
FARADAY VESTER THEORIE VAN DE ELEKTROCHEMIE

Waar prof. L. Brandt in Echo 2 (Blz. 90-98) een bijzonder interessant "Ontstaan en groei van de elektrochemie" gaf en uiteraard op het aandeel van Faraday inging, zullen wij trachten zijn bijdrage wat dieper te peilen en breder te belichten.



Michael Faraday

Faraday heeft vooral naam als natuurkundige, daar blijvend vanwege de naar hem genoemde eenheid van capaciteit: de Farad. Doch zijn ontdekkingen in de scheikunde, met name die in de elektrochemie zijn minstens even belangrijk. Ook de scheikundige kan steeds aan hem herinnerd worden. Immers zijn naam is ook verbonden aan een scheikundige-elektrochemische-eenheid: de faraday.

Faraday leerling van Davy

Michael Faraday werd op 22 september 1791 in Newington Butts, in het graafschap Surrey geboren als tweede zoon van een smid, Het gezin dat later 12 leden telde, leefde in armelijke omstandigheden, zodat Michael reeds op zijn dertiende jaar moest gaan werken en geen verdere schoolopleiding kon krijgen. Inmiddels naar Londen verhuisd, kreeg Michael een baantje als boekbindersleerling bij de boekverkoper George Riebeau. Leergierig als de jonge Faraday was ging hij zichzelf wetenschappelijk opvoeden. Hij werd zo een self-made man. Zijn belangstelling was relatief allround doch scheikunde en elektriciteit interesseerde hem in het begin het allermeeest. Eerst werkte hij ijverig delen van de Encyclopedia Britannica door en het befaamde populaire boekje "Conversations on Chemistry" van Jane Marcet. Aan haar heeft Michael veel te danken en hij was zeer verheugd later met haar persoonlijk kennis gemaakt te hebben. In die jaren kon hij zelf enige eenvoudige experimenten doen en zoals spoedig zou blijken kwam in 1812, Michael was toen 21 jaar, de dag van zijn leven. Hij ontving toen een entreekaartje voor de lezingen met experimenten die Humphry Davy in de Royal Institution hield. Michael schreef voordrachten uit, bond ze in en stuurde de band naar Da-

vy. Gevolg, een jaar later mocht Michael assistent van hem worden in het laboratorium dat Davy ook ingericht had in de Royal Institution [dat nu nog steeds als Faraday-laboratorium in ere gehouden wordt]. Boekbinder af, doch Michael moest wel weer gediensdige worden, als dat niet was van Davy zelf, dan zeker van zijn echtgenote. Evenwel als zodanig maakte hij verschillende wetenschappelijke reizen mee o.m. naar Italië, Nederland en Frankrijk, waar ook hij dus coryfeeën van de natuurwetenschappen, als Ampère, Cuvier, Gay-Lussac en Humboldt ontmoette.

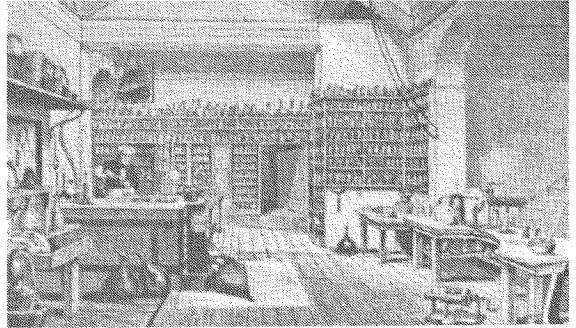
Faraday op eigen benen

Trouwens aan het sjuwen van het draagbare laboratorium dat op die reizen meeding en de koffers van Lady Davy heeft hij geen aversie over gehouden. Na de dood van Davy, in 1829, heeft Faraday met z'n vrouw geregeld met haar gedineerd. Inmiddels was Michael lid van de Royal Society geworden en in 1825 Davy opgevolgd als directeur van het laboratorium. Trouwens hij was niet slechts reismaarschalk (zoals een Duitse biograaf dat noemt) en kamerdienaar, ook assistent en secretaris.



Reislaboratorium

Acht jaar later werd hij tot hoogleraar aan de Royal Institution benoemd en ging hij in de voetsporen van z'n leermeester voort aldaar voordrachten te geven, waarvan ook veel roem uit zou gaan. Uiteraard verrichtte Faraday in het (zijn) laboratorium van de Royal Institution vele experimenten.



