

PHYSICA

NEDERLANDSCH TIJDSCHRIFT

VOOR NATUURKUNDE

REDACTIE:

A. D. FOKKER, E. OOSTERHUIS, BALTH. VAN DER POL.

4e JAARGANG

1924

electric moment van het atoom te bepalen in een niet homogeen electric veld.

Dit moge vaststaan, dat de experimenten van Gerlach en Stern tot de fundamenteelste onderzoekingen der laatste jaren behooren, en dat indien de techniek van het aantoonen der materiele neerslagen der materiestroomen zeer verbeterd zou kunnen worden, ook weer op cryogeen gebied eene verfijning door vereenvoudiging zou kunnen verwacht worden. Eene vereenvoudiging in zooverre de te hevige warmtebeweging kalmer zou worden onder den invloed der koude, en andere verschijnselen die niet van de temperatuurbeweging afhangen, gelegenheid zouden hebben duidelijker aan den dag te treden. En nu dient ten slotte opgemerkt te worden, dat dit niet alleen geldt voor de in deze rede behandelde onderwerpen. Neen er zijn zeer vele verschijnselen, die verdienen bij lage temperatuur bestudeerd te worden. En in die rijkdom van verschijnselen, ligt een rijkdom van wetenschap.

Moge door de werkers in het cryogene laboratorium nog menige schat gevonden worden, tot vermeerdering der goederen die geestelijk zijn, en die als alle geestelijke rijkdom de bekoring hebben aan ons allen gezamenlijk te kunnen toebehooren.

VERSLAGEN.

NEDERLANDSCHE NATUURKUNDIGE VEREENIGING.

Vergadering te Amsterdam, 1 November 1924.

De heer L. S. Ornstein doet, mede namens den heer H. C. Burger eene mededeeling over de

Intensiteit der Componenten in het Zeeman-effect.

§ 1. In de laatste jaren zijn door onderzoekingen in het Utrechtsche Laboratorium enkele regels opgesteld, die een eenvoudig verband leggen tusschen de intensiteiten in multiplets en de getallen die bij de beschrijving der spectra dienst doen. Wij willen thans een en ander mededeelen omtrent een uitbreiding van deze regels in enkele gevallen tot de intensiteiten in het Zeeman-effect. Ter inleiding zal het noodig zijn een kort overzicht te geven over de beschouwingen die door Burger en Dorgelo over de intensiteiten in multiplets ontwikkeld zijn.

in ligt, krijgt men van groep B_1 wel de lijnen $L\alpha_1$ en $L\alpha_2$ maar niet de lijn $L\beta_1$. We moeten dus aannemen, dat bovenstaande regels bij benadering gelden, wanneer de werkelijke spanning groot is in verhouding tot de kritische spanningen der lijnen ¹⁾. In dit verband mag nog op een verschil tusschen röntgenspectra eenerzijds en optische spectra anderzijds gewezen worden, waarop in een vroegere mededeeling ²⁾ sterk den nadruk gelegd werd. De röntgenniveau's zijn *eindniveau's*, wanneer de corresponderende optische niveau's *beginniveau's* zijn en omgekeerd. Beschouwen we bijv. het doublet $1s - 2p$. In het röntgengebied corresponderen de betrokken lijnen met overgangen uit den eenen K -toestand in de twee eindtoestanden L_{III} en L_{II} ; in het optische gebied met overgangen uit de twee toestanden $2p_1$ en $2p_2$ in den éénen eindtoestand $1s$. Terwijl men dus bij de betreffende röntgenlijnen uit hoofde van de gemeenschappelijke begintoestand geen rekening te houden heeft met de mogelijkheid, dat men een verschillende intensiteitsverhouding krijgt afhankelijk van de experimenteele voorwaarden, heeft men hiermede in het optische gebied wel rekening te houden. Het omgekeerde komt natuurlijk evengoed voor.

Samenvattend kan men evenwel zeggen, dat de toepassing van de intensiteitsregels van Burger en Dorgelo op de röntgenspectra ten eerste een steun is voor de deugdelijkheid dezer regels, ten tweede een nieuwe bijdrage levert tot de analogie die tusschen de röntgendoubletten en de optische doubletten bestaat.

¹⁾ Een dergelijke beperking hebben we natuurlijk ook in het optische geval; vergelijk Burger en Dorgelo, loc. p. 260.

²⁾ D. Coster, *Physica*, 4, 257, 1924.

