

ARGON.

»Een tot nog toe over het hoofd gezien bestanddeel van den dampkring?» zoo werd eenige maanden geleden door ons in het *Wetenschappelijk Bijblad* gevraagd. Naast stikstof en zuurstof, de hoofdbestanddeelen, komen daarin steeds in kleinere hoeveelheden waterdamp en koolzuur voor; ozon, waterstofhyperoxyde, ammonia en meer andere stoffen hebben wij sinds lang als bijkomende bestanddeelen leeren noemen, waarvan de hoeveelheden meer aan verandering onderhevig en uiterst gering zijn. De mededeeling van lord RAYLEIGH en RAMSAY, dat hetgeen tot nog toe voor stikstof gehouden werd ongeveer voor een honderdste geen stikstof zou zijn, heeft velen in spanning gehouden, verlangend om te hooren, in hoeverre er iets aan was van de zaak.

Er waren er, die wisten, waarom nadere berichten uitbleven; althans zij meenden, dat zij het wisten. Het bestuur van het *Elisabeth Thomson-Fund* in Amerika had een prijs uitgelooft voor het werk, waarin de kennis ontrent de samenstelling van den dampkring het krachtigst bevorderd werd, en om dien prijs te kunnen verkrijgen zouden de ontdekkers voorloopig het stilzwijgen bewaren. Toen lord KELVIN op de jaarvergadering van de *Royal Society* de ontdekking van het nieuwe bestanddeel, namelijk »nieuw» alleen voor onze kennis, het merkwaardigste feit noemde, waarop het jaar 1894 kon wijzen, werden engelsche scheikundigen ongeduldig en vroegen ingelicht te worden aangaande eene zaak, waarin die beroemde natuurkundige ingewijd scheen. Kort daarop werd de toezegging gedaan, dat eene vergadering van de *Royal Society* op 31 Januari aan de behandeling van *argon* (de nu pas bekende stof had dezen naam gekregen) gewijd zou zijn. *Chemical News* geeft van die vergadering een uitvoerig verslag.

Uit dat verslag blijkt, dat lord RAYLEIGH en RAMSAY wisten, waarom zij nadere bijzonderheden terughielden en dat zij hun tijd hebben gebruikt om de zaak van alle kanten te onderzoeken. *Argon* is er, en is nu geen vreemdeling meer. Aan de hand van genoemd

engelsch tijdschrift wenschen wij hier zijne geschiedenis in korte trekken te verhalen.

Het uitgangspunt voor het onderzoek is de waarneming geweest, dat langs scheikundigen weg bereide stikstof een kleiner soortelijk gewicht had dan het gedeelte van de dampkringslucht, dat voor stikstof gehouden werd. Stikstof werd gemaakt uit lachgas, uit stikstofdioxyde, uit ammoniumnitriet en met behulp van onderbromig-zuur uit ureum; 1 L. van deze stikstof woog bij 0° en 760 mM. gemiddeld 1.2505 gram; daarentegen woog 1 L. van »de stikstof uit den dampkring» 1.2572 gram.

»Stikstof uit de lucht» werd tot scheikundige stikstof gemaakt en had nu een soortelijk gewicht, dat dicht bij 1.2505 lag. Deze omzetting geschiedde door magnesium in »stikstof uit de lucht» te laten verbranden tot magnesiumnitride en uit deze verbinding met heet water ammonia te maken, waaruit de zuivere stikstof met natriumhypobromiet werd te voorschijn gehaald.

Waarom moest dit verschil in gewicht worden toegeschreven? Misschien aan de vermenging van de »scheikundige stikstof» met een lichter gas, met waterstof bijvoorbeeld? Om een antwoord op deze vraag te geven werd »stikstof uit de lucht», dus het zwaardere gas, met waterstof vermengd; daarna werd het over roodgloeiend koperoxyde gevoerd. Het bleek, dat dit oxyde al de waterstof uit het mengsel wegnam, zoodat het overblijvende weder het soortelijk gewicht van »stikstof uit de lucht» had. Er bestond dus geen reden om aan te nemen, dat de behandeling met roodgloeiend koperoxyde, waaraan ook de »zuivere stikstof» onderworpen was geweest, daaruit niet alle waterstof zou hebben weggenomen, ingeval deze aanwezig ware geweest.

