

CHEMISCH WEEKBLAD.

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSCHE CHEMISCHE VEREENIGING.

No. 33.

14 Augustus 1915.

12^e Jrg.

INHOUD: Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging. — Verzoek van den Redacteur. — Dr. C. A. CROMMELIN, Over proeven, die het bewijs van het bestaan der moleculen hebben geleverd. — Boekaankondigingen. — Personalialia, vacatures, industriële mededeelingen, enz. — Ingekomen verhandelingen. — Correspondentie. — Erratum.

Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Nederlandsche Chemische Vereeniging.

Aangenomen als lid:

Dr. M. J. F. HAARSMa, Beverwijk.

Adresveranderingen:

Dr. S. A. KOOPAL, leer. H. B. S., Groote straat 72, Almelo.

J. C. VAN DEN BERG, scheik. ing., Garenkokerskade 23, Haarlem.

A. P. DROST, scheik. ing. a/d. N. V. Nieuwe Rott. Loodwitfabriek „Drie blokjes”, 1ste Middellandstraat 68c, Rotterdam.

W. A. OCHTMAN, scheik. ing., Wolter ten Catestraat 54, Hengelo (O.).

W. H. J. VETHAKE, scheik. ing. b/d. Bat. Petrol. Mij., N.Z. Voorburgwal 348, Amsterdam.

Dr. P. A. MEERBURG, *Secretaris*,
Drift 14, Utrecht.

Verzoek van den Redacteur.

Niettegenstaande de zorg, die aan de rubriek „Boekaankondigingen” wordt besteed, is zij verre van volledig. Menigeen zal dan ook een boek op chemisch of verwant gebied hebben aangeschaft, dat niet in genoemde rubriek is besproken. Nu kan het bekend zijn met den titel van of een oordeel over zoo'n werk ook voor anderen van veel belang zijn. Bezitters van dergelijke niet aangekondigde boeken wordt daarom dringend verzocht een beknopte aankondiging te willen inzenden. De redacteur is gaarne bereid op te geven, of een boek al of niet besproken is. In de registers der laatste jaargangen vindt men trouwens lijsten van besproken boeken.

W. P. JORISSEN.

OVER PROEVEN, DIE HET BEWIJS VAN HET BESTAAN DER MOLECULEN HEBBEN GELEVERD

DOOR

C. A. CROMMELIN ¹⁾.

Ik heb mij voorgenomen u hedenavond het een en ander mede te deelen over proeven, die in de laatste jaren genomen zijn en die ons de zoo lang gewenschte, onmiddellijke bewijzen hebben gebracht, dat de moleculen werkelijk bestaan, proeven dus, die, om een woord van OSTWALD ²⁾ te gebruiken, de atomistische hypothese tot een goed grondveste theorie hebben verheven. Maar alvorens tot de beschrijving van die proeven en de bespreking van de daaruit afgeleide uitkomsten over te gaan, wil ik u ter inleiding een kort overzicht geven van de oudere opvattingen over de atomistiek ³⁾.

Zooals bekend is, moeten wij, om de eerste denkebeelden aangaande een discontinuë structuur van de stof te vinden, tot de Grieksche oudheid terug gaan. Het systeem der Grieksche atomisten, waarvan DEMOKRITUS en LEUCIPPUS de meest bekende vertegenwoordigers zijn, was uit den aard der zaak van zuiver wijsgeerigen oorsprong. Begeerig eene oplossing te geven van het groote vraagstuk der voor-sokratische wijsbegeerte, n.l. het vraagstuk der „natuurverklaring”, werkten zij op zuiver speculatieve wijze hun atomistisch systeem uit, een systeem, waarin aan den eenen kant de atomen, aan den anderen kant de ledige ruimte daartusschen, het volle en het ledige, het zijn en het niet zijn, de bouwsteen der natuur waren. Hunne atomen zijn uitgebreid, onveranderlijk en ondeelbaar, door hunne kleinheid niet zintuigelijk waarneembaar en uitsluitend door hunne grootte bepaald; zij kunnen dus als deeltjes zonder qualiteit, kwalitatief niet veranderen en alle worden, alle verandering in de natuur is slechts lokale verandering der atomen. De veelheid der verschijnselen, die zich aan onze zintuigen voordoet, is alleen tot de gedaante, rang schikking enz. van complexen van atomen terug te brengen ⁴⁾.

¹⁾ Voordracht gehouden voor het Natuurkundig Gezelschap te Leiden, op 29 April 1915.

²⁾ W. OSTWALD, Grundriss der allgemeinen Chemie, 4^{te} Auflage, Vorbericht.

³⁾ Voor een uitvoerige geschiedenis der atomistiek zie men: KURT LASSWITZ, Geschichte der Atomistik, Hamburg en Leipzig, 1890.

⁴⁾ Vgl. b.v. A. SCHWEGLER, Geschichte der Philosophie im Grundriss, Leipzig, z. j., pg. 40, sqq.; G. W. F. HEGEL, Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie, ed. BOLLAND, Leiden, 1908, pg. 229, sqq.

Al zijn onze atomen nu ook geheel andere dingen dan die der oude atomisten, toch zal men moeten erkennen, dat de oude Grieken met recht als de grondleggers der tegenwoordige atomistische opvattingen worden geprezen. Wij zullen dus niet met VON SMOLUCHOWSKI¹⁾ weersin ondervinden, wanneer wij DEMOKRITUS, LEUCIPPUS en LUCRETIVS als de grondleggers der atomistische theorie hooren prijzen en nog veel minder de atomistiek der oudheid phantastisch gebazel noemen. Integendeel, hoe phantastisch het ons ook moge voorkomen, dat men op louter speculatieven grondslag dergelijke systemen ontwerpt, koen en oorspronkelijke zal men de denkbeelden dier Grieksche wijsgeeren toch moeten vinden; wij erkennen met GUYE²⁾, dat wij aan hen het begrip van het atoom te danken hebben; wij verbazen ons over, ja, bewonderen het instinct, de intuïtie of hoe men het noemen wil, der oude atomisten, aan wier geest zich voor het eerst het denkbeeld van een discontinu geconstrueerde materie heeft opgedrongen, waaruit toch, ondanks alle verschil, de grondslagen zijn voortgekomen van theorieën, die thans, na eeuwen en nog eens eeuwen en na allerlei gedaanteverwisselingen, de geheele scheikunde en een groot deel van de natuurkunde beheerschen³⁾.

Sinds de oudheid is de atomistiek als wijsgeerig systeem nooit geheel in vergetelheid geraakt, maar ik wil de geschiedenis dier speculatieve atomistiek verder laten rusten. Ons interesseert thans meer hare ontwikkeling tot natuurwetenschappelijke theorie, die eerst plaats heeft gehad in de achttiende eeuw en wel voornamelijk in tweeërlei richting, in die der chemie en in die der kinetische theorie der gassen.

De grondleggers der natuurwetenschappelijke hypothese der moleculen zijn DALTON en WOLLASTON (1808) geweest. Hun atomistiek had echter een specifiek chemisch karakter, het was eene atomistiek van verhoudingsgetallen. Overeenkomstig haar doel, de veelheid der chemische processen onder één gemeenschappelijk gezichtspunt te brengen, was daarin slechts sprake van verhoudingen tusschen de massa's der atomen en moleculen, niet van de absolute waarden dier massa's.

1) M. VON SMOLUCHOWSKI, *Scientia* 13, 27 (1913).

2) PH. A. GUYE, *Les infiniment petits de la chimie*. Verh. d. schweiz. Naturf. Ges. 93; Jahresvers. Sept. 1910, Bazel.

3) Na afloop van de voordracht maakte Dr. J. A. VOLLGRAFF de opmerking, dat het nog zoo zeker niet is, dat de oude atomisten uitsluitend speculatief zijn te werk gegaan. De werken van DEMOKRITUS zijn wel is waar alle verloren gegaan, maar sommige titels van die werken, die tot ons zijn gekomen, schijnen te wijzen op de mogelijkheid, dat de auteur aan zijn systeem ook berekeningen en proeven heeft ten grondslag gelegd.

