

---

# GILBERT NEWTON LEWIS

---

Gilbert Newton Lewis werd op 25 oktober 1875 in Weymouth, Massachusetts (USA) geboren. Zijn vader, Frank Lewis, was een advocaat met een erg onafhankelijk karakter.

Reeds vroeg bleek de uitzonderlijke begaafdheid van de kleine Lewis, die al op driejarige leeftijd kon lezen. Hij kreeg thuis zijn eerste onderricht, maar genoot wel middelbaar onderwijs. Lewis ging daarna chemie studeren aan de universiteit van Nebraska en vervolgens "Harvard", waar hij in 1899 het doctoraat in de chemie behaalde.

Na een jaar onderwijzen in Harvard, trok hij naar Duitsland en ging er studeren onder W. Ostwald en W. Nernst. Bij zijn terugkeer kreeg hij in Harvard een doctenschap in de thermodynamica en de elektrochemie.

Het is niet mogelijk binnen dit bestek Lewis' totale onderzoek en zijn publikaties te behandelen. We zullen daarom onze aandacht focuseren op drie terreinen, waarop hij baanbrekend werk heeft verricht : de thermodynamica, de theorie over de chemische binding en zijn zuur-base-theorie (dit laatste behandelen we summier). Van de eerste twee gebieden vinden we een neerslag in de huidige leerplannen chemie voor het middelbaar onderwijs. We willen an-

derzijds ook enig licht werpen op de mens Lewis zelf.

In 1901 begon Lewis te publiceren over thermodynamische problemen. Hieruit blijkt dat hij één van de weinige Amerikaanse chemici was, die volledig op de hoogte was van de publikaties van zijn landgenoot J. W. Gibbs (1839-1903) en van de Fransman P. Duhem (1861-1916), betreffende de thermodynamica van systemen met meer componenten. Lewis zocht op basis van het werk van beide geleerden en op basis van eigen onderzoek, naar oplossingen voor reële chemische systemen.

In zijn eerste publikaties voerde hij al een totaal nieuw begrip in : de fugaciteit. Hiermee behandelde hij thermodynamische problemen voor gassen. Dit begrip is sindsdien ingeburgerd in de fysicochemie. Toch was Lewis in deze eerste publikaties al erg ambitieus. Hij stelde immers dat dit begrip fugaciteit precies het fundamenteel begrip was van waaruit een reëel chemisch systeem met een thermodynamische relatie kan verklaard worden en het zijn veranderingen voorspelt. Men moet hierbij bedenken dat de meeste chemici, als oorzaak voor de vorming van chemische verbindingen, de affiniteit beschouwden die tus-

sen de met elkaar reagerende stoffen bestond. De bekende Franse chemicus M. Berthelot (1827-1907), grondlegger van de thermochemie, meende dat het warmte-effect (de vrijkomende warmte) een kwantitatieve maat was voor de affiniteit. Experimenteel stelde men immers vast dat reacties, die gepaard gaan met een grotere warmte-ontwikkeling, ook sneller verlopen dan andere. Dit principe bleek echter niet houdbaar toen men meer en meer endotherme reacties leerde kennen en ook evenwichtsreacties.

In een latere publikatie leidde Lewis de 'vrije energie' af op basis van het begrip fugaciteit. Hij beseftte ook dat naast de vrije energie, de entropie een belangrijke rol speelde. Hij slaagde er echter niet in een exacte betrekking af te leiden die het verband aangaf tussen de verandering van vrije energie en de energie voor een reactie bij constante temperatuur. Dit probleem kon pas aangepakt worden toen de Duitse fysico-chemicus W. Nernst (1864-1941) de derde hoofdwet van de thermodynamica formuleerde : bij het absolute nulpunt verlopen alle toestandsveranderingen zonder wijziging van entropie (1906).

Al was Lewis er niet in geslaagd op basis van het door hem ingevoerde begrip fugaciteit een exacte betrekking af te leiden, toch heeft hij in die tijd belangrijke bijdragen geleverd op het gebied van de thermodynamica, vooral naar de toegepaste chemie toe.

