

J. H. van 't Hoff en de ontdekking van argon en helium door Rayleigh en Ramsay

Zoals in een voorgaand artikeltje *) is vermeld heeft *Van 't Hoff* zich in zijn latere jaren enigszins gering-schattend uitgelaten over zijn eigen grote werk over organische chemie. Ook over de ontdekking van argon en helium heeft hij zich in een artikel in de *Gids* van 1895 enigszins spottend uitgelaten, hetgeen hem ook nog in latere jaren van bepaalde zijde kwalijk is genomen. Uit het hieronder volgende artikel zal blijken, dat het hier meer een voor leken bedoelde humoristische wijze van voorstellen betrof.

Het argon was in Januari 1895 door Lord *Rayleigh* en het helium in Maart 1895 door *Ramsay* voor het eerst gezien. In Mei 1895 schreef *Van 't Hoff* op verzoek daarover een artikeltje in de *Gids* ongeveer als volgt:

„Er zijn twee nieuwe elementen ontdekt. Dat is meer gebeurd. Er zijn er negen en zestig, meer dan genoeg, en waar de chemie met hun toepassing in het leven of de wetenschap optreedt, daar doet ze het met hoogstens dertig. Men kan wel niet zeggen, dat de ontdekking van nieuwe elementen voor de chemie een zo fundamentele betekenis heeft gehad. *Lavoisier* heeft er geen enkel ontdekt. Maar er zijn gevallen waar de ontdekking het gemoed van de chemicus in beroering brengt als toetssteen voor de nauwkeurigheid van de methode en de scherpzinnigheid van de onderzoeker. Argon bevindt zich in de lucht. *Cavendish* (1731—1810) heeft het reeds gezien als een kleine gasbel, welke zich zonderling gedroeg en welke achterbleef als men de stikstof uit de lucht met de zuurstof verbindt door elektrische vonken. Het voorkomen van helium op de zon werd vermoed. De ontdekking van argon en helium is een echt Engelsche, want argon werd eerst door Lord *Rayleigh* (Januari 1895) en helium door *Ramsay* (Maart 1895) gezien. Dat argon aan de scheikundigen was ontgaan, laat zich wel begrijpen, de lucht bevat nog geen 1%. Hoe men het dan gevonden heeft? Jaren lang heeft Lord *Rayleigh*, arme *Rayleigh!* stikstof gewogen, stikstof uit ureum, uit ammoniumnitriet en ook uit de lucht. Regelmatig bleek de laatste zwaarder, 1,2573 tegen 1,2505 g per liter.

De stikstof uit de lucht bevat dus nog iets anders en zoo heeft *Ramsay* aan de lucht de stikstof onttrokken, door deze met magnesium te verhitten, dan blijft argon achter, de zonderlinge gasbel, welke reeds door *Cavendish* was gezien; het is een kleurloos, reukloos, smaakloos gas.

En dan is het argon het lot deelachtig geworden, wat iedere stof ten deel valt, welke in handen van den chemicus geraakt.

Men heeft het verhit, dan straalt het licht uit, rood dan blauw, men heeft het vloeibaar gemaakt en vast, kookpunt en smeltpunt bepaald, men heeft het gemeten en gewogen, 1,78 gram per liter, atoomgewicht 38.

Folter mij niet langer, amen.”

Dit korte opstel over argon in de *Gids* van Mei 1895, bedoeld voor leken op het gebied der scheikunde, vestigde sterk de aandacht op *Van 't Hoff*; men dacht met een uiting van een overspannen toestand te doen te hebben en bracht dit in verband met zijn verzoek om ontslag (2 Mei 1895) als hoogleraar te Amsterdam, voor zijn vertrek naar Berlijn.

Wie de stijl van zijn brieven en de humor van de schrijver echter kende, zag wel in, dat deze gedachte onjuist was ¹⁾.

Toch begreep *Van 't Hoff*, dat sommigen zijn enigszins

zins spottend artikel als ernstig gemeend hadden beschouwd. Om deze indruk weg te nemen, gaf hij toen voor de studenten, die zijn lessen volgden, een college over de ontdekking van argon en helium, dat ik als student heb bijgewoond, en waarin hij zijn hoge waardering over het bewonderenswaardige werk van *Rayleigh* en *Ramsay* uitsprak.

Deze voordracht wekte toen algemeen bewondering voor dit onderzoek bij de studenten, die in die tijd zeer verbaasd waren, dat in de lucht, waarin de aanwezigheid van stikstof en zuurstof en kleine hoeveelheden CO₂ en H₂O reeds lang bekend was, nog andere elementen voorkwamen.

Later heeft *Travers* in 1928 de uitlating, welke *Van 't Hoff* in 1895 had gedaan, voor ernst opgenomen. Hij schrijft „the article is in a bitter sarcastic vein throughout and makes light of the work both of Lord *Rayleigh* and *Ramsay*. Lord *Rayleigh's* scientific reputation was made ridiculous ²⁾).