Wat de kinetische theorie der gassen betreft, reeds in de 18^{de} eeuw had DANIEL BERNOULLI beweerd, dat een gas, in tegenstelling met een vast lichaam, uit kleine, vrij rondvliegende deeltjes zou bestaan, maar deze beschouwingswijze had toen weinig aandacht getrokken. Eerst veel later werd zij opnieuw door JOULE (1848) en onafhankelijk van hem door KRÖNIG (1856) op den voorgrond gesteld. Ik behoef er hier wel nauwelijks aan te herinneren, hoe deze opvatting later door CLAUSIUS, MAXWELL, BOLTZMANN, VAN DER WAALS en anderen met schitterend succes is ontwikkeld en hoe ten slotte de moleculaire hypothese (want eene hypothese was het nog altijd) op chemisch zoowel als op fysisch gebied een tot dusver ongeëvenaard middel bleek te zijn om de meest uiteenlopende verschijnselen onder één gemeenschappelijk gezichtspunt te brengen. Het is dan ook begrijpelijk, dat men zich in den loop der jaren telkens de vraag heeft voorgelegd of die hypothetische moleculen toch niet in werkelijkheid zouden bestaan en vele natuur- en scheikundigen uit den tijd van de ontwikkeling der kinetische gastheorie hebben ongetwijfeld aan het bestaan der moleculen „geloofd”, zonder dat zij over een direct bewijs van dat bestaan beschikten.

Men had zich ook reeds op verschillende wijzen voorstellingen gevormd over de grootte, die de moleculen, zoo zij bestonden, zouden moeten hebben en men had gevonden, dat de diameter van een waterstofatoom in de buurt van een tienmillioenste m.m. zou moeten liggen. Met het gewone microscoop, waarmede men in het gunstigste geval nog deeltjes van een paar tiende deelen van een micron kan waarnemen, behoefde men dus naar atomen en moleculen niet te zoeken. Maar ook na de uitvinding van het ultra-microscoop moest men, zooals Prof. KUENEN in zijne inaugureele oratie ¹⁾ opmerkt, de hoop om ooit een gasmolecuul werkelijk te zullen aanschouwen, voorloopig wel opgeven. Immers, al had ZSIGMONDY in colloïdale goudoplossingen de aanwezigheid kunnen constateeren van deeltjes met een middellijn van ongeveer 6 millioenste millimeter, ongeveer even groot als theoretische goudatomen, de gasatomen zijn veel kleiner en zouden zelfs met behulp van het ultra-microscoop niet kunnen worden waargenomen. Degenen, die ernaar streefden, de zoo vurig begeerde bewijzen voor het bestaan der moleculen te leveren, dienden dus om te zien naar pauci-moleculaire verschijnselen, zooals SVEDBERG ¹⁾ ze noemt, verschijnselen, die, of in tegenstelling met de groote meerderheid der verschijnselen, uit-

¹⁾ J. P. KUENEN, Het tegenwoordig standpunt en de beteekenis der molecuultheorie. Intreerede, Leiden, 25 Febr. 1907.

sluitend als het gevolg van eene moleculaire beweging zouden kunnen worden opgevat, òf waarvan men met zekerheid zou kunnen aantoonen, dat zij hunne oorzaak vonden in de werkzaamheid van één enkel molecuul.

Ik wil u thans mededeelen hoe men in den laatsten tijd dergelijke verschijnselen heeft weten op te sporen en te bestudeeren. In de eerste plaats wil ik u daartoe een beschrijving geven van eenige onderzoekingen omtrent geheel verschillende verschijnselen, die alle gevoerd hebben tot eene berekening van het voor alle stoffen gelijke aantal moleculen in een grammolecuul stof, de zoogenaamde constante van AVOGADRO, en die door de treffende overeenstemming der resultaten welhaast alle twijfel aan de natuurkundige beteekenis dezer constante hebben weggenomen.

In de tweede plaats zal ik u eenige proeven beschrijven, waaruit wel is waar weinig of geene quantitatieve gegevens zijn af te leiden, maar die op hunne beurt op geheel andere wijze een onweerlegbaar pleidooi voor de atomistische structuur der stof hebben geleverd.

Naar volledigheid heb ik daarbij niet gestreefd, noch in de opsomming dier onderzoekingen, noch in de beschrijving der proeven, die ik ter behandeling heb uitgekozen. Veeleer heb ik getracht om uit iedere groep van onderzoekingen de meest karakteristieke uit te kiezen, om daarvan dan weder alleen het essentieele mede te deelen. Ik wil beginnen met eene beschrijving van de thans wel als klassiek betitelen onderzoekingen van JEAN PERRIN ²⁾ over de BROWN'sche beweging.

Wij moeten daartoe voor een oogenblik teruggaan tot 1827, toen een Engelsch botanicus ROBERT BROWN opmerkte, dat kleine vaste deeltjes, die in een vloeistof zweven, allerlei vreemdsoortige, krioelende bewegingen kunnen uitvoeren. Langen tijd heeft men geheel in het onzekere verkeerd wat de oorzaak van deze BROWN'sche beweging zou kunnen zijn en talloze min of meer aannemelijke hypothesen zijn dienaangaande opgesteld. Pas in 1877 heeft DELSAULX ³⁾ voor het eerst de meening verkondigd, dat de bewegingen dier kleine deeltjes waren te beschouwen als onmiddellijke gevolgen van de botsingen der omliggende moleculen, eene opvatting, die tegenwoordig algemeen als juist

1) THE SVEDBERG, Die Existenz der Molecüle, Leipzig, 1912.

2) J. PERRIN, Ann. de chim. et de phys. 18 Sept. 1909., La théorie du rayonnement et les quanta, 1^e Conseil Solvay (1911), Parijs, 1912, pg. 153, sqq. Les idées modernes sur la constitution de la matière (Conférences devant la Soc. fr. d. physique en 1912), Parijs, 1913, pg. 1, sqq., etc.

3) DELSAULX, Rev. d. questions sc. 2, 319 (1877).

wordt aangenomen. Wij gaan de talrijke onderzoekingen over de BROWN'sche beweging na 1877 met stilzwijgen voorbij¹⁾ om onze volle aandacht te schenken aan het schitterende quantitatieve onderzoek van JEAN PERRIN, dat in verband met theorieën van EINSTEIN²⁾ en von SMOLUCHOWSKI³⁾ onweerlegbaar heeft aangetoond, dat de BROWN'sche beweging niet anders is op te vatten dan als een onmiddellijk gevolg van de botsingen der vloeistofmoleculen en dat men hier dus te doen heeft met een der zeldzame verschijnselen, waarin de discontinuë bouw der stof zich direct aan den waarnemer openbaart.

Wanneer, zoo redeneerde PERRIN, de BROWN'sche beweging werkelijk het onmiddellijk gevolg is van de botsingen der moleculen, dan moet dus die beweging de rol van bemiddelaarster tusschen de afmetingen van zichtbare deeltjes en die van de moleculen kunnen spelen en dan moeten wij, door de quantitatieve studie van die beweging, ook de beweging der moleculen kunnen meten. Hij maakte nu eene stoutmoedige onderstelling: hij nam aan, dat de wetten der kinetische gastheorie toegepast mochten worden op de deeltjes in eene emulsie (evenals van 't HOFF dat voor de opgeloste moleculen in eene verdunde oplossing had gedaan) en dat de gezamenlijke korrels in eene emulsie zich dus zouden gedragen als een gas met kolossaal groote moleculen. Het kwam er nu op aan deze hypothese aan het experiment te toetsen, immers, was deze hypothese juist, dan had men daarmede het middel in de hand om, door metingen van de beweging der deeltjes eener emulsie, het getal van AVOGADRO, te bepalen. Men zou dit getal dan kunnen vergelijken met de waarden, die daarvoor vroeger volgens geheel verschillende methoden, b.v. uit de inwendige wrijving van gassen, waren gevonden, en wanneer deze, langs verschillende wegen gevonden waarden van de constante van AVOGADRO goed overeen kwamen, dan zou het haast onmogelijk worden om nog aan het werkelijk bestaan der moleculen te twijfelen.

Tot goed begrip van hetgeen volgt moet ik nu echter een paar wetten en formules uit de kinetische theorie der gassen in herinnering brengen. Een van de grondformulés van die theorie geeft het verband aan tusschen druk, volumen en de gemiddelde kinetische energie van een molecuul. Zij luidt:

1) Voor een uitvoerig historisch overzicht over de onderzoekingen aangaande de BROWN'sche beweging zie men: G. L. DE HAAS-LORENTZ, Over de theorie der BROWN'sche beweging en daarmede verwante verschijnselen, Proefschrift, Leiden, 1912. Een Duitsche vertaling hiervan is in 1913 verschenen in de serie „Die Wissenschaft” (bij VIEWEG, Brunswijk).

