

WAT MOISSAN IN ZIJN OVEN TOT STAND BRACHT.

MOISSAN zelf gaf in *La Nature* een overzicht van de resultaten van zijn werk. Dat overzicht is belangrijk genoeg om hier overgenomen te worden.

»De elektrische reverbeerooven met beweegbare elektroden, die in 1892 door ons gemaakt en na dien tijd aanhoudend verbeterd is, is een zeer eenvoudige toestel; hij heeft ons talrijke diensten bewezen en ons de beantwoording mogelijk gemaakt van vragen, die tot nog toe voor onoplosbaar golden.

Met dezen toestel is het ons gelukt de temperatuur hoog genoeg te kunnen opvoeren om diamant te maken, metaaloxiden te laten kristalliseeren, oxyden waarvan de reductie tot nog toe onuitvoerbaar heette tot metalen te reduceeren, zoogenaamd vuurvaste metalen te smelten, kalk, kiezelaarde, zirkoonaarde en koolstof te destilleeren, metalen als platina, koper, goud, mangaan, aluminium en uraan te doen vervluchtigen. Stoffen als magnesia, uranium, wolfram en molybdeen, die vroeger niet gesmolten konden worden, gaan in het elektrisch fornuis in den gasvormigen toestand over. Damp van ongeslachte kalk en van kiezelaarde (bergkristal, zand b. v.) hebben wij menig keer gebruikt.

Onze toestel wordt op zeer eenvoudige wijze in werking gebracht. Twee buigzame draden brengen den stroom over naar de elektroden van koolstof; de middellijn hiervan neemt toe met de stroomsterkte van den dynamo. Zoodra de stroom gesloten is, ziet men den elektrischen lichtboog; de gewenschte lengte geeft men hieraan door de elektrode achteruit te trekken; hoe groot de afstand tusschen de elektroden moet zijn, hangt af van de grootte van het elektrisch arbeidsvermogen en van het geleidingsvermogen van de dampen, waarmee de oven gevuld is.

Onmiddellijk verspreidt zich een sterke lucht naar blauwzuur. Dit ontstaat uit de stikstof, die in den oven is, en het acetyleen, dat zich in het begin vormt. Op groote schaal geschiedt hier dus de door BERTHELOT ontdekte synthese van blauwzuur.

De violetgekleurde cyaanvlam verlicht heel in het begin den lichtboog; weldra verdwijnt de kleur en het licht wordt hel. De ongebluschte kalk, die het binnenste van den oven vormt, smelt binnen korten tijd, vloeit samen als gesmolten was en begint vervolgens te koken. Binnen enkele minuten zijn de elektroden tot roodgloeihitte gebracht; aan alle kanten slaan de dampen met steeds toenemende hevigheid naar buiten. De damp van ongebluschte kalk verdicht zich buiten den oven en bedekt de zwarte elektroden met eene laag van eene vaste witte stof. Zoo hebben wij, wanneer wij stroomen gebruiken van 100 à 300 paardekrachten midden in den oven de ontzaglijk hooge temperatuur van den elektrischen lichtboog; eenige cM. lager staat de kroes met de stof, waarmede de proef wordt gedaan, en daaronder bevindt zich eene laag kokende ongebluschte kalk.

Het geringe geleidingsvermogen van deze kalk komt ons uitstekend te pas; daardoor blijft de grootst mogelijke warmte, die de elektrische lichtboog ons kan geven, binnen eene kleine holte bewaard.

Een aantal grondstoffen, die totnogtoe als merkwaardigheden in een laboratorium werden bewaard, hebben wij in groote hoeveelheden kunnen bereiden.

Verbindingen van het door VAUQUELIN ontdekte chroom hadden reeds tal van toepassingen gevonden; oxyden en andere verbindingen van dat metaal waren door de nijverheid sinds lang gebruikt. Noch het metaal op zichzelf noch legeringen daarvan konden gemakkelijk verkregen worden; toen men van de uitstekende hoedanigheden van chroomhoudend staal voordeel trachtte te trekken was men verplicht in de hoogovens eene aan koolstof zeer rijke legering van chroom en ijzer te maken, het ferrochroom.

Het is ons gemakkelijk gevallen in het elektrisch fornuis door reductie van chroomsesquioxide door koolstof een mengsel van chroom en koolstof te bereiden, waaruit zuiver chroom verkregen wordt. Dit verschilde sterk van het metaal, zooals men het vroeger kende; het wordt niet door de zuurstof geoxydeerd, kan als ijzer met de vijl worden bewerkt en kan fraai gepolijst worden.