Dit werd eerst in 1928 geschreven, *Van 't Hoff* was reeds in 1911 overleden, doch had al in 1895 de onjuiste indruk, welke zijn artikel in ons land had gemaakt, weggenomen, door over het werk van *Rayleigh* en *Ramsay* met grote bewondering op zijn college te spreken. Bovendien had *Van 't Hoff* ook nog geschreven, dat de ontdekking zijn gemoed sterk in beroering had gebracht, wegens de nauwkeurigheid van de methode en de scherpzinnigheid van de onderzoekers. Ook waren de ontdekkers reeds gehuldigd, doordat hun in 1904 de Nobel-prijs voor natuur- en scheikunde was uitgereikt ³⁾.

In verband met de grote overeenkomst van de dichtheidsbepalingen van kwik door de langdurige onderzoeken van *Boerhaave*, welke in methode geheel overeenkomen met die door *Rayleigh* toegepast voor de dichtheidsbepaling van stikstof, moge hierover nog het volgende worden opgemerkt.

In 1882 zeide Lord *Rayleigh*, de tijd is misschien gekomen, dat een herbepaling van de dichtheid van de voornaamste gassen wenselijk wordt. Bij voortzetting van zijn werk over de dichtheid van zuurstof en waterstof breidde hij zijn onderzoek ook uit over de bepaling van de dichtheid der voornaamste gassen, waaronder lucht, stikstof en koolmonoxide. Hierbij was een moeilijkheid gerezen, waarover Lord *Rayleigh* op 21 September 1892 de volgende brief aan de redactie van „*Nature*” schreef: „Ik word sterk in beslag genomen door enkele van de jongste uitkomsten met betrekking tot de dichtheid van stikstof en zou zeer dankbaar zijn, indien iemand van de scheikundigen onder de lezers mij een aanwijzing zou kunnen geven over de oorzaak van dit verschijnsel. Ik krijg verschillende waarden voor de dichtheid van de stikstof uit de lucht vergeleken met die uit chemische verbindingen.

Het betrekkelijk kleine verschil bedraagt ongeveer $\frac{1}{1000}$ deel; het is op zichzelf gering, maar het ligt geheel buiten de fouten van de waarneming en kan alleen worden toegeschreven aan een verschil in de aard van het gas.” De wegingen werden voortgezet en 19 April 1894 werden deze uitkomsten bevestigd; stikstof uit de lucht 1,2572 gram per liter, uit ureum of ammoniumnitriet 1,2505 g per liter. Het vraagstuk was nu twee en een half jaar onder de aandacht van de natuur- en scheikundigen, zonder dat iemand ook maar een enkele aanwijzing had gegeven ter verklaring van deze onregelmatigheid.

Toen vroeg en verkreeg *Ramsay* verlof om enkele proeven te mogen nemen, met het doel om het onregelmatige gedrag van stikstof uit de lucht te verklaren.

Door de stikstof uit de lucht over magnesium te leiden en daarmee te binden bleef een gas achter, dat onwerkzaam was, en zich daarmee niet verenigde en daarom argon werd genoemd ⁴⁾.

Vergelijk men de dichtheidsbepalingen van de stikstof

*) Chem. Weekblad 45, 393 (1949).

uit de lucht, welke algemene bewondering hebben gewekt, en hoge waardering hebben gevonden, met de dichtheidsbepalingen van kwik, welke vele jaren door *Boerhaave* werden verricht, dan bemerkt men, dat aan dit laatstgenoemde fysisch-chemische onderzoek later door enkele van zijn landgenoten niet die betekenis is toegekend, welke het had verdiend. *Boerhaave* had door zijn dichtheidsbepalingen van kwik aangetoond, dat dit honderden keren over goud of zilver gedestilleerd, zijn dichtheid (13.55) niet verandert, waardoor een eind werd gemaakt aan de pogingen der alchimisten, die trachtten op deze wijze goud of zilver uit kwik te maken, terwijl *Boerhaave* bovendien nog door herhaalde gefractioneerde destillatie van kwik de dichtheid van 13.55 tot 14.11 kon opvoeren, waardoor zwaar kwik werd verkregen. Hij heeft meer dan twintig jaren kwik gedestilleerd en gewogen; de door hem toegepaste werkwijze is later ook gebruikt bij de vele jaren lang voortgezette dichtheidsbepalingen van stikstof, waarbij argon in de stikstof uit de lucht werd ontdekt.

Leest men de levensbeschrijving van *Boerhaave* en zijn ziekteverloop na, dan krijgt men de indruk, dat hij door de duizendvoudige destillaties, waarbij de dampspanning van het kwik telkens tot 1 atmosfeer werd opgevoerd in een niet voldoende geventileerde werkkamer, en door de honderden dichtheidsbepalingen, waarbij hij herhaaldelijk met de handen met kwik in aanraking kwam, aan kwikvergiftiging is gaan lijden.

