
JOSIAH WILLARD GIBBS: EEN GENIALE KLUIZENAAR

Het rijke Amerika

De eenmaking van de Verenigde Staten en de verovering van het Westen in de vorige eeuw gaan gepaard met de explosieve groei van de industrie: nieuwe horizonten gaan open en door de ontdekking van onverhoopte rijkdommen rijst de vraag naar machines voor de doeltreffende exploitatie, naar betrouwbare verbindingswegen en snelle communicatiemiddelen. Om hieraan te voldoen kent de vindingrijkheid van ingenieurs en technici geen grenzen. Namen uit deze pioniersperiode leven voort in multinationals van heden: de landbouwmachines van Cyrus McCormick, het schietgerei van Samuel Colt en de dorpsmid Eliphalet Remington, het bruikbaar maken van rubber door het vulcanisatieproces van Charles Goodyear, het telegraafnet door Samuel Morse ingezet en de treinrem van Charles Westinghouse. De economische bloei heeft voor gevolg dat een klasse van rijke Amerikaanse grondbezitters en industriëlen ontstaat die meer comfort wensen. Elisha Otis monteert de eerste (door een stoommachine aangedreven!) liften, George Pullman bouwt luxueuze slaapwagens, Thomas Edison vervaardigt (onder meer) bruikbare gloeilampen en zorgt voor de elektrische

straatverlichting van New York. De technologie evolueert met rasse schreden dankzij een aantal toevalsfactoren en 'cut-and-try' methoden bij de aanpak van nieuwe uitdagingen. Helaas kent het fundamenteel onderzoek naar nieuwe wetten en formules in de chemie en de fysica weinig bijval.

Het arme Amerika

In het Europa van de 19^{de} eeuw gaat alle aandacht naar nieuwe syntheses in de koolstofchemie en naar de thermodynamica. Men heeft er lang moeten wachten op de wetten die aan de basis liggen van James Watts stoommachine. We danken het berekenen van het mechanisch warmte-equivalent aan de arts Julius Mayer en James Prescott Joule. Een andere arts, Hermann von Helmholtz formuleert duidelijk de wet van het behoud van de energie in "*Über die Erhaltung der Kraft*" [1]. De tweede wet van de thermodynamica en het begrip entropie zijn het werk van de Zwitser Rudolph Clausius. Tijdens deze groei- en bloeiperiode van de thermodynamica in Europa, maakt men zich in de

¹ Met 'Kraft' wordt energie bedoeld, woord dat dankzij Thomas Young en William Rankine ingang vindt. Wat Leibniz de eeuw tevoren *vis viva* en *vis mortua* (levende en dode kracht) noemde, leunde dicht aan bij de begrippen kinetische en potentiële energie.

Verenigde Staten weinig druk over wetenschappelijke research. Deze moet de kloof overbruggen tussen de technologie en de wiskundige theorie. “Scientia gratia Scientiae” -om het MGM-motto te parafraseren-, de wetenschap omwille van de kennis dwingt in Amerika weinig respect af. Het secundair onderwijs kijkt neer op de ‘abstract science’: in 1880 staat de fysica met het daar bijhorend practicum slechts in 11 secundaire scholen op het leerprogramma; in 4 ervan loopt de cursus over een semester. Aan de universiteiten van Yale en Harvard wordt chemie enkel aan de medische faculteit gedoceerd. De onderwijshervormer Charles Eliot veroordeelt Yale als *‘bristling against too much science, like a porcupine on the defensive’*. De Universiteit van Californië (Berkeley) wil de wetenschappen de plaats toekennen die hen toekomt, maar stuit op een koppig verzet om het te houden bij de ‘practical science’. Alleen aan de kersverse (1875) John Hopkins University dringt de vernieuwing door. Onder invloed van Charles Darwin groeit de belangstelling voor de biologie. Geologen brengen de bodem in kaart en weerkundigen verzamelen meteorologische data. Hoe nuttig dit werk ook is, het beperkt zich vooral tot waarnemingen zonder besluiten. Geen wonder dat de fysicus Joseph Henry [2] in 1873 schrijft: *“The surprise is not that science has made comparatively little advance among us, but that it should have made so much”*.

