aantoonde, dat in een normaal waterstofatoom het electron werkelijk een cirkelvormige baan om een kern beschreef met een diameter en een frequentie, die door Bohr's model werd aangegeven. Bohr zelf hechtte nooit een zoo groote beteekenis aan het mechanisch model, terwijl hij er zich klaar van bewust was, dat de belangrijkste stappen, die hij had gedaan, hoofdzakelijk bestonden in de invoering van nieuwe begrippen en meer in het bijzonder in de wiskundige vergelijkingen, waarmede de waargenomen frequenties in de spectraallijnen berekend konden worden.

In de laatste jaren heeft deze theorie van het waterstofatoom, in hooge mate door het werk van Bohr zelf en zijn leerlingen, van Sommerfeld, Schrödinger, en anderen, veranderingen ondergaan. Volgens het oorspronkelijke model van Bohr kwam de stralingsenergie, overeenstemmende met een spectraallijn, voort uit een overgang van het electron van de eene stationnaire baan in een andere. Er bleek geen physische beschrijving van dezen overgang mogelijk te zijn. Om van de bekende verschijnselen rekenschap te kunnen geven bleek het noodzakelijk te zijn, dat de overgang zóó snel zou moeten geschieden, dat het electron zich van de eene baan naar de andere zou moeten bewegen met een snelheid grooter dan die van het licht, en toch duurde de reeks golven in de veroorzaakte straling betrekkelijk lang, ongeveer 10^{-8} sec. Stralingsenergie kon door het atoom slechts dan geabsorbeerd worden, indien de frequentie juist degene was, die het electron van een zekere baan in een andere bepaalde baan vermocht te brengen. Er kon dus gelijktijdig slechts één frequentie door een atoom geabsorbeerd worden. Er was echter gevonden, dat frequenties, die met vele lijnen overeenkomen, door een enkel atoom verstrooid konden worden. Dit scheen in elk atoom de aanwezigheid te vereischen van een aantal oscillatoren, even groot als het aantal lijnen in het spectrum. Een van de beste argumenten ten gunste van de oorspronkelijke theorie van Bohr was, dat zij juist deze soort verwikkelingen in het atoom vermeerde.

Heisenberg en Born zagen in, dat, om dergelijke moeilijkheden kwijt te raken, het noodzakelijk was

uit de theorieën over den atoombouw de vele opvattingen te bannen, die kenmerkend waren voor de voorgestelde mechanische modellen, en een wiskundige atoomtheorie te ontwikkelen, die slechts begrippen bevatten, welke waren weer te geven door middel van handelingen. D. w. z. de theorie was er eene, die meer direct met meetbare grootheden, zooals de frequenties van spectraallijnen, te maken had. Er moesten nieuwe methoden van matrix-rekening ontwikkeld worden, een soort rekening met discontinuïteiten of bepaalde hoeveelheden in plaats van het rekenen met continue veranderlijke hoeveelheden, welke de klassieke mechanica hadden gekenmerkt.

Slechts korten tijd later was Schrödinger in staat om, door ontwikkeling van de Broglie's golftheorie der quantumverschijnselen, een theorie op te bouwen, die we nu als de golfmechanica zullen betitelen, volgens welke het heele atoom met al zijn electronen als een golfverschijnsel opgevat kan worden. De electronen worden niet langer als in banen bewegend beschouwd. Zoo is b.v. gebleken, dat het waterstofatoom spherische symmetrie bezit in plaats van de axiale symmetrie van het oude atoommodel van Bohr. Toch voert deze theorie tot identiek dezelfde vergelijkingen voor de frequenties der lijnen in het waterstofspectrum. We moeten niet zeggen, dat de theorie van Bohr over het waterstofatoom omvergeworpen is. Het mechanisch model van Bohr is verdrongen, maar het belangrijkere model, vertegenwoordigd door de vergelijkingen en de begrippen, die hij ontwikkelde, is heden zelfs beter, dan toen het voor het eerst werd voorgesteld.

De golfmechanica, die het rekenen met continue veranderlijke grootheden insluit, is nu niet in strijd met Born's matrix-rekening van bepaalde hoeveelheden. In wezen zijn de twee theorieën slechts verschillende mathematische methoden, toegepast op een enkel fundamenteel probleem. De resulterende wiskundige vergelijkingen zijn altijd met elkaar in overeenstemming. Men begint te gelooven, dat de wiskundige theorie een veel beter atoommodel is dan eenig mogelijk mechanisch model.

Het langdurige conflict tusschen de golftheorie van het licht en de corpusculaire quantumtheorie verdwijnt nu met de nieuwe golfmechanica, aangezien de twee beschouwingen van het licht eenigszins analoog zijn aan de twee beschouwingen van de quantumtheorie, de golfmechanica en de matrixmechanica. De quantumtheorie geeft nu werkelijk aan, dat het electron zelf opgevat kan worden als een deeltje of als een golf, evenals het licht gedacht kan worden als een photon of een golf. Wat er nog overgebleven was van het conflict tusschen de golf- en de corpusculair-theorie van het licht en het electron, schijnt nu door het onzekerheidsbeginsel van Bohr-Heisenberg volkomen te zijn weggenomen. Te vragen, of een electron een deeltje of een golf is, is een zinloze vraag; hetzelfde geldt voor de vraag, of licht bestaat uit deeltjes of golven. Men moet antwoorden, dat beide deeltjes of golven zijn, naar gelang van de handelingen, die wij verrichten om ze waar te nemen. Indien wij een proef verrichten, waaruit blijkt, dat een electron zich op een zeer bepaalde plaats bevindt, dan zou dit schijnen te bewijzen, dat het een deeltje is. In dat geval kunnen we echter, volgens het onzekerheidsbeginsel, niet nauw-

keurig de snelheid bepalen en kunnen dus niet voorstellen, waarheen het deeltje gaan zal.

Bohr heeft doen uitkomen, dat de essentieele reden, waarom de klassieke theorie faalt bij een of andere tot in bijzonderheden gaande beschrijving van atoomverschijnselen, daarin gelegen is, dat onze kennis van dergelijke atoomsystemen slechts verkregen kan worden door een waarnemingshandeling, welke den waarnemer tot een deel van het systeem zelf maakt. Volgens de klassieke theorie nemen wij aan, dat we een volledig afgesloten systeem zouden kunnen kennen, alsof het mogelijk was iets te weten, van wat er zou plaats hebben in een volmaakt afgesloten systeem. Om een waarneming te kunnen doen moet er een of ander signaal vanuit het systeem naar ons worden overgebracht, en indien wij deze onderlinge werking volledig in rekening brengen, worden we gedwongen tot de quantumtheorie met haar onzekerheidsbeginsel.