Chroom, dat minder gemakkelijk smelt dan platina, kan nu voor de bereiding van legeringen dienen, zonder dat men eerst zijne toe vlucht behoeft te nemen tot ferrochroom, dat 10 pct. koolstof bevatten kan.

Bij ééne enkele proef verkregen wij 20 K.G. van het mengsel van chroom en koolstof. Zoodra de behoefte zich doet gevoelen, kan deze

bewerking op groote schaal worden uitgevoerd. Allerlei legeringen kunnen nu worden onderzocht; bij koper en bij aluminium gaf vermenging met chroom verrassende uitkomsten. De weerstand van koper wordt bijna tweemaal zoo groot, wanneer 0,5 pct. chroom bij zuiver koper wordt gevoegd, ook verandert deze legering aan vochtige lucht minder gauw dan zuiver koper.

Molybdeen, dat vroeger nooit gesmolten was, kan ook in belangrijke hoeveelheden verkregen worden. Uit molybdeenoxys en koolstof ontstaat in het electrisch fornuis een mengsel van molybdeen en koolstof, dat gemakkelijk gegoten wordt. Dit mengsel kristalliseert gemakkelijk, maar, en dit is van groot belang, bij eene verhitting met eene overmaat van molybdeenoxys, geeft het zuiver metaal. Dit metaal heeft een zeer fijne korrel en schittert aan de oppervlakte. Het kan met de vijl worden bewerkt en bij roodgloeihitte gesmeed worden op een aambeeld. Het staal, dat men er mede maakt, kan gehard worden. Dat zijn nieuwe eigenschappen.

Wolframen konden de scheikundigen tot nog toe niet anders dan als een poeder. De elektrisch lichtboog reduceert wolframenoxys door koolstof en geeft binnen enkele minuten een klompje metaal, dat door een fraai laagje van een blauw oxys bedekt is. Het is moeilijker smeltbaar dan chroom en molybdeen en kan toch nog gemakkelijk vloeibaar verkregen worden. Het schijnt niet zooals chroom en molybdeen gemakkelijk koolstof op te nemen; de bereiding vereischt weinig omslag en het daarbij verkregen wolframen behoort tot de zuiverste grondstoffen, die wij gemaakt hebben. Bij spektroskopisch onderzoek blijkt, dat het alleen sporen van koolstof en van calcium bevat.

Door reductie van uranenoxys door een alkalimetaal was PELIGOT er in geslaagd kleine hoeveelheden uraan te verkrijgen, dat steeds onzuiver was; het bevatte altijd natrium en daarbij platina of kiezel, al naar gelang van den aard der kroes, waarin de werking had plaats gehad. De hitte van het elektrisch fornuis bleek voldoende voor de reductie van uranenoxys door koolstof; binnen enkele oogenblikken was de reductie afgeloopen. In de kroes bleef een klompje metaal achter, dat op de breuk sterk glinsterde en eene groote hardheid bezat. Het is merkwaardig, dat uraan vonken geeft bij aanraking met een vuursteen, wanneer het een weinig koolstof bevat. De afspringende deeltjes geven veel helderder vonken dan een stuk ijzer met vuursteen doet.

Na de metalen chroom, molybdeen, wolframen en uraan, waarvan

de smeltbaarheid afneemt in de volgorde waarin de metalen hier worden genoemd, laten wij volgen zirconium en vanadium, twee metalen, die vrij zeldzaam in gesteenten voorkomen.

Vanadium, waaraan ROSCOE een belangrijken arbeid wijdde, was bekend in den vorm van een grijs poeder, dat als onzuiverheden waterstof, zuurstof en kleine hoeveelheden van een alkalimetaal bevatte. Met verbazing zag ROSCOE in mijn laboratorium verscheidene honderden grammen vanadium als stukjes metaal, die gesmolten waren geweest en die eene kristallijne en schitterende breukvlakte vertoonden.

Het had ons groote moeite gekost dit metaal te smelten; met eene machine van 40 paardekrachten, die een dynamo in werking bracht, konden wij ter nauwernood eenige korreltjes gesmolten krijgen. De behoefte aan sterkere stroomen deed zich reeds gevoelen.

Stroomen van zeer onderscheiden sterkte hebben wij gebruikt. Wij begonnen zeer bescheiden met een kleinen motor van 4 paardekrachten, die in de *École de pharmacie* aanwezig is. Later maakten wij gebruik van de gastvrijheid van het *Conservatoire des arts et métiers*, waar de kolonel LAUSSEDAT eene machine van 45 paardekrachten tot onze beschikking stelde. Nog later opende de fabriek van de Edison-maatschappij in de *avenue Trudaine* ons hare deuren en konden wij machines van 100 à 300 paardenkrachten gebruiken.