Ook voerde hij de nieuwe begrippen "activiteit" en "activiteitscoëfficiënt" in. Hiermee kon hij een exactere thermodynamische vergelijking opstellen voor niet-ideale oplossingen. Een ander feit was dat de verdunningswet van Ostwald voor sterke elektrolyten niet bleek op te gaan. Uit de thermodynamica volgde immers dat de uitdrukking voor de evenwichtsconstante slechts een benadering was omdat met de wisselwerking

van de ionen geen rekening was gehouden. Deze afwijkingen kon men nu goed maken door formeel in plaats van de concentratie, de activiteit in te vullen, d.w.z. de concentratie vermenigvuldigd met de activiteitcoëfficiënt.

We hebben reeds vermeld dat Lewis met zijn eerste publikaties erg ambitieus was. Zijn theorieën vonden in Harvard en daarbuiten zeer weinig aanhang. Hij was hierdoor wel diep gegriefd. In 1904 verliet hij Harvard en wordt hij gedurende één jaar verbonden aan het Bureau voor Maten en Gewichten in Manila. In 1905 ging hij naar het "Massachusetts Institute of Technology", waar hij zich aansloot bij een jonge groep progressieve chemici, onder de leiding van de bekende Noyes. Hier bleef hij zich intensief bezighouden met chemisch onderzoek. Blijkbaar was Lewis wel erg ontgoocheld over het feit dat men in Harvard zijn talenten niet naar waarde schatte. Toch lag dit ook wel deels aan zijn karakter. Hij was dynamisch, maar ook schuw en miste soms zelfvertrouwen. Sommigen weten dit aan zijn speciale opvoeding als kind. Maar hij had ook een zeer hoge eigendunk van zijn theorieën en hij kon zeer kritisch zijn ten opzichte van andere theorieën. In bepaalde kringen werd hij beleefd een 'intellectuele rebel' genoemd. Toen hij jaren later bekend was geworden, kreeg hij vanuit Harvard een aanbod, maar hij wilde er niet op ingaan. Toen Harvard hem een eredoctoraat wilde toekennen, weigerde hij dit prompt. Hierbij dient ook vermeld dat Lewis reeds als student moeilijk in Harvard kon aarden.

In 1912 werd Lewis aangezocht om hoofd te worden van het departement chemie aan de universiteit van Berkeley (Californië). Hij bouwde er het slecht beheerde departement in enkele jaren uit tot een Mekka voor chemici. Hij voerde grote hervormingen door, zowel op gebied van de wetenschappelijke re-

search als op het gebied van onderwijs. Lewis bepaalde het onderwijscurriculum, gaf de studenten ruimte tot persoonlijk onderzoek, maar verplichtte hen ook tot teamwerk, groepsgesprek, paneldiscussie en debat. Professoren en studenten beschikten over een grote vrijheid maar wekelijks was er een vergadering voor het departement chemie die hij zelf voorzat.

Lewis zou tot aan zijn dood in Berkeley blijven werken, slechts eenmaal werd dit onderbroken, nl. in 1918. In januari van dat jaar trok hij naar Frankrijk als majoor in de "Chemical Warfare Service". Hier bleek zijn grote inzet en organisatievermogen. Hij zette er de "Gas Defense School" op poten, waar hij de militairen trainde om de Duitse gasaanvallen te kunnen weerstaan. Lewis kweet zich zo goed van zijn taak dat hij bij zijn terugkeer in september 1918 voor zijn verdiensten gedecoreerd werd.

Na enkele jaren was het departement chemie in Berkeley het speerpunt voor chemie-onderwijs en onderzoek voor de andere Amerikaanse universiteiten. Vreemd was dan wel dat Lewis zelf geen cursus gaf voor grote groepen studenten omdat hij zich dan niet op zijn gemak voelde. Hij bleef wel aan onderzoek doen en wist ook studenten aan te trekken van wie er verschillende de Nobelprijs zouden krijgen (Urey, 1934 ; Giauque, 1949 ; Seaborg, 1951 ; Libby, 1960 ; Calvin, 1961).