Een merkwaardig kenmerk van deze nieuwe quantummechanica is, dat de oorspronkelijke opvatting over de betrekking tusschen oorzaak en gevolg, welke in de natuurwetenschap algemeen was aangenomen, hare beteekenis verloren heeft. Atoomprocessen schijnen in wezen door de waarschijnlijkheidswetten beheerscht te worden. Het heeft geen zin te vragen, wanneer een bepaald radiumatoom uiteen zal vallen, want er is geen handeling denkbaar, door middel waarvan een dergelijke gebeurtenis voorspeld zou kunnen worden. Hetzelfde geldt voor elk individueel quantumproces. Wij hebben er hoegenaamd geen garantie voor, dat de uitzending van een α -deeltje uit een radiumatoom eenige directe oorzaak heeft. In de scheikunde moeten de vorming van kernen in onderkoelde vloeistoffen enz., in wezen quantum-verschijnselen zijn, waarbij geen oorzaak kan worden aangewezen voor de vorming van een individuele kern. Wij kunnen, door de voorwaarden te wijzigen, de waarschijnlijkheid veranderen, dat een kern op een bepaalde plaats zal ontstaan, maar wij kunnen op geen wijze er ooit voor zorgen, dat een kern door een directe oorzaak gevormd wordt.

Bij een dieper onderzoek naar dit causaliteitsvraagstuk besluit Bohr, dat wij een keuze hebben tusschen twee alternatieve beschrijvingswijzen der natuurverschijnselen. Indien wij de verschijnselen wenschen te beschrijven met behulp der gewone ruimte en tijd, zoo moeten wij de causaliteit opgeven. Wij kunnen echter het begrip causaliteit behouden, indien wij genegen zijn de atoomverschijnselen te beschrijven, met behulp van wat de mathematici configuratieruimte noemen. Stellen wij ons b.v. een heliumatoom met zijn twee electronen voor. Indien wij pogen de plaats van ieder dezer electronen in de ruimte aan te geven, hebben wij voor ieder der twee electronen een stel van drie coördinaten x , y en z noodig, d.w.z. in totaal 6 coördinaten, waarvan er drie bij het eene en drie bij het andere electron behooren. De mathematicus echter vindt, dat de twee electronen in het algemeen ook beschreven kunnen worden door één punt in de zes-dimensionale ruimte, want een dergelijk punt heeft zes coördinaten. Dit is de voorstelling van twee electronen als één enkel punt in een configuratie-ruimte van zes dimensies. Nu blijkt uit de theorie van Schrödinger, dat de beweging der electronen, of liever

van de golven, die ermee overeenkomen, voor het geval van het heliumatoom volkomen beschreven kan worden door een grootheid, die in ieder punt van deze zes-dimensionale of configuratie-ruimte een bepaalde waarde heeft. Het heliumatoom kan echter met behulp van de beweging van twee electronen in een drie-dimensionale ruimte beschreven worden, indien we er ons mede tevreden stellen, de waarschijnlijkheden te kennen, dat de electronen zich in een bepaald punt van deze ruimte zullen bevinden.

Dit alles lijkt natuurlijk degenen onder u, die er tot nu toe niet mede vertrouwd zijn geraakt, zeer abstract toe. Ik bespreek het hier slechts om u te laten zien, hoezeer de moderne opvattingen der physica van die van twintig jaren geleden verschillen.

Indien wij dus onze gewone opvattingen over oorzaak en gevolg moeten prijsgeven, kan men vragen, waarom physici en chemici zoo langen tijd geloofd hebben, dat het geheele onderricht in de natuurwetenschappen aantoonde, dat ieder verschijnsel onvermijdelijk voortkwam uit de oorzaken, die er toe leidden. Ik geloof, dat het antwoord zóó moet zijn, dat vroeger de natuurphilosophen als onderwerp hunner onderzoekingen meestal slechts die verschijnselen uitzochten, waarbij zulke bepaalde betrekkingen als oorzaak en gevolg gevonden konden worden. Dit zijn die verschijnselen, waarbij een zoo reusachtig aantal individuele quantumverschijnselen samengevoegd zijn, dat het resultaat slechts door hun gemiddelde bepaald wordt. Indien wij b.v. de veranderlijkheid van den druk met het volume van een gas bestudeeren, zoo komen de krachten, die wij meten, voort uit de botsingen van een groot aantal moleculen, waarbij de gemiddelde kracht onveranderd en bepaald blijft. Hadden we echter slechts één molecule in een klein volume, dan zou de druk, op de wanden uitgeoefend, nul zijn, behalve op die oogenblikken, waarop het molecule tegen den wand zou botsen. Het zou dan onmogelijk zijn van te voren te voorspellen, wat de druk op een zeker tijdstip zou zijn.

Indien wij trachten de betrouwbaarheid van een of ander gedeelte onzer wetenschappelijke kennis te beoordeelen, zoo meen ik, dat wij moeten bedenken, dat de geheele aard van een wetenschap veranderd kan worden door de psychologie van de onderzoekers, welke de keuze der te onderzoeken onderwerpen beheerscht.

Onze beste kennis van den tijd en zijn betrekking tot andere begrippen is die, welke wij door Einstein hebben verkregen. Toch is er in de heele relativiteitstheorie niets, dat wijst op een onderscheid tusschen positieven en negatieven tijd, dus tusschen toekomst en verleden, geen grooter onderscheid dan er bestaat tusschen verschillende richtingen in de ruimte, zooals rechts en links. Er schijnt dus iets wonderlijk onvolledigs in onze kennis van den tijd te bestaan, want ieder onzer kent het ontzaglijke practische verschil tusschen verleden en toekomst. Eddington behandelt in zijn pasverschenen boek „The Nature of the Physical World” eenigszins uitvoerig de „Arrow of time”. Hij doet uitkomen, dat de tweede hoofdwet der thermodynamica de eenige fundamenteele natuurwet is, die ons eenig onderscheid tusschen toekomst en verleden verschafft. Eén

uitdrukkingswijze voor deze wet is, dat alle in de natuur vanzelf verlopende processen met entropieverhoging gepaard gaan. Zoo stelt Eddington dus voor, dat de positieve tijdrichting gedefinieerd kan worden als die richting, waarin de entropie toeneemt. Indien wij een systeem in absoluut evenwicht hadden, zou de entropie constant zijn en er zou geen „tijdspijl” bestaan. Dit is in overeenstemming met het feit, dat er in een dergelijk systeem geen veranderingen met den tijd plaats hebben.