Uit al deze proeven hebben wij geleerd, dat het warmtegevend vermogen van den elektrischen lichtboog stellig toeneemt met de stroomsterkte. Nauwkeurig is de temperatuur nog niet bepaald, die wij bereikten, maar stellig hadden wij een veel hooger temperatuur dan 2000°, de temperatuur, die vroeger in het laboratorium kon worden bereikt.

Na de genoemde metalen heeft het titaan, eene nog veel minder smeltbare stof, ons beziggehouden. De machine van 4 paardekrachten reduceerde titaanzuur door middel van koolstof tot een lager oxyde; bij het gebruik van de machine van 45 paardekrachten kregen wij eene verbinding van titaan met stikstof. De nog krachtiger stroomen hielpen ons eerst aan eene gekristalliseerde verbinding van titaan met koolstof en daarna aan titaan zelf. Het bleek, dat deze stof sterk verschilde van het poeder, dat vroeger titaan werd genoemd. Zij vat vlam in fluoor, ontleedt water pas bij helderrood-gloeihitte en heeft de merkwaardige eigenschap om bij eene hooge temperatuur in stikstof te ontbranden. Zij verbindt zich gemakkelijk met koolstof en met

kiesel. Dat zij niet op argon werkt, daarvan had RAMSAY in mijn laboratorium de gelegenheid zich te overtuigen.

Het smeltpunt van titaan ligt zeer hoog; in dit opzicht komt het met koolstof overeen. Terwijl zooals wij zagen koolstof bij de gewone drukking en eene zeer hooge temperatuur van vast onmiddellijk gasvormig wordt, smelt titaan in het elektrisch fornuis en verdampt het eerst daarna.

In bovenstaande regelen kwam dikwijls uit, dat de genoemde metalen met koolstof verbindingen geven zooals ijzer met koolstof giet-ijzer geeft. Deze koolstofverbindingen zullen later waarschijnlijk stoffen van groot belang worden. Eenige van hen werken bij de gewone temperatuur zóódanig op water, dat zuivere koolwaterstoffen (acetyleen, moerasgas, aethyleen) ontstaan.

Juist omdat de metalen in het elektrisch fornuis met damp van koolstof in aanraking zijn en zich daarmede vereenigen, moet men bij de bereiding der zuivere metalen zeer snel te werk gaan. Dat de koolstofverbindingen kunnen verdampen bij die hooge temperaturen, maakt de zaak nog lastiger.

DAUBRÉE houdt het voor waarschijnlijk, dat al de koolstof, die tegenwoordig een bestanddeel van de levende natuur is, in vroegere tijdperken met metalen verbonden is geweest. Is deze zienswijze juist, dan komen de scheikundige werkingen in het elektrisch fornuis overeen met hetgeen in dien tijd op de aarde geschiedde, en bestaan dezelfde verbindingen tegenwoordig nog in sterren, waar de temperatuur hoog is. Wij voegen hier de meening aan toe, dat de stikstof in zulke tijden ook met metalen verbindingen vormde en dat de waterstof in groote hoeveelheden als zoodanig aanwezig was te midden van een zeer samengesteld mengsel van gassen.

Al de genoemde grondstoffen, die in het elektrisch fornuis bij hoeveelheden van kilogrammen kunnen verkregen worden, vormen ook met boor en met kiesel goed kristalliseerende verbindingen; sommige hiervan zijn hard genoeg dat zij gebruikt kunnen worden om diamant te bewerken. Of zij ook even als chroom aan ijzer eene grootere hardheid en nieuwe eigenschappen zullen kunnen geven, zal de tijd moeten leeren.

Stellig is hier in wording eene nieuwe scheikunde van de hoogere temperaturen en waarschijnlijk zal de nijverheid er talrijke toepassingen bij vinden. Ik houd er mij van overtuigd, dat de bewerking van metalen met behulp van de warmte van den electrischen licht-

boog zich meer en meer ontwikkelen zal. Van de onzuiverheden, die het gebruik van steenkool medebrengt, zal men geen last meer hebben; ganggesteente en smeltmiddelen zullen verdwijnen; dadelijk zal men de stoffen op de gewenschte temperatuur kunnen brengen."

MOISSAN eindigt zijne mededeeling met eenige bijzonderheden omtrent calciumcarbide, die voor de lezers van het *Album* niet meer van belang zijn, nadat ons tijdschrift onlangs over die stof een belangrijk opstel bevatte.

D. v. C.