

*Citation:*

Waals Jr., J. D. van der, Levensbericht P. Zeeman, in:  
Jaarboek, 1943-1944, Amsterdam, pp. 208-218

# LEVENSBERICHT

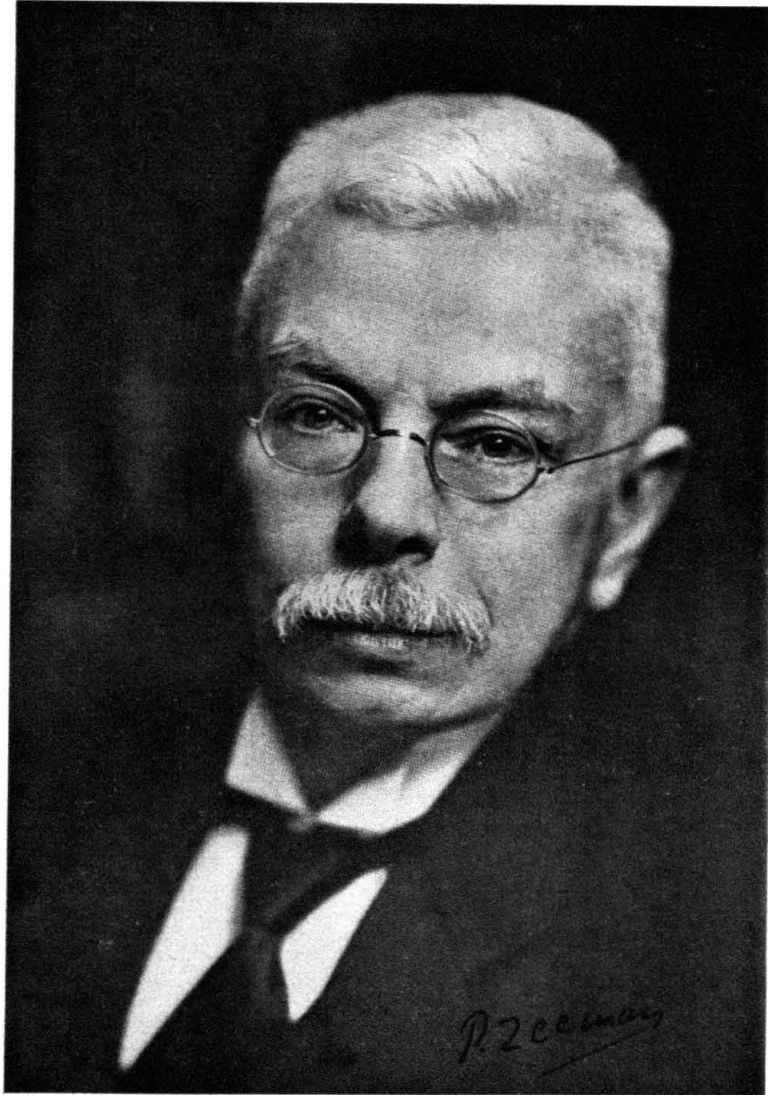
VAN

PIETER ZEEMAN

(25 Mei 1865—9 October 1943)

*Pieter Zeeman* werd op 25 Mei 1865 geboren te Zonnemaire op Schouwen, waar zijn vader predikant was. Hij bezocht daar de dorpsschool en later de H.B.S. te Zierikzee. De dagelijksche tocht van Zonnemaire naar Zierikzee, soms te voet, soms met eenige andere leerlingen in een boerenkarretje, had vooral 's winters wel zijn bezwaren, maar dat verhinderde niet, dat de school geregeld werd doorlopen. Daarna studeerde *Zeeman* twee jaar klassieke talen om het toelatingsexamen voor de Universiteit af te leggen. Hij was daarvoor in huis bij den Heer *Dr. J. W. Lely* te Voor-  
schoten.