Faraday in het laboratorium van de Royal Institution

Meteen in 1821 deed hij zijn eerste belangrijke ontdekking. Op het gebied waar de Deen Oersted onderzoek verrichtte, elektromagnetisme, kon Faraday een stroomdraad laten roteren zonder de magneet die tot die tijd noodzakelijk was. Maar met deze ontdekking oogstte hij nogal was kritiek o.a. van z'n leermeester. Toen richtte hij zich maar weer op de scheikunde en begon o.m. de eigenschappen van staal bestuderen. Resultaat was o.a. het construeren van een scheermes. Een beetje "weltfremde" realisatie was zijn roestvrijstaal met 50% platina! In 1823 maakte hij chloorhydraat, een kristallijne verbinding. Ook bereidde hij en werkte hij met vloeibaar chloor en de vloeibare fasen van zwavel dioxide, koolstofdioxide en ammoniak. Gevaarlijke experimenten waar hij bij explosies verwonding aan een van zijn ogen opliep. In die jaren kwam zijn befaamde uitgave "Chemical Manipulations" tot stand, uiteraard nadat hij talrijke onderzoekingen o.m. in de Quarterly Journal had gepubliceerd en in 1825 benzeen uit lichtgas geïsoleerd had. In 1831 deed hij een grootse ontdekking: de elektromagnetische inductie.

Faraday ontdekt zijn wetten

Wij zouden ons focuseren op Faraday's bijdrage aan de elektrochemie. Daar doen we dus nu verslag van. Vóór het cruciale jaar in deze, 1834, moet Wollaston genoemd worden die o.m. kopersulfaatoplossing elektrolyseerde, tussen twee zilveren draden, waarbij koper vrijkwam. Als Wollaston de stroom - geleverd door een wrijving - elektriseermachine -omdraaide lost het koper weer op. Ook het rood worden van lakmoes in de buurt van de positieve draad was hem bekend en ook Faraday wist dit. Hij had reeds de twee vormen van elektriciteit uitvoerig onderzocht. Hij werkte met Leidse flessen en elektriseermachines die statische elektriciteit produceerden en met de zuil van Volta en andere galvanische elementen waaruit een elektrische stroom te voorschijn kwam. Zo elektrolyseerde ook hij verscheidene oplossingen evenzo aangezuurd water met de voor ons zo bekende resultaten. Hierbij werd het hem duidelijk dat de op die manieren verkregen elektriciteit geheel en al dezelfde is. In 1833 ving Faraday aan met een groot aantal experimenten met nauwkeurige kwantitatieve metingen over de elektrolyse en kan reeds een jaar later zijn zo befaamde en fundamentele wetten opstellen. Kort:

- De hoeveelheid door elektrolyse van een elektrolyt afgescheiden stof is evenredig aan de doorgevoerde hoeveelheid lading en met de tijd.
- Als dezelfde stroom (hoeveelheid lading) dezelfde tijd door verschillende oplossingen van chemische stoffen wordt gevoerd verhouden zich de hoeveelheden van de afgescheiden stoffen zich als hun equivalentgewichten.

Deze wet resulteerde kwantitatief tot: bij doorvoering van 96500 Coulomb lading scheidt zich 1 gramequivalent stof (bv. metaal of gas) af; nu dus genoemd 1 mol.

Faraday aan de labtafel anderhalve eeuw later

Ter gelegenheid van de 200ste verjaardag van Michael Faraday organiseerde de Historische Commissie van de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging in het museum Boerhaave te Leiden een symposium en een tentoonstelling over elektrochemie, waar de Faradaykenner Frank James, bibliothecaris van de Royal Institution of Great Britain de hoofdvoorzacht hield. Pandemonia Science Theater Nederland voerde de theaterdocumentaire "Faraday herleeft" op. De script werd verzorgd door Keith Adriaan, waarbij wij het aandeel leverden voor Faraday's onderzoekingen aan de laboratoriumtafel. Tony Mapels kroop - op onnavolgbare wijze - in de huid van Michael Faraday.

Hier dan de letterlijke tekst van" script Faraday experimenten -ontdekking van zijn twee elektrochemische wetten".

Plaats van handeling: een apripdag in 1834 achter zijn laboratoriumtafel in de Royal Institution of Great Britain, London.

Gisteren deed ik (*kijkt in zijn boek*) een experiment waarmee ik toch wel bewezen heb dat stroom omkeerbaar is (*stopt stekers van buis in busjes van stroombron*).

Toch ga ik (*schrijft in z'n dagboek*) deze proef vandaag herhalen.

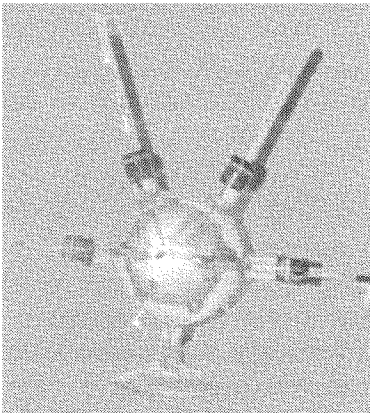
Ik had 2 platina-elektroden in een oplossing gebracht van de elektrolyt natriumsulfaat en er is de indicator lakmoes aan toegevoegd. A Propos ik ben nog steeds aan het zoeken voor namen van deze, zoals we zien toch wel heel verschillende elektroden. Zal ik de positieve pool exode noemen, waar iets uit gaat en de negatieve pool eisode?