Het is onwaarschijnlijk, dat er twee onafhankelijke fundamentele factoren zouden bestaan, die den tijd van een pijl zouden voorzien, zoodat het zich zou laten aanzien, dat Eddington door het vinden van één zoo'n factor den eenige zou hebben gevonden. Dit gezichtspunt echter biedt ernstige moeilijkheden. Een pijl is een vectorgrootte, die zoowel grootte als richting moet hebben. Nu schijnt de snelheid der entropieverandering ons geen enkele tijdsmaat te verschaffen. Voor dit doeleinde gebruiken wij verschijnselen, die zoo omkeerbaar mogelijk zijn, zooals de beweging van een slinger in vacuo.

In den grond is de entropie een maat voor orde-loosheid. Een ordeloze verdeling van moleculen in ruimte en snelheid vertegenwoordigt een systeem met maximale entropie. Indien wij een spel kaarten uit het venster werpen en ze dan van den grond op-rapen, zijn ze degelijk geschud. We zullen niet ver-wachten, dat, indien we van een geschud spel kaarten uitgaan, we ze door deze handelwijze ten-slotte terug zullen vinden in de volgorde, waarin ze van den fabrikant komen. De richting, waarin de ordeloosheid toeneemt, verschaft dus aan den tijd een pijl. Deze pijl echter is gelijkwaardig aan dien, welke door de entropie-vermeerdering wordt aan-gegeven.

Toch is het nog altijd een open vraag, of proces-sen, geleid door verstandelijke wezens, niet met entropieverlaging gepaard kunnen gaan. Het schijnt werkelijk denkbaar, dat de evolutie van het orga-nische leven op aarde tot in zekere mate in wezen tegengesteld is aan de tweede hoofdwet. De eigene neiging tot evolutie schijnt eerder een geordende dan een ordeloze rangschikking van onderdeelen teweeg te brengen, en wellicht kunnen zich in de toekomst levensvormen ontwikkelen, die op groote schaal een entropievermindering doen ontstaan. Zullen we dan sommige gedeelten van het heelal hebben, waar de pijl des tijds in een richting wijst, tegengesteld aan die van nabijgelegen deelen?

Zulke speculaties kunnen fantastisch lijken. Ik ge-loof echter, dat het voor chemici en physici van het allergrootste belang is, kernzuivere voorstellingen te ontwikkelen van dingen als tijd en entropie.

De diepgaande veranderingen in het fysische denken, vooral die belichaamd zijn in de quantum-theorie, zijn bezig met groote snelheid een revolutie in de fysische chemie teweeg te brengen. De derde wet der thermodynamica betreffende de chemische constanten heeft onze methoden, chemische even-wichten te bestudeeren, radicaal veranderd. De toe-passing van de quantumtheorie op bandenspectra belooft van het allergrootste belang in de scheikunde te worden. Doordat we in staat gesteld worden de traagheidsmomenten van chemische moleculen te be-palen, kunnen de werkelijke afstanden tusschen de

kernen der atomen in moleculen worden gevonden. Blijkbaar kunnen onze nauwkeurigste bepalingen van de dissociatiewarmten van elementaire gassen verkregen worden uit de bandenspectra door middel van de kennis der energieniveau's van de verschil-lende mogelijke toestanden der moleculen. In recente afleveringen van het „Journal of the American Chemical Society”, vooral in het artikel van Giauque en Johnston, zien we het begin van wat de meest juiste en vruchtbare bron van kennis der chemische evenwichten belooft te zullen worden. Uit een ge-detailleerde kennis van het spectrum, b.v. van zuur-stof, en zonder zijn toevlucht te nemen tot eenige andere experimentele bepaling, kan men de soorte-lijke warmte bij alle temperaturen berekenen, en zoo is dan de entropie van zuurstof bij alle temperaturen gevonden. Dit, tezamen met de reactiewarmten, die op een dergelijke manier gevonden kunnen worden, maakt een berekening van den dissociatiegraad van zuurstof mogelijk en zal ten slotte de berekening van alle chemische evenwichten mogelijk maken.

Het merkwaardige werk van Dennison, Bonhoefer en Eucken, bestaande uit het voorspellen en isoleeren van para-waterstof, moet den chemicus toonen, hoevele zijner chemische ontdekkingen in de toekomst door de toepassing van deze nieuwe phy-sische theorieën gedaan zullen worden.

Voor kort hebben Gurney en Condon uit de golf-mechanica een verklaring afgeleid voor de grond-wet der radio-activiteit. Dergelijke methoden zullen ons waarschijnlijk binnen kort in staat stellen de met de chemische reacties gepaard gaande processen veel beter te begrijpen, dan we dat ooit gedaan hebben.

Physica en chemie worden onvermijdelijk steeds nauwer aan elkaar verbonden. Er schijnt nooit een tijd geweest te zijn, waar we zoo zeker een snellen vooruitgang in de fundamentele scheikunde konden voorspellen, want de nieuwe theorieën der physica zijn tot op dit oogenblik nog nauwelijks begonnen hunne toepassing op chemisch gebied te verkrijgen. Aan den anderen kant heeft de physicus nog veel te leeren van een toenemende kennis der chemische verschijnselen, die hem een rijkdom aan experimen-teele gegevens zou verschaffen, veel grooter dan eenige, die hij tot nu toe in staat was te gebruiken.

Helaas zijn er, hoewel de theoretische physica en chemie op deze wijze elkaar aanvullen en in vele opzichten in een nieuwe wetenschap zijn onderge-dompeld, tot nu toe merkwaardig weinig mannen, die in beide takken van wetenschap voldoende door-kneed zijn. Ik hoop, dat er binnenkort geen scherpe afscheidingen meer tusschen physica en chemie zullen heerschen; op het oogenblik echter schijnt er een zeer groot practisch onderscheid te bestaan.

