

De Max-Planck medaille

Heijmans, H.G.

Publication date
2017

Document Version
Final published version

Published in
175 jaar TU Delft

Citation (APA)

Heijmans, H. G. (2017). De Max-Planck medaille. In P. T. L. M. van Woerkom, W. Ankersmit, R. Hagman, H. G. Heijmans, G. J. Olsder, & G. van de Schootbrugge (Eds.), *175 jaar TU Delft: Erfgoed in 33 verhalen* (pp. 136-140). Histechnica.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

175 jaar TU Delft

Erfgoed in 33 verhalen



De Max-Planck medaille

H.G. Heijmans

Inleiding

De Max-Planck-Medaille is een onderscheiding die sinds 1929 jaarlijks wordt uitgereikt door de toentertijd grootste vereniging van natuurkundigen ter wereld: de Deutsche Physikalische Gesellschaft. Het is als het ware de Nobelprijs voor de theoretische natuurkunde, volgens de natuurkundigen zelf. In 1962 werd deze prestigieuze prijs toegekend aan de Delftse hoogleraar in de theoretische natuurkunde, tevens Rector Magnificus van de TH Delft: Ralph Kronig (1904-1995). De medaille is, samen met een klein persoonlijk archief, in 2016 door de familie geschonken aan de TU Delft.

In 1962 ontving Ralph Kronig de Max-Planck-Medaille van de Deutsche Physikalische Gesellschaft als erkenning voor zijn vroegere werk aan de quantummechanica. Toen Kronig in 1939, op 35 jarige leeftijd, hoogleraar werd in Delft had hij al een grote reputatie in de theoretische fysica.

Deze reputatie had hij opgebouwd in één van de meer bijzondere periodes uit de geschiedenis van de natuurkunde. Een periode waarin de meest veelbelovende jonge natuurkundigen zich schaarden rond charismatische leiders als Niels Bohr in Kopenhagen, Paul Ehrenfest in Leiden, Wolfgang Pauli in Zürich, Arnold Sommerfeld in Aken. Een periode waarin vele laboratoria in de wereld zich bezighielden met het in kaart brengen van de structuren van de atomaire en moleculaire spectra, en theoretici als Einstein, Bohr, Schrödinger, Sommerfeld en Heisenberg probeerden de geheimen te ontrafelen die daarachter schuilgingen. Het was een periode waarin creatieve jongelingen zich soms opstelden tegenover de gevestigde orde, maar waar de jongelingen zich soms ook weer traditioneler toonden dan het establishment. Het was een spannende tijd waar menig student van nu graag bij zou zijn geweest! Een tijd waarin innovatie geen politieke of economische slogan was, maar realiteit. Waarin academische vrijheid nog mogelijk was en er tijd was om, liggend in het gras, te filosoferen over de toekomst, en statistisch onderzoek te doen naar de linksom, of rechtsom draaiende kauwbewegingen van koeienkaken! Een periode van zeer veel Nobelprijswinnaars! Ralph Kronig maakte deel uit van dit bonte gezelschap van pioniers in de quantummechanica.

Kronig heeft in deze boeiende periode meerdere belangrijke bijdragen geleverd aan de theoretische fysica. Zijn naam is onder meer verbonden gebleven aan de Kramers-Kronigrelaties die het verband vastleggen tussen de brekingsindex en de absorptiecoëfficiënt van spectra van metalen. Maar er is één bijdrage die toch wel in het bijzonder de aandacht trekt. Op 20-jarige leeftijd introduceert Kronig het idee van de "elektronspin" dat één van de fundamentele doorbraken zou worden in de uitleg van de atomaire spectra en de opbouw van atomen.



Figuur 1 | De Max Planck medaille van Ralph Kronig.



Figuur 2 | Overhandiging van de Max-Planck-Medaille door Karl Ruthardt (links) op 24 september 1962 te Stuttgart [5].

