



Intensiteitsmetingen in het nikkel- en cobaltspectrum

<https://hdl.handle.net/1874/296163>

A. qu. 192.1930

INTENSITEITSMETINGEN
IN HET
NIKKEL- EN COBALTSPECTRUM

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

T. BOUMA

Intensiteitsmetingen in het Nikkel- en Cobaltspectrum

82c.

INTENSITEITSMETINGEN IN HET NIKKEL- EN COBALTSPECTRUM

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR
IN DE WIS- EN NATUURKUNDE AAN DE RIJKS-
UNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN
RECTOR-MAGNIFICUS Dr. A. A. PULLE, HOOG-
LEERAAR IN DE FACULTEIT DER WIS- EN NA-
TUURKUNDE, VOLGENS BESLUIT VAN DEN SE-
NAAT DIER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDEN-
KINGEN VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NA-
TUURKUNDE TE VERDEDIGEN OP MAANDAG
24 FEBRUARI 1930 DES NAMIDDAGS 4 UUR, DOOR

TJIBBE BOUMA

GEBOREN TE ROUVEEN

DRUKKERIJ G. J. WILLEMSE, DOMPLEIN 11, UTRECHT.

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT



1783 8453

AAN MIJN OUDERS

Van de mij thans geboden gelegenheid maak ik zeer gaarne gebruik om U, Hoogleeraren in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde, te danken voor het onderwijs, dat ik van U heb mogen ontvangen.

In het bijzonder is het mij een aangename plicht U, Hooggeleerde Ornstein, Hooggeachte Promotor, mijn oprechten dank te brengen voor de voortdurend van U ondervonden steun en belangstelling. Uw optimisme bij mislukking, Uw enthousiasme bij het slagen der experimenten, waren mij steeds tot bemoediging.

Zeergeleerde Burger, ook U blijf ik dankbaar; nooit heb ik Uw hulp vergeefs ingeroepen.

Tenslotte betuig ik mijn hartelijken dank aan allen, die mij op eenigerlei wijze behulpzaam waren.

Inhoud.

	Blz.
HOOFDSTUK I	
Het materiaal	11
HOOFDSTUK II	
De meetmethoden	14
HOOFDSTUK III	
Voorloopige metingen	20
HOOFDSTUK IV	
Keuze der omstandigheden	23
HOOFDSTUK V	
De definitieve metingen	28
HOOFDSTUK VI	
Het nikkelboogspectrum	31
HOOFDSTUK VII	
Het nikkelvonkspectrum	52
HOOFDSTUK VIII	
Het cobaltboogspectrum	68

HOOFDSTUK I.

Het materiaal.

Bij den aanvang van de hier beschreven intensiteitsmetingen was het noodzakelijk te zorgen voor nikkel en cobalt van voldoende zuiverheid.

Als verontreinigingen van het nikkel traden op ijzer, cobalt en mangaan, waarvan vooral het ijzer bezwaren heeft. Niet alleen toch is het chemisch nauw verwant aan nikkel, zoodat het hiervan niet gemakkelijk geheel te scheiden is, maar bovendien is het veel vluchtiger, zoodat een geringe hoeveelheid bijgemengd ijzer reeds vrij sterke spectraallijnen oplevert.

Bij de eerste opname van het nikkelspectrum hebben wij gebruik gemaakt van staafnikkel, zooals dat in den voorraad voorhanden was. Dit bleek echter zoo sterk verontreinigd te zijn, dat het zelfs moeilijk was het spectrum als dat van nikkel te herkennen.

Plaatnikkel, eveneens uit den voorraad gaf een resultaat, dat slechts weinig beter was. Daarna kregen wij de beschikking over een stukje „zuiver” nikkeldraad, afkomstig van de firma Kahlbaum. Het spectrum wees echter uit, dat ook dit nikkel nog onzuiverheden bevatte, en wel voornamelijk ijzer.

Vervolgens hebben wij geprobeerd met een nikkelzout een beter spectrum te verkrijgen. Nikkelsulfaat werd omgekristalliseerd, en daarna uitgegloeid, om het kristalwater te verwijderen. (Men voorkomt hierdoor het hinderlijke spatten in den lichtboog.) Zoo ontstond een fijn poeder, dat, vermengd met suikerkool, in een uitgeboorde koolstaaf gestampt werd. Deze was vooraf uitgekookt met zwavelzuur om eventueele van het boren afkomstige ijzerdeeltjes te verwijderen. Als bovenpool deed een massieve koolstaaf dienst.

Het resultaat was zeer ongunstig. Het spectrum toch geleek sprekend op dat van de bovengenoemde nikkelstaven, terwijl bovendien nog een vrij sterke, van de kool afkomstige, continue grond aanwezig was.

Na enkele vergeefsche aanvragen aan verschillende adressen

ontvingen wij tenslotte van de firma Kahlbaum opnieuw „zuiver” nikkel, ditmaal in gegranuleerden vorm. Wij hebben dit gebruikt als parel in een Pfundboog en met elkaar vergeleken de spectra van een lichtboog tusschen:

1. een nikkelparel (liggende op een eenigszins uitgeholde nikkelstaaf) en een tweede nikkelstaaf.

2. een nikkelparel (liggende op een uitgeholde koolstaaf) en een tweede koolstaaf. Deze staven werden na het uithollen met een amarilsteen nageboord, en daarna weer met zwavelzuur uitgekookt.

Beide spectra bleken nog lijnen te bevatten, die niet van nikkel afkomstig waren. Toch was vooral het eerste spectrum zooveel beter dan de vroeger verkregen spectra, dat wij het gegranuleerde nikkel bij enkele voorloopige intensiteitsbepalingen hebben kunnen gebruiken, zij het ook met eenige omzichtigheid.

Daar het eerste en tweede spectrum niet gelijk waren, hebben wij het tweede spectrum vergeleken met een derde spectrum, afkomstig van den lichtboog tusschen twee gewone koolspitsen. De verontreinigingen van het tweede nikkelspectrum bleken nu alle ook in het derde spectrum voor te komen en waren dus van de kool afkomstig. De onzuiverheden in het eerste spectrum moesten dus eveneens niet aan de nikkelparel, maar aan de nikkelstaven worden toegeschreven.

De moeilijkheden vonden hun oplossing toen de glasblazer er in slaagde het gegranuleerde nikkel (smeltpunt 1452°) in een buisje van kwarts tot kleine staafjes aaneen te smelten. Gesoldeerd aan koperen staven waren deze in een booglamp heel goed bruikbaar; ze leverden het zuiverste nikkelspectrum. Wel bleek tenslotte, dat ook hierin de allersterkste ijzerlijnen nog zwak aanwezig waren, maar bij de metingen heeft dit laatste spoor ijzer niet veel bezwaren meer opgeleverd.

Voor het cobaltonderzoek hebben wij eveneens gebruik gemaakt van materiaal, afkomstig van de firma Kahlbaum.

Daar het bij eenigszins dikkere staven niet wel mogelijk was de, vooral bij lage stroomsterkte, zeer onrustig heen en weer springende lichtboog op de spleet van de spectograaf afgebeeld

te houden, werden de vrij groote stukken metallisch cobalt in smalle en dunne reepjes gezaagd, die, geklemd in een opgezaagd koperen buisje, in de booglamp bevestigd konden worden. Vooraf werden ze zoolang in verdund zwavelzuur uitgekookt, tot wij zeker waren, dat met het buitenste laagje cobalt, ook alle van de zaag afkomstige ijzerdeeltjes opgelost moesten zijn.

Toch bleek uit een voorloopige opname, dat in het hiermee verkregen cobaltspectrum de sterkste lijnen van nikkel, ijzer en mangaan ook aanwezig waren.

Een op het Philips laboratorium gezuiverd stuk cobalt werd ons vandaar welwillend toegezonden; het spectrum bleek echter gelijk te zijn aan dat van het Kahlbaum-cobalt. Daar geen beter materiaal ter beschikking stond, hebben wij de intensiteitsbepalingen hiermede uitgevoerd en in voorkomende gevallen met de verontreinigingslijnen rekening gehouden.

HOOFDSTUK II.

De meetmethoden.

Bij de eerste metingen in het nikkelboogspectrum werd de lichtboog via verzwakkers van Zeiss afgebeeld op de spleet van de ineengevouwen stigmatische roosteropstelling ¹⁾; de relatieve intensiteiten werden op de gebruikelijke wijze ²⁾ bepaald.

Voor het verdere onderzoek gebruikten wij een groote kwarts-spectrograaf (Hilger E1).

Het verband tusschen zwarting en intensiteit werd vastgelegd met behulp van de, tegenwoordig in Utrecht veelgebruikte, methode der spleetbreedte-variatie. Een wolframgloeilamp met kwartsvenster brandt op nauwkeurig constant gehouden spanning; na eenigen tijd wordt dus ook de stroomsterkte constant. Het verband tusschen stroomsterkte en zwarte temperatuur T_c is in een grafiek vastgelegd, en de bij een bepaalde T_c in ieder golflengte gebied uitgestraalde energiehoeveelheid $I(\lambda)d\lambda$ kan met een nomografie ³⁾ bepaald worden.

Door middel van een kwartslens wordt nu de gloeidraad op de spleet van de spectrograaf afgebeeld, waarbij men zorg draagt, dat de belichting gelijkmatig is in een richting loodrecht op de spleet. De continue spectra van deze standaardlamp worden dan bij verschillende spleetbreedten gefotografeerd (om plaats te winnen steeds bij geringe spleethoogte). De belichtingstijd is voor alle opnamen evengroot. Zoowel al te nauwe als al te wijde spleten moeten hierbij vermeden worden, de eerste, omdat anders hinderlijke buiging zou optreden, de laatste, om voldoende monochromatisch te kunnen werken. Wenscht men meer uiteenlopende zwartingen te hebben, dan is het beter op dezelfde plaat

¹⁾ J. B. v. Milaan. Int. metingen in het ijzerspectrum (Utrecht 1926).

²⁾ L. S. Ornstein. Intensity of multiple spectrallines: Experiment and Theory. Proc. Phys. Soc. Vol. 37, part 5, 1925.

³⁾ H. C. v. Alphen. Stralingsmeting aan wolframlampen (Utrecht 1927).

twee stel continue spectra te nemen, bij verschillende stroomsterkten van de standaardlamp. Men bepaalt dan empirisch deze stroomsterkten zóó, dat de ontstane zwartingen behoorlijk in elkaar grijpen.

Waren de vereischte belichtingstijden te kort om ze nauwkeurig gelijk te kunnen nemen, dan werd tusschen lamp en spleet een stukje fijn zwart kopergaas geplaatst. Door dit vierdubbel te nemen kan men tot een ongeveer dertig maal grootere belichtingstijd komen.

Tenslotte draagt men zorg, dat in den stralengang voorbij de spleet nergens licht wordt afgeschermd. Heeft men zich overtuigd, dat dit alles in orde is, dan kan men de intensiteiten der verschillende continue spectra evenredig stellen met de gebruikte spleetbreedten.

Men fotometreert nu bij een aantal golflengten al deze spectra door, bepaalt de zwartingen, en zet ze voor iedere golflengte uit tegen de logarithmen van de spleetbreedten. Van iedere zwartingskromme vindt men blijkbaar evenveel punten als er verschillende spleetbreedten gebruikt zijn. Een regelmatige verdeling van de punten over de kromme verkrijgt men door als spleetbreedten de termen van een meetkundige reeks te nemen.

Uit deze zwartingskrommen bepaalt men de zwartingsverhoudingen voor de gekozen golflengten. Men moet nu weten, welke energiehoeveelheden een bepaalde zwarting hebben veroorzaakt. Door de niet lineaire dispersie van een kwartsspectograaf verhoudt deze zich niet als de uitstralingen van de standaardlamp. Een bepaald energie bedrag $I(\lambda) d\lambda$ toch wordt in het gebied der kleinste golflengten uitgespreid over het grootste plaatoppervlak,

en wel evenredig met $\frac{dx}{d\lambda}$, als x de afstand in het spectrum

voorstelt. Door deze grootheid, die men uit de dispersiekromme van de spectrograaf gemakkelijk bepaalt, moeten de bedragen $I(\lambda) d\lambda$ dus blijkbaar gedeeld worden; zoodat de energiehoeveelheden, die op een vlakke eenheid van de plaat vallen, evenredig

zullen zijn met $\frac{I(\lambda)}{\frac{dx}{d\lambda}}$, dus met $I(\lambda) \frac{d\lambda}{dx}$.

In de spectrograaf treden nog energieverliezen op, die niet voor elke golflengte dezelfde behoeven te zijn; het is echter niet noodig hiermede rekening te houden, daar dit voor den te onderzoeken lichtboog in gelijke mate geldt als voor de standaardlamp, zoodat deze fout in het eindresultaat geheel wegvalt.

Nu is de plaatgevoeligheid g voor een bepaalde golflengte blijkbaar evenredig met de ontstane zwarting, en omgekeerd evenredig met het op een vlakke eenheid gevallen energiebedrag. Volgt dus uit de zwartingskrommen voor λ_1 , λ_2 en λ_3 een zwartingsverhouding $z_1 : z_2 : z_3$, dan vindt men voor de plaatgevoeligheid een verhouding $g_1 : g_2 : g_3 = \frac{z_1}{\left(I(\lambda) \frac{d\lambda}{dx}\right)_1} : \frac{z_2}{\left(I(\lambda) \frac{d\lambda}{dx}\right)_2} : \frac{z_3}{\left(I(\lambda) \frac{d\lambda}{dx}\right)_3}$.

Door deze waarden tegen de golflengten uit te zetten vindt men grafisch voor iedere golflengte de plaatgevoeligheid.

Zijn de zwartingskrommen evenwijdig, dan worden ze tot één kromme ineengeschoven; men leest hierin voor elke spectraallijn bij de berekende zwarting de intensiteit op de plaat af, en deelt deze door de bijbehorende plaatgevoeligheid. Zoo ontstaan de relatieve intensiteiten van de lijnen in de lichtbron.

In het ultravioleto zijn de zwartingskrommen niet altijd inschuifbaar; men kan dan iedere lijn op een voor dezelfde golflengte geconstrueerde zwartingskromme betrekken, en zoo haar intensiteit met die van de standaardlamp vergelijken.

Een voordeel van de methode der spleetbreedte-variatie is, dat het niet noodig is, te zorgen voor een homogene belichting der spleet over haar geheele lengte. Ook vertoonen de punten, waardoor de zwartingskrommen getrokken moeten worden, gewoonlijk slechts een geringe spreiding, terwijl de zwartingsschaal voor alle kleuren op dezelfde wijze en met één slag verkregen wordt.

Bij het bepalen van de intensiteiten der spectraallijnen deed zich dikwijls de complicatie voor, dat de fotometercurven van twee of meer dichtbijeengelegen lijnen ineen liepen. (Zie figuur 1, die de fotometercurve van de cobaltlijnen 3320,00, 3319,66 en 3319,31 weergeeft.) De gewone methode, waarbij men de inten-

siteit uit de topzwarting bepaalt, wordt dan bezwaarlijk, en is veelal zelfs geheel onmogelijk.