*Kamerlingh Onnes* verhaalt in een artikel in „*Physica*” van 13 October 1921, hoe hij bij een bezoek aan *Dr. Lely* daar met den 18-jarigen *Zeeman* kennis maakte en met hem op de Raaphorst wandelde. Hij bemerkte daarbij, dat *Zeeman Maxwell's „Heat”* kende en veel uit dergelijke literatuur reeds tot zijn eigendom had gemaakt, en dat zijn groote verlangen was zelf experimenteele onderzoekingen te gaan doen. *Zeeman* zelf vertelde aangaande dit bezoek, dat het hem tot de studie der natuurkunde had geïnspireerd. Die studie had dan ook na het afleggen van het toelatingsexamen voor de Universiteit te Leiden onder de leiding van *Lorentz* en *Kamerlingh Onnes* plaats. Hij promoveerde in 1893 op een proefschrift onder den titel: „Metingen over het verschijnsel van Kerr bij polaire terugkaatsing op ijzer, cobald en nikkell, in het bijzonder over *Sissingh's* magneto-optisch phaseverschil”. Na zijn promotie werd of bleef hij eenigen tijd assistent bij *Kamerlingh Onnes*. Hij had reeds een uitgebreide studie gemaakt o.a. van de werken van *Faraday* en *Maxwell*.



Pieter Zeeman, (25 Mei 1865—9 October 1943)



Tijdens zijn assistentschap in Leiden was het, dat hij uitvoering gaf aan zijn plan een proef, die *Faraday* zonder succes getracht had te doen, met de verbeterde hulpmiddelen, die sedert den tijd van *Faraday* waren geconstrueerd, over te doen. De proef betrof de vraag, of de spectraallijnen van een bepaalde lichtbron zouden veranderen, wanneer de lichtbron in een magnetisch veld geplaatst werd. *Faraday* had vergeefs getracht zulk een verandering van de spectraallijnen waar te nemen. Zooals bekend is, is het *Zeeman* gelukt een effect van een magnetisch veld op de spectraallijnen vast te stellen; en hoe nauwkeurig en fraai uitgevoerd andere onderzoekingen van *Zeeman* ook mogen zijn, het is toch voornamelijk het vaststellen van het bestaan van dit effect, dat *Zeeman* een vooraanstaande plaats heeft doen innemen onder de grootste experimentatoren van zijn tijd. Wij zullen dus bij de beteekenis van deze proeven en bij de wijze van uitvoering wat langer stilstaan.

Het is reeds dadelijk merkwaardig, dat *Zeeman* tot het doen van deze proef kwam. Door *Kamerlingh Onnes* tot de studie der natuurkunde geïnspireerd, in diens laboratorium opgeleid en een assistentschapsplaats bij *Kamerlingh Onnes* innemende, zou men verwachten, dat een jong, nauwelijks afgestudeerd physicus onder den invloed van *Kamerlingh Onnes* zou komen en onderwerpen zou onderzoeken, zooals die in het kader van diens laboratorium pasten. Het belangrijke werk door *Kamerlingh Onnes* verricht kon fascinerend genoeg werken en het getuigt van een groote wetenschappelijke zelfstandigheid, dat *Zeeman* zoo beslist zijn eigen weg ging. En niet alleen dat *Kamerlingh Onnes* *Zeeman* niet aanmoedigde tot zijn onderzoek, maar zelfs bleef er in zijn laboratorium voor den assistent naast zijn assistentenwerk niet veel tijd over voor eigen onderzoekingen, waaruit het te verklaren is, dat het eerste positieve resultaat, dat *Zeeman* bij zijn pogen verkreeg, verkregen werd in de vacantiemaand Augustus 1896. Het is alsof *Zeeman* een eigen roeping volgde juist dat probleem tot een oplossing te brengen en hij zet zijn plan niettegenstaande alle moeilijkheden door.

