
VASTE WATERSTOF.

De hoogleeraar DEWAR beschrijft in het engelsch tijdschrift *Nature* (nummer van 21 Sept. 1899) hoe hij er in geslaagd is waterstof te doen bevrozen. De eerste poging daartoe was reeds in 't najaar van '98 gedaan, toen hij over 100—200 c. M³. vloeibare waterstof kon beschikken. In een zoogenoemd vacuumglas¹ werd destijds een tweede van kleinere afmeting geplaatst, gevuld met de vloeibare waterstof, die hij wilde doen vast worden. In de ringvormige ruimte kwam eveneens vloeibare waterstof. In weerwil dat men deze laatste onder een druk van 10 m. M. deed verdampen en de temperatuur dus niet onaanzienlijk moest dalen, werd de waterstof toch niet vast.

De proeven ter bereiking van dit doel werden toen voorloopig gestaakt, totdat hij over ruimere hoeveelheden vloeibare waterstof zou kunnen beschikken.

In den loop van dit jaar werden verschillende electriche weerstand-thermometers beproefd en met eenige daarvan de temperatuursverla-

¹ Voor proeven met vloeibare lucht, in 't algemeen als men stoffen langen tijd op lage temperaturen wil houden, bedient men zich, op 't voetspoor van DEWAR, van glazen vaten met dubbelen wand en verwijdert uit de ruimte tusschen buiten- en binnenwand de lucht zoo volledig mogelijk. Door zulk een vacuumscherm dringen de warmtestralen zeer slecht door: wel zijn eiderdons en zuivere droge wol ongeveer even slechte warmtegeleiders, maar ze zijn ongeschikt als men de vloeistof in het glazen vat moet blijven zien.

ging onderzocht door uitpompen verkrijgbaar.¹ Met eenige daarvan, uit platina en uit een legering van dit metaal met rhodium vervaardigd, werd door de verdamping van vloeibare waterstof in 't luchtledig slechts een temperatuursverlaging van anderhalven graad aangewezen, terwijl die naar berekening vijf graad had moeten bedragen en voorts gaven zij alle voor 't kookpunt — 245° C. aan, terwijl 't ware kookpunt van waterstof — 252° tot — 253° C. is.

Wat bij deze proeven de opmerkzaamheid trok was dat, zoodra als de drukking beneden 60 m. M. gedaald was, boven in het vacuumvat een op sneeuw gelijkend, wit schuim gezien werd. Nu is 't bij dergelijke proeven, waarbij metaaldraden door guttaperchakurken gaan, uiterst moeilijk luchtdichte sluiting te behouden. Door de ontzettende koude worden kurken en cement zoo hard als steen en er ontstaan licht scheurtjes. DEWAR's eerste idee was hierom, dat er door een lek eenige lucht was binnengedrongen en rondom droppels vloeibare waterstof bevrozen, op dezelfde manier als van dampkringslucht eerst de stikstof in vlokken kan bevrozen met nog vloeibare zuurstof als kern. Het feit evenwel, dat het witte schuim bij drukvermindering weer volkomen verdampte, zonder eenige vaste stof achter te laten, leidde tot het vermoeden dat het schuim toch werkelijk uit vaste waterstof moest bestaan hebben. En deze veronderstelling werd bevestigd door de waarneming, dat, wanneer men de drukking, en dus ook de temperatuur, weer liet klimmen, het schuim smolt, zoodra de drukking 55 m. M. bereikt had. Het mislukken van de eerste proef, in 't najaar van 1898, zou dan te verklaren zijn uit overbekoeling van de vloeistof, die in de laatste proeven niet plaats had, wegens de aanraking met metaaldraden en mogelijk met sporen van ingedrongen en bevrozen lucht.²

¹ DEWAR's methode ter bepaling van zeer lage temperaturen berust op de verandering in weerstand, die een geleider der electriciteit (metaal) door temperatuur's verlaging ondergaat. Als punt van uitgang dient een platinadraad van bepaalde lengte, waarvan de weerstand met de aanwijzing van een waterstof-thermometer vergeleken wordt. Gelijk blijken zal, is voor de allerlaagst bekende temperaturen deze methode niet meer bruikbaar.