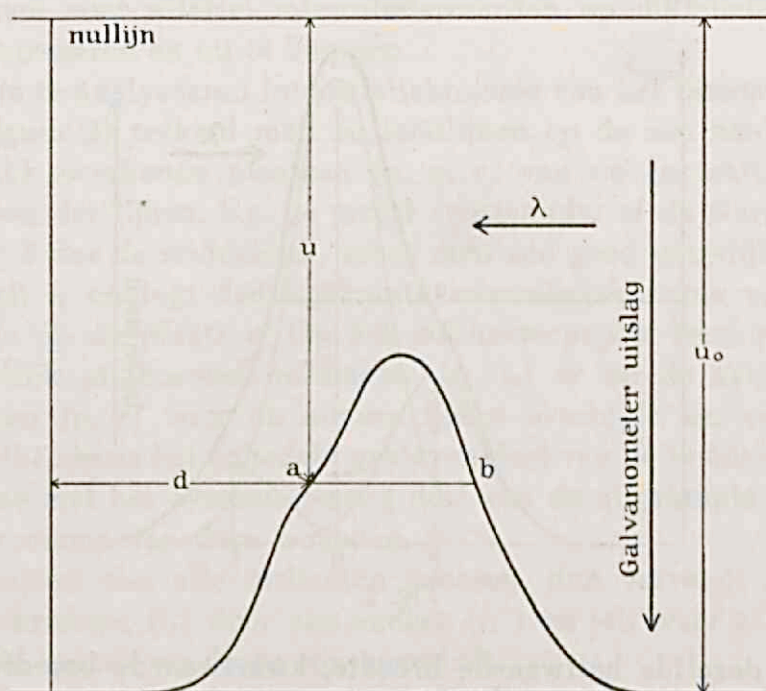


Fig. 1.

Het is in zulke gevallen allereerst noodig de fotometerkromme nauwkeurig in een intensiteitskromme om te zetten. Daartoe trekt men op het fotogram één lijn loodrecht op, en vele rechten evenwijdig aan de nullijn met onderlinge afstanden van b.v. 1 mm (bij den voet der lijnen kan men desgewenscht grootere afstanden nemen, omdat de $\log \frac{u_0}{u}$ daar veel langzamer verandert). Ook door eventueele merkwaaardige punten van de kromme trekt men van deze lijnen en bepaalt nu voor alle snijpunten a , b , enz. den horizontalen afstand d tot de zoeven genoemde loodlijn. Uit u_0 en u vindt men de zwarting, en hieruit de intensiteit voor elk der punten a , b , enz. Deze zet men nu op millimeterpapier uit tegen de afstanden d en krijgt zoo de intensiteitscurve van het systeem

(figuur 2). Op dezelfde wijze wordt de intensiteitskromme van een naburige alleenstaande lijn geconstrueerd. De afzonderlijke krommen der gezochte lijnen moeten nu denzelfden vorm hebben,

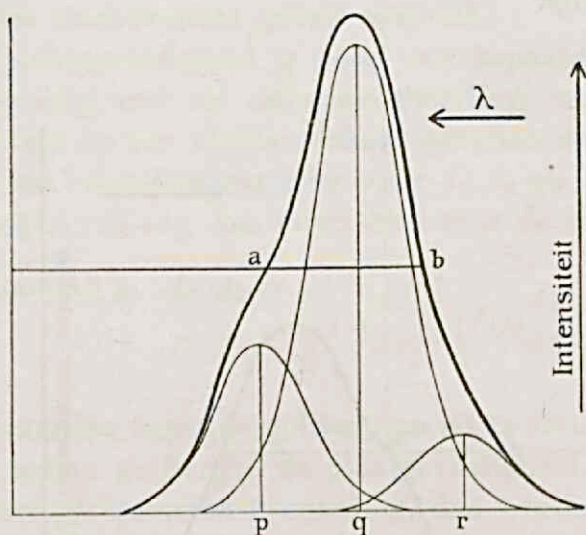


Fig. 2.

d.w.z. dezelfde halfwaarde breedte, kwartwaarde breedte, enz., zoodat slechts hun hoogten onbekend zijn.

Vervolgens bepaalt men uit het fotogram door interpolatie tusschen enkele vrijstaande lijnen de plaats (dus de afstanden d_1 , d_2 , enz.) van elk der componenten en probeert nu op de berekende plaatsen intensiteitskrommen te teekenen van den aangegeven vorm, en van zoodanige hoogte, dat hun som juist de voor het systeem geconstrueerde curve oplevert.

Dit zoeken naar de intensiteiten der samenstellende lijnen is een tijdroovend werk, daar men na iedere mislukte poging opnieuw intensiteitskrommen moet construeeren.

Heeft men te doen met spectraallijnen, die niet al te ver uiteenliggen, dan mag men onderstellen¹⁾, dat de vorm van de

¹⁾ L. S. Ornstein und M. Minnaert: „Die Intensitätsverteilung in Aufnahmen von Spektrallinien und ihre Anwendung auf photometrische Messungen.“ Zeitschr. f. Phys. 43, 404, 1927.

intensiteitskromme voor al deze lijnen dezelfde is, terwijl zij door de spectrograaf is bepaald, althans als de spleet breed genoeg is. Bij herhaald voorkomende analyse loont het de moeite, deze krommen voor allerlei intensiteitswaarden op millimeterpapier te construeeren en uit te knippen.

In de te analyseeren intensiteitskromme van het lijnencomplex (zie figuur 2) teekent men nu loodlijnen op de zoo nauwkeurig mogelijk berekende plaatsen (p , q , r) van de gezochte lijnen. Van een der lijnen, b.v. de meest vrijstaande, of de sterkste (in figuur 2 dus de middelste), schat men zoo goed mogelijk de intensiteit i_1 en legt de uitgeknipte intensiteitskromme van deze waarde op de plaats q . Op het millimeterpapier leest men onmiddellijk af, hoeveel millimeter (i_2 , i_3) er op de aangegeven plaatsen (p , r) voor de andere lijnen overblijft, en vergelijkt voor elke abscis het onbedekt gebleven deel van de te analyseeren kromme met het overeenkomstig deel van de uitgeknipte intensiteitskrommen van deze waarden.

Stemmen niet alle ordinaten overeen, dan vervangt men de eerste kromme (i_1) door een andere (i_1') en telt weer af, wat er voor de tweede en derde lijn overblijft.

Is het een enkele keer noodig de loodlijnen p , q , r , gezamenlijk iets te verschuiven (b.v. als in een bepaald gebied geen vrijstaande lijnen voorkomen, en men dus de plaats der lijnen op het fotogram niet zóó nauwkeurig kent), dan kan men dit, dank zij de uitknipsels, ook gemakkelijk doen.

Als de gezochte lijnen niet al te dicht bij elkaar liggen, komt men gewoonlijk in betrekkelijk korten tijd tot een betrouwbaar resultaat.

HOOFDSTUK III.

Voorloopige metingen.

Zooals reeds medegedeeld werd, zijn de eerste intensiteitsbepalingen verricht met de ineengevouwen roosteropstelling; de lichtbron was een nikkelboog volgens Pfund.

Het quintet $\gamma^1 - \varphi^1$ 1) werd in tweede orde opgenomen; bij een stroomsterkte van 1,4 amp. waren na 60 minuten belichtingstijd alle 12 lijnen op de plaat aanwezig.

Een tweede opname werd gemaakt met een stroomsterkte van 0,95 amp. en een belichtingstijd van $2\frac{1}{2}$ uur. Het was niet mogelijk nog lagere stroomsterkten te nemen; de Pfundboog ging dan na zeer korten tijd uit, en wilde, wellicht door de isoleerende werking van het ontstane laagje nikkeloxyd, niet weer branden, voor de polen schoongemaakt waren, en de nikkelparel vernieuwd was. Ook bij 0,95 amp. ging de boog nog telkens uit, zoodat om een belichtingstijd van de plaat van $\pm 2\frac{1}{2}$ uur te verkrijgen, steeds 5 à 6 uur noodig waren.

De resultaten van de beide metingen vindt men in tabel 1; inplaats van de inwendige quantengetallen j zijn opgegeven de statistische gewichten $2j + 1$, aangezien deze voor intensiteitsproblemen de bepalende grootheden zijn. Aan de sterkste lijn is (willekeurig) een intensiteit 100 toegekend.

Bij 0,95 amp. was de zwarting van de eerste drie lijnen te gering voor nauwkeurige berekening; wel kon vastgesteld worden, dat de intensiteiten zéér dicht bij 1 moesten liggen.

1) Bechert und Sommer, Ann. d. Phys. Vierte Folge 77, 540, 1925.

Tabel 1.

λ	Multiplet	Stat. gew.	Intensiteit bij	
			1,4 amp.	0,95 amp.
4900,97	$\gamma^1 - \varphi^1$	9—11	1	± 1
4874,803		7—9	1,1	± 1
4814,59		5—7	0,95	± 1
4786,541		11—11	38	41
4756,529		9—9	26	29
4715,757		7—7	22	24,5
4714,416		13—11	100	100
4686,209		5—5	11	11
4648,656		11—9	40	44
4604,990		9—7	27	25
4600,364		5—3	10	9,5
4592,532		7—5	17	16

De intensiteitsverhoudingen bij de twee gebruikte stroomsterkten verschillen dus betrekkelijk weinig. Men vindt de bij 0,95 amp. gevonden waarden nogmaals in tabel 2.

Tabel 2.

stat. gew.	γ^1					Som	Quot.
	5	7	9	11	13		
3	9,5					9,5	3,2
5	11	16				27	5,4
φ^1 7	± 1	24,5	25			50,5	7,2
9		± 1	29	44		74	8,2
11			± 1	41	100	142	12,9
Som	21,5	41,5	55	85	100		
Quot.	4,3	5,9	6,1	7,7	7,7		

De sommen der verschillende rijen en kolommen zouden zich nu volgens de regel van Burger moeten verhouden als de bij-

behoorende statistische gewichten; zoodat de quotiënten van de intensiteitssommen en de statistische gewichten constant zouden moeten zijn.

De afwijkingen van den sommenregel zijn ernstig, zooals men ziet. Zelfabsorbtie kan hiervan de oorzaak niet zijn, daar deze de contrasten zou verkleinen, terwijl de afwijkingen hier juist in de andere richting gelegen zijn.

Hoewel de sommenregel in ons geval de intensiteit van elke lijn afzonderlijk niet geheel vastlegt, doet ze dit wel voor de uiterste diagonaaltermen; deze zouden zich moeten verhouden als 27 : 91, dus ongeveer 29,7 : 100. Aangezien dit een scherp criterium is, hebben wij de intensiteitsverhouding van deze beide lijnen nog enkele keeren bepaald.

Alle uitkomsten vindt men bijeen in tabel 3.

Tabel 3.

Stroomst.	Int. verh.
2,4 amp.	10,9 : 100
1,4 amp.	10,15 : 100
1,4 amp.	9,9 : 100
0,95 amp.	9,3 : 100
0,95 amp.	9,6 : 100

HOOFDSTUK IV.

Keuze der omstandigheden.

Om meer feitenmateriaal te verzamelen hebben wij de metingen voortgezet in het ultraviolet, met de Hilger E1.

Wij konden zoo vrij groote gebieden ineens fotografeeren, terwijl toch de dispersie voldoende was.

Tevens werd de Pfundboog vervangen door een gewonen lichtboog tusschen staafjes, zoo goed als zuiver, Kahlbaum-nikkel.

Als spanning namen wij in plaats van 220 V. nu 440 V.; het bleek dan gemakkelijker den lichtboog, na het uitgaan, weer aan te krijgen.

Dank zij de groote lichtsterkte van de Hilger, de gevoeligheid van de gebruikte fotografische plaat, en de intensiteit der hier liggende multiplets, waren de belichtingstijden kort (van enkele seconden tot 2 à 3 minuten).

Het telkens uitgaan van de boog was dientengevolge nu niet zoo bezwaarlijk, zoodat wij de stroomsterkte konden laten dalen tot 0,44 amp.

Om na te gaan, of de zelfabsorbtie bij deze stroomsterkte nog een merkbare rol speelt, hebben wij voor enkele nikkelmultiplets de relatieve intensiteiten bepaald bij drie verschillende stroomsterkten (tabel 4 e.v.).

In ieder multiplet is aan de sterkste lijn weer een intensiteit 100 toegekend. Tevens zijn voor elk multiplet enkele bijbehorende intercombinatielijnen opgegeven.

Lijnen, voor welke de intensiteitsberekening bijzondere moeilijkheden opleverde, zoodat b.v. analyseeren van de intensiteitskrommen noodig zou zijn, werden in deze tabellen niet opgenomen.

Tabel 4.

λ	Multiplet	Stat. gew.	Intensiteit bij		
			0,44 amp.	0,70 amp.	1,1 amp.
2943,922	$\bar{d}^1 - d^2$	7—5	56	56	65
2981,652		5—3	61	56	68
3002,492		7—7	100	100	100
3003,628		5—5	78	83	89
3057,647		3—3	86	90	97
3064,626		5—7	67	66	69
3080,958		3—5	66	62	77
2798,651	$\bar{d}^1 - D^2$	5—5	32	30	42
2865,508		3—5	12	11	15
3322,316	$\bar{D}^1 - d^2$	5—7	60	60	65
3250,749		5—5	29	32	34
3225,030		5—3	55	53	59
3012,007	$\bar{D}^1 - D^2$	5—5	101	97	114

Tabel 5.

3134,106	$\bar{d}^1 - \bar{f}^2$	3—5	100	100	100
3054,317		5—5	72	72	74
3050,828		7—9	91	88	95
3037,940		7—7	75	73	80
2992,597		7—5	52	55	56
2821,296	$\bar{d}^1 - \bar{F}^2$	7—7	42	41	42
3310,206	$\bar{D}^1 - \bar{f}^2$	5—5	2,6	2,0	2,3

Tabel 6.

3286,953	$\bar{d}^1 - \bar{f}^1$	7—5	9,7	8,4	12
3361,557		5—5	57	51	55
3414,771		7—9	100	100	100
3433,565		7—7	71	71	74
3458,467		3—5	98	99	98
3515,057		5—7	92	92	92

Tabel 7.

λ	Multiplet	Stat. gew.	Intensiteit bij		
			0,44 amp.	0,70 amp.	1,1 amp.
3019,150	$f^1 - \bar{f}^2$	9—7	100	100	100
3031,869		9—9	66	69	75
3097,120		7—5	94	110?	99
3145,707		7—7	23	21	25
3159,524		7—9	1,6	1,7	1,3
3184,372		5—5	27	29	27
3235,764	$f^1 - \bar{F}^2$	5—7	2,4	2,0	2,1
2914,013		7—7	12	13	13
2991,103		5—7	4	4,3	4,8

Men ziet, dat de voor 0,70 en 0,44 amp. gevonden waarden betrekkelijk weinig uiteenloopen, terwijl ook de richting der afwijkingen niet op zelfabsorbtie wijst.

Daarna hebben wij nog intensiteitsbepalingen bij onderdruk verricht voor een paar multiplets, om te zien, of deze metingen wellicht andere intensiteitswaarden zouden opleveren.

Bij 26 cm onderdruk bleek het nog mogelijk met een stroom van 0,5 amp. te werken; bij 48 cm onderdruk moest de stroomsterkte tot 0,8 amp. worden opgevoerd.

Tabel 8 en 9 bevatten de gevonden intensiteitswaarden.

Tabel 8.

λ	Multiplet	Stat. gew.	Intensiteit bij		
			B cm 0,5 amp.	(B—26)cm 0,5 amp.	(B—48)cm 0,8 amp.
3722,484	$d^1 - p^1$	3—5	—	7,2	7,0
3610,45		5—5	54	56	58
3597,699		3—3	65	65	65
3524,543		7—5	100	100	100
3510,340		3—1	75	82	84
3492,965		5—3	85	84	83

Tabel 9.

λ	Multiplet	Stat. gew.	Intensiteit bij		
			B cm 0,5 amp.	(B—26)cm 0.5 amp.	(B—48)cm 0,8 amp.
3328,720	$d^1 - d^1$	5—3	—*)	—*)	—*)
3367,892		7—5	—*)	4,6	4,3
3392,993		7—7	84	85	82
3423,713		3—3	93	93	99
3446,263		5—5	100	100	100
3472,545		5—7	81	78	78
3548,189		3—5	44	45	44,5

Groote intensiteitsverschillen treden ook hier niet op, zoodat wij door al deze voorloopige metingen tot de conclusie gekomen zijn, dat een stroomsterkte van ongeveer 0,44 amp. bij normalen druk voor de definitieve intensiteitsbepalingen in het nikkelboog-spectrum veilig gebruikt kan worden.