Josiah Willard Gibbs (1839 - 1903)

² Niet verwarren met de Engelsman William Henry die de wet formuleerde over de evenredigheid tussen druk en de oplosbaarheid van een gas in een vloeistof ($m_g = k \cdot p$)

Josiah Willard Gibbs bezit van jongsaf een sterk analytische mathematische geest. Hij studeert te Yale, maar omdat de wetenschappelijke vakken daar nog steeds laag in aanzien staan verkiest hij een richting die meer met zijn denkwijze overeenstemt: hij wordt ingenieur (Van deze vorming houdt hij de handigheid over om zijn leven lang, zijn brillenglazen zelf te slijpen!). Van 1863 tot 1869 trekt hij naar Europa waar de nieuwe wind waait. Hij vervolmaakt zijn kennis in Parijs, Berlijn en Heidelberg, waar hij bij Kirchhoff en Von Helmholtz studeert. De trend van de Amerikanen om zich in Europa bij te werken ligt aan de basis van de vernieuwing van het hoger onderwijs in Amerika, waardoor onder meer de chemie los komt te staan van de faculteit geneeskunde.

Bij zijn terugkeer wordt hij de eerste professor van wiskundige fysica (‘mathematical physics’) van Yale ... een benoeming die hem schoorvoetend toegekend wordt want hij wordt zelfs niet betaald! Zijn persoonlijk inkomen volstaat om deze verandering te aanvaarden.



Gibbs is een kluzenaar, een bescheiden figuur die liever met zijn neus in de boeken zit dan zich om zijn studenten te bekommeren. Hij verdeelt zijn tijd tussen zijn bureel en zijn woning, waar hij met zijn zuster samenwoont. Internationale congressen kunnen hem niet verleiden.

Hij benadert alle problemen wiskundig. Op een faculteitsvergadering over de vereiste talenkennis van de studenten is zijn enige bijdrage: "*Mathematics IS a language!*".

Hij boort zich via de wiskunde in de studie van de thermodynamica of komt zó tot een mathematische benadering van het chemisch evenwicht. Na lang zwoegen publiceert hij tussen 1876 en 1878 een 300 pagina's tellende studie: "*On the Equilibrium Heterogeneous Systems*". Zijn uiteenzetting is moeilijk te volgen, de taal is dor en de tekst bevat soms ellenlange zinnen. Iemand heeft ooit gezegd dat Gibbs alles weet over de chemische thermodynamica; maar aangezien zijn taal zo moeilijk te 'decoderen' is, kun je in de tijd die je aan zijn boek besteedt, de theorie voor jezelf afleiden. Bovendien verschijnt zijn werk in de "*Transactions of the Connecticut Academy of Sciences*", een weinig gelezen publicatie met een beperkte oplage. Het duurt meer dan tien jaar tot Ostwald de Duitse vertaling verzorgt en twintig jaar vooraleer Le Châtelier de Franse versie publiceert.

De Deen Julius Thomsen en Marcelin Berthelot hadden vooropgesteld dat alleen exotherme reacties spontaan verlopen. Gibbs voert het begrip "*free energy*" (officieel heet dit volgens de IUPAC thans de **Gibbsenergie, G**) in waarin $\Delta G_{\text{reactie}} = \Delta H_{\text{reactie}} - T \cdot \Delta S_{\text{reactie}}$ het verband legt tussen de energie, de entropie en de temperatuur. Naargelang ΔG respectievelijk >0 , $=0$ of <0 is, gaat het om een niet spontane reactie, een evenwichtstoestand of een spontane reactie. In 1876 past Gibbs zijn

begrip toe op de werking van galvanische elementen [³]. James Clerk Maxwell verwijst voor het eerst naar Gibbs, die zó sant in eigen land wordt. Voor zijn jarenlange belangloze inzet betaalt Yale hem uiteindelijk een jaarwedde van 3000\$ uit (of is het misschien omdat het aanbod van John Hopkins veel hoger ligt? Gibbs wijst het in alle geval af wegens zijn verknochtheid aan zijn geboorteplaats New Haven, waar Yale gevestigd is).