² Naar men zich herinneren zal, kunnen vloeistoffen, die in kristallijne staat bevrozen, bij langzaam en rustig bekoelen tot verre beneden haar smeltpunt den vloeibaren staat behouden. Inbrengen van een kristalletje derzelfde stof is 't zekere middel aan die zoogenoemde overbekoeling een eind te maken. 't Verschijnsel is het eerst aan water waargenomen (door FAHRENHEIT in 1724) en aan deze vloeistof in het dagelijksch leven wel bekend.

Om zich van de juistheid dezer opvatting te overtuigen, werd de proef nu op de volgende wijze herhaald.

Door een van de twee openingen van de kurk, die het vacuum-glas sloot, daalde het lange, gecalibreerde been van een hevel tot in de vloeibare waterstof af, terwijl de tweede opening de direct onder de kurk eindigende buis doorliet voor het uitpompen. Het korte been van den hevel eindigde hermetisch in den hals van een ballon, van ongeveer 1 Liter inhoud en gevuld met zuivere, droge waterstof. In dien hals mondde zijdelings een korte kwik-manometer. Zoodra nu de druk een eind beneden die van eéne atmosfeer gebracht was, begon zich in de gecalibreerde buis heldere vloeibare waterstof aan te zamelen, die men kon zien toenemen, totdat, bij ongeveer 30—40 m. M. druk, de vloeibare waterstof die de buis omringde plotseling vast werd tot een schuim, dat bijna het geheele vacuum-glas opvulde. Daar men niet zien kon in welken staat zich nu de vloeibare waterstof *in* de buis bevond, die van buiten rijkelijk met het witte schuim overdekt was, werd het geheele toestel ondersteboven gekeerd om te zien of er vocht uit de buis naar beneden zou vloeien. Dit was niet het geval en bij gevolg moest de vloeibare waterstof, die de buis ten deele had aangevuld, vast geworden zijn. Met behulp van een sterk licht, dat achter het vacuumglas geplaatst werd, zag men, terwijl de druk op ongeveer 25 m. M. gehouden werd, het schuim langzamerhand doorschijnender worden en werd hierdoor zichtbaar, dat de waterstof binnen in de buis beneden er als doorschijnend ijs uitzag, van boven door ondoorschijnend schuim bedekt.

Het soort. gewicht van de vaste waterstof kon niet bepaald worden. Wel gelukte de bepaling bij benadering van het hoogste soort. gewicht, dat waterstof in den vloeibaren staat hebben kan. Hiervoor werd 0,086 gevonden, terwijl de dichtheid op het kookpunt 0,07 is.

Daar alle pogingen mislukten om voor deze uiterst lage temperaturen een nauwkeurigen electrischen-weerstands-thermometer te vervaardigen, wil DEWAR trachten er een uit zuiver helium te verkrijgen, dat nog vluchtiger gebleken is dan de waterstof. Deze moet dan vergeleken worden met den waterstof-thermometer.

Voor 't oogenblik kan men aannemen:

	kookpunt	druk
Waterstof.....	— 252° C.	760 m. M.
»	— 257° C.	35 m. M.

waaruit door berekening bij benadering volgt, dat het kookpunt bij 55 m. M. druk = $-256^{\circ} 3$ C. zijn moet. Daar, gelijk boven is opgegeven, de vaste waterstof smolt op 't oogenblik dat hare kokende damp de laatstgenoemde spanning had, is dit tevens het smeltpunt, dat dus omtrent $16-17^{\circ}$ C. boven het absolute nulpunt (-273° C.) ligt, waarbij volgens de gangbare theoretische voorstelling het eeuwigdurend getril der molecules zal moeten ophouden. Zal men die geheimzinnige grens ooit bereiken? DEWAR berekent, dat hij bij de verdamping der vloeibare waterstof tot op $14-15^{\circ}$ C. genaderd is, m. a. w. dat de temperatuur op 't moment van de laagste dampspanning -259° tot -258° C. geweest is.

Het feit, dat de waterstof grootendeels als schuim bevroor, is licht verklaarbaar uit het kleine soortelijk gewicht der vloeistof, die onder 't bevroren tegelijkertijd in de geheele massa hard kookte.

Ten slotte vestigt DEWAR er nog de aandacht op, dat de waterstof in vasten staat in 't geheel niet op een metaal gelijk en men dus dit element voortaan onder de niet-metalen heeft te rangschikken.

R. S. Tj. M.