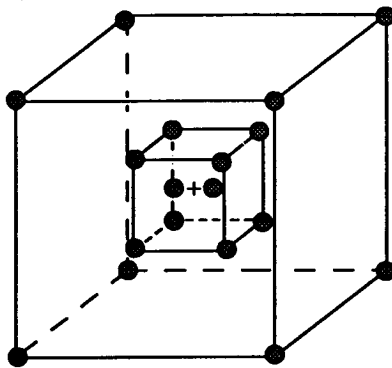
In 1923 publiceerde hij, samen met M. Randall, het belangrijke werk "Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances", waarin zijn thermodynamische theorie werd gegeven. Naast Nernst en Haber was Lewis nu een internationale figuur op gebied van de chemische thermodynamica.

Een tweede terrein waarop Lewis baanbrekend werk heeft verricht, was dit van de chemische binding. Reeds in 1902, toen hij in Harvard doceerde, was hij geboeid door de chemische binding en

zocht hij hiervoor een verklarende theorie. Hij steunde hiervoor deels op het werk van R. Abegg (1869-1910) met zijn theorie over elektrovalentie, het werk van Drude (1863-1906) over de elektronenconfiguratie van de metalen, de ideeën van Sir W. Ramsay (1852-1916) die erop wezen dat de binding die atomen vormen ontstond door interactie van hun valentie-elektronen. Ook steunde hij op het werk van J. J. Thomson (1856-1940), de leermeester van Rutherford.

In Harvard al trachtte hij als eerste de valentie te verklaren op basis van een concreet atoommodel. Hij gebruikte toen al deze modelopvatting in zijn cursus, wat heel progressief was en in de wetenschappelijke wereld heel wat weerstand kende. Lewis voerde de hypothese in dat de atomen opgebouwd waren uit concentrische kubussen (zie figuur 1).

*Figuur 1: Het "kubisch atoom" van Lewis*

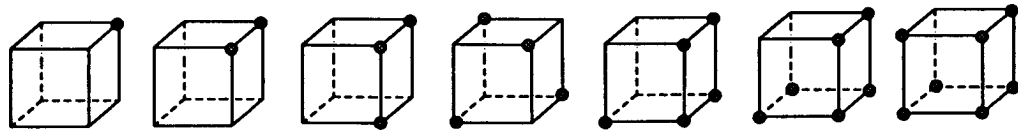


Pas in 1916 publiceerde Lewis zijn opvattingen, maar de respons op deze publikatie was nagenoeg nihil.

Met dit "kubisch atoom" verklaarde hij eveneens de periodieke terugkeer van acht elementen in het Periodiek Systeem (zie figuur 2).

Lewis stelde dat de binding tussen de atomen het gevolg was van het gemeenschappelijk stellen van één of

Figuur 2 : Lewismodellen van elementen uit de tweede periode.



meer elektronenparen om een edelgasconfiguratie te verkrijgen. Immers door interactie van de valentie-elektronen wordt een zeer stabiele elektronenconfiguratie (edelgasconfiguratie) gevormd. De chemische binding was te wijten aan het opvullen van de hoekpunten van de buitenste kubussen door elektronen. Lewis was met zijn "kubisch atoom" een voorstander van een statisch model. Dit bleek voor hem een betere basis om de geometrische vorm van de moleculen te verklaren.

Het is wel vreemd, en dit wijst toch op een eigengereid karakter, dat Lewis door dik en dun zijn atoommodel bleef verdedigen, zelfs tegen het atoommodel van Bohr in. Hierbij kwam nog dat men met het statisch model van Lewis niet de minste verklaring kon geven aan de spectroscopische verschijnselen. Uiteindelijk zou dit vanzelf opgelost worden toen in het golfmechanisch atoommodel de chemische binding verklaard werd met de orbitaalvoorstelling.