2) A. EINSTEIN, Ann. d. Phys. 19, 371 (1906).

3) M. von SMOLUCHOWSKI, Ann. d. Phys. 21, 756 (1906).

$$pv = \frac{2}{3} nw \quad (1)$$

waarin p de druk, v het volumen, n het aantal moleculen in dat volumen en w de gemiddelde kinetische energie van een molecuul voorstelt. Past men deze formule toe op de massa van een gram-molecuul, dan wordt zij:

$$\left. \begin{aligned} RT &= \frac{2}{3} Nw, \text{ of} \\ w &= \frac{3}{2} \frac{RT}{N} \end{aligned} \right\} (2)$$

waarin T de absolute temperatuur, R de gasconstante voor het gram-molecuul en N het aantal moleculen per gram-molecuul voorstelt. Aangezien nu R en N universeele constanten zijn, kan men dus ook voor (2) schrijven:

$$w = \alpha T (3)$$

$$\left(\begin{aligned} \text{waarin} \\ \alpha &= \frac{3}{2} \frac{R}{N} \end{aligned} \right),$$

welke formule, evenals (1), een fundamenteele wet der gastheorie uitdrukt. PERRIN zou nu hebben kunnen beproeven, de geldigheid van deze formule voor emulsiëkorrels aan het experiment te toetsen. Er deed zich hier echter het bezwaar voor, dat men dan de snelheid van een korrel zou moeten meten en dit bleek onmogelijk. PERRIN heeft dus afgezien van de toetsing van formule (3) en zijn toevlucht genomen tot de verificatie van een geheel andere wet der gastheorie.

Wanneer op een gasmassa een uitwendige kracht, b.v. de zwaartekracht, in één bepaalde richting werkt, dan zal die gasmassa in de onderste lagen natuurlijk meer moleculen bevatten dan in de bovenste, of wel in de onderste lagen is de druk grooter dan in de bovenste.

De eenvoudige formule

$$\ln \frac{p_0}{p} = \frac{Mgh}{RT} (4)$$

(g = versnelling van de zwaartekracht en M = de massa van een gram-molecuul) geeft het verband aan tusschen de twee drukkingen p_0 en p op 2 verschillende hoogten met een hoogteverschil h . Willen wij deze formule op eene emulsie toepassen en nemen wij daartoe met PERRIN aan, dat de korrels in die emulsie de gaswetten volgen, dan zal volgens (1)

$$\frac{p_0}{p} = \frac{n_0}{n}$$

zijn, wanneer men onder n_0 en n de aantallen moleculen per volumeneenheid in de beschouwde lagen verstaat. Verder is M , de massa van een gram-

molecuul korrels, gelijk aan Nm , wanneer m de massa van een korrel beteekent, en moet het gewicht van een korrel verminderd worden met de opdrijvende kracht, afkomstig van de omringende vloeistof, zoodat, wanneer δ de dichtheid van de korrels en Δ die van de vloeistof voorstelt, de kracht op een korrel voorgesteld wordt door $mg(1 - \frac{\delta}{\Delta})$. Neemt men het bovengezegde in aanmerking, dan wordt formule (4), toegepast op emulsies

$$\log \frac{n_0}{n} = \frac{N}{RT} m (1 - \frac{\delta}{\Delta}) \text{ gh.}$$

Wanneer deze formule door het experiment zou worden bevestigd, dan zou eene emulsie zich dus gedragen als een atmosfeer van het een of andere gas in miniatuur. Immers, zooals men uit de formule kan berekenen, bedraagt de hoogte, waarover men uitgaande van een bepaald niveau moet stijgen, om b.v. de helft van het aantal moleculen in dat niveau te vinden, bij zuurstof van 0° ongeveer 5 kilometer, bij waterstof 16 maal zooveel. Maar bij de emulsies van PERRIN was die afstand van de orde van $\frac{1}{20}$ millimeter, aangezien zijne korrels ongeveer 100 millioen maal zwaarder waren dan een zuurstofmolecuul.

PERRIN heeft zich tot taak gesteld deze formule voor emulsies aan het experiment te toetsen.

Het gelukte hem door middel van een uiterst vernuftige centrifugeermethode, emulsies van gutte-gom en van mastiek, twee harssorten, te bereiden, waarvan de korrels met groote nauwkeurigheid bolvormig en alle even groot waren. Vervolgens bepaalde hij van deze korrels de dichtheid en de massa.

De bepaling der dichtheid leverde weinig moeilijkheden op, zij werd verricht volgens 3 verschillende methoden, die goed overeenstemmende uitkomsten gaven. Maar zooveel te bezwaarlijker was de bepaling van de massa of wat, wanneer de dichtheid bekend is, op hetzelfde neerkomt, het volumen van een korreltje. Ook deze bepaling heeft hij volgens verschillende methoden verricht; hij verkreeg b.v. door indamping eener emulsie regelmatig aaneensluitende rijen korreltjes, waarvan dan de lengten onder het microscoop uitgemeten werden en het aantal korrels geteld; de interessantste bepaling echter was die, welke hij verrichtte door een zwerm korrels te laten vallen of liever te laten dalen in een verticale kolom vloeistof en dan de snelheid daarvan te meten. Past men nu op de zoo verkregen uitkomst de wet van STOKES toe, die zegt, dat de remmende kracht, die een bol met straal a , die zich in eene vloeistof van de viscositeit ζ met eene snelheid

v voortbeweegt, van die vloeistof ondervindt $6\pi a \zeta v$ bedraagt, dan kan men de straal a bepalen; immers, de korrels vallen met eenparige snelheid, de remmende kracht is dus gelijk en tegengesteld gericht aan de zwaartekracht op een korrel, zoodat men kan schrijven

$$6\pi a \zeta v = \frac{4}{3} \pi a^3 (\Delta - \delta)g.$$

Bepaalt men v , dan kan men uit deze vergelijking a berekenen. Ook hier gaven de verschillende, door PERRIN gebruikte methoden eene bijna volmaakte overeenstemming.

De wijze, waarop PERRIN nu in de aldus bereide en bestudeerde emulsies de distributie der korrels als functie van de hoogte heeft gemeten, is wederom even eenvoudig als vernuftig. Hij bracht een druppel emulsie in een cuvette van $\frac{1}{10}$ m.m. diepte onder een microscoop met sterke vergrooting en zeer ondiep gezichtsveld (1 micron) en telde nu op verschillende hoogten het aantal korrels in het gezichtsveld. Talrijke tellingen onder de meest verschillende omstandigheden met ver uiteenlopende waarden van m , Δ , δ , V (volumen van een korrel) en ook van de temperatuur heeft hij op deze wijze verricht. Een voorbeeld wil ik mededeelen. Door uittelling van ongeveer 13000 korrels vond hij op 4 verschillende hoogten, die met een gelijk bedrag van elkaar verschilden de concentraties

100	47	22.6	12
-----	----	------	----

terwijl dit volgens de theorie, die een meetkundige reeks eischt, zou moeten zijn:

100	48	23	11.1
-----	----	----	------

Zooals men ziet is de overeenstemming bijna volmaakt te noemen.

Uit deze en zijn verdere proeven bleek overtuigend, dat de korrels eener emulsie aan de gaswetten gehoorzamen en deze zeker allermerkwaardigste uitkomst gaf aan PERRIN het recht uit zijne proeven N te berekenen. Alle reeksen proeven gaven waarden in de nabijheid van 70×10^{22} . De reeks, die PERRIN als de beste beschouwt, en waarbij hij 17000 korrels met een straal van 0.3675μ op 70 photographische platen heeft uitgeteld levert de waarde 68.2×10^{22} op met een nauwkeurigheid van 3%.

Het is PERRIN gelukt op nog op drie andere, geheel van de vorige verschillende wijzen N te bepalen, steeds uit metingen omtrent de BROWN'sche beweging bij zijne goed gedefinieerde emulsies, maar nu met gebruik making van geheel andere theoretische beschouwingen. Een van deze bepalingen wil ik nog bespreken.