Om bij benadering na te gaan hoe vele chemici er als physici werkzaam zijn en omgekeerd, heb ik naar willekeur 100 bladzijden uitgekozen van de vierde editie van „American Men of Science” (1927), welke de namen van 13.500 Amerikaansche natuurphilosophen bevat. Hiervan zijn er ongeveer 2700 als chemici en 760 als physici gerangschikt. Van de chemici zijn er 87 % lid van de American Chemical Society, terwijl er slechts 2.5 % bovendien tot de American Physical Society behooren. 77 % der physici zijn lid van de Am. Phys. Soc., terwijl er 3.3 % ook lid van de Am. Chem. Soc. zijn. Dus

slechts ongeveer 3 % van de physici en chemici van de Vereenigde Staten, waarvan de namen voorkomen in de „American Men of Science”, behooren tot beide nationale vereenigingen. Dit geeft ons een veel te klein aantal mannen, die in staat en behoorlijk onderlegd zijn om het belangrijke werk voort te zetten, deze twee takken van wetenschap nader tot elkaar te brengen.

Om den weg te banen voor de komende revolutionaire veranderingen in de scheikunde moeten wij er op bedacht zijn onze denkwijze te veranderen, waarschijnlijk in een richting, die nu in de physica zoo naar voren komt. Maar bovenal moeten wij er bij de jonge chemici op aandringen om aan de universiteit en na voltooiing hunner studies door en door doorkneed te raken in de wiskunde en de moderne physica.

54(062) (492)2

VERSLAG VAN DE ALGEMEENE
VERGADERING DER NEDERL. CHEM.
VEREENIGING, 22—24 APRIL 1930.

II ¹⁾.

In de eerste mededeeling werd reeds genoemd de vergadering van de Leerarensectie, waarin Dr. E. Bonebakker een inleiding hield over de onderwijsinrichtingen van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken.

Door de deelnemers aan die vergadering werd in twee groepen, onder leiding van de heeren Bonebakker en Drucker, een bezoek gebracht aan Philips' Bedrijfsschool. Niet onvermeld mag hier blijven de vele moeite, welke de beide zoo bij uitstek deskundigen zich getroostten om duidelijk te maken, op welke hoogst doeltreffende wijze de opleiding van toekomstige en de verdere ontwikkeling van reeds geplaatste arbeiders hier verzorgd wordt. Het spreekt vanzelf, dat, wat de outilleering betreft, de school in ons land zijn weerga niet heeft. De bijeenkomst van de Leerarensectie kan dan ook in alle opzichten geslaagd heeten.

Over de bezoeken en excursies, die op 24 April plaats vonden, werden de volgende mededeelingen ontvangen:

Voor alle deelnemers — 't waren er ± 180 — aan de excursies, was het al vroeg, om 9 ¹/₄ u., aantreden op het Stationsplein, waar autobussen opgesteld waren, die de deelnemers naar de plek van bestemming brachten. Een groep bezocht Glasfabriek, Papier- en cartonagefabriek. Voor hen, die in 1923, bij de excursie van Breda naar Eindhoven, op de Algem. Vergadering der Nederl. Chem. Ver. eveneens de glasfabriek bezochten, was een vergelijking met toen zeer interessant. Meer glasovens dan toen en vooral veel meer automatische buizentrekkerijen, waarvan er in 1923 slechts één exemplaar stond. Belangwekkend was het met de hand trekken van dikke buizen: een groote klomp gloeiend glas, met een kleine luchtholte, op de ijzeren blaasbuis werd na eerst op een ijzeren plaat

door wentelen goed rond gemaakt te zijn aan een tweede ijzeren staaf, waarop wat heet glas zat, geplakt en daarna uit elkaar getrokken. Onderwijl de glasblazer in het stuk gloeiende glas lucht blaast, trekt zijn maat achteruitlopend een 40 à 50 meter glazen buis.

Het blazen van de ballons geschiedt nog steeds uit de hand en gaat in een razend tempo voort, zonder dat de glasblazers eigenlijk notitie schijnen te nemen van de bezoekers. Het „altijd maar draaien” bij de glasbehandeling, zooals wij die uit het laboratorium kennen, zien wij in het groot toegepast. Het duurt niet lang, nadat de blaasbuis met het gloeiend stukje glas den glasoven verlaat, of het mooie rondkolfje in allerlei grootten wordt al, ter controle op gebreken, weggereden om automatisch op goede lengte afgesneden of beter afgebrand te worden. Men merkt, dat glas dan nog wel plotselinge verhitting kan weerstaan, want nadat een deel van den bodem van een rondkolfje door een opening gestoken is van een klein doosje, waarin een luchtledig gemaakt wordt en het kolfje hieraan rechtstandig blijft hangen, draait het toestel, waaraan het doosje zit, in het rond, waarbij het kolfje — of beter de hals hiervan — steekvlammen van verschillende temperaturen ontmoet, waardoor een stuk van den hals afgesneden en de kolf gelijktijdig rondgesmolten wordt. Elk toestel bevat een groot aantal van deze kamertjes, terwijl het vacuum bij het einde van de ronde op ingenieuze wijze onderbroken wordt en het kolfje omlaag valt om weer plaats te maken voor een nieuw.

Het automatisch buizen- en staventrekken en automatisch sorteeren der buizen had onze volle aandacht. Aan kleine ovens, waarin telkenmale een kleine hoeveelheid goed gesmolten glas bijgevoegd wordt, wordt continu een glazen buis onttrokken, die op vindingrijke wijze in gelijke lengten wordt gebroken. Het sorteeren kan, daar de lengten gelijk zijn, volgens het gewicht gebeuren; buis na buis vallen op onderelkaar staande balansen, die, van een electrisch contact voorzien, een verschillend contragewicht dragen. Zoodra dit laatste met het gewicht van een buis overeenkomt, wordt via het contact de buis uitgeworpen en dus gesorteerd.

In een andere afdeeling zagen we de bewerkingen van de glazen buizen en buisjes en van de glazen staven; alles ging zooveel mogelijk automatisch en was interessant om te zien.

Opvallend was in de geheele glasfabriek, voorzoover wij die zagen, de groote en ruime opzet van de gebouwen — flinke ventilatie — niet onaangename temperaturen — een groot verschil met de ouderwetsche glasblazerijen, die velen zich nog uit hun jeugd zullen herinneren. Overal heerscht orde en netheid, zelfs in de menginrichting der glasgrondstoffen, die ruim is en waar alle werklieden van een luchtmasker voorzien waren.