Het is voor een hedendaagsch physicus eenigszins verwonderlijk

te lezen, hoe weinig de natuurkundigen van dien tijd ervan overtuigd waren, dat het effect moest bestaan, terwijl het ons zoo evident voorkomt. En er waren toch toen ook al dingen bekend, die moesten leiden tot de conclusie, dat het effect zou bestaan. Immers, dat licht een electro-magnetisch verschijnsel was en dat in de lichtbron bewegende electriciteit aanwezig moest zijn, werd al aangenomen. Ook had *Maxwell* al aangenomen, dat iedere beweging van electriciteit een stroom beteekende in dien zin, dat er magnetische krachtlijnen van uitgingen en de proef van *Rowland* met de draaiende electro-statisch geladen schijf had dit bevestigd. Maar dan bracht de wet actie = reactie reeds mede, dat ook de magneet een kracht op iedere bewegende elektrische lading moest uitoefenen, op de wijze, die later Lorentz-kracht is genoemd. En die kracht moest den stroom en daarmee het uitgezonden licht wijzigen. Hoe die wijziging zou zijn, was niet te voorspellen, doordat het electron nog niet bekend was. Maar er was nog een andere overweging mogelijk, waaraan men de verwachting kon ontleenen, dat het effect niet buiten de grens van iedere waarnemingsmogelijkheid zou vallen. Immers, het *Faraday*-effect (de magnetische draaiing van het polarisatievlak) was reeds bekend en *Maxwell* had dit reeds verklaard uit een verschil in de voortplantingssnelheid van rechts en links circulair gepolariseerde golven. Combineert men het idee daarvan met de eveneens reeds bekende formule van *Sellmeyer*, volgens welke de dispersie samenhangt met het verschil in frequentie van het opvallende licht met de eigen frequentie van de mogelijke trillingen van het doorloopen medium, dan kan men zeggen, dat men in het *Faraday*-effect een bewijs had van de verandering van de eigen frequentie van de links en rechts circulaire bewegingen van de elektrische lading in het atoom of molecuul<sup>1)</sup> van de middenstof. Dat zulke overwegingen ook toen ter tijde niet zoover van het natuurkundig denken aflagen, blijkt o.a. uit de mede-

<sup>1)</sup> *Kaiser* beschouwde bandenspectra als afkomstig van meer, lijnenspectra van minder samengestelde moleculen. Van atoomspectra sprak hij niet. Of dat de algemeen heerschende overtuiging was, is mij niet met zekerheid bekend.

deeling van *Zeeman*, dat zijn waarnemingen van het magnetische *Kerr*-effect hem tot het plan brachten een directen invloed van het magneetveld ook op de emissielijnen van lichtbronnen na te gaan.

Overweegt men dit alles, dan is het wel onbegrijpelijk, dat *Maxwell* kon komen tot de uitspraak aangaande licht uitzendende stofdeeltjes: „No power in nature can now alter in the least either the mass or the period of anyone of them”. En dan is het niet verwonderlijk, dat *Zeeman* tot een tegengestelde meening kwam, en dat juist die uitspraak van *Maxwell* hem des te meer prikkelde de opgeworpen vraag tot een beslissende oplossing te brengen.

En nu zou men zeggen, dat dan verder de zaak eenvoudig genoeg was: men had maar een lichtbron in een magnetisch veld te brengen — wegens de te verwachten kleinheid van het effect in een zoo sterk mogelijk veld — en dan de spectraallijnen te bezien met een spectroscop van groot oplossend vermogen. Zag men dan niets, dan kon men besluiten, dat het effect niet in waarneembare mate bestond en was men klaar. En zag men wel verandering in de spectraallijnen, dan had men de vraag opgelost en was men ook klaar. Maar zoo eenvoudig was de zaak nu juist niet. Toen *Zeeman* zijn positieve resultaat bereikt had, maakte hij kennis met twee vroegere pogingen, behalve die van *Faraday*, om het bedoelde effect te vinden. Dat waren pogingen van *Tait* en *Fievez*. *Tait* ontleende zijn meening, dat het effect bestaan zou, aan het bestaan van het *Faraday*-effect. Maar in plaats zooals *Maxwell* dit toe te schrijven aan een verschil in voortplantingssnelheid van links en rechts circulair gepolariseerde golven, schreef hij het toe aan een draaiing van de middenstof om magnetische krachtlijnen. Deze draaiing was uiteraard hypothetisch en kon evengoed in het vacuum als in een andere middenstof verwacht worden, terwijl het effect in het vacuum niet bestaat. Zoo was het argument van *Tait* niet zeer krachtig en kon hij zich bij het negatieve resultaat, dat hij bereikte, neerleggen. *Fievez* aan den anderen kant bereikte juist een positief resultaat: hij zag verandering in de spectraallijnen. Hiermee was hij tevreden en hij meende het effect vastgesteld te hebben. Door een vergelijking van *Zeeman's* werk met dat van de