Eene tweede vraag, die eene verklaring zou hebben kunnen geven en die dus eene beantwoording vereischte, was deze, of misschien de stikstof bij de verhitting, die zij had moeten ondergaan, een kleiner soortelijk gewicht verkregen had, omdat zij gedeeltelijk in vrije atomen zou zijn ontleed en daardoor eene grootere ruimte noodig had. Indien dit het geval ware, mocht men verwachten, dat de vrije atomen zich langzamerhand met elkander zouden vereenigen tot molekulen en dat dientengevolge het gas zich zou samentrekken. Toen het bleek, dat het soortelijk gewicht van »scheikundige stikstof» na acht maanden niets grooter geworden was, was daarmee ook de tweede vraag in ontkenningen zin beantwoord.

Eén van de twee gassen moest een mengsel zijn. Nu er geen kans was dit aan te toonen voor »scheikundige stikstof», kwam de onderstelling aan de beurt, dat »stikstof uit de lucht» een mengsel kon zijn. Dit te onderstellen, was het onwaarschijnlijke geval te stellen, dat een bestanddeel in de lucht, waarin wij leven, in groote hoeveelheden in den dampkring zou aanwezig zijn en steeds onopgemerkt gebleven was.

Nu werd de »stikstof uit de lucht» op verschillende wijzen op de proef gesteld. Toen het langzamerhand gebleken was, dat het tot nog toe over het hoofd geziene gas vrij wat zwaarder dan stikstof moest zijn, werd ook getracht het van de stikstof te scheiden door lucht te laten gaan door buizen met een poreuzen wand, terwijl rondom deze buizen de lucht verdund werd. Lichtere gassen verspreiden zich sneller door de poriën van zulke wanden dan zwaardere gassen; de snelheden van die beweging bij twee gassen zijn omgekeerd evenredig met de vierkantswortels van hun soortelijke gewichten, zoodat een gas, dat 16-maal lichter is dan een ander, 4-maal zoo snel zich verspreidt.

De lucht, die bij deze proeven binnen de buizen achterbleef, werd nu, evenals bij andere proeven met gewone lucht geschiedde, over gloeiend koper gevoerd; de zuurstof werd daardoor verwijderd. Gloeiend koperoxyde, zwavelzuur, bijtende potasch en phosphorpenoxyde werden ook nu gebruikt voor verdere zuivering. Hetgeen overbleef had een grooter soortelijk gewicht dan »stikstof uit de lucht»; door de poreuze wanden was dus hieruit naar evenredigheid meer van een lichter dan van een zwaarder gas heengegaan. Daaruit bleek stellig, dat »stikstof uit de lucht» een mengsel is. Toch gelukte het niet langs dezen weg het bijmengsel volkomen van de stikstof te bevrijden.

Betere uitkomst hadden herhalingen van de proef van CAVENDISH, waarbij inductievonken overspringen door lucht, die boven eene slappe oplossing van eene base staat. Stikstof en zuurstof verbinden zich in dit geval met elkander tot gassen, die in de oplossing der base opgenomen worden. Doet men deze proef met lucht, dan is er te weinig zuurstof om alle stikstof weg te nemen. Er blijft dan een mengsel over, dat men, zooals nu gebleken is, ten onrechte voor zuivere stikstof hield. Opdat alle stikstof zou kunnen worden verbruikt, werd bij de lucht zóóveel zuurstof gevoegd, dat er van deze zuurstof moest overblijven, wanneer men inductievonken de verbinding van stikstof en zuurstof liet tot stand brengen. De stikstof geraakte dientenge-

volge geheel op. Daarna werd door eene alkalische oplossing van pyrogalluszuur de overgebleven zuurstof weggenomen. En hetgeen nu overblijft, is *argon*.