Aanleiding hiertoe was hem zijn verlangen om de theorie van

EINSTEIN aangaande de BROWN'sche beweging aan het experiment te toetsen. EINSTEIN berekent in zijn theorie onder meer op twee verschillende wijzen den diffusiecoëfficiënt voor eene emulsie en vindt daarvoor

$$1^{\circ}. \quad D = \frac{1}{2} \frac{\xi^2}{\tau}$$

$$2^{\circ}. \quad D = \frac{RT}{N} \frac{1}{6 \pi a \zeta}$$

(ξ^2 is het gemiddelde kwadraat van een component in willekeurige richting van de verplaatsing gedurende den tijd τ van een korrel).

Stelt men deze beide uitdrukkingen aan elkaar gelijk en lost men N op, dan vindt men :

$$N = \frac{\tau}{\xi^2} \frac{RT}{3 \pi a \zeta}$$

In samenwerking met zijne leerlingen CHAUDESAIGUES, DABROWSKI en BJERRUM heeft PERRIN uitvoerige series metingen verricht om de constante $\frac{\tau}{\xi^2}$ te bepalen, wederom onder de meest verschillende omstandigheden wat betreft de massa der korrels, de viscositeit van de vloeistof enz. De zijns inziens meest vertrouwbare reeks metingen gaf de waarde

$$N = 68.8 \times 10^{22},$$

een waarde die slechts ongeveer 1 % groter is dan de vroeger langs een geheel andere weg gevondene. In deze schitterende uitkomst mogen wij dan ook veilig een bevestiging zien zoowel van de theorie van EINSTEIN als van de moleculaire theorie.

Als meest waarschijnlijke waarde neemt PERRIN aan

$$N = 68.5 \times 10^{22}.$$

Wij komen later nog terug op een zeer recente bepaling van de constante van AVOGADRO volgens de methoden van PERRIN, maar vooraf wil ik u thans een overzicht geven over de proeven van MILLIKAN en FLETSCHER, RUTHERFORD en GEIGER, REGENER en anderen, die volgens geheel andere methoden en gebruik makende van het verband, dat er bestaat tusschen de constante van AVOGADRO en de elementaire elektrische lading, N hebben gemeten.

Het zooeven genoemde verband is zeer eenvoudig. Reeds HELMHOLTZ had uit de wetten der electrolyse de gevolgtrekking gemaakt, dat er eene kleinste ondeelbare lading moest bestaan, de lading van een eenwaardig ion; en wanneer men bedenkt, dat in de electrolyse een

gram-ion eene lading van 96550 coulombs of 29×10^{13} electrostatistische eenheden electriciteit meevoert (een getal, dat men uit proeven over electrolyse zeer nauwkeurig heeft kunnen bepalen), dan is het duidelijk, dat de elementaire elektrische lading of electron gelijk zal zijn aan

$$e = \frac{29 \times 10^{13}}{N} \text{ electrostatistische eenheden.}$$

Slaagt men er in e te meten, dan kan men daaruit dus N berekenen.

De proeven, waarover nu zal gesproken worden, hebben echter betrekking op ionen in gassen, voortgebracht door ultraviolet licht, α -stralen, Röntgenstralen of andere ioniseerende stralingen en men zou het allicht wat bedenkelijk gevonden hebben, de ladingen der ionen in gassen gelijk te stellen aan die van de ionen der electrolyse, ware het niet, dat TOWNSEND ¹⁾ heeft aangetoond, dat die beide ladingen inderdaad identiek zijn.

Het is nu MILLIKAN ²⁾ te Chicago en na hem velen anderen gelukt deze atomistische structuur der electriciteit direct waar te nemen. Hij maakte daartoe gebruik van eene door H. A. WILSON ³⁾ bedachte methode, die oorspronkelijk ten doel had om door het meten van de valsnelheid van een op ionen gecondenseerde nevel de gezamenlijke lading van dien nevel te bepalen, doch die hij nu voor zijn doel eene principieele wijziging deed ondergaan. Hij nam niet een nevel maar slechts één enkel vloeistofdruppeltje waar. Hij gebruikte daarvoor uiterst kleine oliedruppeltjes, die hij tusschen twee tegengesteld geladen horizontale platen, dus in een verticaal gericht electrisch veld bracht. Is zoo'n druppeltje ongeladen, dan zal het langzaam vallen alsof er geen electrisch veld ware. Is 'het echter geladen, dan zal het electrische veld er, hetzij naar boven, hetzij naar beneden een constante kracht op uitoefenen en het druppeltje zal of sneller dan anders vallen, of rijzen, of, in het grensgeval, stilstaan. Wij hebben dan te doen met 3 krachten: 1°. de zwaartekracht, 2°. de weerstand van de lucht en 3°. de electrische kracht. Door nu de snelheid van zoo'n druppeltje door het microscoop waar te nemen of wel het electrische veld zóó te regelen, dat het druppeltje juist stilstond, kon MILLIKAN, aannemende, dat voor de beweging van deze druppeltjes in verdunde lucht de wet van STOKES geldt, met behulp van een zeer eenvoudige formule de lading van het druppeltje uitrekenen, waarbij dan bekend moesten

¹⁾ J. S. TOWNSEND, Phil. Trans. Roy. Soc. 1900, 129.

²⁾ R. A. MILLIKAN, Phys. Rev. December 1909, Phil. Mag. 19, 209 (1910), Phys. Rev. Augustus 1913, en verder nog vele verhandelingen in verschillende tijdschriften, gedeeltelijk in samenwerking met H. FLETSCHER.

³⁾ H. A. WILSON, Phil. Mag. 5, 429 (1903).

zijn de viscositeit van de lucht, de dichtheid van de olie en van de lucht, de valsnelheid met en zonder electrisch veld, de sterkte van het electrische veld en ten slotte natuurlijk de versnelling van de zwaartekracht.

Bij het meten der snelheden constateerde MILLIKAN het merkwaardige feit, dat die snelheden zich van tijd tot tijd discontinu veranderden, om dan eenigen tijd hunne nieuwe waarde te behouden en dan opnieuw discontinu te veranderen. De berekening leerde hem, dat het verlies of de winst aan lading, zooals deze zich uit eene discontinue snelheidsverandering openbaarde, steeds gelijk was.

Aangezien die lading nagenoeg overeen kwam met het bedrag, dat men reeds langs geheel andere wegen voor de elementaire electrische lading had gevonden, mocht hij dus met recht besluiten, dat de discontinuë snelheidsveranderingen de gevolgen waren van het verlies of de winst van één enkel electron. Met pijnlijke nauwgezetheid en ongeloofelijke volharding heeft MILLIKAN zijne proeven gedurende een reeks van jaren herhaald en verbeterd, vooral nadat door EHRENHAFT ¹⁾ uitkomsten van proeven waren gepubliceerd, die in strijd schenen te zijn met het bestaan van een ondeelbare elementaire electrische lading. Hij wijdde een afzonderlijk onderzoek aan de geldigheid van de formule van STOKES voor zijne oliedruppeltjes in lucht en bracht op grond van dit onderzoek een empirische correctieterm aan de formule aan, hij liet door zijne leerlingen de viscositeit van de lucht opnieuw en volgens verschillende methoden bepalen en verbeterde zijne toestellen op alle mogelijke manieren, maar steeds weer vond hij zijne oorspronkelijke resultaten bevestigd. De einduitkomsten van 1913 zijn :

$$e = 4.774 \pm 0.009 \times 10^{-10} \text{ electrost. eenh.}$$

en dus :

$$N = 60.62 \pm 0.12 \times 10^{22}.$$

De wijzen, waarop RUTHERFORD en GEIGER te Manchester en REGENER te Berlijn e en N bepaald hebben, verschillen wederom principieel van die van MILLIKAN. Zij berusten op de telling van α deeltjes, die door een radioactief preparaat worden uitgezonden. Zooals bekend is, kan men thans met bijna volkomen zekerheid aannemen, dat α -deeltjes niets anders zijn dan positief geladen heliumatomen. Zij bezitten een ioniseerende werking op de moleculen van het gas, waardoor zij heen vliegen en het is deze werking, die RUTHERFORD en GEIGER ¹⁾ voor afzonderlijke α -deeltjes hebben weten waar te nemen. Niet direct,

¹⁾ F. EHRENHAFT, Wiener Sitz. Ber. 119, 815 (1910), verder verhandelingen in de Physik. Zeitschrift 1910 en 1911.

aangezien de door de ionisatie van een enkel α -deeltje verwekte ionisatiestroom zelfs door den gevoeligsten electrometer slechts bezwaarlijk zou zijn aan te toonen. TOWNSEND ²⁾ had nu echter gevonden, dat, wanneer men het elektrische veld maar zeer sterk neemt, de snelheden van de primaire ionen zoo groot worden, dat zij op hun beurt een groot aantal ionen produceeren, zoo veel zelfs, dat door het TOWNSEND-effect de ionisatiestroom vele honderden malen kan worden vergroot.