twee genoemde physici komen duidelijk de voortreffelijke eigenschappen van *Zeeman* als onderzoeker naar voren. Ook *Zeeman* kreeg bij zijn eerste pogingen een negatief resultaat, maar dat was voor hem slechts een aansporing om des te hardnekkiger naar het resultaat te zoeken en het uiterste uit de bestaande instrumenten en uit een zoo gunstig mogelijke opstelling te halen. En toen hij in Augustus 1896 een verandering in de spectraallijnen zag, hield hij het onderzoek nog in de verste verte niet voor afgesloten. Eerst moest onderzocht worden, of er geen secundaire storingen waren, die een schijneffect teweeg brachten. Was er geen verandering in de temperatuur van de vlam of in de dichtheid van den lichtenden damp, waaraan de verandering in de spectraallijnen was toe te schrijven? Had men hier werkelijk met den directen invloed van het magnetisch veld op de electriche bewegingen in de lichtbron te doen? *Zeeman* ging dat alles met de uiterste nauwgezetheid en veel critischen zin na en kwam na nog verscheidene experimenteële onderzoekingen tot de conclusie, dat hij inderdaad met den gezochten directen invloed van het magnetisch veld te doen had. Merkwaardig is, dat dit inderdaad het geval was en dat al die critiek in dit geval niet noodig was geweest, terwijl *Fizez*, die niet de behoefte gevoelde zijn proeven aan zooveel critische contrôle te onderwerpen, inderdaad met een effect van secundaire storingen te doen had, zooals bleek, zoodra de werkelijk directe invloed bekend was. *Zeeman's* intuïtie deed hem van den beginne af aan de omstandigheden zoo kiezen, dat hij het echte effect voor zich had, ofschoon een voortgezet onderzoek met een nog verbeterde opstelling het verschijnsel nog duidelijker te voorschijn deed komen.

Bij zijn onderzoek had *Zeeman* het groote voordeel met *Lorentz* te kunnen overleggen en van diens voorstelling gebruik te kunnen maken, dat de electriche stroom in een licht uitzendend atoom bestond uit een bewegend elementair deeltje met geheel bepaalde lading en bepaalde massa, terwijl dit deeltje aan een evenwichtstand gebonden zou zijn door een kracht evenredig aan de uitwijking. Hieruit volgde, dat iedere spectraallijn zou splitsen in een triplet,



waarvan bij waarneming loodrecht op de krachtlijnen de middelste lijn de onveranderde frequentie zou toonen en gepolariseerd zou zijn met trillingen // aan de krachtlijnen, terwijl de aan weerszijden ervan gelegen componenten zouden trillen loodrecht op de krachtlijnen. Bij bredere spectraallijnen zouden de drie componenten gedeeltelijk over elkaar vallen. Dan zou de spectraallijn verbreed worden, terwijl de randen loodrecht op de krachtlijn trilden. Dit was dan ook wat *Zeeman* het eerste waarnam bij de D-lijnen van natrium. Met behulp van doorboorde poolstukken gelukte het *Zeeman* ook in de lengterichting van de magnetische krachtlijnen waarnemingen te doen. Dan moest volgens de theorie de middelste onveranderde lijn ontbreken en de twee andere circulair gepolariseerd zijn met tegengestelde omloopsrichting. *Zeeman* vond aanvankelijk bij scherpere spectraallijnen dan die van natrium deze theorie bevestigd. Uit het feit of de rechts of de links circulair gepolariseerde straal de grootste frequentie had, was het teken der lading af te leiden en uit de breedte der splitsing de verhouding  $e/m$  van het trillende deeltje. Het teken der lading bleek negatief te zijn, ofschoon *Zeeman* eerst ten gevolge van een vergissing meedeelde, dat het een positieve lading was. En uit de waarde van  $e/m$  bleek, dat, wanneer  $e =$  de lading van een electrolytisch ion is, dat dan  $m$  minder dan  $1/1000$  — later bleek  $1/1850$  — van de massa van een waterstofatoom zou bedragen. Zeer groot was de indruk, gemaakt door de ontdekking van dit deeltje, dat nog zooveel kleiner massa had, dan de kleinste tot toen toe bekende deeltjes en overweldigend was de invloed, dien de invoering ervan op nagenoeg alle natuurkundige beschouwingen had. En de vooraanstaande plaats, die *Zeeman* sindsdien onder de groote natuurkundige onderzoekers innam, wordt er geheel door verklaard.