Bij het nikkelvonkonderzoek werd een Leidsche flesch geladen door de secundaire spanning van een Rhumkorf (primaire spanning 10V). Deze ontladde zich via een zelfinductie door een vonk tusschen twee staafjes zuiver nikkel.

Variatie van de omstandigheden was hier blijkbaar niet mogelijk. Slechts hebben wij, om een geringe stroomdichtheid te krijgen, de capaciteit van de Leidsche flesch zoo klein mogelijk gekozen.

Tenslotte hebben wij voor een aantal cobaltboogmultiplets de intensiteiten bepaald bij 2 verschillende stroomsterkten. Lijnen, die tot complicaties aanleiding gaven, zijn weer wegge laten, terwijl aan de lijn 3533,363 willekeurig een intensiteit 100 is gegeven.

Ook deze, in tabel 10 weergegeven, intensiteiten vertoonen in het algemeen slechts geringe en niet systematische verschillen.

Wij hebben daarom de definitieve intensiteitswaarden, óók voor cobalt, bij slechts één stroomsterkte (de laagste) bepaald.

* Te zwak.

Tabel 10.

λ	Multiplet	Stat. gew.	Intensiteit bij	
			0,45 amp.	0,80 amp.
3415,527	$f^1 - g^1$	5—5	3,0	2,9
3456,936		4—4	9,3	11
3465,796		5—6	87	86
3513,483		4—5	89	91
3529,037		3—4	83	80
3533,363		2—3	100	100
3569,382	$F^1 - \bar{F}^2$	4—4	185	174
3587,188		3—3	223	223
3704,061		3—4	83	108
3489,406	$F^1 - D^2$	4—3	166	160
3518,353		3—2	215	199
3745,501	$F^1 - G^2$	4—4	107	112
3845,474		4—5	235	238
3431,579	$f^1 - d^1$	4—3	71	69
3455,236		2—1	99	92
3491,324		2—2	76	80
3367,114	$f^2 - g^2$	5—4	94	91
3385,227		4—3	81	82
3453,513		5—6	155	156
3881,877	$f^2 - d^1$	3—2	133	131
3957,935		3—3	26	29,5
3974,732		4—4	17	19
4019,300		2—3	2,7	2,4
4063,19		3—4	2,0	2,2
3952,923	$F^1 - G^1$	4—4	55	57
4118,784		3—4	232	232
4121,329		4—5	306	303
3987,121	$f^2 - \bar{f}^1$	4—3	4,1	3,6
4019,300		3—2	2,7	2,5
4020,904		5—5	38	42
4076,134		3—3	3,1	3,3
4082,606		2—2	2,0	2,0

HOOFDSTUK V.

De definitieve metingen.

Na de oriënteerende metingen, vermeld in hoofdstuk III en IV, hebben wij als eerste object van verder onderzoek gekozen het golflengtegebied 2900—3800 Å van het nikkelboogspectrum. Men vindt hier betrekkelijk dichtbij elkaar een twaalfstal multiplets van voldoende intensiteit, terwijl ook de onderlinge ligging der lijnen niet al te veel bezwaren geeft. Voor toetsing van de sommenregel en eventueel van de gedetailleerde intensiteitsformules vormen ze dus een geschikt materiaal.

Overeenstemming tusschen de sommenregel en de berekende intensiteitsverhoudingen bleek echter, ook na grondige variatie der voorwaarden, waaronder de lijnen geëmitteerd worden, niet te bestaan; dit in tegenstelling met de in het ijzerspectrum verkregen uitkomsten¹⁾, die in hoofdzaak de sommenregel bevestigden.

Wij hebben toen het eerstgestelde doel: een volledig onderzoek van de intensiteitsverhoudingen in het nikkelboogspectrum, losgelaten, daar het interessanter scheen nu in het nikkelvonken cobaltboogspectrum de intensiteiten van een aantal multiplets te meten. Cobalt toch staat in het periodieksysteem juist tusschen ijzer en nikkel in, terwijl het nikkelvonkspectrum zich wellicht als dat van cobaltboog zou moeten gedragen.

Van het nikkelboogspectrum hebben wij, behalve de bovengenoemde multiplets, nog gemeten alle lijnen, die op de bestaande fotografische platen in voldoende intensiteit voorkwamen; deze platen omvatten het golflengte-gebied 2798—4200 Å.

In het nikkelvonkspectrum vindt men een aantal geschikte multiplets tusschen 2459—3769 Å. Van de lijnen voorbij 3769 Å is slechts een zestal geordend. De weinige hier nog voorkomende lijnen zijn bovendien zwak en diffuus, en gelegen in een vrij

¹⁾ J. B. v. Milaan: „Intensiteitsmetingen in het ijzerspectrum.” (Utrecht, 1926.)

sterken continuën grond. Wij hebben daarom, hoewel dit deel van het spectrum op de genomen foto's nog wel voorkwam, hier geen verdere intensiteitsbepalingen uitgevoerd, zoodat de nikkelvonk-intensiteitstabellen de lijnen van 2459—3769 Å bevatten.

Het cobaltboogspectrum heeft tusschen 2500 en 4500 Å vele multiplets, waarvan de intensiteiten met de kwartsspectrograaf goed gemeten kunnen worden. De van dit gebied gemaakte opnamen strekten zich aan weerszijden iets verder uit, zoodat men in de bijbehorende intensiteitstabellen lijnen vindt van 2441—4868 Å.

Uit den aard der zaak zijn deze tabellen aan den kant der grootste golflengten het minst compleet, daar de dispersie in dit zeer lijnenrijke spectrum hier te klein begint te worden, zoodat verschillende dicht bijeengelegen lijnen moesten worden weggelaten.

In het cobaltvonkspectrum zijn geen intensiteitsbepalingen gedaan. Wel zijn ook hier reeds enkele multiplets gevonden door Meggers en Walters Jr. ¹⁾, maar deze liggen ver in het ultraviolet, zoodat het bepalen der intensiteiten op groote moeilijkheden zou stuiten.

Aan het bovengenoemde materiaal hebben wij voor nikkelboog, nikkelvonk en cobaltboog getoetst:

- 1^o. De sommenregel.
- 2^o. De toepassing der sommenregel op zijn supramultiplets.
- 3^o. De intensiteitsverhoudingen van singulet- en triplet-, doublet- en quartetsystemen. ²⁾

Men vindt dit materiaal, met de toetsing der intensiteitsformules, in de nu volgende hoofdstukken.

Op te merken valt nog, dat de door analyse gevonden intensiteiten gemerkt zijn met ¹⁾ ²⁾ en ³⁾. En wel met ¹⁾, als de ana-

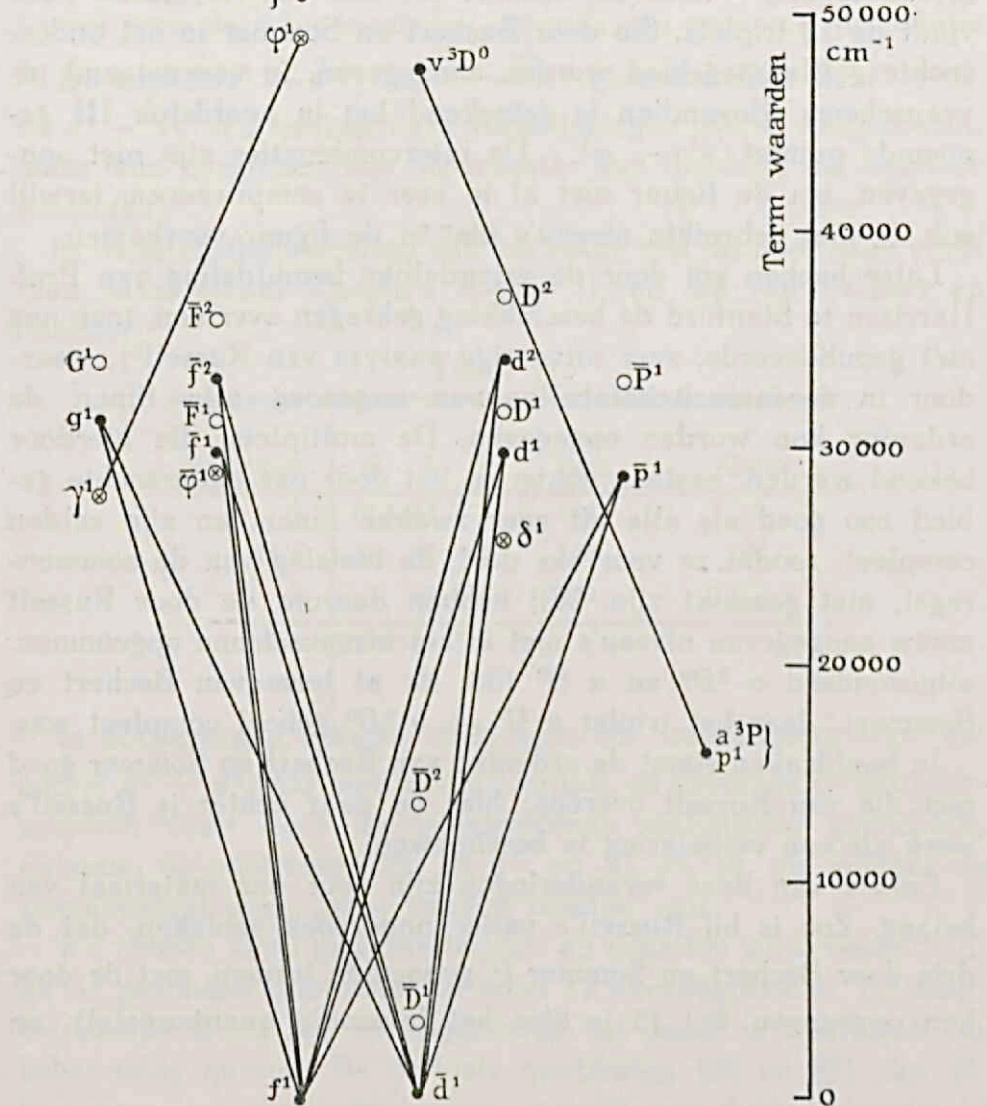
¹⁾ Meggers and Walters: „Absorption spectra of Iron, Cobalt and Nickel”. Scientific papers of the Bureau of Standards No. 551.

²⁾ L. S. Ornstein und H. C. Burger: „Die Einheit vom Singulett und Triplettssystem und ihre Interkombinationen”. Zeitschr. f. Phys. 40, 403, 1926.

lyse betrouwbaar, met ²⁾, als ze minder betrouwbaar, en met ³⁾, als ze zeer dubieus was. Terwijl met ⁴⁾ aangegeven zijn de intensiteiten, die minder nauwkeurig zijn, omdat de lijn door geringe zwarting als het ware schuif ging tusschen de onregelmatigheden van de fotometerkromme, die zich in het blanke deel van de plaat vertoonen.

Tenslotte zijn, evenals in hoofdstuk III, in plaats van de inwendige quantengetallen, steeds opgegeven de statistische gewichten. Men vindt hieruit de inwendige quantengetallen j gemakkelijk door te bedenken, dat voor nikkelboog het statistisch gewicht $2j + 1$ is, voor nikkelvonk en cobalt echter $\frac{2j + 1}{2}$.

Het nikkelboogspectrum.



Niveauschema van nikkelboog.
Fig. 3.

Bij ons onderzoek hebben wij hoofdzakelijk gebruikt de analyse van het nikkelboogspectrum, zooals die gegeven is door Bechert en Sommer ¹⁾.

Het spectrum is, zooals verwacht werd, van oneven multipliteit, en bevat singulet-, triplet- en quintetsystemen. Het grondniveau is een f term en behoort tot een tripletsysteem. Men vindt de 12 triplets, die door Bechert en Sommer in het onderzochte golflengtegebied worden aangegeven, in nevenstaand niveauschema. Bovendien is geteekend het in hoofdstuk III genoemde quintet $\gamma^1 - \varphi^1$. De intercombinaties zijn niet aangegeven, om de figuur niet al te zeer te compliceeren, terwijl ook de niet gebruikte niveau's niet in de figuur voorkomen.

Later hebben wij door de vriendelijke bemiddeling van Prof. Harrison te Stanford de beschikking gekregen over een, toen nog niet gepubliceerde, zeer uitvoerige analyse van Russell²⁾, waardoor in de intensiteitstabellen van nagenoeg alle lijnen de ordening kon worden opgegeven. De multiplets, die hierdoor bekend werden, bestaan echter in het door ons onderzochte gebied zoo goed als alle uit zeer zwakke lijnen, en zijn zelden compleet, zoodat ze voor ons doel, de toetsing van de sommenregel, niet geschikt zijn. Wij hebben daarom de door Russell nieuw aangegeven niveau's niet in het niveauschema opgenomen, uitgezonderd $\nu \ ^3D^0$ en $a \ ^3P$ (d.i. de p^1 term van Bechert en Sommer), daar het triplet $a \ ^3P - \nu \ ^3D^0$ geheel compleet was.

In hoofdzaken stemt de ordening van Bechert en Sommer goed met die van Russell overeen; hier en daar echter is Russell's werk als een verbetering te beschouwen.

Enkele van deze veranderingen zijn voor ons materiaal van belang. Zoo is bij Russell's nader onderzoek gebleken, dat de drie door Bechert en Sommer $\bar{f}^1$ genoemde termen, met de door hen opgegeven φ_5^1 (5 is hier het inwendig quantengetal), en

1) K. Bechert und L. A. Sommer: „Über das Bogenspektrum des Nickels“, Ann. d. Phys. 4e Folge 77, 351, 1925 en 77, 537, 1925.

2) Thans gepubliceerd. H. N. Russell: „The arc spectrum of Nickel“ Phys. Rev. 34, 821, Sept. 1929.

een door Russell nieuw gevonden 5^e niveau, de componenten zijn van een quintetterm $z^5F^0 (= \varphi^1)$. Het bij Bechert en Sommer voorkomende $\bar{\varphi}_4^1$ niveau vervalt.

De aangegeven tripletsystemen $f^1 - \bar{f}^1$ en $\bar{d}^1 - \bar{f}^1$ worden zodoende triplet-quintet intercombinaties $f^1 - \bar{\varphi}^1$ en $\bar{d}^1 - \bar{\varphi}^1$; terwijl voor de $\bar{f}^{1a}$ genoemde niveau's nu vrijkomt de notatie $\bar{f}^1$. De triplets $f^1 - \bar{f}^{1a}$ en $\bar{d}^1 - \bar{f}^{1a}$ gaan dus over in $f^1 - \bar{f}^1$ en $\bar{d}^1 - \bar{f}^1$. Wij hebben deze veranderingen overal aangebracht, maar ons overigens aan de notatie van Bechert en Sommer gehouden.

In de intensiteitstabellen aan het einde van dit hoofdstuk vindt men naast elkaar Russell's notatie ¹⁾, en die van Bechert en Sommer.

Tabel 11.

Stat. gew.	$\bar{d}^1$			Som	Quot.
	3	5	7		
3	61	43		104	35
d^2 5	47	55	40	142	28
7		48	71	119	17
Som	108	146	111		
Quot.	36	29	16		

In bovenstaand schema vindt men de intensiteiten van het triplet $\bar{d}^1 - d^2$. Als men de horizontale en verticale intensiteitsommen deelt door de bijbehorende statistische gewichten, ontstaan de quotiënten 35, 28, 17, en 36, 29, 16, die volgens de sommenregel even groot zouden moeten zijn.

Wij hebben al de gemeten triplets op dezelfde wijze behandeld, en de gevonden quotiënten in tabel 12 bijeengeplaatst. Volledigheidshalve is als No. 14 opgenomen het reeds in hoofdstuk III behandelde quintet. De omlijste quotiënten (25 en 37) zijn afkomstig van intensiteitssommen, waarbij een dubbel geordende

¹⁾ Russell, Shenstone and Turner: „Report on notation for atomic spectra”. Phys. Rev. 33, 900, 1929.

lijn voorkomt; deze waarden zijn dus een onbekend bedrag te hoog.

