

IJS IN STERK VERHITTE RUIMTEN.

DOOR

Dr. A. VAN HASSELT.

In het Wetenschappelijk bijblad bij afl. 2. 1881 van dit tijdschrift zijn onder het opschrift "IJs bij temperaturen boven 0°", de uitkomsten vermeld van proeven van THOS. CARNELLEY te *Sheffield*, die hem leidden tot de stelling dat, om een vast lichaam in eene vloeistof te doen veranderen, de druk boven een zeker bedrag moet zijn, dat men den *kritischen druk* der stof kan noemen. Zoo moet voor ijs de druk grooter zijn dan 4,6 m.m. kwikzilver, het maximum van spanning van waterdamp bij 0°; houdt men den druk beneden dit bedrag, dan zal het ijs wel bij verwarming sublimeeren, doch niet smelten. Hij heeft ijs verkregen in vaten, die zoo heet waren, dat men ze, zonder zich te branden, niet met de hand kon aanraken, en het ijs langen tijd gehouden op temperaturen ver boven het kookpunt van water gelegen.

Geen wonder dat die korte mededeeling van CARNELLEY, oorspronkelijk geplaatst in het tijdschrift *Nature*, 9 Sept. 1880, de aandacht trok en dat met belangstelling eene nadere beschrijving van de inrichting dezer belangwekkende proeven werd verwacht. Aan dien wensch is in den *Chem. News* 42, pg. 313 voldaan, waarin, blijkens het referaat in afl. 19, 1881 van de *Berichte der D. ch. Gesellschaft*, de proeven worden medegedeeld door CARNELLEY in tegenwoordigheid van het engelsche chemische gezelschap verricht, en eene beschrijving zijner toestellen wordt gegeven. Dat bericht neemt de onzekerheid weg, die nog bij velen bestond, of wel inderdaad het ijs en niet alleen de omgeving tot die hooge temperaturen was gebracht. In hoofdzaak komt de inrichting van zijn toestel op het volgende neer:

Eene 2 c.M. wijde, 5 à 6 voet lange glazen buis werd met kwikzilver gevuld en, met den duim gesloten, in een bak onder kwikzilver omgekeerd. Na wegname van den duim daalde het kwik tot barometerhoogte, zoodat er een luchtledig ontstond in het bovenste gedeelte der buis, dat door een koudmakend mengsel werd omgeven. Nu liet hij wat uitgekookt water in het kwik opstijgen, hetwelk den bol van een in de buis opgehangen thermometer omsloot. Nadat het water bevroren was, liet hij het oppervlak van het kwikzilver in den bak 18 c.M. zakken, waardoor de kwikzuil in de buis even sterk daalde, zoodat deze zich van den ijscilinder scheidde. Door voorzichtige verhitting van de buis werd nu het ijs, waar het de wanden aanraakte, gesmolten, zoodat er eene ringvormige opening ontstond, waardoor het vacuum boven het ijs met dat er beneden gemeenschap kreeg. Dien ten gevolge kon de waterdamp van alle zijden zich naar de koude ruimte begeven en gecondenseerd worden, waardoor het vacuum bewaard bleef. Onder deze omstandigheden heeft CARNELLEY het ijs zóó heet gemaakt, dat de thermometer in het midden van den cilinder 180° C. aanwees, vóór het ijs smolt. Bij de proef in tegenwoordigheid van het chemische gezelschap steeg de thermometer slechts tot 30° C., daar de ijscilinder, die te groot en te zwaar was, bij die temperatuur van den thermometer afviel.

Behalve met den thermometer, werd ook nog de hooge temperatuur van het ijs bewezen door een kleinen calorimeter, waarvan het water eene verhooging in temperatuur onderging, toen het verhitte ijs (hoe, wordt niet vermeld) er in was gebracht.

Zooals men ziet, laat deze mededeeling geen twijfel over of het ijs zelf kan worden verhit, en daarom is de uitslag van de volgende proef merkwaardig, die ik gezamenlijk met DR. C. J. E. BRUTEL DE LA RIVIÈRE heb genomen en die slechts gedeeltelijk de uitkomsten van CARNELLEY bevestigt.

In plaats van door kwikzilver, maakten wij den toestel luchtledig door de lucht door middel van waterdamp te verjagen. Eene buis van 1,6 c.M. diameter en 56 c.M. lang werd aan het eene einde dichtgeblazen en ter lengte van 5 c.M. tot een cilinder van 2,2 c.M. diameter verwijd. Dicht bij het andere uiteinde werd zij wat bolvormig opgeblazen, waarna dit uiteinde tot eene lange dunne buis werd uitgetrokken, die zóó werd omgebogen, dat ze een rechten hoek met de wijde buis vormde. Te voren was in de buis een thermometer gebracht, die, opgehangen aan twee met elkander door een draad verbondene,

ringvormig gebogene strooken koper, die zich tegen de wanden vastklemden, juist in het midden der buis hing, en welks reservoir zich op een afstand van 1 c.M. van den bodem des cilinders bevond.