Wel zou ook zonder de ontdekking van *Zeeman* het bestaan van het, spoedig met den naam electron aangeduide deeltje niet voor ons verborgen zijn gebleven. Nog in 1897 publiceerde *J. J. Thomson* de resultaten van zijn proeven met kathodestralen, waarbij bleek, dat deze stralen uit met groote snelheid bewegende negatief electricisch geladen deeltjes bestaan, waarbij de verhouding  $e/m$

binnen de grenzen van de nauwkeurigheid der waarneming met de door *Zeeman* gevonden waarde overeenkwam en spoedig kwamen *Wiechert* en *Lenard* tot hetzelfde resultaat. Maar afgezien van het minder belangrijke feit, dat *Zeeman* toch de eerste was, die het bestaan van deze deeltjes vaststelde, liggen de proeven met kathodestralen en de waarnemingen van *Zeeman* op zoo verschillend gebied, dat zij elkander geenszins wederzijds overbodig maken. De kathodestralen toonen aan, dat electronen door een kathode kunnen worden uitgezonden en dan vrij door de ruimte kunnen voortvliegen, de magnetische splitsing toont aan, dat de electronen in de atomen en moleculen der stof aanwezig zijn. En door een stof (kathode) geëmitteerd kunnen worden en een constitueerend bestanddeel van die stof uitmaken is geenszins hetzelfde. Een wolk kan hagelsteenen uitzenden, maar is niet, zelfs niet ten deele, uit hagelsteenen opgebouwd en een atoomkern kan electronen uitzenden bij  $\beta$ -radio-activiteit zonder dat de kern normaliter electronen bevat. De electronentheorie van dielectrica en van metalen en de atoomtheorie van *Bohr* en alles wat daaruit voortvloeit en mee samenhangt, sluit meer aan bij het gedrag van het electron, zooals *Zeeman* dat vaststelde, dan bij dat volgens *Thomson* en *Wiechert*.

De groote beteekenis, die aan *Zeeman* als experimenteel physicus was toegekend, blijkt dadelijk uit het feit, dat hem reeds in 1896 een lectoraat aan de Universiteit van Amsterdam werd aangeboden. Hij aanvaardde dat lectoraat met het uitspreken van een rede over deeltjes kleiner dan atomen. Reeds in 1900 werd dit lectoraat in een buitengewoon professoraat veranderd en in 1908 in een gewoon hoogleeraarschap. In 1908 trad mijn vader wegens het bereiken van den 70-jarigen leeftijd af en werd het directoraat van het natuurkundig laboratorium aan *Zeeman* opgedragen.

In 1923 verhuisde hij naar het nieuwe afzonderlijk voor hem gebouwde laboratorium, dat aanvankelijk het Laboratorium Physica, later het *Zeeman*-laboratorium is genoemd. In dit laboratorium, geheel volgens de inzichten van *Zeeman* voor zijn proeven ingericht en met een voortreffelijke opstelling van het afzonderlijk door *Rowland* vervaardigde tralie- — trouwens ook wel met andere

spectraalapparaten — is een groot deel van het belangrijkste werk van *Zeeman* verricht.