Ellendig naar lichaam en geest schrijft hij 9 September 1738: „door een langdurige ziekte, haal ik nauwelijks

meer adem. Een zeer onregelmatige polsslag maakt, dat zodra ik ga slapen, mijn ademhaling stilstaat, tengevolge hiervan wordt mij de slaap geheel en al benomen onder een verschrikkelijk gevoel van verstikking.” Op 23 September 1738 overleed hij na een langdurige ziekte⁵⁾.

Tegenwoordig kan men kleine hoeveelheden kwik in de lucht en in de urine gemakkelijk opsporen en bepalen; daarover zijn uitvoerige onderzoeken gedaan, waarbij gebleken is, dat kwikdamp aanleiding kan geven tot ernstige kwikvergiftiging⁶⁾.

In het kort kunnen wij het bovenstaande als volgt samenvatten.

De onderzoeken van *Boerhaave* over de dichtheid van kwik, waardoor een eind werd gemaakt aan de pogingen der alchimisten om goud uit kwik te maken en tevens zwaar kwik werd ontdekt, en die betreffende de dichtheid van de stikstof uit de lucht en de in samenhang daarmee gedane ontdekking van het argon door *Rayleigh* en *Ramsay*, over welk onderzoek *Van 't Hoff* zich in Mei 1895 in de Gids een weinig spottend had uitgelaten, doch waarover hij op zijn college, dat ik bijwoonde, met grote bewondering heeft gesproken, wijzende op de nauwkeurigheid van de methode en de scherpzinnigheid van de onderzoekers, vormen twee van de belangrijkste gebeurtenissen uit de geschiedenis der fysische chemie.

Boerhaave en *Van 't Hoff*, *Ramsay* en *Rayleigh* hebben de natuurkunde met de scheikunde verbonden.

Leiden, April 1949.

J. J. Blanksma.

1) *Cohen, Ernst*, Jacobus Henricus van 't Hoff, Sein Leben und Wirken, Leipzig 1912, p. 345.

2) *Travers, M. W.*, The discovery of rare gases, Londen 1928, p. 1 en 3.

3) Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Stockholm, Lijst der Nobelprijswinnaars tot 1942.

p. 3. Nobelprijs voor natuurkunde, 1904, Lord *Rayleigh*, Londen, voor zijn onderzoeken betreffende de dichtheid van de belangrijkste gassen en voor zijn in samenhang met deze onderzoeken gedane ontdekking van het argon.

p. 5. Nobelprijs voor scheikunde, 1904, Sir *William Ramsay*, Londen, voor de ontdekking der indifferente gasvormige elementen in de lucht en de bepaling van hun plaats in het periodieke systeem.

p. 5. Nobelprijs voor scheikunde, 10 Dec. 1901, *J. H. van 't Hoff*, voor de ontdekking der voor de chemische dynamiek en de osmotische druk in oplossing geldende wetten.

Van 't Hoff had reeds 3 November 1893 de *Davy*-medaille van de Royal Society of London ontvangen. „Ter erkenning van het invoeren van asymmetrisch koolstof en zijn gebruik ter verklaring van de constitutie van optisch actieve koolstof-

verbindingen”. *E. Cohen*, loc. cit. 309. Ook vermeld door *G. C. Gerrits*, Grote Nederlanders. Leiden, E. J. Brill, 1948, p. 371.

Jacobus Henricus van 't Hoff, monument te Rotterdam, p. 376, Physicam chemiae adjunxit.

4) *Travers, M. W.*, Rare gases, p. 3, 5 en 7.

5) *Cohen, Ernst* en *Renkema, Margareta*, Herman *Boerhaave* en zijn betekenis voor de chemie, 1918, 25.

Blanksma, J. J., *Boerhaave* en zwaar kwik, Chem. Weekblad 45, 95 (1949).

6) *Reith, J. F.* en *Dijk, C. P. van*, Chem. Weekblad 37, 186 (1940); *Zwet, W. L. C. van* en *Duran, J. C.*, Chem. Weekblad 38, 186 (1941); 45, 117 (1949); *Reith, J. F.* en *Gerritsma, K. W.*, Rec. trav. chim. 61, 41 (1945); *Gillis, J.*, Gent, Onderzoek over kleine hoeveelheden kwik, kwikbepaling in de lucht in verschillende laboratoria en in de urine van personen werkzaam in deze lokalen. Hierin worden vele gevallen van kwikvergiftiging door kwikdamp beschreven. Mededeelingen Vlaamsche Chemische Vereeniging 7, 300—309 (1945). Wetenschappelijke tijdingen no. 1, Jaargang 1944, gevaar voor kwikdamp.