Bij ééne proef bleef op 50 cM³ lucht 0.32 cM³ over, bij eene andere proef op 50 cM³ lucht 0.76 cM³, bij eene derde op 5 cM³ 0.06 cM³; uit deze cijfers blijkt niet, hetgeen bij een groot aantal proeven met grootere hoeveelheden gevonden werd, dat de *hoeveelheid van het overblijfsel rechtevenredig was met de verbruikte hoeveelheid lucht*. De afwijkingen moeten aan de oplosbaarheid van het *argon* in water worden toegeschreven, die met de temperatuur sterk verandert en op de hier genoemde kleine hoeveelheden een belangrijken invloed had.¹ Niet altijd werd de stikstof weggenomen door inductievonken. Sneller geschiedde de verwijdering, wanneer een wisselstroom van zeer hooge spanning tusschen platina-elektroden overspringt en dan stikstof en zuurstof met eene vlam doet ontbranden.

Een tweede wijze, waarop *argon* uit de lucht kan worden afgescheiden is de volgende. Lucht wordt gevoerd over gloeiend koper en staat voor de oxydatie van dit metaal haar zuurstof af. Wanneer de zuurstof weggenomen is, wordt hetgeen overgebleven is bij herhaling over roodgloeiend magnesium gevoerd. Het gas verkrijgt langzamerhand een grooter soortelijk gewicht, een bewijs dat stikstof weggenomen wordt; het gewicht van het zwaardere gas laat zich hoe langer hoe meer gelden. Bepaald werd een soortelijk gewicht van 19.09 en nog nam het volumen af, nadat er zuurstof was bijgedaan en vervolgens inductievonken oversprongen, zoodat het soortelijk gewicht grooter is dan 19.09 (waarschijnlijk 19.7).

Grootere hoeveelheden *argon* werden steeds met behulp van brandend magnesium gemaakt. Een aantal voorzorgsmaatregelen, die genomen worden opdat geen andere bijmengselen aanwezig zouden zijn, meenen wij hier niet nader behoeven te vermelden. Uit 100 à 150 L. »stikstof uit de lucht» blijven dan 4 à 5 L. *argon* over.

Zóó is de aanwezigheid van een tot nog toe onbekend bestanddeel der lucht vastgesteld. *Argon* is het genoemd, omdat men tot nog toe ondanks vele pogingen geen enkele stof gevonden heeft, waarop het scheikundig werkt; de naam is afgeleid uit het grieksche ontkennend

¹ Uit eene aanhaling van eene proef van CAVENDISH blijkt, dat deze ook een overblijfsel gevonden had, dat misschien iets anders dan stikstof was; stellig niet meer dan $\frac{1}{120}$ van de geheele hoeveelheid stikstof.

an en het grieksche woord *ergon*: werk of arbeid. Het teeken, waardoor het voorloopig wordt voorgesteld, is *A*. Van zijne eigenschappen worden genoemd: het soortelijk gewicht 19.7, de oplosbaarheid in water, die ongeveer even groot als die van zuurstof en $2\frac{1}{2}$ zoo groot als die van stikstof is, de kritische temperatuur, die -121° is, de kritische druk, die 5 à 6 atmosfeeren bedraagt, het kookpunt -187.0° , het vriespunt -189.6° , het soortelijk gewicht, ongeveer 1.5 in vloeibaren toestand bij het kookpunt. De onderzoekingen bij lagere temperaturen werden te Krakau uitgevoerd door den hoogleeraar OLSZEWSKI, die daartoe 300 cM³ argon uit Engeland ontvangen had.

Wat de bepaling van het soortelijk gewicht van het gas (OLSZEWSKI houdt dit voor 19.9) betreft, dient nog medegedeeld te worden, dat dit tot nog toe niet bepaald is door de weging van zuiver *argon*, maar altijd door berekening uit het soortelijk gewicht van mengsels daarvan met zuurstof of stikstof. De beschikbare hoeveelheid zuiver *argon* is nog niet groot genoeg om gewogen te kunnen worden met de toestellen, welke lord RAYLEIGH voor het wegen van gassen gebruikt.

De oplosbaarheid van *argon* in water is grooter dan die van stikstof; water neemt dus, als het met lucht geschud wordt, daaruit naar evenredigheid meer zuurstof en *argon* dan stikstof op. Dat lucht, die bij het koken van water daaruit weder vrij wordt, rijker aan *argon* moet zijn dan gewone lucht, is eene gevolgtrekking, waarvan de juistheid door proeven bevestigd werd.