Keeren wij tot den tijd van de ontdekking van het *Zeeman*-effect terug. Nadat door *Zeeman's* welgekozen experimenten de twijfel was opgeheven, of men inderdaad met den directen invloed van het magnetisch veld te doen had, was er nog genoeg te onderzoeken. Spoedig bleek, dat de meeste lijnen een ingewikkelder splitsing vertoonden, dan het „normaal triplet”. Eerst constateerde *Cornu*, dat de  $D_1$  lijn van natrium in een quadruplet splitst en andere lijnen vertoonen splitsing in nog meer componenten tot in 17 toe. Bij een poging hiervan rekenschap te geven, kwam *Voigt* tot een theorie, volgens welke ook de middelste lijn een kleine verplaatsing moest ondergaan en volgens welke het geheele verschijnsel asymmetrisch moest zijn. *Zeeman* gaf zich veel moeite, vast te stellen of dit het geval was. Hij kon daarbij de juistheid van verschillende voorspellingen van *Voigt* aantonen. Groot was het aantal onderzoekingen, zoowel door *Zeeman* en zijn leerlingen, als in andere laboratoria uitgevoerd, om tot een zoo volledig mogelijke kennis van de splitsing van verschillende lijnen te komen. En toen die kennis zoover gevorderd was, dat er niet veel principieel nieuws meer scheen gevonden te kunnen worden, werd aan het onderzoek nieuw leven ingeblazen, doordat in 1913 *Bohr* zijn theorie van het atoommodel mededeelt en in 1926 *Schrödinger* zijn golfmechanische theorie van dat atoom opstelt. Hierbij bleek, dat iedere spectraallijn ontstaat door den overgang tusschen twee energie-niveaux van het atoom. Deze energie-niveaux zijn te verdeelen in verschillende klassen, die door verschillende letters met verschillende indices worden aangeduid. In dit levensbericht is geen plaats voor een nadere uiteenzetting van die classificatie. Genoeg zij het te vermelden, dat het vaststellen van die klassen een belangrijk hulpmiddel voor de kennis van de structuur van de verschillende atomen is. Maar deze klassen zijn niet gemakkelijk vast te stellen. Het nagaan van den aard van de *Zeeman*-splitsing is daarbij een zeer belangrijk hulpmiddel. Het onderzoek in deze richting had ook *Zeeman's* levendige belang-

stelling en zoo zijn in *Zeeman's* laboratorium tot zijn aftreden wegens het bereiken van den 70-jarigen leeftijd in 1935 toe en zelfs nog na dien tijd, maar toch nog onder zijn invloed, een groot aantal onderzoekingen in die richting verricht.

Maar ook naast dit voornaamste gebied van zijn levenswerk hadden verschillende andere natuurkundige vraagstukken *Zeeman's* levendige aandacht. Ik wil de voornaamste ervan kort vermelden. De relativiteitstheorie had altijd *Zeeman's* bewonderende belangstelling en zoo gevoelde hij zich aangetrokken tot het onderzoek, of inderdaad de zware en de trage massa der lichamen gelijk zijn, zooals dat door de algemeene relativiteitstheorie wordt geëischt. Om een trillingsvrije opstelling te verkrijgen werd dit onderzoek in *Zeeman's* buitenhuis te Huis ter Heide uitgevoerd. Na uiterst nauwkeurige proeven kon *Zeeman* vaststellen, dat het verschil, zoo het er mocht zijn, minder dan  $1/5$  millioenste van de massa moest bedragen. Deze precisie is  $24 \times$  grooter, dan die van vroegere onderzoekingen. *Zeeman* voelde zich ook zeer aangetrokken tot het doen van een onderzoek naar het z.g.n. transversale *Doppler*-effect bij kanaalstralen. Hij is hierin niet geslaagd en heeft er meen ik ook nooit een ernstige poging toe gedaan. Trouwens het komt mij voor, dat, indien hij erin geslaagd ware, dit een merkwaardig bravourstukje van experimenteerkunst geweest zou zijn, maar dat onze physische kennis er maar matig mee gebaat zou zijn. De andere proeven aangaande de relativiteitstheorie, i.h.b. die van *Rayleigh* en *Brace* lieten aangaande het effect, dat gevonden zou worden, wel zeer weinig twijfel over. Beroemd zijn *Zeeman's* proeven tot het vaststellen van de meevoering van lichtgolven der bewegende middenstoffen. *Fizeau* had dit reeds voor buizen met stroomend water nagegaan en daarbij gevonden, dat de golven niet met de totale snelheid van het water werden meegevoerd, maar met een fractie daarvan, aangegeven door den z.g.n. meevoeringscoëfficiënt van *Fresnel*. *Lorentz* had met behulp van de electronentheorie hiervan rekenschap kunnen geven, maar tevens gevonden, dat er aan dien coëfficiënt een correctie voor het *Doppler*-effect moest worden aangebracht. Het gelukte *Zeeman* ook voor vaste

stoffen het verschijnsel aan te toonen en hij vond ook de experimenteele bevestiging van *Lorentz'* wijziging in den coëfficiënt ten gevolge van het *Doppler-effect*.

Ten slotte zij melding gemaakt van het onderzoek van de *Brownsche* beweging van het ondereind van een vrij hangenden dunnen draad en in het bijzonder van de fraaie proeven met de massaspectrograaf, waarmee *Zeeman* verschillende nieuwe isotopen vond.