In de verdere discussie deelde de heer Enrico Fermi op verzoek van den voorzitter enkele resultaten mede van

Berekeningen over de intensiteiten van spectraallijnen,
 waarvan de korte inhoud hieronder volgt:

Bij den huidige stand der atoomtheorie is het eenige middel waardoor men zich theoretisch rekenschap kan geven van de experimenteele resultaten betreffende de *intensiteiten der spectraallijnen* gelegen in de toepassing van het *correspondentiebeginsel*. Nu volgt uit den aard van dit beginsel zelf dat het onmogelijk is om met behulp daarvan volmaakt juiste resultaten af te leiden; het is evenwel opmerkelijk dat de toepassing ervan veroorlooft formules op te stellen die, enkele verklaarbare uitzonderingen daargelaten, rekenschap geven van de uitkomsten der

proeven en wel niet alleen kwalitatief maar ook kwantitatief. Het is bekend dat het correspondentiebeginsel door Sommerfeld en Heisenberg ¹⁾ werd toegepast op de berekening van de verhouding der intensiteiten van spectraallijnen.

Nu ziet het er niet naar uit dat de door deze auteurs opgestelde formules zich zouden leenen tot gevolgtrekkingen van kwantitatieve aard, wat overigens ook niet in hun bedoeling lag; en wel om twee redenen:

I. Er wordt geen middel aangegeven om den hoek ϑ te kiezen (ϑ is de hoek tusschen het totale moment J van het atoom en het moment K van het valentie-elektron).

II. De quantsprong $\Delta K \Delta J$ die aanleiding geeft tot een component van een meervoudige spectraallijn, wordt door hen beschouwd als enkelvoudig, waarbij uit het oog wordt verloren dat deze sprong in werkelijkheid het resultaat is van vele sprongen van het magnetisch quantumgetal m , die bij afwezigheid van een magnetisch veld *alle* aanleiding geven tot dezelfde componenten; wanneer men met dezen factor rekening houdt vindt men zeer aanzienlijke verschillen.

Teneinde formules voor de intensiteiten van de componenten van een multiplet op te stellen die een zoo veel mogelijk kwantitatief karakter dragen, heb ik vóór alles rekening gehouden met het feit dat elke lijn is op te vatten als de som van een aantal virtueele Zeeman-componenten. In de tweede plaats heb ik de hoeken ϑ en φ (φ is de hoek die het totale moment maakt met de richting van het virtueele magnetische veld H) op de volgende wijze bepaald:

Nemen wij met Landé ²⁾ aan dat de quantumgetallen R, K, J, m resp. de betekenissen hebben: moment van den romp, moment van het valentie-elektron, totaal moment en projectie van dit laatste op de richting van het virtueele magnetische veld H . Dan wordt

$$\cos \hat{K}J = \frac{J^2 + K^2 - R^2}{2KJ}, \quad \cos \hat{J}H = \frac{m}{J}.$$

Nu stellen ϑ en φ voor *tusschenwaarden* tusschen de waarden van $\hat{K}J$ en $\hat{J}H$ zooals die zijn bij de begin- en de eindbaan. Die tusschenwaarden heb ik als volgt bepaald:

$$\cos \vartheta = \frac{\bar{J}^2 + \bar{K}^2 - \bar{R}^2}{2\bar{J}\bar{K}}, \quad \cos \varphi = \frac{\bar{m}}{\bar{J}},$$

waarin $\bar{K}, \bar{R}, \bar{J}, \bar{m}$ de rekenkundige gemiddelden zijn tusschen

¹⁾ ZS. f. Phys. 11, 131, 1922.

²⁾ ZS. f. Phys. 15, 206, 1923.

de overeenkomstige quantumgetallen voor de begin- en de eindbaan. Deze wijze om ϑ en φ vast te leggen is natuurlijk eenvoudig te beschouwen als een benadering.

Na op deze wijze ϑ en φ bepaald te hebben, heb ik met de door Sommerfeld en Heisenberg gegeven formules de intensiteiten berekend der afzonderlijke Zeeman-componenten en daarna opgeteld al die componenten die aanleiding geven tot eenzelfde ongesplitste lijn. Men vindt aldus voor de intensiteiten de volgende tabel:

| $\Delta K \Delta J$ | Intensiteit | $\Delta K \Delta J$ |
|---------------------|---|---------------------|
| 1 1 | $\left[\frac{(K+J+1)^2 - \bar{R}^2}{2(J+\frac{1}{2})(K+\frac{1}{2})} \right]^2 \frac{J(8J^2+12J+5)}{(J+\frac{1}{2})^2}$ | -1 -1 |
| 1 0 | $\frac{4J^2(K+\frac{1}{2})^2 - \{J^2 + (K+\frac{1}{2})^3 - \bar{R}^2\}^2}{J^2(K+\frac{1}{2})^2} \frac{4J^2-1}{J}$ | -1 1 |
| 1 -1 | $\left[\frac{\bar{R}^2 - (K-J+1)^2}{2(J-\frac{1}{2})(K+\frac{1}{2})} \right]^2 \frac{(J-1)(8J^2-4J+1)}{(J-\frac{1}{2})^2}$ | -1 1 |

(N.B. In deze tabel moet men in ieder geval voor K en J inzetten de waarden die behooren bij de term met kleinste K).