Januari 1925

Op 7 januari 1925 brengt Kronig een bezoek aan de Universiteit van Tübingen waar de experimentator Alfred Landé zich bezighoudt met het onderzoek naar moleculaire spectra in een magnetisch veld (Zeeman effect). Bij zijn aankomst meldde Landé hem dat hij geen beter moment had kunnen kiezen, want Wolfgang Pauli werd de volgende dag ook in Tübingen verwacht. Pauli had juist een nieuw schema van quantumgetallen opgesteld waarmee de posities van de spectraallijnen in een magnetisch veld konden worden verklaard. Hij voerde daarbij een nieuw quantumgetal in dat slechts twee waarden kon aannemen, waarbij twee elektronen in dezelfde baan niet dezelfde waarde voor dit quantumgetal konden hebben (Pauli's uitsluitingsprincipe). De fysische oorzaak daarvan was niet duidelijk, maar dat was ook niet wat Pauli interesseerde. De systematische mathematische beschrijving was wat hem betreft voorlopig voldoende. Landé laat Kronig het manuscript zien waarin Pauli zijn ideeën uiteenzet.

Die avond maakt Kronig een wandeling door de velden rond Tübingen en denkt hij na over Pauli's voorstel. Op zoek naar een fysische verklaring voor het extra quantumgetal, komt hij op de gedachte dat het elektron, dat rondjes draait om de kern van het atoom, ook om zijn eigen as draait. Dat kan maar op twee manieren: linksom, of rechtsom. Het zou vanwege de elektrische lading van het elektron een eigen magnetisch moment hebben waarvan de component in de richting van het extern aangelegde

magnetisch veld de fysische betekenis van het quantumgetal zou kunnen zijn. Kronig deelt diezelfde avond zijn gedachten nog met Landé die reageert met de woorden: *'Das müssen wir Pauli vorlegen'*.

Pauli arriveert inderdaad de volgende dag en Kronig legt hem zijn hypothese van de draaiing van het elektron en het eigen magnetisch moment voor. Maar Pauli reageert met de woorden: *'dass es ja ganz witzig sei aber mit der Wirklichkeit natürlich nichts zu tun habe'*. De exacte woorden van Pauli worden in de diverse herinneringen verschillend aangehaald, maar de boodschap is duidelijk: Pauli gelooft er niet in, en de pas twintigjarige Kronig acht het verstandig om het er dan verder ook maar niet over te hebben. Kort na zijn bezoek aan Tübingen reist hij af naar Kopenhagen waar hij onder meer Bohr en Kramers ontmoet. Hij bespreekt daar ook zijn idee van de elektronspin. Het komt echter niet over en Kronig besluit het idee dus niet te publiceren.



Figuur 3 | Herfst 1924, Leiden. Van links naar rechts: Gerard Dieke, Samuel Goudsmit, Jan Tinbergen, Paul Ehrenfest, Ralph Kronig, en Enrico Fermi [6].

Maart 1926

Groot is de verbazing van Kronig als enkele maanden later hetzelfde idee vanuit Leiden door Samuel Goudsmit en George Uhlenbeck wordt gepubliceerd in het toonaangevende tijdschrift *Nature*. Goudsmit en Uhlenbeck hadden het idee van een rondtollend elektron voorgesteld aan de Leidse hoogleraar Paul Ehrenfest en in tegenstelling tot de kritische reactie van Pauli, raadde Ehrenfest

aan om het idee te publiceren. Dat leidde tot een ingezonden brief aan “Naturwissenschaften” in november 1925, waarin het idee van de elektronspin voor het eerst openbaar gemaakt werd. Ehrenfest voegde daar een opmerking aan toe waarbij hij zei dat Wander Johannes de Haas in Leiden hem enkele maanden eerder al apparatuur had getoond voor een experiment dat de rotatie van het elektron betrof, maar dat Goudsmit en Uhlenbeck onafhankelijk daarvan op dit idee waren gekomen. Enkele maanden later, in februari 1926, publiceren Goudsmit en Uhlenbeck het baanbrekende artikel in “Nature”.