Het heeft *Zeeman* niet aan erkenning van zijn groote wetenschappelijke verdiensten ontbroken. Reeds in 1902 werd aan *Lorentz* en hem de *Nobel-prijs* toegekend, de tweede *Nobel-prijs*, die toegekend werd. In 1901 was de eerste *Nobel-prijs* toegekend aan *Röntgen*. In 1898 werd *Zeeman* gekozen tot lid dezer akademie, waarbij hij van 1912—1920 de functie van secretaris van de wis- en natuurkundige afdeling vervulde. Verder werden hem de *Franklin-* en de *Rumford-medaille* toegekend en was hij, waarschijnlijk een uniek geval, eere-doctor van niet minder dan 10 universiteiten, nl. aan die van Göttingen, Oxford, Glasgow, Philadelphia, Parijs (de Sorbonne), Straatsburg, Luick, Brussel, Leuven en Gent. Alle buitenlandsche academies, waarvan hij buitenlandsch of eerelid was, zal ik niet opnoemen, slechts vermelden, dat hij de hooge onderscheiding ontving van een benoeming tot associé étranger van de Fransche Academie. Als verdere onderscheidingen wil ik alleen noemen het commandeurschap van het Legioen van Eer en last not least het commandeurschap van de orde van den Nederlandschen Leeuw. Naast deze zuivere eerbewijzen zou ik er melding van kunnen maken, dat *Zeeman* voor allerlei voordrachten in het buitenland werd aangezocht. Als belangrijkste kan vermeld worden, dat hij als eenige buitenlandsche spreker werd uitgenoodigd een voordracht te houden bij de *Fresnel-herdenking* te Parijs en dat ook de Italiaansche regeering er prijs op stelde, dat hij als spreker zou optreden op de *Volta-herdenking* te Como. Aan beide uitnoodigingen gaf *Zeeman* gehoor. In 1930 bezocht hij Roemenië voor het houden van eenige voordrachten en werd hem daar ook een ridderorde overhandigd. Ten slotte vermeld ik, dat

men het ook als een natuurlijk iets beschouwde, dat *Zeeman* lid zou zijn van het Comité Internationale des Poids et Mesures. Na den dood van *Volterra* was hij hier tijdelijk voorzitter van.

Onder al deze eerbewijzen bleef *Zeeman* de eenvoudige man en de hartelijke vriend, die hij altijd geweest was.

In 1895 was hij in het huwelijk getreden met Mejuffrouw *J. Lebret*. In 1896 vestigde hij zich te Amsterdam eerst aan het Weteringplantsoen, vanwaar hij na enkele jaren verhuisde naar Stadhouderskade 158, welk huis hij niet meer metterwoon verliet. De zomers bracht hij in zijn buitenhuis te Huis ter Heide door, wanneer hij niet voor het houden van voordrachten of het in ontvangst nemen van onderscheidingen of het bijwonen van congressen — de *Solvay*-congressen te Brussel woonde hij meermalen bij — naar het buitenland werd geroepen. Om andere dan de genoemde redenen ging hij zelden of nooit op reis.

Bij deze buitenlandsche reizen kwam *Zeeman* in aanraking met physici van nagenoeg alle beschaafde landen in Europa en in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika en in Canada. Zijn beminnelijk wezen en zijn heusche omgangsvormen bezorgden hem daar onder vele goede vrienden. Wanneer hij zelf niet op reis ging, ontving hij dikwijls bezoeken van buitenlandsche geleerden en hij en Mevrouw *Zeeman—Lebret* verbonden talrijke buiten- en binnenlandsche vakgenooten aan zich door de gastvrije ontvangst ten hunnen huize, waardoor zij ook tot de goede internationale verhoudingen der natuurkundigen ruimschoots bijdroegen.

Met weemoed bedenken wij, dat aan dit alles nu een eind is gekomen en terwijl verder afstaanden zijn naam zullen blijven eeren als die van een groot geleerde, zullen zijn persoonlijke vrienden het gemis betreuren van zijn zoo eenvoudig, beminnelijk en oprecht wezen.

J. D. VAN DER WAALS Jr.