Een punt waarop dient gewezen te worden is dat de bekende I. Langmuir (1881-1957) Lewis' bindingstheorie begon te herwerken en aan te passen, zodat ze bij de chemici meer ingang vond. Langmuir heeft altijd de verdienste van Lewis erkend, maar aanvankelijk was Lewis in zijn eer gekrenkt om de verdiensten die terecht aan Langmuir toekwamen. Dit probleem is uiteindelijk tussen beiden opgelost. Langmuir hield echter in 1921 op met het publiceren over deze bindingstheorie omdat hij zich de betekenis realiseerde van de atoomtheorie van Bohr, die steeds ver-

fijnd werd en aangepast aan de experimentele feiten.

In 1923 publiceerde Lewis zijn werk "Valence and Structure of Atomic Molecules". Dit werk blijft in verschillende opzichten belangrijk. We vinden er de bekende lewisstructuren die we nu nog aantreffen in onze handboeken chemie en de nu nog aanvaarde principes van de atoombinding.

Een derde terrein waarop Lewis zeker vruchtbaar werk heeft geleverd, was zijn zuur-base-theorie. Deze theorie was een veralgemening van de zuur-base-theorie van Brønsted, die op haar beurt algemener was dan die van Arrhenius.

Voor Lewis waren zuren stoffen of stoffdeeltjes die een elektronenpaar konden opnemen. Basen waren stoffen of stoffdeeltjes die een elektronenpaar konden geven. Deze theorie (1923) trok weer weinig aandacht en het is pas door een publikatie van Lewis in 1938 over dezelfde materie, dat deze zuur-base-theorie in de belangstelling kwam.

Lewis bleef steeds chemisch onderzoek doen. Toch waren zijn onderzoek en publikaties niet altijd van hetzelfde niveau. Zijn prestaties (1923-1938) waren van een merkelijk lager niveau.

De betekenis van de toenmalige ontwikkeling in de wetenschap, meer speciaal de relativiteitstheorie en de quantumtheorie is hem ontgaan.

Zoals de beroemde L. Pauli (1900-1958) zelf getuigde, was het een periode vol onzekerheden. Het was soms moeilijk om briljante ideeën te onderscheiden van absurde. Lewis hield er tijdens deze periode blijkbaar van met zijn voordrach-

ten, ideeën en allerlei paradoxen, de wetenschappers te choqueren. Het ging zo ver dat hij zichzelf het epitheton 'enfant terrible' van de wetenschap toe-kende.

Vanaf 1939-1945 begon hij weer op hoog niveau te experimenteren en ook te publiceren. Hij verrichtte experimen-teel werk dat best in niveau kan verge-

leken worden met het gene uit zijn jeugd. Met M. Calvin werkte hij een kleu-rentheorie uit en verrichtte hij prachtig experimenteel werk over fluorescentie en fosforescentie. Lewis ging op emiri-taat in 1945. Een jaar later overleed hij terwijl hij bezig was in het laboratorium met een experiment uit te voeren over fluorescentie.

---

## Bibliografie

- Collins, *Bibliographical Dictionary of Scientists*, 1994, p.307.
- G. N. Lewis, "The Atom and the Molecule", *Journal of the American Chemical Society* **38** (1916), pp. 762-785.
- R. E. Kohler, "G. N. Lewis's Views on the Bond Theory", *British Journal for the History of Science* **8**, pp. 233-239.
- G. N. Lewis and M. Randall, "Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances", New York, 1923.
- G. N. Lewis, "Valence and the Structure of Atoms and Molecules", New York, 1923.
- Y. Langmuir, *Journal of the American Chemical Society* **41** (1919), pp. 868-934, pp. 1543-1559, **42** (1920), pp. 274-292.
- G. V. Bykov, "Historical Sketch of the Electron Theories of Organic Chemistry", *Chymia* **10** (1965), pp. 199-253.

---

Herman Van Elst  
P.H.O.K.T. Kardinaal van Roey-Instituut  
Vorselaar