Onder omstandigheden, waaronder zij van het optreden van dit effect zeker konden zijn, lieten RUTHERFORD en GEIGER nu α -deeltjes van een radioactief preparaat, door een nauw looden diaphragma treden in een geëvacueerde ionisatiekamer, bestaande uit een messingcylinder, waarin in het midden een daarvan geïsoleerde draad was uitgespannen. De cylinder werd door een accumulatorenbatterij op hooge potentiaal gehouden, terwijl de draad verbonden was met een quadrantelectrometer. De electrometer vertoonde nu telkens ballistische uitslagen van een bepaalde grootte en met voldoende tusschenpoozen, dat zij gemakkelijk geteld konden worden (3 à 5 in de minuut).

Uit de inrichting van deze en van nog andere, latere proeven, waarvan ik u hier alleen het principe met weglating van alle experimenteele bijzonderheden heb medegedeeld, konden RUTHERFORD en GEIGER in verband met de reeds bekende gegevens omtrent de α -straling besluiten:

- 1^o. dat hier werkelijk telkens de werking van één enkel α -deeltje met den electrometer werd waargenomen;
- 2^o. dat de lading van alle α -deeltjes bedraagt 9.3×10^{-10} electrost. eenh. Een α -deeltje bevat 2 electronen, en dus

$$e = 4.65 \times 10^{-10} \text{ electrost. eenh.}$$

Derhalve

$$N = 62.4 \times 10^{22}$$

Op een geheel ander beginsel gebaseerd waren de reeds genoemde proeven van REGENER ³⁾. Neemt men een scherm waar, dat met de een of andere fluoresceerende stof bedekt is en dat aan de straling van een radioactief preparaat is blootgesteld, dan ziet men op dit scherm lichtende puntjes opflikkeren en spoedig daarop weer verdwijnen. Dit verschijnsel werd reeds in 1903 door CROOKES en door ELSTER en GEITEL ontdekt en men heeft goede gronden om aan te nemen,

1) E. RUTHERFORD en H. GEIGER; Proc. Roy. Soc. (A) 81, 141 (1908) en 162, Phys. Zeitschr. 10, 1 en 42 (1909); Phil. Mag. (6) 24, 618 (1912).

2) J. S. TOWNSEND, Phil. Mag. (6) 1, 198 (1901).

3) E. REGENER, Verh. d. phys. Gesellsch. 10, 78 (1908), Berliner Sitz. Ber. 37, 948 (1909).

dat elk dier lichtende puntjes zijn oorzaak vindt in de botsing van één enkel α -deeltje tegen het scherm.

REGENER's proeven, even eenvoudig als vernuftig uitgedacht, bestonden nu hierin, dat hij een bekend gedeelte van de straling van een poloniumpreparaat op een sterk fluoresceerende diamant liet vallen, onder het microscoop de lichtende puntjes telde en vervolgens met een electrometer de totale hoeveelheid electriciteit mat, die door de α -deeltjes van het polonium wordt meegevoerd. Uit deze gegevens kon hij de lading van een α -deeltje en dus ook e berekenen. Als bezwaar tegen deze methode is ongetwijfeld aan te voeren, dat men er uit den aard der zaak nooit geheel zeker van kan zijn, dat *alle* α -deeltjes, die den diamant treffen, daarop ook een lichtpunt zullen teweeg brengen en dat men dus het aantal, dat men telt als een minimum zal moeten beschouwen. Dat het aldus door REGENER getelde minimum intusschen niet ver van het ware aantal verwijderd is geweest, bewijzen zijne uitkomsten, n.l.:

$$e = 4.79 \times 10^{-10} \text{ electrost. eenh.}$$

en dus

$$N = 61 \times 10^{22},$$

in voortreffelijke overeenstemming met de volgens andere methoden gevonden waarden.

Nog op andere wijzen, wederom geheel verschillend van de besprokene, heeft men N weten te bepalen. Bijzonder merkwaardig moet het zeker genoemd worden, dat het aan PLANCK ¹⁾ gelukt is N uit te rekenen, doordat hij formules zijner stralingstheorie toepaste op de uitkomsten van proeven aangaande de energieverdeeling in hetspectrum, dat men N heeft weten te berekenen uit metingen over de kritische opalescentie enz. Maar ik moet deze en meer andere methoden nu laten rusten, aangezien ik anders te veel van uw aandacht zou vergen.

Wanneer men de mooie overeenstemming ziet tusschen al die waarden van N , gevonden volgens geheel van elkaar onafhankelijke methoden, dan kan men er niet meer aan twifelen, dat aan deze constante eene werkelijke natuurkundige betekenis toekomt, en dat aan de materie eene niet hypothetische maar werkelijke atomistische structuur moet worden toegeschreven.

Om het overzicht over de resultaten van de nu besproken proeven te vergemakkelijken, heb ik de uitkomsten vereenigd in een tabel, waaraan ik heb toegevoegd eenige uitkomsten van proeven en be-

¹⁾ M. PLANCK, Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung, Leipzig, 1913, 2^{te} Auflage, pg. 166.

rekeningen, die ik geheel of bijna geheel met stilzwijgen ben voorbij gegaan.

Methode.	Waarnemer.	$N/10^{22}$.
Brown'sche beweging . . .	PERRIN	68.5
" " . . .	SVEDBERG	62
" " . . .	NORDLUND	59.1
Lading van oliedruppeltjes .	MILLIKAN	60.62
Lading van α -deeltjes . . .	RUTHERFORD EN GEIGER	62
Telling van α -deeltjes . . .	REGENER	59
Stralingtheorie.	PLANCK	62

„Men slaat de handen van bewondering ineen”, zegt PERRIN, „voor het wonder van een zoo nauwkeurige overeenstemming, uitgaande van zoo verschillende verschijnselen. Dat men dezelfde grootheid terugvindt, ten eerste door middel van iedere methode afzonderlijk, wanneer men de omstandigheden, waaronder de proeven geschieden, zooveel mogelijk verandert, en dat ten tweede de getallen, door middel van zoovele verschillende methoden gevonden, overeenstemmen, dat geeft aan de realiteit der moleculen een zekerheid, niet minder dan die van de hoofdwetten der thermodynamica”.

Bij de beschouwing van deze tabel dringt zich de vraag op: met welke nauwkeurigheid is thans N bekend en welke waarde van N moet als de meest waarschijnlijke worden beschouwd? Om dit uit te maken zal men de waarden van N moeten beschouwen, die de resultaten zijn van die metingen, welke zich het best er toe leenden om tot een hooge nauwkeurigheid te worden opgevoerd en waarmede dit ook is geschied.

Daarvoor komen stellig in de eerste plaats in aanmerking de proeven van PERRIN en die van MILLIKAN, maar nu deed zich het onaangename verschijnsel voor, dat juist de door PERRIN en MILLIKAN gevonden waarden van N , resp. 68.5×10^{22} en 60.62×10^{22} , een vrij groote afwijking vertoonden; zonder dat men in PERRIN's methoden fouten kon ontdekken, die een zoo groote afwijking zouden kunnen verklaren; gaf men toch veelal de voorkeur aan de waarde van MILLIKAN, wiens werkwijze steeds een onverdeeld vertrouwen heeft genoten. Zooals gebleken is, volkomen terecht. In 1913 heeft NORDLUND ¹⁾, een leerling van SVEDBERG de bepaling van N uit de BROWN'sche beweging volgens PERRIN's methode herhaald, maar niet dan na aan die methode groote

verbeteringen te hebben aangebracht. Om zeker te zijn van een zuiver bolvormige gedaante der korrels, maakte hij gebruik van kwikbolletjes, de waarnemingen werden door fotografische registreering zooveel mogelijk van de persoonlijke fouten van den waarnemer onafhankelijk gemaakt, allerlei correcties werden aangebracht, terwijl ook de berekening exacter geschiedde dan bij PERRIN het geval was geweest. Als resultaat van zijne zeer uitvoerige metingen geeft hij op

$$N = 59.1 \times 10^{22},$$

een waarde, die slechts 2.5 % afwijkt van de waarde van MILLIKAN, zoodat hiermede de afwijking tusschen de waarden van N volgens de beide nauwkeurigste methoden tot een gering bedrag is teruggebracht.