Tabel 12.

No.	Multiplet		Quotiënten									
	volgens Bechert en Sommer	volgens Russell	Horizontaal					Verticaal				
1	$\bar{d}^1 - d^2$	$a^3D-y^3D^0$	35	28	17			36	29	16		
2	$f^1 - d^2$	$a^3F-y^3D^0$	11,7	6,2	5,8			9,1	3,9	3,8		
3	$\bar{d}^1 - \bar{f}^2$	$a^3D-y^3F^0$	34	18	7,4			25	25	23		
4	$f^1 - \bar{f}^2$	$a^3F-y^3F^0$	10	7,5	3,2			2,4	7,0	7,8		
5	$f^1 - g^1$	$a^3F-z^3G^0$	3,2	6,5	4,2			2,6	8,5	6,1		
6		$a^3P-v^3D^0$	0,4	0,4	0,4			0,8	0,8	0,7		
7	$\bar{d}^1 - g^1$	$a^3D-z^3G^0$	4,5	1,7				6,2	2,3			
8	$\bar{d}^1 - \bar{f}^1$	$a^3D-z^3F^0$	31	22	10			30	28	24		
9	$\bar{d}^1 - d^1$	$a^3D-z^3D^0$	23	25	18			37	29	10		
10	$f^1 - d^1$	$a^3F-z^3D^0$	22	21,6	10,3			23,3	10,1	6,6		
11	$f^1 - \bar{f}^1$	$a^3F-z^3F^0$	21	12,1	5,9			12	17,6	6,7		
12	$\bar{d}^1 - \bar{p}^1$	$a^3D-z^3P^0$	70	51	33			49	28	14		
13	$f^1 - \bar{p}^1$	$a^3F-z^3P^0$		4,3	2,4			3,1	1,4			
14	$\gamma^1 - \varphi^1$	$z^5G^0-e^5F$	3,2	5,4	7,2	8,2	12,9	4,3	5,9	6,1	7,7	7,7

Zooals men ziet, voldoet multiplet 6 vrijwel aan de verwachting, en multiplet 3 in één richting. Bij alle andere multiplets echter zijn de afwijkingen zéér groot, en wel, uitgezonderd bij multiplet 5, 14 en 4 (gedeeltelijk) steeds in dezelfde richting; de niveau's met de kleinste gewichten hebben te groote quotiënten, dus de betreffende lijnen te groote intensiteit.

Het triplet No. 6, dat het beste met de sommenregel overeenstemt, ontstaat door overgangen tusschen vrij hoog liggende niveau's (47000—15500). Dit zou de gedachte kunnen suggereren, dat de groote afwijkingen bij de andere multiplets misschien toch aan zelfabsorbtie moeten worden toegeschreven. Wij moeten dit denkbeeld echter beslist verwerpen, ten eerste, om de redenen, uiteengezet in hoofdstuk IV; ten tweede, omdat van

de 12 multiplets, waarbij electronenovergangen naar een laag gelegen niveau optreden, het zestal, dat het grondniveau f^1 als eindniveau heeft, niet ernstiger afwijkt dan het zestal met d^1 als eindniveau; ten derde, omdat quintet No. 14, waarbij diepliggende niveau's geen rol spelen, eveneens sterk afwijkt van den sommenregel.

Tabel 13.

Stat. gew.	z^5G^0					Som	Quot.
	5	7	9	11	13		
5	—	0,15					
7	0,5	0,4	—				
e^5G^0			0,2	—			
11			1,4	0,7	—	2,1	0,2
13				2,2	4,5	6,7	0,5
Som				2,9	4,5		
Quot.				0,26	0,35		

Terwijl tenslotte bij de niet complete multiplets (als b.v. z^5G^0 — e^5G , zie tabel 13), uit de intensiteiten der aanwezige lijnen reeds blijkt, dat ook hier de sommenregel niet zal uitkomen (de ontbrekende lijnen zijn voor meting te zwak). Toch hebben wij hier hoogliggende niveau's (± 58500 — 27000). Wel is het merkwaardig, dat de afwijkingen bij de beide laatstgenoemde multiplets juist in de andere richting zijn als bij de vroeger genoemde.

Wij zullen nu nagaan, of wij met een meer uitgebreide sommenregel tot bevredigende resultaten kunnen komen. Allereerst stellen wij samen triplet- en singuletsystemen met de bijbehorende intercombinaties (tabel 14 e.v.).

Tabel 14.

Stat. gew.	$\bar{d}^1$			$\bar{D}^1$	Som	Quot.	Quot. van het triplet
	3	5	7	5			
3	69	1		3,0	73	24	23
d^1 5	<u>41</u>	80	5,4	50	176,4	<u>35</u>	<u>25</u>
7		64	66	65	195	28	19
D^1 5	2,4	13	2,8	93	111,2	22	
Som	112,4	158	74,2	211			
Quot.	<u>37</u>	32	11	42			
Quot. v/h triplet	<u>37</u>	29	10				

Tabel 15.

Stat. gew.	$\bar{d}^1$			$\bar{D}^1$	Som	Quot.	Quot. van het triplet
	3	5	7	5			
3	61	43		39	143	48	35
d^2 5	47	55	40	20	162	32	28
7		48	71	43	162	23	17
D^2 5	8,7	23		72	103,7	20,7	
Som	116,7	169	111	174			
Quot.	39	34	16	35			
Quot. v/h triplet	36	29	16				

Tabel 16.

Stat. gew.	$\bar{d}^1$			$\bar{D}^1$	Som	Quot.	Quot. van het triplet
	3	5	7	5			
5	91	53	<u>9</u>	27	180	36	31
f^1 7		86	66	78	230	33	22
9			93		93	10	10
F^1 7		55	50	124	229	33	
Som	91	194	218	229			
Quot.	30	39	31	46			
Quot. v/h triplet	30	28	24				

Tabel 17.

Stat. gew.	3	$\bar{d}^1$ 5	7	$\bar{D}^1$ 5	Som	Quot.	Quot. van het triplet
5	74	53	42	1,9	170,9	34	34
$\bar{f}^2$ 7		72	55	48	175	25	18
9			67		67	7	7
$\bar{F}^2$ 7			31	76	107	15	
Som	74	125	195	125,9			
Quot.	25	25	28	25			
Quot. v/h triplet	25	25	23				

Behalve de gevonden quotiënten zijn ter vergelijking opgegeven de waarden, die uit het triplet alleen volgen. Men ziet uit dit viertal voorbeelden, dat de gewenschte gelijkheid der quotiënten op deze wijze niet wordt verkregen; bij de hier niet behandelde multiplets is dit evenmin het geval.

Vervolgens combineeren wij de lijnen, die van éézelfde niveau uitgaan (tabel 18, e.v.).

Tabel 18.

Stat. gew.	5	f^1 7	9	3	$\bar{d}^1$ 5	7	$\bar{D}^1$ 5	Som	Quot.
7	13 ³)	9,3	0,4		31	0,8	4,6 ²)	59,1	8,4
g^1 9		50	8,4			15		73,4	8,2
11			46					46	4,2
Quot.	2,6	8,5	6,1		6,2	2,3	0,9		

Tabel 19.

Stat. gew.	3	$\bar{d}^1$ 5	7	5	f^1 7	9	$\bar{D}^1$ 5	Som	Quot.
5	91	53	9	51	55 ¹)		27	286	57,2
$\bar{f}^1$ 7		86	66	9,4	63	12	78	314,4	44,9
9			93 ¹)		5,3	48		146,3	16,2
Quot.	30,3	27,8	24	12	17,6	6,7	21		

Tabel 20.

Stat. gew.	3	$\bar{d}^1$ 5	7	$\bar{D}^1$ 5	5	f^1 7	9	Som	Quot.
5	74	53	42	1,9	11	39		220,9	44,2
$\bar{f}^2$ 7		72	55	48	1	9,5	42	227,5	32,5
9			67			0,7	28	95,7	10,6
Quot.	24,7	25	23	10	2,4	7,0	7,8		

Tabel 21.

Stat. gew.	5	f^1 7	9	3	$\bar{d}^1$ 5	7	$\bar{D}^1$ 5	Som	Quot.
3	35			61	43		39	178	59,3
d^2 5	5,2	26		47	55	40	20	193,2	38,6
7	5,2	1,3	34		48	71	43	202,5	28,9
Quot.	9,1	3,9	3,8	36	29,1	15,9	20,4		

Tabel 22.

Stat. gew.	5	f^1 7	9	3	$\bar{d}^1$ 5	7	$\bar{D}^1$ 5	Som	Quot.
3	66			69	1		3	139	46,3
d^1 5	50	58		41	80	5,4	50	284,4	56,9
7	0,3	13	59		64	66	65	267,3	38,2
Quot.	23,3	10,1	6,6	36,7	29	10,2	23,6		

Tabel 23.

Stat. gew.	3	$\bar{d}^1$ 5	7	5	f^1 7	9	$\bar{D}^1$ 5	Som	Quot.
1	70							70	70
$\bar{p}^1$ 3	67	86		13			9,5	175,5	58,5
5	9,6	54	100	2,5	9,5		4	179,6	35,9
Quot.	48,9	28	14,3	3,1	1,4		2,7		

Daar de afwijkingen, zooals reeds vermeld is, bij zoo goed als alle multiplets in dezelfde richting zijn, zou de correctie hoofdzakelijk van de intercombinaties moeten komen. En deze geven een onvoldoende verbetering, ontbreken soms geheel, of maken

het resultaat nog slechter (b.v. voor d^2). Wel komen in de niet onderzochte spectraalgebieden nog lijnen voor, die ook van de hier besproken niveau's uitgaan, maar hiervan valt weinig of niets te verwachten, daar de intensiteiten dezer lijnen voornamelijk (bij d^2 , d^1 en $\bar{p}^1$), of uitsluitend (bij g^1 , $\bar{f}^1$ en $\bar{f}^2$) aan de toch al te groote quotiënten ten goede zouden komen.

Ook wanneer wij samentellen alle lijnen met gemeenschappelijk eindniveau, vinden wij quotiënten, die niet gelijk zijn (Tabel 24 en 25). Hoewel de afwijkingen hier kleiner zijn, dan bij de afzonderlijke multiplets, lijkt het toch niet zeer waarschijnlijk, dat de enkele nog ontbrekende multiplets de quotiënten gelijk zullen kunnen maken.

Tabel 24.

	f^1		
	5	7	9
g^1	13	59,3	54,8
G^1		31	
γ^1	1,6	11,8	22,2
$\bar{f}^1$	60,4	123,3	60
$\bar{f}^2$	12	49,2	70
$\bar{F}^1$	30	51	32
$\bar{F}^2$	1,7	5,0	4,7
$\bar{\varphi}^1$	41,4	46,5	57,9
d^1	116,3	71	59
d^2	45,4	27,3	34
D^1	1	54	
D^2	10,5	4,2	
δ^1		0,65	2,1
$\bar{p}^1$	15,5	9,5	
$\bar{P}^1$	3,8		
Som	352,6	543,75	396,7
Quot.	71	78	44

Tabel 25.

	$\bar{d}^1$		
	3	5	7
g^1		31	15,8
G^1			42
γ^1	1,7	20,7	23
$\bar{f}^1$	91	139	168
$\bar{f}^2$	74	125	164
$\bar{F}^1$		55	50
$\bar{F}^2$			31
$\bar{\varphi}^1$	36	93,3	111,4
d^1	110	145	71,4
d^2	108	146	111
D^1	2,4	13	2,8
D^2	8,7	23	
δ^1	0,78	3,7	28
$\bar{p}^1$	146,6	140	100
$\bar{P}^1$	17	40	
Som	596,2	974,7	918,4
Quot.	199	195	131

Volgens Mack ¹⁾ behoort men de volgende systemen samen te vatten.

Tabel 26.

Stat. gew.	$\overline{d^1}$			$\overline{D^1}$	Som	Quot.
	7	5	3	5		
$\overline{f^1}$ {	9	93			93	10
	7	66	86	78	230	33
	5	9	53	27	180	36
d^1 {	7	66	64	65	195	28
	5	5,4	80	50	176,4	35
	3		1	3	73	24
$\overline{p^1}$ {	5	100	54	4	167,6	34
	3		86	9,5	162,5	54
	1		70		70	70
$\overline{F^1}$	7	50	55	124	229	33
D^1	5	2,8	13	93	111,2	22
$\overline{P^1}$	3		40	106	163	54
Som		392,2	532	559,5		
Quot.		56	106	112		

Gelijke quotiënten verkrijgt men blijkbaar op deze wijze niet.

Voor al de eerste kolom wijkt sterk af.

In de laatste plaats letten wij op de verhouding der intensiteitsommen voor het singulet-triplet geval. Bij systemen zonder intercombinaties moet men een verhouding 1 : 3 verwachten. De gevonden waarden vindt men in tabel 27; de laatste kolom bevat de verhoudingen, zooals ze worden, wanneer wij de intensiteiten vooraf deelen door de vierde machten der trillingsgetallen. ²⁾

¹⁾ L. E. Mack. Vector coupling in the Nickel-, Palladium-, and Platinum-like spectra. Phys. Rev. 34, 17, 1929.

²⁾ L. S. Ornstein en H. C. Burger, Zeitschr. f. Phys. 40, 403, 1926.

Tabel 27.

Multiplet	Verhoudingen	
$\bar{D}^1-D^2$ en $\bar{d}^1-d^2$	1 : 5,1	1 : 5,1
$\bar{D}^1-\bar{F}^2$ en $\bar{d}^1-\bar{f}^2$	1 : 4,8	1 : 4,5
$\bar{D}^1-\bar{F}^1$ en $\bar{d}^1-\bar{f}^1$	1 : 3,1	1 : 2,6
$\bar{D}^1-D^1$ en $\bar{d}^1-d^1$	1 : 3,5	1 : 3,2
$\bar{D}^1-\bar{P}^1$ en $\bar{d}^1-\bar{p}^1$	1 : 3,6	1 : 4,4

De gevonden waarden lopen nogal uiteen; daar echter in alle 5 gevallen vrij sterke intercombinaties optreden, zegt het resultaat betrekkelijk weinig.

In de nu volgende tabel vindt men alle gemeten intensiteitswaarden. De intensiteit van de lijn 3524,543 is (willekeurig) 100 gesteld.

Tabel 28.
NIKKELBOOGSPECTRUM.