De rondgang gold daarna de papier- en cartonagefabriek. Papierafval wordt vormalen en op de bekende papiermachines tot rollen carton en papier verwerkt. Aardig was verder een gegolfd-carton-machine, waar een rol papier gegolfd wordt en een andere er op bevestigd, zoodat vellen of rollen gegolfd carton kant en klaar uit de machine komen. Het maken van doozen, de letterzetterij, de linotype en de drukkerij toonden ons daarna, dat er wel

¹⁾ Voor I zie blz. 290.

geen land, waar electrisch licht is, ter wereld zal zijn, waar Philips niet het zijne er toe bijdraagt om den dag — de vreugde van ons leven — te verlengen ten koste van de duisternis.

Groep C, een 25-tal deelnemers omvattend, bracht een bezoek aan het psychotechnisch laboratorium. De leider van dit laboratorium, Dr. Prak, liet ons plaats nemen voor lessenaartjes, voorzien van allerlei curieuze dingen, die eruit zagen als kinderspeelgoed, maar in werkelijkheid bestemd waren het intellect, het waarnemingsvermogen, de gezichtsscherpte, enz. te toetsen van allen, die wenschten opgenomen te worden in Philips' arbeidsleger. In een uur tijd werd ons uitgelegd, aan welke tests de kandidaten hiertoe werden onderworpen. Hadden de meesten onzer geen moeite met de 20 sommetjes, die geprojecteerd werden en waarvan de antwoorden (niet door ons, gelukkig) in 3 minuten moesten worden neergeschreven en waren de drukfouten in den ons voorgelegden tekst voor onze geoefende oogen te opvallend, dan dat wij voor dit deel van het onderzoek bevreesd behoefden te zijn, er waren andere opgaven, vooral vaardigheidsproeven, bij den uitleg waarvan hoog- en zeergeleerde bezoekers stil werden. Tot onze geruststelling deelde de heer Prak mede, dat deze proeven in de praktijk erg meevielen en dat slechts een gering percentage van de kandidaten over de geheele linie onvoldoende was. De bij de verschillende tests verkregen uitkomsten worden n.l. grafisch uitgezet, zoodat tenslotte een lijn verkregen wordt, die onmiddellijk aanwijst, of de kandidaten over het algemeen boven of onder het gemiddelde zijn, dan wel voor een bepaald werk meer in het bijzonder geschikt schijnen. Op die wijze wordt zooveel mogelijk ervoor gezorgd, dat de rechte man op de rechte plaats komt. Dat een psychotechnisch onderzoek, uitgevoerd bij duizenden personen, ten slotte zeer interessante bijzonderheden oplevert betreffende verschillende eigenschappen der leden van één gezin, van tweelingen, enz. werd ons aan de hand van een aantal rapporten duidelijk gedemonstreerd.

Van den geneeskundigen dienst, die ook op het programma van deze groep stond, kregen wij niets te zien dan het gebouw, maar wij gelooven gaarne, dat ook deze dienst op de voortreffelijkste wijze geoutilleerd is.

Nadat ons in de groote cantine, plaats biedend aan een enorm aantal arbeiders, een kop koffie was aangeboden, waarvan het genot vergezeld ging van de geluiden uit een reusachtigen luidspreker, bezochten wij onder leiding van Ing. Cazemier de bedrijfsschool, waar wij o.a. meisjes, die juist de lagere school hadden verlaten, bezig zagen met soldeeren, glasbewerking en het in elkaar zetten van gloeilampen. Verschillende vaardigheidstests, die wij in het psychotechnisch laboratorium hadden gezien, vonden hier hun toepassing.

In het natuurkundig laboratorium gaf de directeur, Prof. Dr. G. Holst, met zijn wetenschappelijke medewerkers, de volgende interessante demonstraties: Dr. A. E. van Arkel: Fotometrie van absorptiespectra van hygroscopische stoffen. Dr. J. H. de Boer: Adsorptie van jodium en van phenolen op laagjes van verschillende zouten. Dr. W. F. Brandsma: Keuring van materialen. Dr. W. G. Burgers: Röntgenbeelden volgens Laue op een fluorescentiescherm. Dr. E. H. Reerink: Bereiding van vitaminen onder

den invloed van ultraviolette stralen van bekende golflengten. Dr. A. van Wijk: Bepaling der intensiteit der ultraviolette zonnestrallen. Dr. G. Zecher: Nieuwe neonlampen ter verlichting van vliegvelden en een nieuw klein model van een hoogtezon, de „Ultrasol."

Door de uitnemende regeling gelukte het in den beperkten tijd zooveel belangrijke experimenten en apparaten, met de noodige toelichting, te toonen.

In de ruime gang waren verder nog de volgende demonstraties opgesteld: gelijkrichters, metallix-Röntgentoestel en andere moderne Röntgen-apparaten, zirkoonmetaal, rekristallisatie van aluminium, televisie-neonlamp, roodgevoelige photo-electrische cel, enz.

In de gasfabriek toonde Ir. H. C. A. Holleman de bereiding van argon en het onderzoek der lampen met behulp van Tesla-stroomen.

Om 12.30 u. waren weer allen in de Aula boven de Kleuterschool van Philips vereenigd, waar ons een lunch door de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken aangeboden werd. De tafel werd geleid door Dr. A. Philips, die in antwoord op een speech van Prof. H. J. Backer, waarin laatstgenoemde zeide, dat het hem zoo bijzonder verheugd had in Eindhoven de toepassing en de omzetting van wetenschap in praktijk te mogen zien, o. a. vertelde, hoe een wetenschappelijk onderzoek in de praktijk herhaald, voor deze mislukt kan zijn en toch nog tot resultaten voor de praktijk kan leiden, doordat men de eigenschappen van stoffen soms kan bestudeeren, die men anders niet zoo licht zal nagaan.

Na afloop van den lunch werd het gezelschap vereeuwigd op de glazen plaat, waarbij Dr. Philips gracieuselijk aan alle deelnemers, die van te voren reeds enkele souvenirs ontvangen hadden, een copie toezegde.

Thans kwam de laatste acte van deze zoo buitengewoon goed georganiseerde en daardoor goed geslaagde 66ste Alg. Vergadering — de tocht per Philips-autobussen naar Den Bosch. Eerst werd het Museum van het Prov. Genootschap van Kunsten en Wetenschappen bezocht, waar de directeur met zijn assistent ons op veel karakteristieke wees; velen hebben genoten van het moois, dat dit museum herbergt; zij zullen zeker bij een later bezoek aan Den Bosch zich niet de gelegenheid laten ontgaan om het museum nog eens rustig te bezichtigen. Daarna bezoek aan de St. Jan's Basiliek, waar de onovertrefbare schoonheden van de St. Jan getoond en de restauratie van het prachtige gebouw verklaard werden.