Wij willen nu deze formules vergelijken met de ervaring. Men kan voorzien dat onze formules een betere overeenstemming met het experiment zullen leveren in zulke gevallen waarin de vorm der banen niet sterk gewijzigd wordt bij den quantumsprong en deze voorspelling wordt op merkwaardige wijze bevestigd: inderdaad vindt men bij de combinaties ($s-p$) slechts een ruw kwalitatieve overeenstemming (in het bijzonder voor de doubletten). Daarentegen zijn reeds bij de combinaties ($p-d$), ($d-b$) enz. de afwijkingen van de orde van grootte der waarnemingsfouten.

Ziehier eenige voorbeelden:

| | | |
|-----------------------------|------------|-----------------------------------|
| Doubletten | (s, p) | th. 26,5 : 100 |
| | | exp. 50 : 100 |
| Tripletten | (s, p) | th. 19 : 43 : 100 |
| | | exp. 20 : 60 : 100 |
| Sextetten | (s, p) | th. 50 : 64 : 100 |
| | | exp. 54 : 77 : 100 |
| Octetten | (s, p) | th. 60 : 69 : 100 |
| | | exp. 61 : 80 : 100 |
| Samengestelde doubletten | (p, d) | th. 54 : 10 : 100 |
| | | exp. 55 : 11 : 100 |
| Samengestelde tripletten | (p, d) | th. 23 : 15 : 55 : 1,5 : 17 : 100 |
| | | exp. 25 : 19 : 54 : 1 : 18 : 100 |

| | | |
|-------------------------------|------|------------------------------|
| Samengestelde (<i>d, b</i>) | th. | 48 : 8 : 68 : 0,15 : 6 : 100 |
| tripletten | exp. | 48 : 9 : 69 : < 1 : 9 : 100 |
| Samengestelde (<i>d, b</i>) | | |
| tripletten met | exp. | 43,5 : 72 : 100 |
| niet opgeloste <i>b</i> -term | th. | 43 : 72 : 100 |

Men ziet dat, wanneer wij de verklaarbare afwijking der (*s, p*) combinaties buiten beschouwing laten, de overeenstemming met de theorie zeer goed kan worden genoemd.

TER BESPREKING ONTVANGEN BOEKEN.

- A. *Sommerfeld*, Atombau und Spektrallinien, Vierte Auflage, 862 blz., 156 fig. — Fr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1924.
- J. *Joly*, Radioactivity and the surface theory of the earth, 40 blz., 8 fig. — The Clarendon Press, Oxford 1924.
- F. M. *Denton*, Relativity and common sense, 279 blz., 82 fig. — University Press, Cambridge, 1924. Prijs 10/6 net.
- G. *Buckij*, Die Röntgenstrahlen und ihre Anwendungen, 118 blz., 95 fig. — B. G. Teubner, Leipzig-Berlin 1924. Prijs geb. Mk 1,60.
- A. *Eucken*, Grundriss der physikalischen Chemie, zweite Auflage, 505 blz., 99 fig. Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H. 1924. Prijs br. Mk 10,—.
- F. M. *Jaeger*, Inleiding tot de studie der kristalkunde 459 blz., 547 fig. en 3 pl. — J. B. Wolters, Groningen-Den Haag 1924. Prijs gebonden f 22,50.
- O. D. *Chwolson*, Die Physik und ihre Bedeutung für die Menschheit, 277 blz., 33 fig. — Fr. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1924. Prijs Mk 10,80.

MEDEDEELINGEN.

NEDERLANDSCHE NATUURKUNDIGE VEREENIGING.

De leden der Nederlandsche Natuurkundige Vereeniging worden door het bestuur van het Genootschap ter bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde te Amsterdam uitgenoodigd tot het bijwonen van een lezing door Prof. A. Smits, op Vrijdag 12 December te 8 uur in de Aula der Universiteit te Amsterdam, getiteld: „Filmvertooning ter demonstratie van de samengesteldheid der enkelvoudige stof, aangetoond door intensieve droging.“

EEREPROMOTIE VAN PROFESSOR LORENTZ IN DE SORBONNE.

Wij vernemen uit Parijs:

L'Université de Paris a tenu, le Samedi 29 Novembre, sa séance solennelle de rentrée, au grand amphithéâtre de la Sorbonne. Mr. Appell, recteur de l'Académie, présidait la séance, et souhaita la bienvenue aux savants étrangers, auxquels furent remis les diplomes de docteur honoris causa. „Il est de la plus haute importance pour l'avenir du monde, dit-il, que l'entente s'établisse entre les hommes de pensée qui, dans les divers pays, s'adonnent