Kijk hoe verschillend. Bij de ene pool wordt lakmoes rood, de positieve is dit (*kijkt naar experiment en wijst naar rode kant*).

Ik zal dit maar weer in m'n dagboek schrijven (*schrijft in dagboek*) dan kan daar geen misverstand over zijn. Zie, de andere kant wordt blauw (*kijkt weer naar buis en wijst naar blauwe kant*), dat is dus aan de negatieve pool.

Nu net als gisteren ompolen (*wisselt stekers om*), dan wordt de exode eisode en de eisode exode. En als dan de kleuren door elektrolyse van deze natriumsulfaat oplossing ook wisselen zodat blauw rood wordt en rood blauw, dan kan ik mijn resultaten publiceren in de Proceedings of the Royal Society, hoewel ik toch eerst de namen weer van de elektroden aan mijn vriend de filosoof William Whewell wil voorleggen (*schrijft in dagboek*).

Anode en kathode blijken eigenlijk betere namen. Zal ik het daar maar op houden? Maar ik deed nog meer. Bij dit experiment zie je wel dat er waterstofbelletjes (*wijst op*) en zuurstofbelletjes (*wijst op*) ontstaan maar je weet het volume er niet van. Daarom heb ik dit apparaat laten maken. Nu gevuld met verdund zwavelzuur en er steken twee elektroden door de bol. Voor de opvang van de gassen zuurstof en waterstof zijn deze buizen aangebracht.



Elektrolyseapparatuur waarmee Faraday zijn ontdekkingen deed

A propos. Eerst nog even kijken naar m'n eerste elektrolyse (*wijst kleursveranderingen weer aan en mompelt (wel verstaanbaar) paar maal en wijst meteen naar rood: anode en naar blauw: kathode*).

Ik zal nu weer gaan elektrolyseren (*haalt stekers van apparaat V uit de buisjes en steekt die van dit apparaat erin*).

Ja nu zie je duidelijk dat er gassen ontstaan en wel in de volumeverhouding 2:1 (*Blijft kijken + kijkt op z'n horloge, als één buis voor ca 3/4 vol met gas (waterstof) is maakt hij snel de stekers weer los*).

(*meet met maatlatje de lengten van de kolommen en schrijft in dagboek*)

9,4 cm waterstof. Even omrekenen is zoveel 'grain' (*rekent en schrijft*). En dat had ik ook toen ik vorige week evenlang stroom door leidde. Eureka een wet: als ik steeds evenveel stroom doorleid, evenlang, ontstaat er evenveel stof. (*blijft schrijven*).

Nu met waterstof en zuurstof, maar ook met metalen. Ik zal dit experiment met kopersulfaat ook eens herhalen. (*maakt stekers vast van V blauw en schrijft*) (*kijkt telkens op horloge*) (*rekent en schrijft*).

Bij deze elektrolyse slaat zuiver koper neer op de, ja laten we het maar noemen, kathode. Even wachten (*haalt stekers eruit, haalt kathode eruit en laat koper op platina zien*), maar op dezelfde tijd letten, de stroom is ook dezelfde. Van de week heb ik eerst de platinakathode gewogen voor ik de elektrolyse aanzette. En na dezelfde tijd als bij de zwavelzuur elektrolyse ontstond zoveel 'grain'. (*rekent en schrijft*) Eureka weer een wet gevonden, eerst even controleren! (*rekent en schrijft*).

Ja, de hoeveelheid koper in gramequivalenten is gelijk aan de hoeveelheid waterstof, ook in gramequivalenten (*schrijft verwoed*).

veelheden afgescheiden stof zich verhouden niet als atoomgewichten maar als die gedeeld door de waardigheid. Laten we dat snel publiceren!

Dat betekent dat bij doorgang van dezelfde stroom in gelijke tijden de hoe-

Einde

LECTUUR

- Faraday in J.R. Partington, A History of Chemistry Vol IV, 1964, Chapter IV blz 99-128
- Michael Faraday, Experimental-Untersuchungen über Elektrizität in Ostwalds Klassiker der Exakten Wissenschaften Nrs 81, 86, 87, 126,128,131,134,136,140. Akademische Verlagsgesellschaft Geest Portig K.G. Leipzig, Reprints 1985, 1988
- Geoffrey Cantor, David Gooding and Frank A.J. L. James, Faraday, Maximilian 1991, XIII + 109
- Wilhelm Schütz, Michael Faraday, Biographien hervorragender Naturwissenschaftler und Techniker. B&BB.G. TeubnerVerlagsgesellschaft 1972, 88 blz.
- Lesbrief 2, Michael Faraday (1791-1867)
- Zijn leven en zijn werk door H.G. Andrew, vertaald door Dr. J.H.O.J. Wijenberg. Uitgave KNCV, Bumierstraat 1, Den Haag. 8 blz. + docentenhandleiding

Jan W. Van Spronsen
Voorzitter Historische Commissie der KNCV