Ten slotte kwam het bezoek aan den Raadskelder, waar een vroolijke geest heerschte en waar aan de regelingscommissie, voor zoover dit nog niet geschied was, nog eens ondubbelzinnig getoond werd, hoe uitnemend haar werk geweest was. De jaarvergadering van 1930 in Eindhoven zal hierdoor niet licht vergeten worden!

CHEMISCHE KRINGEN.

Amsterdamsche Chemische Kring. Op 7 Mei j.l. sprak Prof. G. Urbain, op uitnodiging van het Comité scientifique franco-hollandais, voor de leden van den Kring en de studenten in de faculteit der wis- en natuurkunde over „La stabilité des sels complexes".

Spr. begon met te wijzen op de groote overeenkomst van de

complexchemie met de organische chemie en wel op de volgende punten. Zoowel organische als complexe verbindingen zijn in zeer grooten getale bekend; zoo zijn b.v. van Pt en van Co samen evenveel verbindingen bekend als van alle overige elementen (C uitgezonderd) te zamen. Verder zijn zoowel organische als complexe lichamen in thermodynamisch opzicht onstabiel. Van koolstof zijn alleen enkele harsen, asfalt, carbonaten, van de platinaverbindingen is eigenlijk alleen het platina zelf stabiel.

Evenals in de organische chemie de vierwaardigheid der koolstof een groote rol speelt, is in de chemie der complexen het coördinatiegetal karakteristiek. Zoo zijn b.v. voor Pt die coördinatiegetallen of 4 of 6. Bij kobalt is het coördinatiegetal 6.

Spr. onderscheidt nu drie soorten complexen. Ten eerste de goed oplosbare en in oplossing stabiele complexen, ten tweede complexen, die in oplossing langzaam ontleden en ten derde complexen, die in water direct ontleden en dus uit de waterige oplossing niet terug zijn te winnen. Van het laatste is carnaalliet een voorbeeld; dit valt in water uiteen in magnesiumchloride en kaliumchloride. Onder deze groep vallen dus die lichamen, welke men gemeenlijk dubbelzouten noemt. Spr. maakt dus niet een kwalitatief onderscheid tusschen dubbelzouten en complexe zouten.

Aan een reeks opgesteld door Pascal toonde Prof. Urbain dit voor ijzerverbindingen aan. Het bleek Pascal, dat die ijzerverbindingen, welke het meest paramagnetisch zijn, de sterkste ijzereacties vertoonen, maar dat het verloop in de reeks zeer gelijkmatig is.

Zoo geeft b.v. ferrichloride alle ijzereacties en is sterk paramagnetisch. Het complexe nitroprussidnatrium geeft practisch geen enkele ijzereactie en is zeer zwak paramagnetisch. Tusschen deze beide stoffen ligt eene geheele reeks stoffen, waaronder ook met dubbelzout-karakter.

Het blijkt, dat de metalen onder in de spanningsreeks de meeste neiging tot complexvorming hebben. Van het goud, dat onderaan staat in die reeks, zijn vrijwel alleen complexe verbindingen bekend, zoodat men de goudchemie een complex-chemie mag noemen.

Spr. wil dan ook een verbinding als goudtrichloride opvatten als een verbinding analoog aan anhydriden (bv. zwaveltrioxyde).

De zouten der electronegatieve metalen als K en Li zijn niet gehydrolyseerd, wel die van de metalen onder in de spanningsreeks, maar zeer vele van deze metalen hebben complexen, die afgeleid moeten zijn van sterke basen en zuren. Hoe dit nu te verklaren?

Spr. doet dit aan de hand van de formule van Nernst, waaruit blijkt, dat de potentiaalsprong zoo met de concentratie van het metaalion samenhangt, dat bij stijging der concentratie die potentiaalsprong groter wordt.

Daar de complexe zouten slechts voor zeer kleine fracties in metaalionen zijn gesplitst, kan die potentiaalsprong dus groot zijn en dan gedraagt het geheel zich dus, alsof het boven in de spanningsreeks thuis hoort. M.a.w. we krijgen den indruk, alsof we met sterke basen en zuren te doen hebben.

Aan de hand van vele voorbeelden illustreerde Prof. Urbain het bovengenoemde.

Opmerking verdient nog, dat spr. de sterk basische eigenschappen van de organische quaternaire ammoniumbasen uit dit gezichtspunt bekeek.

Met de opmerking, dat de jongeren op dit gebied nog zeer veel baanbrekend werk zullen kunnen verrichten, besloot Prof. Urbain zijn interessante voordracht.

(Alg. Handelsbl.).

Chemische Kring Batavia. Op de tweede vergadering van den Chemischen Kring Batavia, die 15 April in de Aula der Geneeskundige Hoogeschool gehouden werd, hield Dr. Ir. C. P. Mom een voordracht over „Chemische en biologische zuivering van drinkwater met betrekking tot den reuk en den smaak”.

Als inleiding tot zijn eigenlijk onderwerp gaf spreker een uiteenzetting van de practische beteekenis van het vraagstuk der zuivering van drinkwater met betrekking tot den reuk en smaak in Indië. Onder de 180 waterleidingen, die in Indië in exploitatie en in aanbouw zijn, bevinden zich 27 bedrijven, die oppervlaktewater — voornamelijk rivierwater — zuiveren en in deze bedrijven speelt de zuivering van het water t.o.v. den reuk en den smaak een zeer voornamelijk rol.

In de stoffen, die het water een onaangename reuk en smaak geven, zijn 2 groepen te onderscheiden, nl. de afbraakproducten van plantaardigen en dierlijken afval, waaronder dus ook de faecaliën vallen, benevens de vluchtige organische stoffen, die aan het water een gronderigen reuk en smaak geven; deze laatste stoffen worden in den grond gevormd door microben

tijdens de humusvorming. De verwijdering van al deze stoffen uit het water kan zoowel langs biologischen weg, door langzame zandfiltratie, als langs chemischen weg, door behandeling met oxydatiemiddelen, geschieden. De biologische processen bieden geen bijzondere moeilijkheden, doch bij de chemische behandeling van het water heeft zich een bijzondere complicatie voorgedaan, welke verband houdt met de in de waterzuivering thans algemeen toegepaste sterilisatie door middel van chloor. De genoemde reuk- en smaakstoffen in oppervlaktewater hebben nl. de eigenschap om zich met chloor te verbinden en aldus uiterst intensief onaangenaam smakende en riekende stoffen te vormen.