Ter gelegenheid van de studie van Bakhuis Roozeboom in Amsterdam over de hydraten van SO₂, wijst van der Waals hem op het nut van de faseregulering. Wanneer Roozeboom van 't Hoff opvolgt, gaat hij de structuur van de legeringen bestuderen aan de hand van de faseregulering.

De Royal Society kent aan Gibbs in 1901 de Copley Medal toe omdat hij de eerste is "*to apply the second law of thermodynamics to the exhaustive discussion of the relation between chemical, electrical and thermal energy and the capacity for external work*".

In 1902 publiceert Gibbs "*Elementary Principles of Statistical Mechanics developed with Especial Reference to the Rational Foundations of Dynamics*". In de huidige optiek moeten we het zó zien: de kwantumtheorie stelt ons in staat de energieniveaus van de individuele deeltjes te kennen (microscopisch); maar aangezien alle deeltjes niet dezelfde energie bezitten zoekt de statistische mechanica naar de eigenschappen van de materie in bulk (macroscopisch). Ze gaat uit van het principe dat de thermodynamische eigenschappen een gemiddelde zijn van de moleculaire eigenschappen. In zijn voorwoord verklaart Gibbs dat het niet zijn bedoeling is de structuur van de materie op te helderen. Hij wil zich tevreden stellen met "*the more modest aim of deducing some of the*

³ Slechts in 1882 ontdekt von Helmholtz, onafhankelijk van Gibbs, hetzelfde verband. Een bewijs van de beperkte verspreiding van Gibbs' theorieën!

more obvious propositions relating to the statistical branch of mechanics itself".

Het is een meesterwerk van haarscherpe logica ... dixit Einstein, die eraan toevoegt dat hij wel moeite had om de uiteenzetting te volgen!

Gibbs nalatenschap

Hij overlijdt in 1903. Door zich in zijn ivoren toren te isoleren en door zijn moeilijk vatbare bewijsvoering, is hij tijdens zijn leven nooit naar verdienste geschat.

De filosoof en psycholoog William James schrijft (wellicht over zichzelf): "Wacht maar tot twintig jaar na onze dood! Zie hoe ze nu opkijken naar Gibbs die nooit grote stormen veroorzaakt heeft in New Haven". In 1924 gaat Werner Heisenberg bij Bohr studeren in Kopenhagen. De eerste opdracht die Bohr hem oplegt is grondig de "Statistical Mechanics" te studeren.

Wanneer men Einstein vraagt naar zijn idool, antwoordt hij zonder aarzelen "Lorentz!", maar voegt eraan toe, dat indien hij Gibbs zou gekend hebben, hij wellicht beiden even hoog zou ingeschat hebben.

BIBLIOGRAFIE

- *P.W. Atkins* - "Physical Chemistry" - Oxford University Press - 1987
- *B. Bunch & A. Hellemans* - "The Timetables of Technology" - Simon & Schuster - 1994
- *J. Ihde* - "The Developments in Modern Chemistry" - Dover Publications - 1984
- *D.J. Kevles* - "The Physicists" - Harvard University Press - 1995
- *G. Kauffman* - "Inorganic Coordination Compounds" - Heyden & Son - London - 1981
(In de reeks 'Nobel Prize Topics in Chemistry' - edited by J.W. van Spronsen)

Yves De Cock
Rogierlaan 55
B-8400 - Oostende