In de vergadering van de *Royal Society* op 31 Januari l.l. werden, behalve door lord RAYLEIGH, RAMSAY en OLSZEWSKI, omtrent *argon* nog mededeelingen gedaan door CROOKES. Deze heeft het nieuwe gas onderzocht, wat zijn spektra betreft.

Argon heeft twee spektra, die beiden uit scherp begrensde strepen bestaan. Wanneer het onder eene spanning van 3 mM. verkeert, geeft het bij de lading een oranjerood licht en is het spectrum rijk aan strepen in het rood, waarbij twee boven de andere uitkomen. Wanneer men de spanning van het gas vermindert en nog eene Leidsche flesch in de stroomverbinding opneemt, verdwijnt het roode licht en maakt plaats voor een fraai staalblauwen gloed; het spectrum vertoont nu geheel andere strepen.

In den aanvang zijn ook strepen uit het spectrum van stikstof zichtbaar; langzamerhand verdwijnen deze, omdat de platina-elektroden (of aluminium-elektroden) de stikstof in zich opnemen.

»Stikstof uit de lucht" werd door CROOKES gebruikt om te onderzoeken of daarin onmiddellijk het spektrum van *argon* kon worden herkend. Dit gelukte, toen de stroom zeer versterkt werd; het roodachtig gele licht van de stikstof week toen voor het blauw van *argon*.

Is nu het *argon* even als stikstof en zuurstof eene grondstof of moet men het met koolzuur en waterdamp noemen onder de verbindingen in den dampkring? *Argon* vermeerdert het aantal der bekende grondstoffen. Lord RAYLEIGH en RAMSAY deden proeven omtrent de snelheid van de voortplanting van het geluid in *argon* en kwamen daarbij, zooals vroeger KUNDT bij dergelijke bepalingen met kwikdamp, tot de uitkomst dat de molekulen *argon* uit één atoom bestaan. De deeltjes of molekulen *argon* zijn dus zoo eenvoudig mogelijk opgebouwd; *argon* kon dus geen samengestelde stof zijn. Dit staat vast.

Maar of *argon* nu ééne grondstof of een mengsel van grondstoffen is? CROOKES hield tot het laatste denkbeeld over, omdat hij twee geheel verschillende spektra vond; OLSZEWSKI spreekt ten gunste van het denkbeeld, dat *argon* eene grondstof is, omdat het een bepaald smeltpunt, een bepaald kookpunt, eene bepaald kritische temperatuur en een bepaalden kritischen druk heeft. Volgens de ontdekkers is de waarschijnlijkheid het grootst, dat de argumenten van OLSZEWSKI het zwaarst wegen.

Maar dan rijzen er nieuwe moeilijkheden. Als het soortelijk gewicht van *argon* ongeveer 20 is, is het molekulaire gewicht ongeveer 40, en moet het atoomgewicht ook ongeveer 40 zijn, omdat de molekule uit één atoom bestaat. En in het natuurlijk stelsel der elementen, waarin het verband tusschen de grondstoffen zoo bevredigend werd uitgedrukt, is voor eene grondstof met een atoomgewicht van ongeveer 40 geen plaats! Dan rijst er twijfel, of het periodiek stelsel der grondstoffen wel volledig is.

Argon zal dus stellig de aandacht trekken en de aanleiding tot tal van belangrijke onderzoekingen zijn. Dat deze onderzoekingen niet alleen uit een theoretisch oogpunt van belang zullen zijn, daarop geeft eene opmerking van ROBERTS-AUSTEN reeds nu uitzicht. Zij had betrekking op de bereiding van Bessemerstaal. In den convertor worden niet minder dan 100.000 kub. voeten lucht door het gietijzer geperst; deze hoeveelheid lucht bevat ongeveer 1000 kub. voeten *argon*. AUSTEN heeft uit Bessemerstaal, dat met ferromangaan samengesmolten was, een volumen lucht gepompt, dat veertig maal zooveel ruimte had als het metaal. Van deze uitgedompte lucht is een twintigste gedeelte

stikstof, maar stikstof, waaruit geen spoor van *argon* kan verkregen worden. Is het *argon* misschien in het Bessemer-staal gebonden gebleven en de oorzaak van eigenschappen, waardoor dit zich van andere soorten van staal onderscheidt?

D. v. C.