Men zou dus kunnen zeggen, dat als meest waarschijnlijke waarde van N thans kan gelden het gemiddelde van de waarden van MILLIKAN en NORDLUND, n.l.

$$60 \times 10^{22}$$

met eene afwijking van ruim 1 % van de waarden, waaruit gemiddeld is.

Voor ik eindig wil ik u nog een kort overzicht geven van eenige proeven, waaruit wel is waar geene quantitatieve gegevens aangaande de constante van AVOGADRO zijn af te leiden, maar die toch zoo mooi en zoo frappant getuigenis afleggen van het bestaan van atomen, dat men alleen reeds op grond van die proeven niet meer zou kunnen twijfelen aan den atomistischen bouw van de stof. Ik bedoel o. a. de proeven van C. T. R. WILSON²⁾.

WILSON is er namelijk in geslaagd de banen van afzonderlijke α - en β - (of cathode) deeltjes te photographeeren. Hij deed dit in een even eenvoudig als vernuftig uitgedacht toestel. Zooals bekend is vormen ionen in een met waterdamp oververzadigd gas condensatiekernen. WILSON onderwierp nu een met waterdamp verzadigd gas aan de een of andere ioniseerende straling, liet dit gas plotseling expandeeren en nam ongeveer op hetzelfde oogenblik een momentphotographie, doordat hij het gas door middel van een electrische vonk gedurende een zeer korten tijd zijdelings verlichtte. Hij verkreeg op deze wijze de merkwaardige photo's, waarvan ik u er hier, dank zij de welwillendheid van Prof. KUENEN, een aantal kan projecteeren.

De interpretatie van deze photo's leert ons allerlei aangaande het mechanisme der ionisatie en is vele gevallen niet zoo heel eenvoudig. Ik wil er hier alleen dat van vermelden, wat in onmiddellijk verband

¹⁾ I. NORDLUND, Zeitschr. f. physik. Chem. 87, 40 (1914).

²⁾ Zie o. a. C. T. R. WILSON, Proc. Roy. Soc. London (A) 85, 285 (1911); (A) 87, 277 (1912).

met mijn onderwerp staat. De banen der α -deeltjes vertoonen zich of als diffuse of als scherp begrensde strepen, het aantal geproduceerde ionen is hier namelijk zoo groot, dat zij zich niet afzonderlijk op de plaat hebben kunnen afteekenen. Anders is het met de veel snellere, maar veel minder sterk ioniseerende β -stralen. Bij deze ziet men op de photo's de ionen afzonderlijk, de kleinste stoffelijke deeltjes zijn hier dus individueel afgebeeld, zoodat men in deze photo's een welhaast onweerlegbaar bewijs mag zien van den korreligen bouw der stof.

Zoo ook op de photographische platen, die REINGANUM ¹⁾ eenige jaren geleden heeft weten te verkrijgen. Hij liet α -deeltjes scheef op een plaat vallen en verkreeg nu op de plaats, waar zulk een deeltje de plaat trof, een reeks van soms 15 microscopisch kleine stipjes, die den baan van het deeltje door de gelatinelaag afteekenen. Het feit, dat men op de plaat een reeks stipjes en niet een streepje waarneemt, laat zich begrijpen, wanneer men bedenkt, dat de zilverzouten in de gelatinelaag zelf een grofkorrelige structuur bezitten.

Leiden, April 1915.

Boekaankondigingen.

The Extra Pharmacopoeia of MARTINDALE and WESTCOTT; sixteenth edition, in two volumes. London W. C., 136 Gowerstreet, H. K. LEWIS, 1915. Vol. I, 1113 pp., 14 sh.; Vol. II, 469 pp., 7 sh.

Het groot aantal herdrukken, dat het boek van MARTINDALE en WESTCOTT reeds mocht beleven, wettigt ongetwijfeld de veronderstelling, dat het door het Engelsch lezend publiek wordt gewaardeerd. Het verschijnen van een nieuwe bewerking der Britsche Pharmacopee heeft thans de 16^{de} editie van bovengenoemd werk het licht doen zien.

The Extra Pharmacopoeia zou men een beknopt pharmaceutisch lexicon in zakformaat kunnen noemen. Het boek geeft een kort en zakelijk overzicht van voor den pharmaceut belangrijke onderwerpen, terwijl daaraan veelal eenige litteratuuropgaven zijn toegevoegd. Indien hij zich dus, aangaande een bepaald geneesmiddel of aangaande een bepaalde groep van geneesmiddelen snel wil oriënteeren, zal hij in dit handboek niet te vergeefs zoeken. Maar ook tal van andere zaken, waarmede de apotheker door zijn dagelijkschen arbeid in aanraking komt, worden erin behandeld.

Om een denkbeeld van den inhoud van het boek te geven, wil ik beginnen met een overzicht daarvan mede te deelen.

De schrijvers verklaren in het Voorwoord: „In writing the book, experimental research has gone hand in hand with the study of scientific literature.

¹⁾ M. REINGANUM. Phys. Zeitschr. 12, 1076 (1911).

It is well known that published formulae are occasionally impracticable through some slight error or omission. It is our custom to put these formulae to the test and to give our own results". Hieruit volgt dus, dat het persoonlijk cachet niet aan het boek onthouden is en de daarin vermelde voorschriften door de schrijvers of gecontroleerd of bewerkt zijn.

De auteurs hebben hun werk in twee deelen gesplitst; het eerste deel omvat „everything the physician and pharmacist are likely to require for immediate reference on therapeutic matters", terwijl het tweede deel „acts as a supplement for further study. In it are contained matters mostly of the results of analytical or experimental investigations".

Het eerste deel bevat een algemeene inleiding over: *Weights and Measures*; *Approximate Equivalent Doses*; *Percentage and Grains per Fluid Ounce Equivalents*, *Neutralisation Table*; *Arithmetical Memoranda*; *Thermometric Equivalents*; *International Atomic Weights etc.*, een overzicht over: *Materia Medica*, *Official and Non-Official*, alphabetically arranged; een zeer lezenswaardig hoofdstuk over vaccins, vaccinotherapie, antitoxinen en gesensibiliseerde vaccins, een résumé, betreffende organopraeparaten; verder: *Table of Infections Diseases*; *Antiseptic Powers of some Chemicals and Disinfectant Preparations for Surgeons' Use*; *Poisons, Schedule of Poisons*; *Poisons and Antidotes enz.*, terwijl een volledig alphabetisch register, zoowel op deel I, als op deel II, het opzoeken van verschillende onderwerpen vergemakkelijkt.

Het tweede deel geeft *Analytical Addenda to Materia Medica* in Vol. I; *Animal Organotherapy*; *Sterilisation*; *Synthetic Notes, Physiological Effect in Comparison with Chemical Constitution*; *Physiological Standardisation*; *Proprietary Medicines, their Approximate Composition*; *Mineral Waters*; *Antiseptic Power of Chemicals*; *Analytical Memoranda*, waaronder te verstaan is het chemisch en microscopisch onderzoek van urine, bloed, faeces, maaginhoud, enz.; verder vindt men erin vermeld *Water Analysis*; *Milk Analysis*; *Butter Analysis*; *Carbon Monoxide and Dioxide Tests*; *Ptomaines*; *Bacteriological and Clinical Notes in Reference to Special Diseases*; *Action of Acids on the Common Metals and their Oxides*; *Organic Analysis Chart*, d. w. z. een tabellerisch overzicht van eenige voorname en daarbij algemeene reacties van 266 organische lichamen; enz., enz.

Het boek geeft dus een groot aantal inlichtingen over een zeer uitgebreid gebied. En, hoewel die inlichtingen, uit den aard der zaak, in een beknopten vorm zijn gegeven, wijzen de litteratuuropgaven den weg tot uitgebreider studie.