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser 1)	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
2798,78	2798,651	$a^3D-y^1D^0$	$\bar{d}^1-D^2$	5—5	23
2802,40	2802,28				3,1
2803,25	2803,15	$b^1D-u^3D^0$		5—5	1,4
2805,20	2805,081	$a^3F-y^1F^0$	$f^1-\bar{F}^2$	9—7	4,7
2814,48	2814,37	$z^5G^0-f^5H$		13—15	0,5
2821,42	2821,296	$a^3D-y^1F^0$	$\bar{d}^1-\bar{F}^2$	7—7	31
2834,66	2834,550	$a^3F-y^1D^0$	f^1-D^2	7—5	4,2
2839,05	2838,97	$b^1D-w^3P^0$		5—5	1,3
2849,93	2849,84	$a^3P-w^1D^0$		5—5	0,5

1) H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie.

vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
2865,61	2865,508	$a^3D-y^1D^0$	$\bar{d}^1 - D^2$	3—5	8,7
2868,85	2868,76	$a^3P-x^1P^0$		5—3	0,9
2905,85	2905,76	$a^3P-w^3P^0$		3—1	0,5
2907,58	2907,462	$a^3F-y^1D^0$	$f^1 - D^2$	5—5	10,5
2914,12	2914,013	$a^3F-y^1F^0$	$f^1 - \bar{F}^2$	7—7	5,0
2916,95	2916,85	$z^5F^0-h^5F^?$		11—11	0,2 ⁴⁾
2917,60	2917,53	$z^5F^0-f^5G$		11—13	0,2 ⁴⁾
2931,03	2930,93	$z^5D^0-g^5F$		9—11	0,3 ⁴⁾
2932,74	2932,63				0,3 ⁴⁾
2944,06	2943,922	$a^3D-y^3D^0$	$\bar{d}^1 - d^2$	7—5	40
2958,39	2958,29	$a^3P-w^3P^0$		5—3	0,7
2969,30	2969,20	$a^3P-w^3P^0$		3—3	1,2
2973,84	2973,73	$b^1D-v^3D^0$		5—5	0,4
2981,80	2981,652	$a^3D-y^3D^0$	$\bar{d}^1 - d^2$	5—3	43
2983,56	2983,42	$b^1D-v^3D^0$		5—7	3,1
2984,28	2984,129	$a^3F-y^3D^0$	$f^1 - d^2$	9—7	34
	2991,103	$a^3F-y^1F^0$	$f^1 - \bar{F}^2$	5—7	1,7
		a^3P-6^0		5—7	
2992,71	2992,597	$a^3D-y^3F^0$	$\bar{d}^1 - \bar{f}^2$	7—5	42
2994,58	2994,458	$(a^3P-w^3P^0)$		(1—3)	42
		$a^3D-z^1G^0$	$\bar{d}^1 - G^1$	7—9	
3002,58	3002,492	$a^3D-y^3D^0$	$\bar{d}^1 - d^2$	7—7	71
3003,70	3003,628	$a^3D-y^3D^0$	$\bar{d}^1 - d^2$	5—5	55
3010,96					0,3
3012,11	3012,007	$a^1D-y^1D^0$	$\bar{D}^1 - D^2$	5—5	72
3018,09	3017,96	$a^3P-w^3P^0$		5—5	0,3 ⁴⁾
3019,28	3019,150	$a^3F-y^3F^0$	$f^1 - \bar{f}^2$	9—7	42
3029,36	3029,30	$b^1D-x^3P^0$		5—5	0,6
		$a^3P-w^3P^0$		3—5	
3031,98	3031,869	$a^3F-y^3F^0$	$f^1 - \bar{f}^2$	9—9	28

vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I.A.	Russell	Bechert en Sommer		
3038,04	3037,940	$a^3D-y^3F^0$	$\bar{d}^1-\bar{f}^2$	7-7	55
3045,15	3045,012	$a^3F-y^3D^0$	f^1-d^2	7-5	26
3048,98					0,4
3050,92	3050,828	$a^3D-y^3F^0$	$\bar{d}^1-\bar{f}^2$	7-9	67
3054,42	3054,317	$a^3D-y^3F^0$	$\bar{d}^1-\bar{f}^2$	5-5	53
3057,76	3057,647	$a^3D-y^3D^0$	$\bar{d}^1-d^2$	3-3	61
3064,75	3064,626	$a^3D-y^3D^0$	$\bar{d}^1-d^2$	5-7	48
3066,59	3066,46	$z^5G^0-g^5F$		13-11	0,4
3080,91	3080,758	$a^3D-y^3D^0$	$\bar{d}^1-d^2$	3-5	47
3097,27	3097,120	$a^3F-y^3F^0$	$f^1-\bar{f}^2$	7-5	39
3099,25	3099,117	$a^3F-z^1G^0$	f^1-G^1	7-9	31
3101,67	3101,563	$a^3D-y^3F^0$	$\bar{d}^1-\bar{f}^2$	5-7	72 ¹⁾
3101,99	3101,881	$a^1D-y^1F^0$	$\bar{D}^1-\bar{F}^2$	5-7	76
3105,60	3105,466	$a^3F-y^3D^0$	f^1-d^2	5-3	35
3107,83	3107,717	$a^3F-y^3D^0$	f^1-d^2	7-7	1,3
3114,26	3114,128	$a^3D-z^1P^0$	$\bar{d}^1-\bar{P}^1$	5-3	40
3116,84	3116,700	$z^5D^0-e^5G$		9-11	0,20 ⁴⁾
3129,42	3129,310	$a^3F-y^3D^0$	f^1-d^2	5-5	5,2
3132,68					
3134,22	3134,106	$(b^1D-w^3F^0)$ $a^3D-y^3F^0$	$\bar{d}^1-\bar{f}^2$	(5-5) 3-5	74.
3145,23	3145,117	$a^3F-z^3G^0$	f^1-g^1	9-7	0,4 ¹⁾
3145,82	3145,707	a^3F-y^3F	$f^1-\bar{f}^2$	7-7	9,5 ¹⁾
3151,33	3151,29				0,15
3154,68	3154,58	$a^3P-v^3D^0$		3-3	0,5
3159,65	3159,524	$a^3F-y^3F^0$	$f^1-\bar{f}^2$	7-9	0,7
3164,30	3164,17	a^3P-4^0		3-5	0,3
3165,64	3165,513	$a^3D-z^3G^0$	$\bar{d}^1-g^1$	7-7	0,8
3170,86	3170,73	$a^3P-v^3D^0$		5-5	0,3

vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
3176,44	3176,30	$a^3P-x^3P0?$		3—3	0,4
3181,89	3181,75	a^3P-v^3D0		5—7	3
3183,14	3183,05	a^3P-v^3D0		1—3	0,8 ³⁾
3183,40	3183,26	a^3P-v^3D0		3—5	1,9 ³⁾
3184,50	3184,372	a^3F-y^3F0	$f^1-\bar{f}^2$	5—5	11
3191,97	3191,89	z^5F0-g^5F		11—11	0,2
3195,67	3195,577	a^3F-y^3D0	f^1-d^2	5—7	5,2
3197,22	3197,121	a^5D-z^1P0	$\bar{d}^1-\bar{P}^1$	3—3	17
3199,44	3199,36				0,2
3200,50	3200,433	a^3D-z^1D0	$\bar{d}^1-D^1$	7—5	2,8
3202,21	3202,149	z^5D0-f^5F		9—11	1,7
3207,05	3206,963	z^5D0-f^5F		5—7	0,2
3210,00	3209,910	z^5D0-f^5F		7—9	0,9
3213,53	3213,435	z^5D0-e^5P		5—3	0,5
3214,17	3214,064	z^5D0-e^5D		9—9	3,7
3216,93	3216,823	z^5D0-e^5D		7—7	1,3
3217,93	3217,828	z^5D0-e^5P		9—7	5,8
3219,92	3219,810	z^5D0-f^5F		3—5	0,4
3221,41	3221,28	$z^3G0-f^3H?$		11—13	1,9 ¹⁾
3221,81	3221,661	a^3F-z^1F0	$f^1-\bar{F}^1$	9—7	32 ¹⁾
3223,66	3223,542	z^5D0-f^5F		1—3	0,7
		z^5D0-i^3F		9—9	
3225,19	3225,030	a^1D-y^3D0	$\bar{D}^1-d^2$	5—3	39
3227,11	3226,992	a^3F-z^3G0	f^1-g^1	9—9	8,4
3233,06	3232,945	a^3F-z^3G0	f^1-g^1	9—11	46
3234,00	3233,88				0,7
3234,78	3234,658	a^3D-z^3G0	$\bar{d}^1-g^1$	5—7	31
3235,86	3235,764	a^3F-y^3F0	$f^1-\bar{f}^2$	5—7	1,0
3243,20	3243,064	a^3D-z^1F0	$\bar{d}^1-\bar{F}^1$	7—7	50
3245,47	3245,35	z^5G0-e^5G		9—9	0,2

vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
3248,56	3248,44	$a^3D-z^3G^0$	$\bar{d}^1-g^1$	7—9	15
3249,55	3249,440	$a^3F-z^1P^0$	$f^1-\bar{P}^1$	5—3	3,8
3250,90	3250,749	$a^1D-y^3D^0$	$\bar{D}^1-d^2$	5—5	20
3264,56	3264,44				0,1 4)
3268,21	3268,09				0,3
3269,08	3268,96	$z^5D^0-e^5P$		3—3	0,08 4)
3271,25	3271,118	$(z^5G^0-e^5G)$		(9—7)	13
		$a^3D-z^1D^0$	$\bar{d}^1-D^1$	5—5	
3273,62	3273,50	$z^5G^0-e^5G$		7—5	0,15 2)
3276,66					0,15
3277,35	3277,23	$z^5D^0-f^3P$		3—1	0,15
3282,03	3281,876	$z^5G^0-e^5H$		7—9	0,5
3282,81	3282,701	$a^3F-z^3G^0$	f^1-g^1	7—7	9,3
3284,56	3284,432	$z^5D^0-i^3D$		7—7	0,4
3287,08	3286,953	$(z^5G^0-f^5F)$		(7—5)	9,0
		$a^3D-z^3F^0$	$\bar{d}^1-\bar{f}^1$	7—5	
3293,83	3293,674	$z^5D^0-f^3P$		5—3	0,4
3296,42	3296,264	$z^5D^0-e^5D$		5—7	0,15
3305,10	3304,951	$z^5G^0-e^5G$		11—11	0,7
3307,16	3307,014	$z^5G^0-f^5F$		11—9	0,2
3309,56	3309,44				0,2
3310,35	3310,206	$a^1D-y^3F^0$	$\bar{D}^1-\bar{f}^2$	5—5	1,9
3312,49	3312,319	$z^5G^0-e^5H$		11—13	2,8
3313,15	3312,992	$z^5G^0-e^5H$		5—7	0,7
3315,82	3315,668	$a^3D-z^1F^0$	$\bar{d}^1-\bar{F}^1$	5—7	55
3320,42	3320,259	$a^3F-z^1D^0$	f^1-D^1	7—5	54
3322,50	3322,316	$a^1D-y^3D^0$	$\bar{D}^1-d^2$	5—7	43
3326,80	3326,673	$z^5G^0-e^5G$		7—7	0,4
3327,52	3327,402	$z^5D^0-f^3P$		7—5	0,6
3328,85	3328,720	$a^3D-z^3D^0$	$\bar{d}^1-d^1$	5—3	1,0
3332,31	3332,19				0,5

vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
3335,72	3335,59				0,06
3337,15	3337,015	$a^3D-z^5F^0$	$d^1-\bar{q}^1$	7-5	0,4
3338,90	3338,763	$b^1D-y^1P^0$		5-3	0,1 ²⁾
3339,20	3339,049	$z^5G^0-e^3H$		7-9	0,4 ²⁾
3359,30	3359,104	$z^5G^0-e^5G$		9-11	1,4
3361,75	3361,557	$a^3D-z^3F^0$	$\bar{d}^1-\bar{f}^1$	5-5	53
3362,97	3362,808	$a^3D-z^1D^0$	$\bar{d}^1-D^1$	3-5	2,4
3363,76	3363,612	$z^5G^0-g^3G$		9-9	0,6
3364,75	3364,590	$z^5G^0-f^5F$		13-11	1,1
3365,92	3365,771	$a^1D-y^3F^0$	$\bar{D}^1-\bar{f}^2$	5-7	48 ¹⁾
3366,32	3366,169	$a^3F-z^1F^0$	$f^1-\bar{F}^1$	7-7	51 ¹⁾
3366,95	3366,808	$z^5G^0-e^5G$		13-13	4,5 ¹⁾
3368,05	3367,892	$a^3D-z^3D^0$	$\bar{d}^1-d^1$	7-5	5,4
3369,71	3369,576	$a^3F-z^3D^0$	f^1-d^1	9-7	59
3372,19	3371,995	$a^3F-z^3G^0$	f^1-g^1	7-9	50
3374,42	3374,228	$a^3D-z^5F^0$	$\bar{d}^1-\bar{q}^1$	7-7	33 ¹⁾
3374,82	3374,637	$z^5G^0-e^5H$		13-15	11 ¹⁾
3375,70	3375,560	$z^5G^0-e^5G$		5-7	0,5
3376,46	3376,330	$z^5G^0-e^3H$		9-11	0,8
3380,71	3380,577	$a^1D-z^1P^0$	$\bar{D}^1-\bar{P}^1$	5-3	106 ³⁾
3381,01	3380,885	$a^3F-z^3G^0$	f^1-g^1	5-7	13 ³⁾
3387,54	3387,467	$a^3D-z^5F^0$		5-3	0,3
3391,20	3391,051	$a^3F-z^3F^0$	$f^1-\bar{f}^1$	9-9	48
3393,10	3392,993	$a^3D-z^3D^0$	$\bar{d}^1-d^1$	7-7	66
3396,31	3396,174	$z^5F^0-e^5H$		9-11	0,6
3397,37	3397,28				0,1
3401,31	3401,164	$z^5G^0-f^5F$		11-11	1,9
3403,58	3403,427	$z^5G^0-e^5G$		11-13	2,2
3409,74	3409,579	$a^3F-z^3F^0$	$f^1-\bar{f}^1$	9-7	12
3413,66	3413,478	$\left\{ \begin{array}{l} (z^5F^0-e^5G) \\ a^3F-z^3F^0 \end{array} \right.$	$f^1-\bar{f}^1$	$\left. \begin{array}{l} (11-11) \\ 7-5 \end{array} \right\}$	55 ¹⁾
3414,12	3413,943	$a^3D-z^5F^0$	$\bar{d}^1-\bar{q}^1$	5-5	34 ¹⁾

vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
3414,91	3414,771	$a^3D-z^3F^0$	$\bar{d}^1-f^1$	7—9	93 1)
3420,88	3420,742	$a^3F-z^1D^0$	f^1-D^1	5—5	1,0
3421,49	3421,339	$z^5F^0-e^5H$		11—13	2,3
3422,47	3422,334	$z^5G^0-g^3G$		7—9	0,7
3423,00	3422,870	z^5F-e^5H		7—9	1,3
3423,87	3423,713	$a^3D-z^3D^0$	$\bar{d}^1-d^1$	3—3	69
3433,74	3433,565	$\begin{cases} (z^5F^0-e^3H) \\ a^3D-z^3F^0 \end{cases}$	$\begin{cases} \bar{d}^1-f^1 \\ \bar{d}^1-f^1 \end{cases}$	$\begin{cases} (11-11) \\ 7-7 \end{cases}$	66
3435,63	3435,495	$b^1D-x^3D^0$		5—7	0,5
3437,45	3437,283	$a^3F-z^5F^0$	$f^1-\bar{\varphi}^1$	9—9	53
3442,17	3442,017	$z^5G^0-e^3H$		11—13	0,9
3442,67	3442,540	$z^5F^0-e^5G$		7—9	0,4
3443,14	3443,00	$z^5G^0-i^3D^?$		9—7	0,2 4)
3444,36	3444,247	$z^5F^0-e^5H$		5—7	0,8
3446,40	3446,263	$a^3D-z^3D^0$	$\bar{d}^1-d^1$	5—5	80
3453,02	3452,891	$a^3D-z^5F^0$	$\bar{d}^1-\bar{\varphi}^1$	5—7	59
3458,60	3458,467	$a^3D-z^3F^0$	$\bar{d}^1-f^1$	3—5	91
3461,80	3461,660	$a^3D-z^5F^0$	$\bar{d}^1-\bar{\varphi}^1$	7—9	78
3464,25	3464,12	$y^3F^0-j^3F$		9—9	0,3 4)
3467,61	3467,505	$a^3F-z^5F^0$	$f^1-\bar{\varphi}^1$	7—5	23
3469,65	3469,484	$a^3F-z^1F^0$	f^1-F^1	5—7	30
3472,71	3472,545	$a^3D-z^3D^0$	$\bar{d}^1-d^1$	5—7	64
3476,80	3476,66	$z^5F^0-f^5F$		7—7	0,4
3478,00	3477,876	$z^5F^0-e^5G$		9—11	0,2 4)
3478,42	3478,302	$z^3D^0-i^3F$		5—5	0,4
3479,36	3479,263	$z^5G^0-g^3G$		9—11	0,5
3480,30	3480,170	$\begin{cases} z^5F^0-e^5G \\ z^5F^0-f^5F \end{cases}$		$\begin{cases} 3-5 \\ 9-9 \end{cases}$	0,4
3483,98	3483,776	$a^3F-z^3D^0$	f^1-d^1	5—3	66
3486,09	3485,892	$a^3D-z^5F^0$		3—3	14
3488,43	3488,293	$z^5F^0-e^5D$		9—7	0,4

vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
3493,11	3492,965	$a^3D-z^3P_0$	d^1-p^1	5—3	86
3496,47	3496,352	$z^5F_0-e^3H$		9—11	0,8
3501,02	3500,852	$a^3F-z^3D_0$	f^1-d^1	7—5	58
3502,73	3502,604	$a^3F-z^5F_0$		9—11	4,9
3507,85	3507,695	$a^3F-z^5F_0$	$f^1-\bar{q}^1$	7—7	6,5
3510,52	3510,340	$a^3D-z^3P_0$	$\bar{d}^1-p^1$	3—1	70
3512,08	3511,94	$z^5F_0-e^5G$		5—7	0,4
3514,10	3513,947	$a^3D-z^5F_0$	$\bar{d}^1-\bar{q}^1$	3—5	22
3515,21	3515,057	$a^3D-z^3F_0$	$\bar{d}^1-f^1$	5—7	86
3516,33	3516,220	$z^5F_0-f^5F$		11—11	3,5
3518,80	3518,635	$z^5F_0-e^5G$		11—13	2,3
3519,97	3519,776	$a^3F-z^3F_0$	$f^1-\bar{f}^1$	5—5	51
3523,23	3523,075	$a^1D-z^3G_0$	$\bar{D}^1-g^1$	5—7	4,6 ²⁾
3523,61	3523,445	$\begin{cases} (z^3F_0-f^5F) \\ a^3D-z^5G_0 \end{cases}$	$\begin{cases} \bar{d}^1-\gamma^1 \\ \bar{d}^1-p^1 \end{cases}$	$\begin{cases} (5-5) \\ 7-7 \end{cases}$	11 ²⁾
3524,68	3524,543	$a^3D-z^3P_0$	$\bar{d}^1-p^1$	7—5	100
3526,67	3526,53	$z^3F_0-e^5G$		9—11	1,0
3528,13	3527,988	$a^3F-z^3D_0$	f^1-d^1	7—7	13
3529,02	3528,890	$z^3F_0-f^5F$		9—9	0,6 ¹⁾
3529,76	3529,625	$a^3P-x^1D_0$	p^1-u^1	5—5	0,5 ¹⁾
3530,73	3530,588	$z^5F_0-e^5D$		11—9	0,9
3537,35	3537,243	$z^3F_0-e^5D$		9—7	0,3 ⁴⁾
3537,72	3537,634	$z^5F_0-g^3G$		11—11	0,4 ²⁾
3542,14	3542,00	$z^5F_0-i^3F$		11—9	0,3 ⁴⁾
3545,30	3545,16	$a^3P-x^1D_0$	p^1-u^1	3—5	0,3 ⁴⁾
3548,32	3548,189	$\begin{cases} a^3F-z^5F_0 \\ a^3D-z^3D_0 \end{cases}$	$\begin{cases} \bar{d}^1-d^1 \end{cases}$	$\begin{cases} 5-3 \\ 3-5 \end{cases}$	41
3551,71	3551,536	$a^3F-z^3F_0$	$f^1-\bar{f}^1$	7—9	5,3
3553,64	3553,483	$\begin{cases} a^3D-z^5G_0 \\ (z^5F_0-e^5P) \end{cases}$	$\bar{d}^1-\gamma^1$	$\begin{cases} 5-5 \\ 3-3 \end{cases}$	1,7
3560,05	3559,925	$z^5F_0-e^3H$		11—13	0,4
3561,90	3561,752	$a^3F-z^5G_0$	$f^1-\gamma^1$	9—9	8,2

vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
3566,51	3566,373	$a^1D-z^1D^0$	$\overline{D^1}-D^1$	5—5	93
3572,02	3571,871	$a^3F-z^3F^0$	$f^1-\overline{f^1}$	7—7	63
3576,08	3575,94	$z^5F^0-g^3G$		7—9	0,4
3577,36	3577,23	$a^3F-z^5F^0$	$f^1-\overline{\varphi^1}$	5—5	0,4
3588,07	3587,928	$a^3D-z^5G^0$	$\overline{d^1}-\gamma^1$	7—9	12
3597,86	3597,699	$a^3D-z^3P^0$	$\overline{d^1}-p^1$	3—3	67
3599,66	3599,530	$z^5F^0-e^5D$		9—9	0,3
3602,41	3602,278	$a^3F-z^5F^0$	$f^1-\overline{\varphi^1}$	7—9	17
3607,00	3606,853	$\left\{ \begin{array}{l} z^3D^0-i^3F \\ z^5F^0-g^3G \end{array} \right.$		$\left. \begin{array}{l} 3-5 \\ 9-11 \end{array} \right\}$	0,4
3609,48	3609,312	$\left\{ \begin{array}{l} a^3D-z^5G^0 \\ (z^3D^0-e^5P) \end{array} \right.$	$\overline{d^1}-\gamma^1$	$\left. \begin{array}{l} 5-7 \\ 5-5 \end{array} \right\}$	19
3610,61	3610,45	$a^3D-z^3P^0$	$\overline{d^1}-p^1$	5—5	54
3612,90	3612,732	$a^3F-z^3D^0$	f^1-d^1	5—5	50
3619,52	3619,391	$a^1D-z^1F^0$	$\overline{D^1}-\overline{F^1}$	5—7	124
3624,89	3624,733	$\left\{ \begin{array}{l} a^3F-z^5G^0 \\ (z^5F^0-e^5D) \end{array} \right.$		$\left. \begin{array}{l} 9-11 \\ 5-7 \end{array} \right\}$	14
3630,01	3629,891	$z^3G^0-e^5H$		9—11	0,3
3635,10	3634,943	$a^1D-z^3D^0$	$\overline{D^1}-d^1$	5—3	3,0
3641,75	3641,632	$a^3F-z^3D^0$	f^1-d^1	5—7	0,3
3642,52	3642,383	$a^3P-y^1P^0$		1—3	0,2 4)
3662,10	3661,938	$a^3D-z^5G^0$	$\overline{d^1}-\gamma^1$	3—5	1,7
3664,27	3664,089	$a^3F-z^3P^0$	$f^1-\overline{p^1}$	5—3	13
3666,16			—		0,2 4)
3668,36	3668,200	$z^3G^0-e^5H$	$\begin{array}{c} \parallel \parallel \parallel \parallel \\ \parallel \parallel \parallel \parallel \end{array}$	7—9	0,4 1)
3669,40	3669,233	$a^3F-z^5G^0$	$f^1-\gamma^1$	7—7	6,6
3670,60	3670,424	$a^3F-z^3P^0$	$f^1-\overline{p^1}$	7—5	9,5
3674,30	3674,105	$\left\{ \begin{array}{l} a^1D-z^3F^0 \\ a^3D-z^5D^0 \end{array} \right.$	$\overline{D^1}-\overline{f^1}$	$\left. \begin{array}{l} 5-5 \\ 7-5 \end{array} \right\}$	27
			$\overline{d^1}-\delta^1$		
3688,59	3688,413	$a^3F-z^3F^0$	$f^1-\overline{f^1}$	5—7	9,4
3694,07	3693,933	$a^3D-z^5D^0$	$\overline{d^1}-\delta^1$	5—3	2,8
3697,05	3696,904	$z^3D^0-f^3P$		7—5	0,25

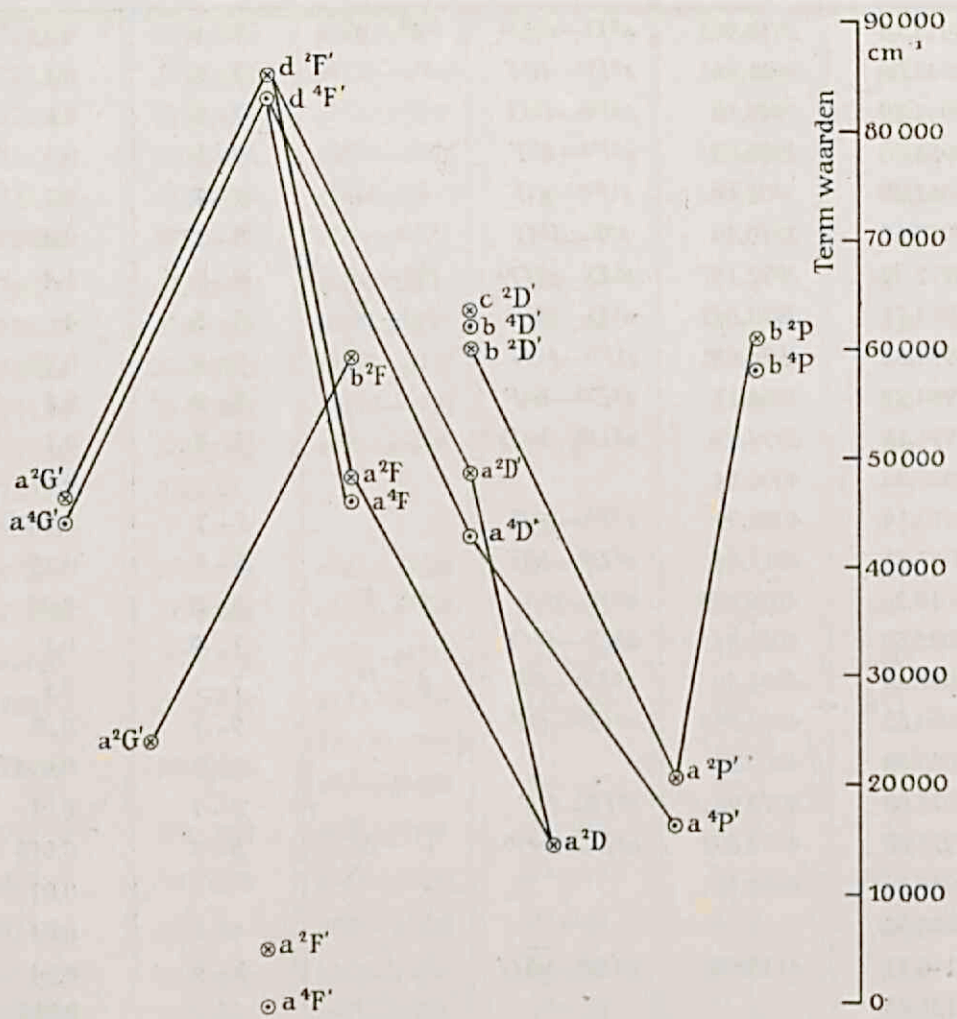
vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
3713,84	3713,696	$a^3P-y^3P_0$	p^1-k^1	3—5	0,2 4)
3715,65	3715,498	$z^3G^0-e^5G$		11—11	0,2 4)
3722,64	3722,484	$a^3D-z^3P_0$	$\bar{d}^1-\bar{p}^1$	3—5	9,6
3724,95	3724,815	$z^3G^0-e^5H$		11—13	0,25
3729,06	3728,919	$z^3G^0-g^3G$		9—9	0,2 4)
3730,90	3730,745	$a^3F-z^5G^0$	$f^1-\gamma^1$	5—5	0,5
3736,98	3736,811	$a^1D-z^5F^0$	$\bar{D}^1-\bar{\varphi}^1$	5—5	20
3739,40	3739,229	$a^3F-z^5G^0$	$f^1-\gamma^1$	7—9	5,2
3739,94	3739,787	$z^3G^0-e^3H$		7—9	1,5
3744,72	3744,560	$z^3G^0-e^3H$		9—11	0,5
3749,19	3749,042	$a^3F-z^5D^0$	$f^1-\delta^1$	9—7	2,1
3762,76	3762,62				0,3
3769,60					0,15 4)
3772,67	3772,518	$a^3D-z^5D^0$	$\bar{d}^1-\delta^1$	3—1	0,7
3775,75	3775,562	$a^1D-z^3D^0$	$\bar{D}^1-d^1$	5—5	50
3778,20	3778,048	$a^3D-z^5D^0$	$\bar{d}^1-\delta^1$	7—7	0,9
3783,72	3783,521	$a^1D-z^5F^0$	$\bar{D}^1-\bar{\varphi}^1$	5—7	51
3792,48	3792,325	$\{(z^5D^0-f^3S)$ $a^3F-z^5G^0$	$f^1-\gamma^1$	(1—3) 5—7	1,1
3793,79	3793,599	$a^3F-z^3P_0$	f^1-p^1	5—5	
3807,35	3807,135	$a^1D-z^3D^0$	$\bar{D}^1-d^1$	5—7	65
3811,46	3811,32	$a^3D-z^5D^0$	$\bar{d}^1-\delta^1$	3—3	0,08 4)
3831,89	3831,685	$a^1D-z^3P_0$	$\bar{D}^1-\bar{p}^1$	5—3	9,5
3833,00	3832,865	$a^3F-z^5D^0$	$f^1-\delta^1$	7—5	0,65
3844,40	3844,27	$z^3P_0-f^3S$		5—3	0,2 3)
3844,71	3844,58	$z^3G^0-g^3G$		7—9	0,15 3)
3858,51	3858,284	$a^1D-z^3F^0$	$\bar{D}^1-\bar{f}^1$	5—7	78
3863,21	3863,08	z^3G-g^3G		11—11	0,3
3889,84	3889,673	$\{(z^3G^0-e^3H)$ $a^3D-z^5D^0$	$\bar{d}^1-\delta^1$	(11—13) 3—5	0,9
3909,10	3908,93	$z^5F^0-f^3G$		9—11	
3912,47	3912,31	$z^3F^0-f^3G$		5—7	0,2 2)

vervolg Tabel 28

Golflengte		Multiplet volgens		Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.	Russell	Bechert en Sommer		
3913,14	3912,975	$a^3D-z^5D^0$	$\bar{d}^1-\delta^1$	7—9	0,15 2)
3942,00	3941,86	$z^3D^0-h^3F$		3—5	0,1
3944,29	3944,10	$z^3F^0-f^3G$		7—9	0,4
3954,70	3954,53	$z^3F^0-h^3F$		9—9	0,1
3962,25	3962,10	$z^1F^0-g^1F$		7—7	0,1
3970,65	3970,49	z^3F-f^3G		9—11	0,35
3972,32	3972,157	$a^1D-z^5G^0$	$\bar{D}^1-\gamma^1$	5—7	1,4
3973,71	3973,547	$a^1D-z^3P^0$	$\bar{D}^1-p^1$	5—5	4
3974,82	3974,681	$z^1F^0-f^1G$		7—9	0,35
3984,29	3984,17	$z^3D^0-h^3F$		7—9	0,2
3994,15	3993,97	$z^3D^0-h^3D$		7—7	0,1
4006,30	4006,14				0,01
4010,14	4009,99	$z^3F^0-g^3F$		7—7	0,007 4)
4017,67	4017,56	$z^3D^0-h^3F$		5—7	0,15
4019,20	4019,055	a^3P-2^0	p^1-b'	5—5	0,06
4025,60	4025,44	$z^5F^0-f^3G$		7—9	0,1
4057,45	4057,30	$z^5D^0-f^3F$	δ^1-f^2	7—7	0,1
4064,55	4064,380	$z^3G^0-f^1F$		9—7	0,05
4069,39	4069,24				0,015 4)
4073,08	4072,93	$z^1F^0-f^1F$		7—7	0,01 4)
4075,00	4074,897	$a^1D-z^5D^0$	$\bar{D}^1-\delta^1$	5—3	0,015 4)
4086,30	4086,15				0,01 4)
4098,30					0,01 4)
4116,11	4115,980	$y^3D^0-g^3G$		7—9	0,04
4121,48					0,015 4)
4123,94	4123,79	$y^3F^0-f^3P$		5—3	0,01 4)
4138,67	4138,52				0,01 4)
4150,53	4150,37	$z^3G^0-g^3F$		7—5	0,03
4164,80	4164,636	$a^1D-z^5D^0$	$\bar{D}^1-\delta^1$	5—5	0,02
4167,07	4166,96	$y^3F^0-i^3D$		7—7	0,02
4184,65	4184,473	$z^5D^0-f^3F$	δ^1-f^2	5—7	0,07
4195,72	4195,533	$y^3F^0-g^3G$		9—11	0,1
4200,60	4200,466	$z^5D^0-f^3F$	δ^1-f^2	7—9	0,15
4201,89	4201,728	$y^3F^0-i^3F$		9—9	0,15

HOOFDSTUK VII.