De straks vermelde eerste groep der reuk- en smaakstoffen geeft in verbinding met chloor een jodoformsmaak aan het water, die te verwijderen is door verdere chemische oxydatie met behulp van een overmaat chloor. Dit proces is het zoogenaamde overchloreeringsproces en moet gevolgd worden door een antichloreeringsproces, waarna een smaak- en reukloos water resulteert.

De tweede groep der „gronderige” reuk- en smaakstoffen wordt in den bodem gevormd door actinomyceten en streptotricheën. De verwijdering van deze stoffen is een specifiek tropisch waterzuiveringsprobleem. Onderzoekingen, ingesteld op het Proefstation voor Waterzuivering Manggarai, toonden aan, dat het water van deze stoffen niet was te bevrijden door overchloreeren; hiertoe is behandeling van kaliumpermanganaat noodzakelijk. Dit oxydatieproces wordt bevorderd door de contactwerking van fijn verdeeld bruinsteen, hetgeen aan de hand van enkele grafische voorstellingen gedemonstreerd werd. In de practijk is deze methode met succes kunnen worden toegepast in het zuiveringsbedrijf van de waterleiding te Tangerang.

Op de voordracht volgde een discussie, waaraan verscheidene der aanwezigen deelnamen.

PERSONALIA, ENZ.

Prof. G. Urbain sprak 9 Mei in het scheikundig laboratorium der Technische Hoogeschool te Delft voor het Comité Scientifique Franco-Hollandais over: *La Définition Actuelle de l'Élément Chimique*.

Spr. begon met de mededeeling, dat de definitie van een chemisch element, nl. een stof, die een bepaald atoomnummer heeft, door de int. comm. van de elementen als tijdelijk wordt beschouwd. Spr. ging in historische volgorde de opvattingen betreffende een chemisch element na. Het begrip element dateert van den tijd der Grieksche filosofen. Lavoisier heeft het nader gedefinieerd. De praktische definitie van Lavoisier is vaak door meer theoretische vervangen. Zoo heeft men wel den phasenregel in de definitie opgenomen. Uit den aard der zaak geeft dit eveneens moeilijkheden voor omstandigheden, waaronder de phasenregel niet geldt. Voor een definitie van een element zocht men een „elementaire eigenschap”, een eigenschap van de atomen, welke ook blijft als de atomen zich verbinden tot moleculen. Men heeft getracht daarvoor spectrale eigenschappen te gebruiken; in de vonk of lichtboog worden echter vaak verbindingen van het element gevormd. Evenzoo is het equivalentgetal, het getal grammen, dat zich met een bepaald getal grammen van een ander element verbindt, geen eigenschap die feilloos is; zoo hebben de edele gassen geen equivalentgetal. Het begrip isotopie (Rutherford, Aston) gaf daarna weer nieuwe moeilijkheden. Het atoomgewicht bleek dan ook onmogelijk als eigenschap voor de definitie van een element te gebruiken. Isotopen geven alle gelijke spectra, wanneer de spectraaltoestellen slechts geringe dispersie hebben; bij groote dispersie blijkt elk isotop zijn eigen spectrum te hebben.

Spr. beschreef hierop de proeven van Aston, waarmede deze de isotopen van elkaar scheidt en wees op het belangrijke resultaat, nl. dat men weer op de hypothese van Prout terug komt, d.w.z. dat atoomgewichten geheele getallen zouden zijn. De radioactiviteit leert ons twee stoffen kennen, welke een element opbouwen, de alpha-stralen (geladen heliumatomen) en de bèta-stralen (electronen). Men stelt zich voor, volgens Rutherford, dat een atoom een kern bevat met positieve lading van zeer kleine afmeting, omgeven door een bepaald aantal electronen. De grootte van de positieve lading van de kern is nu de goede eigenschap, welke voor een definitie van een element kan dienen.

De positieve lading is te bepalen met behulp van de wet van Moseley, nl. het verband tusschen de golflengte van de Röntgenstralen, welke het element kan uitzenden, en het atoomnummer.

De elementen, welke samen op een bepaalde plaats van het systeem der elementen voorkomen, de isotopen, worden nu

„samengestelde elementen” genoemd, een vreemd woord vooral voor de filosofen, echter voor de chemici zeer bruikbaar.
(N. R. Ct.).

Door de Rechtbank te Arnhem zijn in zake het geschil tusschen de „Patent Treuhand Ges. für elektrische Glühlampen m. b. H.” te Berlijn en de N.V. Gloeilampenfabriek „Radio-Force” te Nijmegen, als deskundigen benoemd Prof. Dr. E. Cohen, Dr. J. J. Polak en Dr. P. Schoenmaker.

Tot corresponderend lid van de afdeling voor wis- en natuurkunde der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam is benoemd Dr. J. J. van Laar te Tavel sur Clarens (Zwitserland). Voor van Laar's werk mogen wij hier verwijzen naar de publicatielijsten, opgenomen in dit Weekblad 17, 362 (1920), 23, 235 (1926) en 26, 539 (1929).

Zooals men zich zal herinneren, werd hem verleden jaar de Bakhuis Roozeboom-medaille verleend (Chem. Weekblad 26, 548).

Stichting voor materiaalonderzoek. Den 9den dezer heeft in de Industriële Club te Amsterdam de eerste vergadering plaats gehad van de Commissie van Bijstand, ingesteld volgens Art. 7 der Statuten van bovengenoemde Stichting. Ir. M. E. H. Tjaden, de vergadering openende, zeide dat door allerlei omstandigheden, onafhankelijk van den wil van den Raad van Bestuur, het bijeenroepen dezer vergadering telkens vertraging had ondervonden. Verschillende zaken, o.a. enkele wenschen tot aansluiting aan de Stichting van lichamen, die zich na de oprichting op 13 Sept. 11. daartoe hadden aangemeld, moesten blijven wachten, totdat het vijfde lid van den Raad van Bestuur door de Commissie van Bijstand zou zijn aangewezen.

Nadat een reglement was vastgesteld en nadat besloten was, dat het Dagelijksch Bestuur der Commissie van Bijstand zou bestaan uit drie leden, werden als zoodanig benoemd: Dr. Ir. E. B. Wolff, voorzitter, Ir. G. L. Tegelberg, ondervoorzitter en Ir. P. F. van der Wallen, die zich voorloopig met het secretariaat zal belasten.