Daar het hier aangekondigde Engelsche werk een bruikbaar boek mag worden genoemd, meenen wij goed te doen het als zoodanig aan te teekenen.

Indien de Fransche, Engelsche en Amerikaansche firma's ons wat meer in staat zouden stellen met hun uitgaven te doen kennis maken, zouden wij beter dan tot nu toe gevrijwaard kunnen worden om tot eenzijdigheid te vervallen en ook uit dit oogpunt kondigen wij de 16^{de} uitgave der *Extra Pharmacopoeia* gaarne aan.

Tot dusver schijnt bij ons te lande een besliste voorkeur te bestaan voor

Duitsche werken op wetenschappelijk gebied. Hiertoe draagt zeker de grootere activiteit der Duitsche uitgevers bij, maar — en hierop mag ook wel eens worden gewezen — ongetwijfeld in niet minder mate de tot nu toe gevolgde methoden van onderwijs in de vreemde talen, waarvan de vruchten maar al te dikwijls zeer onbevredigend zijn te noemen.

W. C. DE G.

Chemisch-technisches Rezept-Taschenbuch. Ein Hand- und Hilfsbuch für Gewerbetreibende und Industrielle jeder Art, für Heimarbeiter etc., zusammengestellt von Dr. Pharm. MAX VON WALDHEIM. Wien I, Singerstrasse 12, A. HARTLEBEN'S Verlag; 504 p.p., geb. M. 6.—.

Het beantwoorden van een vraag in de correspondentierubriek dezer aflevering is aanleiding hier de aandacht te vestigen op dit werkje. Of de voorschriften betrouwbaar en degelijk zijn, kan in de meeste gevallen alleen bij toepassing er van blijken. Twee registers maken het opzoeken van een gewenscht voorschrift gemakkelijk.

Wellicht zijn er onder onze lezers, die iets over hun ervaring met dit werkje kunnen mededeelen; wellicht zijn er, die andere recepten-verzamelingen kunnen aanbevelen. Hun mededeelingen zullen velen welkom zijn.

W. P. J.

Personalia, vacatures, industriële mededeelingen, enz.

J. F. EIJKMAN †. Aan de schets, die Prof. HOLLEMAN in „Eigen Haard” van 24 Juli aan wijlen Prof. EYKMAN heeft gewijd, ontleenen wij het volgende: „Wie ook met hem in aanraking is geweest, ieder moet den indruk hebben ontvangen met een zeer markante persoonlijkheid te doen te hebben gehad. Markant door zijn uiterlijk: eene rijzige gestalte, zeer correct gekleed; een hoofd met een scherp en karakteristiek profiel, gekroond door een rijken golvenden haardos. Markant ook in zijn gesprek of als hij in vergaderingen het woord voerde, waarbij hij ieders aandacht trok door den doordringenden kritischen geest zijner opmerkingen, gepaard met het aangeven van meestal zeer oorspronkelijke, nieuwe denkbeelden.

„Maar bovenal markant, als men hem in zijn laboratorium aan het werk zag. De apparaten, waarmede hij werkte, waren meest allen door hem niet alleen uitgevonden, maar ook — voor zooverre zij van glas waren — zelf vervaardigd. Met even juiste als vernietigende kritiek hoor ik hem nog oordeelen over de apparaten ter bepaling van het spec. gewicht van vloeistoffen, zoogenaamde pyknometers, zooals die in handboeken beschreven zijn. EIJKMAN gaat daarna aan den blaasafel zitten en vervaardigt voor mij een daartoe bestemd apparaatje, dat ik jaren lang heb gebruikt en als buitengemeen doeltreffend heb bevonden. Maar ook veel ingewikkelder apparaten maakte hij zelf. Voor zijne onderzoekingen over de lichtbreking van organische vloeistoffen had hij een bijzonder soort thermometers noodig, daar die lichtbreking met de temperatuur ten nauwste samenhangt. Hij maakte zichzelf een instrument, zooals hij dat noodig had en stuurde dit aan eene zeer bekende Deutsche firma om na te maken. Enkele weken later vroeg ik hem, of hij die thermometers al gekregen had. Ten antwoord liet hij mij een brief lezen, waarin stond dat de firma ook onder hare beste glasblazers geen personen had, in staat om zulke kunstvolle instrumenten te vervaardigen.

„Ook herinner ik mij nog het volgende: Het was in de dagen (1887) toen VAN 'T HOFF zijne theorie der osmotische drukking ontdekte en in verband daarmee de bepaling van het moleculair gewicht door de vriespuntsverlaging van oplossingen in gebruik kwam. Binnen korten tijd verschenen er

in de tijdschriften beschrijvingen van een aantal toestellen om die grootheid te bepalen. EIJKMAN had er weldra ook een apparaatje voor gemaakt, door hem depressimeter genoemd, en toonde dit aan VAN 'T HOFF in wiens laboratorium hij toen ter tijd werkte. Het leek wel wat te beknopt; maar EIJKMAN deed hem in een half uur een aantal bepalingen met het nieuwe instrument voor, die VAN 'T HOFF volkomen van de bruikbaarheid overtuigden."

In de Juli-aflevering van „Vooruitgang van de techniek en chemie der Suikerindustrie" wijdt de Heer P. FERMAN, T., een „in memoriam" aan wijlen den Heer W. DE MOOLJ, dir. der N. V. Suikerraffinaderij en Kandij-fabriek v. h. Browne en Heine te Rotterdam.

Aan het Marnix-gymnasium te Rotterdam is benoemd tot leeraar in de scheikunde en natuurlijke historie de Heer H. W. SETERS.

Bij beschikking van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken, is, met ingang van 1 Augustus, aan den Heer W. STURM, scheik. ing., op zijn verzoek, eervol ontslag verleend als assistent voor de organische scheikunde aan de Technische Hoogeschool te Delft, en is, voor het tijdvak van 1 Augustus tot en met 31 Augustus 1916, als zoodanig benoemd de Heer A. H. KERSTJENS, scheik. ing.

Waarschijnlijk zal — naar in het Pharm. Weekbl. wordt medegedeeld — het nieuwe pharmaceutische laboratorium der Rijksuniversiteit te Utrecht op 27 September 1915 worden geopend.

Verschenen is van de hand van Dr. H. C. PRINSEN GEERLIGS „Practical White Sugar Manufacture" (London, NORMAN RODGER).

In de Augustusaflevering van „Het Gas" bespreekt de Heer C. J. SNIJDERS JR., T., de rioolslibverwerking en vuilnisverbranding in combinatie met gasfabrieken.

„Handelsberichten" van 5 Augustus bevat een algemeen overzicht van de artikelen, waarvan de uitvoer uit Groot-Brittannië en Ierland verboden is.

Men zal zich herinneren, dat door het „Institute of Chemistry of Great Britain and Ireland" eenige maanden na het uitbreken van den oorlog een commissie is ingesteld voor het geven van voorschriften ter vervaardiging van bijzondere glassoorten. Deze commissie heeft onlangs de volgende recepten gepubliceerd (Proceedings Inst. of Chem. 1915, Part II: London, W. C., 39 Russell Square):

Zacht glas voor gewoon chemisch glaswerk, I: zand 67.0, natriumcarbonaat 34.2, calciumcarbonaat 11.6, aluminiumoxyde 6.5. (Het glas geeft aan water niet gemakkelijk alkali af, kan goed bewerkt worden in de blaasvlam en ontglaast niet gemakkelijk.); II: zand 67.0, natriumcarbonaat 29.0, calciumcarbonaat 9.6, calciumfluoride 1.6, aluminiumoxyde 8.3, boorzuuranhydride 2.0. (Een zacht glas van betere kwaliteit, geeft geen alkali af, goed bewerkbaar in de blaasvlam, ontglaast zeer moeilijk.). Resistent glas voor pharmaceutische doeleinden, voor kolven, bekersglazen, enz.: zand 67.0, aluminiumoxyde 10.0, calciumcarbonaat 12.5, magnesiumoxyde 0.5, kaliumnitraat 1.0, natriumcarbonaat 17.0, boorzuuranhydride 8.0. (Dit glas ligt, wat hardheid betreft, tusschen zacht glas en verbrandingsbuis in, is zeer weerstandbiedend tegen chemische werkingen en is goed bestand tegen temperatuurveranderingen). Glas voor verbrandingsbuizen: I. zand 68.2, aluminiumoxyde 6.2, bariumpcarbonaat 8.8, calciumcarbonaat 13.0, kaliumnitraat 4.3, natriumcarbonaat 5.5, boorzuuranhydride 5.5, calciumfluoride 1.0; II. zand

68.2, aluminiumoxyde 6.2, bariumcarbonaat 8.8, calciumcarbonaat 14.2, kaliumnitraat 4.3, natriumcarbonaat 5.5, boorzuuranhidride 5.5. Voor bijzonderheden over laatstgenoemde twee glassoorten, die in eigenschappen Jena-glas nabijkomen, en voor de bereiding en eigenschappen van een zestal andere glassoorten moge men verwezen worden naar de oorspronkelijke mededeeling, die voor een shilling verkrijgbaar is.