Het nikkelvonkspectrum.

Niveauschema van nikkelvonk.

Fig. 4.

Aan Shenstone hebben wij de analyse van dit spectrum te danken¹⁾; het is van even multipliciteit, en bevat doublet- en quartetssystemen; a^4F' is het grondniveau. In bijgaand niveau schema zijn de 12 gemeten multiplets aangegeven, terwijl de intercombinaties weer zijn weggelaten.

De quotiënten van intensiteitssommen en statistische gewichten zijn op de bekende manier opgemaakt, en in tabel 29 bijgeplaatst.

Tabel 29.

Multiplet		Quotiënten							
No.	Niveau's	Horizontaal				Verticaal			
1	$a^4D'—d^4F'$	—	1,2	1,0	1,3	—	1,7	1,4	1,65
2	$a^2P'—b^2P$	5	4,95			5,8	4,55		
3	$a^2P'—b^2D'$	0,5	0,05			0,07	0,5		
4	$a^4G'—d^4F'$	1,6	2,0	2,35	2,9	1,9	1,7	2,0	1,8
5	$a^2G'—d^2F'$	1,6	2,1			1,7	1,3		
6	$a^4F—d^4F'$	2,85	1,9	1,5	1,2	1,85	1,4	1,7	1,7
7	$a^2F—d^2F'$	1,6	1,0			1,3	1,2		
8	$a^2D'—d^2F'$	0,87	0,85			1,3	1,1		
9	$a^2G—b^2F$	0,6	0,9			0,5	0,7		
10	$a^2D—a^2D'$	2,8	1,1			2,6	1,3		
11	$a^2D—a^2F$	0,47	0,04			0,15	0,41		
12	$a^4P'—a^4D'$	3,2	2,15	1,3	0,65	5,0	3,25	0,85	

Van deze 12 multiplets zijn geheel compleet de nummers 2, 3, 5 en 11. Wij bespreken deze het eerst.

Tabel 30.

Stat. gew.	a^2P'		Som	Quot.
	1	2		
b^2P 1	3,2	1,8	5	5
2	2,6	7,3	9,9	5
Som	5,8	9,1		
Quot.	5,8	4,6		

¹⁾ A. G. Shenstone: The spark spectrum of Ni II; Phys. 30, 255, 1927.

In het doublet $a^2P' - b^2P$ is de overeenstemming met den sommenregel niet volkomen, wat direct al blijkt uit het ontbreken van symmetrie t.o.v. de diagonaal. Toch is de afwijking niet groot; als wij in plaats van 7,3 hadden 8,2, en 2,6 in plaats van 1,8 zouden de quotiënten gelijk zijn.

Tabel 31.

Stat. gew.	a^2P'		Som	Quot.
	1	2		
b^2D'	2	0,07	0,9	0,97
	3		0,15	0,15
Som		0,07	1,05	
Quot.		0,07	0,52	

In het doublet $a^2P' - b^2D'$ zijn de diagonaaltermen het zwakste, terwijl de sommenregel intensiteitsverhoudingen 5 : 1 : 9 eischt, waarvan 5 en 9 in de diagonaal.

Tabel 32.

Stat. gew.	a^2G'		Som	Quot.
	4	5		
d^2F'	3	4,8	4,8	1,6
	4	1,9 6,6	8,5	2,1
Som		6,7 6,6		
Quot.		1,7 1,3		

Ook in het doublet $a^2G' - d^2F'$ zijn de diagonaaltermen veel te zwak; de sommenregel eischt hier 27 : 1 : 35. Voor de multiplets 31 en 32 kunnen wij het resultaat ook als volgt formuleeren: de beide diagonaaltermen hebben vrijwel de gewenschte intensiteitsverhouding, n.l. 1 : 2,15 (eisch 1 : 1,8) en 1 : 1,38 (eisch 1 : 1,3), maar de derde lijn is veel te sterk.

Tabel 33.

Stat. gew.	a^2D		Som	Quot.
	2	3		
a^2F 3	0,3	1,1	1,4	0,47
4		0,15	0,15	0,04
Som	0,3	1,25		
Quot.	0,15	0,41		

Ook in het doublet $a^2D - a^2F$, waar de intensiteitsverhouding zou moeten zijn 14 : 1 : 20, zijn de diagonaaltermen veel te zwak, terwijl bovendien hun onderlinge verhouding onjuist is (4 : 20 inplaats van 14 : 20).

Bij elk der multiplets 7, 8, 9 en 10 ontbreekt één lijn; echter komt geen dezer vier lijnen in golflengtetabellen voor; ze hebben dus geen, of althans zeer geringe, intensiteit; de gevonden quotiënten kunnen hierdoor dan ook niet noemenswaard veranderen.

In het doublet $a^2D' - d^2F'$ (No. 8) zijn de intensiteitsverhoudingen niet onbevredigend. De sommenregel eischt voor de afzonderlijke intensiteiten een verhouding 14 : 1 : 20 en wij vinden 2,6 : 0 : 3,4, dus een verhouding 0,77 in plaats van 0,70 voor de beide aanwezige lijnen.

Grooter is de afwijking bij $a^2G - b^2F$ (No. 9). De sommenregel eischt hier 27 : 1 : 35, en wij vinden 1,9 : 0 : 3,6, dus een verhouding 0,53 in plaats van 0,8.

In de doublets $a^2F - d^2F'$ en $a^2D - 2D'$ (No. 7 en No. 10) is de vereischte symmetrie ten opzichte van de diagonaal weer niet aanwezig. Vooral het laatstgenoemde multiplet wijkt sterk van den sommenregel af (quotiënten 2,8 en 1,1; 2,6 en 1,3).

Ook bij de quartetsystemen 1, 4, 6 en 12 komt geen der ontbrekende lijnen in golflengtetabellen voor, zoodat de gevonden quotiënten hoogstens een zeer gering bedrag van de ware quotiënten kunnen verschillen. Ook bij dit viertal komen ernstige afwijkingen van den sommenregel voor, zooals in tabel 29 (blz. 53) te zien is.

Wij gaan nu in de eerste plaats na, of wij tot betere uitkomsten kunnen komen door doublet- en quartetsystemen met hun inter-combinaties samen te tellen.

Tabel 34.

Stat. gew.	<i>a 4F</i>				<i>a 2F</i>		Som Quot.	
	2	3	4	5	3	4		
<i>d 4F'</i>	2	3,7	2,0				5,7	2,85
	3		2,3	3,5			5,8	1,9
	4			3,3		1,0	6,9	1,7
	5						5,8	1,2
<i>d 2F'</i>	3				3,8	0,9	4,7	1,6
	4			0,6		4,0	4,6	1,15
Som		3,7	4,3	6,8	9,0	3,8	5,9	
Quot.		1,85	1,4	1,7	1,8	1,3	1,5	

Tabel 35.

Stat. gew.	<i>a 4G'</i>				<i>a 2G'</i>		Som Quot.	
	3	4	5	6	4	5		
<i>d 4F'</i>	2	3,2					3,2	1,6
	3	2,5	3,5				6,0	2,0
	4		3,3	6,1			9,4	2,35
	5			3,8	10,7		14,5	2,9
<i>d 2F'</i>	3				4,8		4,8	1,6
	4				1,9	6,6	8,5	2,1
Som		5,7	6,8	9,9	10,7	6,7	6,6	
Quot.		1,9	1,7	2,0	1,8	1,7	1,3	

Tabel 36.

Stat. gew.	$a\ 4D'$				$a\ 2D'$		Som	Quot.
	1	2	3	4	2	3		
2							—	—
$d\ 4F'$ 3		3,4	0,3		0,8		4,5	1,5
4			4,0			2,6	6,6	1,65
5				6,6			6,6	1,3
$d\ 2F$ 3					2,6		2,6	0,9
4						3,4	3,4	0,85
Som	—	3,4	4,3	6,6	3,4	6,0		
Quot.	—	1,7	1,4	1,65	1,7	2,0		

Van de vele theoretisch mogelijke intercombinatielijnen, die in de bovenstaande schema's niet aangegeven zijn, bestaat nog $a\ 4D'_2 - d\ 2F'_3$; deze is echter voor meting te zwak. Alle andere komen in 't geheel niet voor. Hoewel de gevonden quotiënten niet al te ver van een zekere gemiddelde waarde afliggen, zijn de afwijkingen toch te groot, om het resultaat bevredigend te kunnen noemen.

In de tweede plaats stellen wij lijnen samen, die een gemeenschappelijk aanvangsniveau hebben. Men vindt in het volgende schema 3 multiplets, die van $d\ 4F'$ uitgaan.

Tabel 37.

Stat. gew.	$a\ 4D'$				$a\ 4F'$				$a\ 4G'$				Som	Quot.
	1	2	3	4	2	3	4	5	3	4	5	6		
2					3,7	2,0			3,2				8,9	4,5
$d\ 4F'$ 3		3,4	0,3			2,3	3,5		2,5	3,5			15,5	5,2
4			4,0				3,3	2,6		3,3	6,1		19,3	4,8
5				6,6				5,8			3,8	10,7	26,9	5,4
Som	—	3,4	4,3	6,6	3,7	4,3	6,8	8,4	5,7	6,8	9,9	10,7		
Quot.	—	1,7	1,4	1,7	1,9	1,4	1,7	1,7	1,9	1,7	2,0	1,8		

De quotiënten lopen nu betrekkelijk weinig uiteen. Tellen wij enkele ook aanwezige intercombinaties erbij, dan worden de quotiënten 4,5; 5,4; 5,7 en 5,4.

Van d^2F' gaan 3 doubletsystemen uit

Tabel 38.

Stat. gew.	a^2D'		a^2F'		a^2G'		Som	Quot.
	2	3	3	4	4	5		
d^2F'	3	2,6	3,8	0,9	4,8		12,1	4,03
	4			4,0	1,9	6,6	15,9	3,98
Quot.		1,3 1,1	1,3	1,2	1,7	1,3		

Tellen wij de aanwezige intercombinaties er ook bij, dan worden de quotiënten 4,03 en 4,12. Hier vinden wij dus een bevestiging van den sommenregel.

In het aanwezige materiaal zijn dit de eenige twee gevallen, waarin verschillende multiplets van éézelfde niveau uitgaan. Wel is er nog het quartet $a^4P' - a^4D'$, dat met een aantal intercombinaties een gemeenschappelijk aanvangsniveau heeft; al te veel kunnen wij hier niet op afgaan, daar in het niet door ons onderzochte deel van het spectrum nog andere lijnen met ditzelfde aanvangsniveau voorkomen. Toch is het wel merkwaardig, dat de slechte intensiteitsverhoudingen van het quartet door deze toevoeging zoo flink gecorrigeerd worden (tabel 39).

Tabel 39.

Stat. gew.	a^4P'			a^2F'		a^2D		Som	Quot.
	1	2	3	3	4	2	3		
a^4D'	1	2,7	0,5			0,5		3,7	3,7
	2	2,3	2,0	0,4		1,0	0,4	6,1	3,6
	3		4,0	0,9	1,1	1,3	3,9	11,2	3,7
	4				2,7		7,2	12,5	3,1
Quot.		5	3,2 0,9	0,4	1,0	1,4	3,8		

Wanneer wij in de derde plaats gaan combineeren de lijnen, die hetzelfde eindniveau hebben, ondervinden wij weer het bezwaar, dat deze optellingen niet compleet zijn; verschillende hierbij behorende lijnen toch liggen in het niet onderzochte spectraalgebied. Toch valt de corrigeerende werking dezer samentellingen op te merken.

Tabel 40.

Stat. gew.	a^2D	
	2	3
a^2F 2	0,3	1,1
3		0,15
a^2D' 2	5,2	0,4
3		3,4
1	0,5	
a^4D' 2	1,0	0,4
3	1,3	3,9
4		7,2
a^4F 2	0,5	
3		0,3
Som	8,8	16,85
Quot.	4,4	5,6

Tabel 41.

Stat. gew.	a^2P'	
	1	2
b^2D' 2	0,07	0,9
3		0,15
b^2P 1	3,2	1,8
2	2,6	7,3
b^4D' 2	1,2	
1	1,0	
b^4P 2		2,0
3		0,8
a^2F 3		0,2
b^2F 3		0,4
Som	8,07	13,55
Quot.	8,1	6,8

Tabel 42.

Stat. gew.	a^4P'		
	1	2	3
1	2,7	0,5	
a^4D' 2	2,3	2,0	
3		4,0	
4			2,6
a^2D' 2		1,7	
3			2,7
a^2F 3			1,2
a^4F 4		0,3	
Som	5	8,5	6,5
Quot.	5	4,3	2,2

Het doublet $a^2D—a^2F$ alleen geeft quotiënten 0,15 en 0,4; doublet $a^2D—a^2D'$ levert 2,6 en 1,3; terwijl wij nu vinden 4,4 en 5,6.

Voor de multiplets $a^2P'—b^2D'$ en $a^2P'—b^2P$ zijn de quotiënten 0,07 en 0,5 voor het eerste; 5,8 en 4,6 voor het tweede; na samentelling met de intercombinaties krijgen wij 8,1 en 6,8; terwijl voor multiplet $a^4P'—a^4D'$ de quotiënten 5; 3,3 en 0,9 overgaan in 5; 4,3 en 2,2.

Daar de veranderingen overal in de gewenschte richting gaan, kunnen wij dus de hoop koesteren, dat een complete optelling gelijke quotiënten zal opleveren.

Tenslotte gaan wij na de verhouding van de intensiteitsom-

men voor doublet- en quartetsystemen. Bij afwezigheid van intercombinaties zouden wij een verhouding 1:2 moeten vinden. De gevonden waarden, respectievelijk vóór en na deeling door ν^4 , vindt men in tabel 43.

Tabel 43.

Multiplet	Verhoudingen	
$a^2D' - d^2F'$ en $a^4D' - d^4F'$	1 : 2,4	1 : 1,6
$a^2G' - d^2F'$ en $a^4G' - d^4F'$	1 : 2,5	1 : 2,4
$a^2F - d^2F'$ en $a^4F - d^4F'$	1 : 2,6	1 : 2,4

Intercombinaties zijn er, zooals men enkele bladzijden terug vinden kan, in het eerste geval 3, in het tweede geval 2, terwijl ze in het laatste geval ontbreken; toch is de overeenstemming met de te verwachten intensiteitsverhouding hier niet beter.

We geven nu in tabel 44 de gevonden intensiteiten. Aan de lijn 2437,884 is (willekeurig) een intensiteit 100 toegekend.

Nikkelvonspectrum.

Tabel 44.