De buis werd nu gedeeltelijk met water gevuld door het nauwe buisje in kokend water te steken en door verwarming lucht uit te drijven. Het water, dat na afkoeling in de buis drong, werd aan de kook gebracht, zoodat de damp de lucht uitdreef en de geheele buis zich met water kon vullen. Nadat deze bewerking eenige malen was herhaald, zoodat geen enkel luchtbelletje meer kon worden opgemerkt, werd het water door verhitting grootendeels uitgedreven en het dunne einde der buis dichtgesmolten. Ten einde dit laatste rustig en zeker te kunnen doen, is het raadzaam bij het ophouden der verwarming het buisje in kwikzilver te steken, dat natuurlijk veel langzamer opstijgt dan water. Het water in de buis, dat even boven het reservoir van den thermometer reikte, lieten wij daarna voorzichtig in een koudmakend mengsel bevrozen, terwijl daarna de buis in horizontalen stand werd gebracht en van boven werd afgekoeld. Vervolgens werd de ijscilinder door aanraking met de hand langs de wanden gedeeltelijk gesmolten en het daardoor gevormde water naar het afgekoelde uiteinde der buis gevoerd, waar het bevroor. Tijdens deze bewerking, die nog al zorg vereischt, moet de buis nu en dan uit het afkoelend mengsel genomen worden, daar het anders niet mogelijk is de bovenrand van het ijs tot smelting te brengen. Ook moet men haar niet te lang verwarmen, daar het ijs licht te ver wegsmelt. Het gelukte ons op deze wijze een ijscilinder te verkrijgen, die geheel vrij was van de wanden en in welks midden het reservoir van den thermometer stak.

De buis werd vervolgens verticaal geplaatst en het bovineinde door een klok omgeven, waarin een afkoelend mengsel uit sneeuw en keukenzout bestaande werd gebracht.

Wat de hoofdzaak betreft, komt dus onze inrichting met die van CARNELLEY overeen: een vrije ijscilinder, waar binnen een thermometer steekt, in eene luchtledige ruimte, die van boven sterk wordt afgekoeld, zoodat de waterdamp geene noemenswaardige spanning kan verkrijgen. 't Geen wij echter met dezen toestel waarnamen, verschilt zeer van zijne ervaring.

Wij verhitten eerst het benedeneinde der buis in water, waarvan de temperatuur langzamerhand tot kookhitte werd opgevoerd. Geen spoor van smelting van het ijs werd waargenomen, *doch ook geene*

rijzing van den thermometer, die zelfs de lage temperatuur van ± 7 graden onder het vriespunt aanwees. Daarna werd de buis langzaam met eene BUNSEN'sche vlam verhit, en hoewel de ijscilinder, die een diameter van 1,2 cM. en eene lengte van 3 cM had, slechts 0,5 cM van de heete wanden der buis was verwijderd, werd nu weder geene smelting waargenomen, doch *evenmin verhooging van temperatuur*. De hitte werd zonder ander gevolg opgevoerd tot het glas plaatselijk week begon te worden en de wand dientengevolge wat naar binnen werd gedrukt. Aan het kleiner worden van den ijscilinder was het merkbaar, dat het ijs sublimeerde; de lage temperatuur, ondanks de sterke verhitting, bewees hoeveel warmte hiervoor noodig was. Na het ophouden der verhitting duurde het ongeveer een uur vóór de ijscilinder geheel was verdwenen, waarna de thermometer tot 13° steeg, terwijl het afkoelend mengsel nog eene temperatuur van 8° bezat.

Deze proef bevestigt dus wel de waarneming van CARNELLEY, dat ijs in sterk verhitte ruimten niet smelt als de drukking zeer laag wordt gehouden, doch geenszins zijne bewering, dat het ijs zelf eene hooge temperatuur verkrijgt.

Waaraan dit verschil in uitkomsten is toe te schrijven, is eene vraag, die ik tot nu toe niet kan beantwoorden. Dat wellicht bij CARNELLEY's proeven het reservoir van den thermometer niet over de geheele lengte met ijs bedekt is geweest, is eene onderstelling, die door bovengemelde beschrijving in den *Chem. News* niet wordt gesteund. Ik spreek er van omdat bij een onzer proeven de thermometer gedeeltelijk vrij was van ijs en toen het kwik bij verhitting der buis eenige graden boven het vriespunt steeg. Die proef kon echter niet worden voortgezet omdat de punt der buis brak. Overigens kan ik in het verschil tusschen onzen toestel en dien van CARNELLEY, geen oorzaak vinden, die de zoo uiteenloopende resultaten verklaart.

Assen, 3 Februari '81.

N A S C H R I F T.

Nadat het bovenstaande aan de redactie van het *Album* ter plaatsing was toegezonden, verscheen eene uitvoerige beschrijving door CARNELLEY

van zijne proeven in het tijdschrift *Nature*, 10 Febr. j. l. ' Die beschrijving verschilt in enkele opzichten van de door mij vermelde; het belangrijkste verschil ligt in de wijze, waarop C. afkoelde. Niet de buis koelde hij af, maar eene zijdelings daaraan door eene caoutchoubuis bevestigde flesch. CARNELLEY hecht veel gewicht aan het groot afkoelend oppervlak, dat daardoor wordt verkregen.

Wij besloten aanstonds onzen toestel in dien zin te wijzigen, doch treurige familieomstandigheden bij ons beiden waren de reden, waarom wij slechts weinige proeven tot nu toe hebben kunnen nemen. Alvorens die wijziging werd aangebracht, was het ons reeds gelukt door *zeer snelle* verwarming het ijs tot 0° te brengen, in afwijking van bovengenoemde uitkomst. Een enkele proef met eene buis, waaraan van boven een wijd reservoir was geblazen en waarbij dus genoemde voorwaarde was vervuld, had tot resultaat, dat de thermometer in het ijs tot 5° boven het vriespunt steeg waarna het echter begon te smelten, doch deze temperatuur werd pas waargenomen nadat een deel van het kwikreservoir vrij was geworden. Op grond van deze proef kunnen wij dus geen uitspraak doen.

Wij zullen de proeven, die door 't springen van de buizen zeer aan mislukking zijn blootgesteld, voortzetten, en nagaan of het verschil in uitkomst met C. werkelijk aan bovengenoemde reden is toe te schrijven. Over die proeven en over andere met naphthaline genomen, hopen wij nader te berichten.

18 Maart. '81

v. H.

¹ Zie bijblad, bl. 43.

RED.