Wij hebben de verzameling publicaties ontvangen uitgaande van de Nederl. Oost-Indië-San-Francisco-Commissie en uitgegeven door het Departement van Landbouw, Nijverheid en Handel te Buitenzorg. Zij telt 33 brochures met een gezamenlijken omvang van 887 blz. De grootte der verschillende deeltjes wisselt tusschen 5 en 91 blz., afhankelijk niet alleen van de belangrijkheid en uitgebreidheid van het onderwerp, maar ook van de opvattingen van de schrijvers.

Titels en samenstellers zijn de volgende: I. Netherlands East India geographical and ethnological (D. VAN HINLOOPEN LABBERTON), II. The system of government and legislation, and the administration of justice (Dr. J. TEN BRINK), III. The civil medical service (Dr. W. TH. DE VOGEL), IV. Credit facilities for the natives (H. CARPENTIER ALTING), V. Some facts about the public finances (N. E. I. Committee), VI. Education (D. VAN HINLOOPEN LABBERTON), VII. Agricultural and technical education (N. E. I. Committee), VIII. Scientific information (Dr. C. J. J. VAN HALL), IX. Posts, telegraphs and telephones (B. WIERINGA), X. Transport and shipping facilities (N. E. I. Committee), XI. Architecture (S. SNUYF), XII. Irrigation (J. HARINGHUIZEN and A. J. N. NYMAN), XIII. Forest service (Forestry Department), XIV. Money and banking system (E. A. ZEILINGA), XV. Minerals (P. HÖVIG), XVI. Agriculture (N. E. I. Committee), XVII. Commerce (N. E. I. Committee), XVIII. Labor conditions and recruiting of labor (P. A. MOORREES), XIX. Java tea (H. J. EDWARDS), XX. Some facts about Java coffee (N. E. I. Committee), XXI. The Java cane sugar industry (Dr. H. C. PRINSEN GEERLIGS), XXII. Some facts about tobacco (N. E. I. Committee), XXIII. Fibres (N. E. I. Committee), XXIV. Cinchona (N. E. I. Committee), XXV. Products of the cassava (N. E. I. Committee), XXVI. Hat industry (N. E. I. Committee), XXVII. Spices (K. HEYNE), XXVIII. Rubber (N. E. I. Committee), XXIX. Petroleum (N. E. I. Committee), XXX. Essential oils (N. E. I. Committee), XXXI. Damar and copal (K. HEYNE), XXXII. Tanning materials (K. HEYNE), XXXIII. Oils and oil-containing seeds (K. HEYNE).

Zooals men ziet, zullen bezoekers der San-Francisco-tentoonstelling, die deze brochures in handen krijgen, zich van de voornaamste bijzonderheden, betreffende het in Oost-Indië liggend deel van het Nederlandsche Rijk, op de hoogte kunnen stellen. Of ook over het eigenlijke Nederland en het in West-Indië gelegen gedeelte gegevens in brochurevorm op de tentoonstelling aanwezig zijn, is ons niet bekend.

Begrijpelijkwerwijs trekt het eerst onze aandacht de met 18 platen buiten den tekst versierde brochure van Dr. VAN HALL, „Scientific information”, die in 91 blz. een overzicht geeft van het werk van het Departement van landbouw, nijverheid en handel en van de particuliere proefstations. Ook die over de mineralen, geschreven door den Heer P. HÖVIG en die over de suikerindustrie, van de hand van Dr. PRINSEN GEERLIGS, om slechts deze te noemen, wekken de belangstelling van den chemicus. Het geheel geeft een duidelijk beeld van hetgeen in ons O.-Indisch Rijk op velerlei gebied is tot stand gebracht. Moge het ook in Nederland talrijke lezers vinden.

Ingekomen verhandelingen.

C. K. ZIJLSTRA, Keukenzoutbepalingen en aschbepalingen in brood.
K. SCHERINGA, Chloorbepalingen in brood.

Correspondentie.

K. te A. Aanbevelenswaardig voor Uw doel zijn de volgende beknopte publicaties: A. FINDLAY, *Osmotic Pressure*; London, 1913, 82 pp. en P. GIRARD, *La pression osmotique et le mécanisme de l'osmose* (Publications de la soc. de chim. phys. IV), 1912, 18 pp. (beide aangekondigd in Chem. Weekbl. 1913, 353). Zie verder de belangwekkende discussie tusschen Prof. EHRENFEST en Dr. J. J. VAN LAAR in de Versl. Kon. Akad. van Wetensch. over de kinetische interpretatie van den osmotischen druk (27 Maart en 29 Mei 1915).

v. d. B. te H. Misschien kan een onzer lezers U mededeelen, hoe men *het best* linnen of katoenen stoffen waterdicht maakt. In M. v. WALDHEIM's „Chem. techn. Rezept-Taschenbuch“ (Wien, HARTLEBEN) wordt het volgende voorschrift gegeven voor elastisch blijvende waterdichte weefsels: Men lost 10 KG. aluin op in 100 L. water, voegt 14 KG. gepoederd calciumcarbonaat en 150 gr. gom sandarak (opgelost in alcohol) toe. Men mengt, laat bezinken, verhit de afgehevelde heldere vloeistof door invoeren van stoom op 60°—70°, drenkt de weefsels in deze oplossing en droogt ze. Voor het waterdicht maken van lodenstoffen wordt daar het volgende aanbevolen: Los 3 KG. aluin bij 50° op in 100 L. water, voeg daaraan toe 3 KG. loodsuiker in 100 L. warm water opgelost. Roer goed door en laat 3 tot 4 uren bezinken, de bovenstaande vloeistof wordt op een s.g. 2—2½ B_é gebracht. De stukken lodenstof laat men 24 uur in de vloeistof liggen, daarna worden ze uitgeperst en gedroogd op droogramen. Zijn ze droog, dan brengt men ze in een zeepoplossing van 50°, die 7 KG. neutrale zeep op 100 L. water bevat; daarin worden ze goed gedrenkt en geperst. Ten slotte worden ze na uitpersen gedroogd.

Wie kent een *bruikbare methode* voor het verzilveren van glazen platen aan ééne zijde?

In de laatste maanden zijn verscheidene opstellen ontvangen, waarvoor vlugge plaatsing gewenscht of van belang geacht werd. Daardoor is echter het verschijnen van eenige andere vertraagd. Zooveel mogelijk zal nu getracht worden het achterstallige spoedig in te halen.

Medewerking aan de rubiek „Personalia, vacatures, industriële mededeelingen, enz.” zal zeer op prijs worden gesteld.

Verhandelingen zonder figuren worden in 't algemeen opgenomen in de volgorde van ontvangst. Op verzoek, met opgaaf van redenen (ter beoordeeling van den Redacteur), kan van deze volgorde worden afgeweken.

Verhandelingen met een omvang grooter dan 8 blz. druks, met meer dan twee figuren in den tekst of met een of meer figuren buiten den tekst worden ter beoordeeling aan de Redactiecommissie gezonden te zamen met het advies van den Redacteur (zie Chem. Jaarb. 1915—16, 391). Eerst bij terugontvangst uit handen der Redactiecommissie en indien tot opneeming besloten is, wordt de verhandeling als ingekomen beschouwd.

Erratum.

Op blz. 712, regel 10 v.o., staat: organ.-chem. univ. lab., lees: organ.-chem. univ. lab. te Leiden.