Daarna werd tot vijfde lid van den Raad van Bestuur benoemd en door dezen tot voorzitter gekozen, Ir. J. E. F. de Kok, directeur van de Bataafsche Petroleum-Maatschappij.

Daarmede is de Raad van Bestuur thans voltallig en bestaat dus uit de heeren Ir. J. E. F. de Kok, voorzitter, F. K. J. Heringa, Prof. Dr. H. R. Kruyt, Prof. Dr. Ir. C. J. van Nieuwenburg en Ir. M. E. H. Tjaden.

Bij de besprekingen, die nu volgden over het werkplan der Stichting, beval Prof. Dr. L. S. Ornstein aan om te trachten samenwerking te verkrijgen met bestaande stichtingen en verenigingen, die op dit gebied werkzaam zijn, als zoodanig noemde spr. het Technisch-Economisch Genootschap, de N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen, de Gasstichting en andere; het eerstgenoemde genootschap heeft reeds financieelen steun toegezegd voor eventueel door de Stichting te verrichten onderzoekingen op het gebied der corrosie. Besloten werd, dat zoo spoedig mogelijk een vergadering van den Raad van Bestuur met het Dagelijksch Bestuur der Commissie van Bijstand zal plaats hebben, ter voorbereiding van een en ander.

Aan de Universiteit te Leiden is bevorderd tot doctor in de wis- en natuurkunde, op proefschrift „Over enkele in de kern gesubstitueerde β -phenyläthyl-aminen”, de Heer M. P. J. M. Jansen, geboren te Schiedam.

Aan de Universiteit te Leiden zijn geslaagd: voor het candidaatsexamen wis- en natuurkunde E de Heer L. J. Klinkenberg en voor het doctoraalexamen wis- en natuurkunde, hoofdvak pharmacie, de Heer J. F. Allart.

Met ingang van 1 April 11. is benoemd tot assistent aan het Anorganisch-chemisch Universiteitslaboratorium te Leiden de Heer P. A. Jonquière, chem. doct.

Onlangs zijn verschenen de „Comptes rendus de la neuvième Conférence Internationale de la Chimie, La Haye, 18—22 juillet 1928” (Union Internationale de la Chimie pure et appliquée), Secrétariat général, 49, Rue des Mathurins, Paris, 160 blz.

TER BESPREKING ONTVANGEN BOEKEN.

- H. Thoms, Betäubungsmittel und Rauschgifte; Berlin & Wien, Urban & Schwarzenberg, 1929, 192 blz.
H. C. Sherman, Chemistry of food and nutrition, 3rd edition; New-York, The MacMillan Co., 1928, 636 blz.
A. C. Williams, Experimental chemistry; London, Longmans, Green & Co., 1929, 141 blz.

CORRESPONDENTIE, ENZ.

Langmuir's rede. In het Chem. Weekblad zullen gaarne verhandelingen worden opgenomen, waarin de onderwerpen, door Langmuir aangestipt, uitvoerig worden behandeld.

Conferentie over het onderwijs in chemie en physica. Naar aanleiding van de mogelijke vervanging van de vergaderingen der Leerarensectie door bovengenoemde Conferentie (zie het verslag van de Alg. Verg. der Nederl. Chem. Vereniging op 23 April; dit Weekblad blz. 290—291) wijst de hoofdredacteur er op, dat hij gaarne in het Chem. Weekblad ruimte beschikbaar stelt voor verhandelingen over het onderwijs in de chemie. Hij herinnert er aan, dat reeds in de eerste jaren van het bestaan der Nederl. Chem. Vereniging in een algemeene vergadering (23 Dec. 1905) het onderwijs in de chemie aan onze Hoogere Burgerscholen aanleiding gaf tot een voordracht door Prof. Ernst Cohen¹⁾ en dat naar aanleiding daarvan een opstel verscheen van Dr. G. Doyer van Cleef „Een vonnis; na voldoende onderzoek?”²⁾ Een bespreking over genoemd onderwijs volgde te Alkmaar (28—30 Aug. 1906) in de algemeene vergadering der Vereniging van leeraren aan inrichting van Middelbaar Onderwijs, waar Prof. Cohen het onderwerp inleidde. Zoowel zijn rede als de volgende discussie zijn afgedrukt in het Chem. Weekblad van 1906³⁾. In denzelfden jaargang vindt men ook een gedachtenwisseling over het begrip „aequivalent” op de H. B. S. tusschen Dr. R. N. de Haas en Dr. A. van Raalte⁴⁾. Ook later zijn verscheidene malen mededeelingen over het chemie-onderwijs opgenomen.

Nu, blijkens de gehouden enquête, veel belangstelling voor dit onderwerp bestaat, acht de hoofdredacteur het oogenblik gekomen belangstellenden uit te noodigen hun meeningen, wenschen en opmerkingen op papier te stellen en spoedig in te zenden; deze publicaties zullen als inleiding kunnen dienen tot en aanwijzingen kunnen geven voor een in den loop van dit jaar te houden Conferentie.

Twee boeken zijn volgens ons kaartregister in den loop van 1929 aan twee aanvragers verzonden, doch volgens hen niet in hun bezit gekomen. Het zijn: „G. Schluck, Chemisch-technisches Taschenlexikon; Wien, Steyrermühlverlag, 224 blz.” en „W. E. Adeney, The principles and practice of the dilution method of sewage disposal; Cambridge, University Press, 161 blz.” Mochten deze boeken in handen van andere aanvragers zijn gekomen, dan ontvangen wij gaarne van hen bericht.

VRAAG EN AANBOD.

Ter overneming aangeboden:

Hilbert und Ackermann, Grundzüge der theor. Logik, 1928 (Band XXVII, Grundlehren der mathem. Wissenschaft in Einzeldarstellungen).

Rec. trav. chim. 1922 en 1923 in off. band geb.

Chem. Weekblad 1924 t/m 1929 in afl.

Chem. Weekblad 1913 t/m 1929, gebonden.

Ter overneming gevraagd:

Dissertatie E. A. Klobbie, Leiden 1890.

Sommerfeld, Atombau und Spektrallinien.

VERBETERING.

Op blz. 294, 2e kolom, regels 7 en 8 v. o. staat: S. P. L. Sörensen, lees: P. L. Sörensen.

¹⁾ Chem. Weekblad 2, 805 (1905).

²⁾ Ibid. 3, 33 (1906).

³⁾ 3, 529, 543 (1906).

⁴⁾ Ibid. 3, 218, 266, 287 (1906).