Kort na deze publicatie, op 6 maart, stuurt Kronig een brief aan Kramers waarin hij aangeeft dat hij niet begrijpt waarom het idee van het magnetisch moment van het elektron nu ineens de ondersteuning krijgt van de theoretisch fysici. *‘Everything in their letter to Nature including the possibility of obtaining a relativistic formula going with the fourth power of Z occurred to me already when I was in Tübingen January 1925 and I first explained the whole thing to Landé and Pauli who happened to be there.’*

Na zijn bezoek aan Tübingen was hij, zoals boven al is aangehaald, in Kopenhagen waar hij een lezing gaf over het Zeeman-effect. Daar sprak hij met Kramers over de wisselwerking tussen het magnetisch moment van het tollende elektron en het magnetisch moment als gevolg van de draaiing van het elektron rond de atoomkern. Daarmee was Kronig op het idee gekomen van een koppeling tussen de spinbeweging en de baanbeweging, wat een verklaring gaf van de zogenaamde fijnstructuur van spectra in een magnetisch veld.

Het gebrek aan enthousiasme voor zijn idee in Tübingen en Kopenhagen had hem ervan weerhouden om te publiceren, maar nu concludeert hij: *‘In future I shall trust my own judgment more and that of others less’.*

Bohr bevestigt in een brief van 26 maart 1926 wat Kronig in Kopenhagen heeft verteld, maar hij meldt tevens daarbij dat de importantie toen nauwelijks tot hem en Kramers doorgedrongen was. Bohr begreep toen niet hoe dit magnetisch moment invloed kon hebben op de beweging van het elektron en dus op het spectrum. Pas nadat Bohr met Einstein gesproken had in Leiden werd het duidelijk voor Bohr dat de spin-baan koppeling te maken had met de relativiteitstheorie.

Bohr vervolgt met de opmerking dat het hem vrijwel onmogelijk was gebleken om Pauli en Heisenberg ervan te overtuigen. Nu het belang van de elektronspin voor Bohr goed duidelijk is geworden, vindt hij het des te erger dat hij nooit geweten heeft dat Kronig dit al eerder, inclusief de relativistische uitleg, had voorgesteld.

Bohr herinnert zich dat hij, terugkerend vanuit Leiden, in Göttingen had gesproken met Heisenberg – die eerder in Leiden een voordracht had gegeven over die spin-baan koppeling. Heisenberg meldde toen dat hij dat idee van iemand anders had gehoord, maar hij wist niet meer van wie. Heisenberg en Kronig hadden elkaar toen al meerdere malen ontmoet. Eerst eind januari in Kopenhagen waar Kronig volgens zijn eigen zeggen intensieve gesprekken voerde met Heisenberg. En vervolgens op een

gezamenlijke boottocht van Gjedser naar Warnemünde in de vroege lente van 1925. *'Now I even suspect that it is from yourself that the understanding of the mutual coupling between spin and orbital motion has come to the notice of the physicists.'* aldus Bohr.

Een Nobelprijs?

Dit alles roept de vraag op of Goudsmit en Uhlenbeck niet op de een of andere manier ook al van dit idee van Kronig gehoord hadden, voordat zij het als eersten publiceerden. Dit lijkt echter niet erg waarschijnlijk. Bovendien was Kronig ook niet de eerste die het idee van een draaiend elektron voorstelde. De Amerikaan A.H. Compton had die suggestie in 1921 ook al gedaan, maar hij had dit verder niet in het juiste verband weten te brengen met de spectra. Het lijkt erop dat het idee van de elektronspin niet tot een Nobelprijs heeft geleid, omdat de originaliteit van het idee niet met zekerheid kon worden vastgesteld.

In de kringen van natuurkundigen werd al snel bekend dat Kronig zich hierover als eerste had uitgelaten tegenover Pauli. Er deed zelfs een rijmpje de ronde: *"Der Kronig hatt' den Spin entdeckt, hatt' Pauli ihn nicht abgeschreckt"*. Pauli zelf verwijst er in 1930 ook naar in een aanbevelingsbrief aan de natuurkundige Dirk Coster in Groningen, waarin hij schrijft dat Kronig "der Entdeckung des Spinelektrons sehr nahe gekommen ist". Daarbij mogen we ons afvragen hoe nabij men moet komen om erkenning te krijgen. In 1964, twee jaar nadat aan Kronig de Max Planck medaille was toegekend, viel deze eer ook te beurt aan Goudsmit en Uhlenbeck.

Deze wellicht tragi-komische geschiedenis van de "ontdekking" van de elektronspin gaat uiteindelijk niet over de quantummechanica, maar over stimulerend leiderschap van docenten en zelfbewustzijn van studenten!