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2416,21	2416,13	$a^2F' - a^2G'$	3—4	29
2419,40				0,8
2429,17				0,5
2431,65	2431,57	$a^2P' - b^4D'$	1—2	1,2
2433,64	2433,57	$a^2F' - a^4F$	3—3	6,7
2437,98	2437,884	$a^2F' - a^4F$	4—5	100
2441,77				1,0
2441,90				0,6
2451,05				0,8
2454,09				0,6
2455,60	2455,51	$a^2F' - a^4G'$	4—4	1,8
	2459,32	$a^4D' - d^4F'$	3—3	0,3

vervolg Tabel 44

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2465,34				0,2
2472,27				1,0
2473,28	2473,13	$a^2F' - a^4F$	3—4	13,4
2476,96				0,8
2484,41	2484,32	$a^4D' - d^4F'$	4—5	6,6
2497,92	2497,80	$a^2F' - a^4G'$	3—3	1,0
2503,47				0,8
2505,94	2505,84	$a^2P' - b^2P$	2—2	7,3
2511,00	2510,87	$a^2F' - a^4G'$	4—5	98
2514,85	2514,75	$a^4D' - d^4F'$	2—3	3,4
	2520,33	$a^2P' - b^2D'$	2—3	0,15
	2525,42	$a^4D' - d^4F'$	3—4	4,0
2539,20	2539,09	$a^2P' - b^2P$	1—2	2,6
2540,14				2,0
2546,01	2545,90	$a^2F' - a^4G'$	3—4	21
	2547,16	$a^2G - c^2D'$	4—3	0,5 ⁴⁾
	2549,56	$a^2P' - b^2P$	2—1	1,8
	2551,04	$a^2F' - a^4D'$	4—3	1,1
	2555,13	$a^4G' - d^4F'$	4—3	3,5
2557,98	2557,88	$a^2P' - b^2D'$	2—2	0,9
	2560,30	$a^4G' - d^4F'$	3—2	3,2
	2565,36	$a^4F - d^2F'?$	5—4	0,6 ⁴⁾
2566,12	2566,08	$a^4G' - d^4F'$	5—4	6,1
2584,10	2584,01	$a^2P' - b^2P$	1—1	3,2
	2587,25	$a^2F' - a^4D'$	3—2	0,4
2588,40	2588,31	$a^2P' - b^2F$	2—3	0,4
	2592,54	$a^2P' - b^2D'$	1—2	0,07
2601,22	2601,126	$a^4G' - d^4F'$	5—5	3,8
	2605,45	$a^4G' - d^4F'$	3—3	2,5
2606,50	2606,40	$a^2G' - d^2F'$	4—3	4,8
2610,20	2610,08	$a^4G' - d^4F'$	6—5	10,7
2611,78	2611,66	$a^2G - b^4D'$	5—4	1,6

vervolg Tabel 44

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit	
volgens Kayser	in I. A.				
2615,29	2615,20	$a^2G'-d^2F'$	5—4	6,6	
2623,25	2623,10	a^2G-b^4D'	4—3	0,3	4)
	2626,57	$a^4G'-d^4F'$	4—4	3,3	
2630,40	2630,29	$a^2F'-a^4D$	4—4	2,7	
	2631,52	a^4F-d^4F'	3—2	2,0	
2632,98	2632,86	a^4F-d^4F'	4—3	3,5	
2647,15	2647,04	a^4F-d^4F'	5—4	2,6	
2648,85	2648,72	$a^2F'-a^4D'$	3—3	0,9	
2655,6	2655,46	a^2F-d^2F'	4—3	0,9	2)
2656,05	2655,90	a^4F-d^4F'	2—2	3,7	1)
2659,8				2,5	
2665,39	2665,25	$a^2P'-b^4P$	2—2	2,0	
2666,00	2665,86	$a^2P'-b^4P$	2—3	0,8	
2670,45	2670,33	$a^2P'-b^4P$	1—1	1,0	
2679,35	2679,25	a^4F-d^4F'	3—3	2,3	
2684,57	2684,41	a^4F-d^4F'	5—5	5,8	
2690,8	2690,62	$a^2G'-d^2F'$	4—4	1,9	
2708,9	2708,78	a^4F-d^4F'	4—4	3,3	
2743,1	2743,01	a^2F-d^2F'	4—4	4,0	
2746,85				1,4	
2759,15	2759,02	a^2F-d^2F'	3—3	3,8	
2760,82	2760,67	a^2G-b^2D'	4—3	1,1	
2768,9	2768,78	$a^2D'-d^2F'$	3—4	3,4	
2775,45	2775,31	$a^2D'-d^2F'$	2—3	2,6	
2794,93				0,7	4)
2798,75				1,8	
2802,4				0,2	4)
2805,20				0,2	4)
2805,80	2805,67	a^2G-b^2F	5—4	3,6	
2808,47	2808,35	a^2D-a^2D'	3—2	0,4	
2821,45				2,3	
	2825,23	a^2D-a^2F	3—3	1,1	

vervolg Tabel 44

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2834,66				0,7
	2836,58	a^2F-d^4F'	4—4	1,0
2842,55	2842,41	a^2G-b^2F	4—3	1,9
2863,84	2863,69	a^2D-a^2D'	2—2	5,2
2864,4	2864,16	$a^2D'-d^4F'$	3—4	2,6
2865,63				0,6
	2881,24	a^2D-a^2F	2—3	0,3
	2882,54	$a^2D'-d^4F'$	2—3	0,8
2907,10				0,4
2913,71	2913,59	a^2D-a^2D'	3—3	3,4
2914,11				0,2 3)
	2942,71	a^2D-a^2F	3—4	0,15 4)
2944,03				4,8
2947,56	2947,45	$a^4P'-a^2D'$	2—2	1,7
2969,32				0,6
2981,81				5,7
2984,30				2,8
2988,21	2988,05	$a^4P'-a^2F$	3—3	1,2
2992,75				4,2
2994,60				6,6
3002,65				19
3003,76				15
3012,14				19
3019,27				3,7
3032,00				1,3
	3032,44	a^2D-a^4F	3—3	0,3
3038,09				13
3045,16				1,2
3050,99				21
3054,46				12
3057,79				16
3064,12	3063,93	a^2D-a^4F	2—2	0,5

vervolg Tabel 44

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit	
volgens Kayser	in I. A.				
3064,76	3087,07	$a^4P' - a^2D'$	3—3	5,0	
3080,90				3,5	
3087,20				2,7	
3097,26				2,0	
3099,26				1,5	
3101,70				21	3)
3102,02				12	3)
3105,60				1,7	
3114,25				2,2	
3129,40				0,2	
3134,21				16	
3197,24				1,4	
3214,21				1,2	
3216,95				1,0	
3217,95				2,0	
3221,43				1,0	
3221,80				2,2	
3225,18				3,0	
3227,14				1,0	
3233,05				9,8	
3234,76				2,5	
3243,20	3274,90	$a^2D - a^4D'$	3—2	6,0	
3248,57				1,1	
3249,55				0,8	
3250,90				1,7	
3271,26				0,8	
3275,03				0,4	
3282,85				0,8	
3282,97				0,3	3)
3287,06				0,5	
3290,70	3290,54	$a^4P' - a^4F?$	3—4	0,3	2)
3290,83	3290,69	$a^2D - a^4D'$	2—1	0,5	2)

vervolg Tabel 44

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit	
volgens Kayser	in I. A.				
3305,10				0,3	4)
3312,46				1,0	
3313,12				0,6	
3315,80				7,0	
3320,41				4,4	
3322,46				3,1	
3326,85				0,2	4)
3350,56	3350,42	$a^2D—a^4D'$	2—2	1,0	
3359,24				0,4	
3361,73				5,0	
3362,94				0,2	4)
3365,90				4,0	1)
3366,31				4,3	1)
3366,92				1,7	1)
3369,71				20	
3372,14				4,6	
3374,13	3373,98	$a^2D—a^4D'$	3—3	3,9	3)
3374,36				2,9	3)
3374,77				1,6	3)
3380,74				21,5	2)
3381,04				6,5	2)
3391,20				11,4	
3393,16				23	
3396,25				0,5	
	3397,82	$a^2P'—a^2F$	2—3	0,2	4)
3401,30				0,5	
3401,90	3401,76	$a^4P'—a^4D'$	2—1	0,5	
3403,45				0,8	
3407,43	3407,30	$a^4P'—a^4D'$	1—1	2,7	
3409,70				0,9	
3413,61				5,0	
3414,05				2,5	

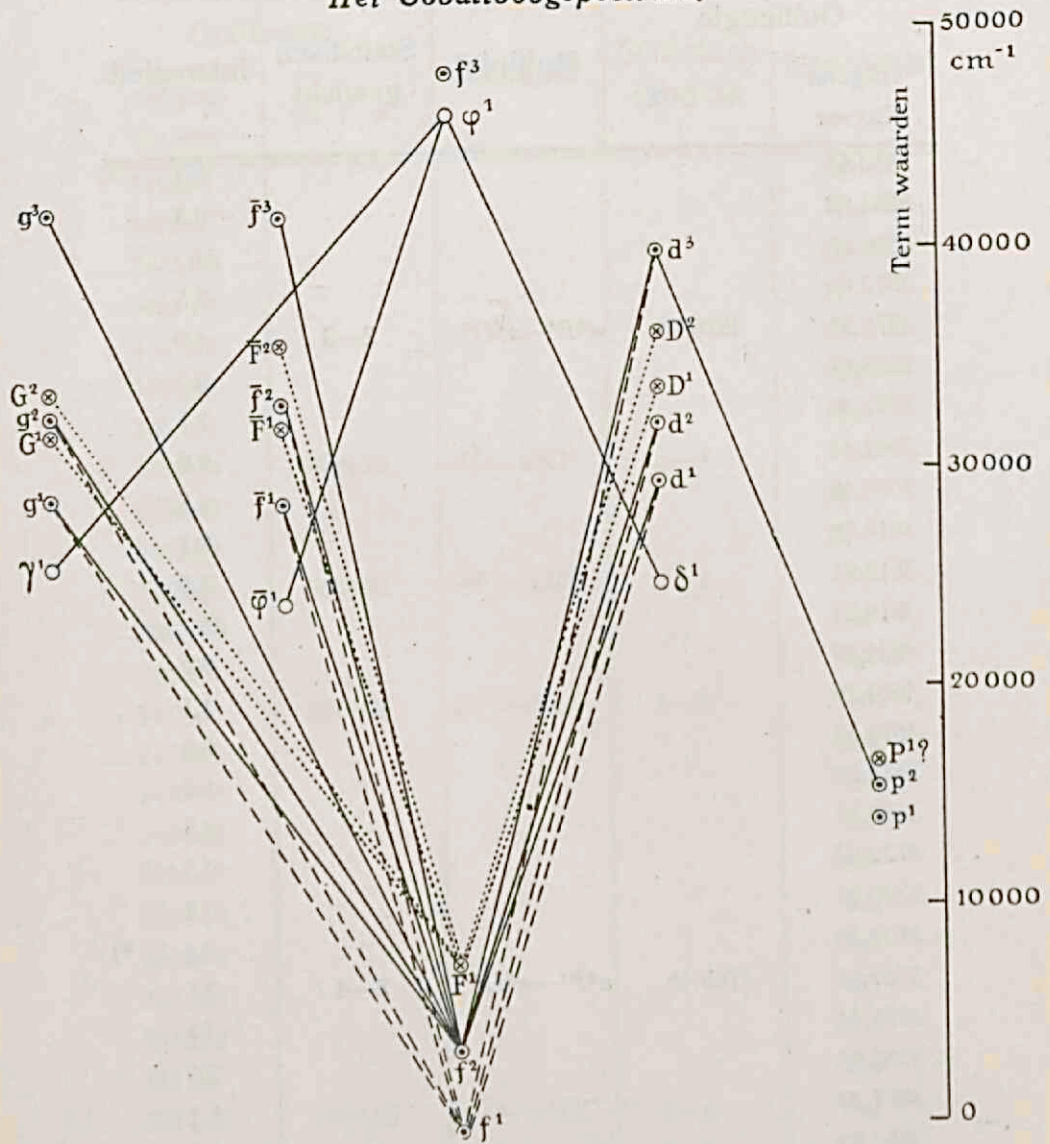
vervolg Tabel 44

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3414,91				34
3421,47				0,6
3423,88				14
3433,70				17
3437,42				14
3446,41				22,5
3453,06				12,5
3454,29	3454,16	$a^2D—a^4D'$	2—3	1,3
3458,62				28
3461,84				23
3465,77	3465,62	$a^4P'—a^4D'$	2—2	2,0
3467,63				1,1
3469,61				2,0
3471,50	3471,35	$a^4P'—a^4D'$	1—2	2,3
3472,71				13,4
3483,95				7,2
3486,05				0,6
3493,13				25,5
3501,04				5,6
3502,74				0,3 4)
3507,84				0,5
3510,52				15
3511,8				0,3 4)
3514,13	3513,95	$a^2D—a^4D'$	3—4	7,2
3515,21				30
3516,32				0,8
3518,76				0,5
3519,90				3,4
3524,69				33
3528,10				0,7
3548,32				2,4
3551,70				0,4 4)

vervolg Tabel 44

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3553,65	3576,76	$a^4P' - a^4D'$	2—3	0,4 ⁴⁾
3561,92				0,5
3566,55				23
3572,06				7,5
3576,91				4,0
3588,07				0,5
3597,86				7,7
3602,44				0,9
3609,49				1,5
3610,68				8,1
3612,91				3,9
3619,54				25
3624,89				0,9
3664,26				1,1
3670,59				1,0
3674,29				1,2
3688,57				0,5
3722,62				0,5
3736,96				0,8
3739,38				0,4 ⁴⁾
3769,62	3769,45	$a^4P' - a^4D'$	3—4	2,6
3775,74				3,1
3783,67				3,6
3807,29				5,1
3858,50				9,7

HOOFDSTUK VIII. Het Cobaltboogspectrum.



Niveauschema van Cobaltboog.

Fig. 5.

Uit de analyse van Catalan en Bechert¹⁾ blijkt, dat het cobaltboogspectrum van even multipliciteit is. Het bevat doublet-, quartet- en sextetsystemen. Het grondniveau behoort tot een quartetterm f^1 .

¹⁾ Catalan und Bechert: „Die Struktur des Kobaltspektrums”. Zeitschr. f. Phys. 32, 336, 1925.

In vorenstaand niveauschema zijn de door ons gemeten multiplets aangegeven, terwijl men de quotiënten van intensiteits-sommen en statistische gewichten vindt in tabel 45. De nummering der multiplets is dezelfde als in het genoemde artikel.

De quotiënten, die omlijst zijn, hebben een te groote waarde, doordat er dubbel geordende lijnen in het betreffende multiplet voorkomen. Bij quartet No. 30 zijn enkele quotiënten niet ingevuld, daar één der lijnen in het multiplet zelf twee keer is geordend. Deze ééne lijn maakt dus 4 quotiënten onzeker.

Tabel 45.

Multiplet		Quotiënten											
No.	Niveau's	Horizontaal						Verticaal					
4	$F1-D1$	40	46					29	34				
5	$F1-D2$	108	56					73	42				
6	$F1-\overline{F1}$	35	34					26	41				
7	$F1-\overline{F2}$	75	67					102	47				
8	$F1-G1$	72	61					77	90				
9	$F1-G2$	98	47					95	85				
15	p^2-d^3	6,1	6,5	7,5	8,0			10,3	8,3	15,5			
19	f^1-d^1	99	80	78	41			89	83	41	13		
20	f^1-d^2	16	16	15	10			10	12	11	6		
21	f^1-d^3	20	20	16	11			23	15	8	4,4		
22	f^2-d^1	35	76	71	52			29	54	51	38		
23	f^2-d^2	155	115	83	51			135	78	62	18		
24	f^2-d^3	4,4	4,8	7,4	7,6			5,7	5,9	6,4	2,4		
25	$f^1-\overline{f^1}$	89	72	<u>82</u>	30			75	70	60	<u>55</u>		
26	$f^1-\overline{f^2}$	59	30	22	17			38	36	29	17		
28	$f^2-\overline{f^1}$	<u>2,3</u>	2,4	3	7,7			1,0	<u>2,1</u>	3,5	8		
29	$f^2-\overline{f^2}$	132	118	<u>98</u>	49			157	<u>127</u>	79	49		
30	$f^2-\overline{f^3}$	11	?	11,5	?			21	?	12	?		
31	f^1-g^1	33	23	18	15			50	28	25	18		
32	f^1-g^2	38	30	10	7			25	30	29	14		
34	f^2-g^1	4,4	7,5	9,6	6,5			0,5	3,8	8,7	17,6		
35	f^2-g^2	142	89	61	26			88	97	93	80		
36	f^2-g^3	2,2	5,5	2,8	3,8			3,0	3,9	6,2	4,6		
81	$\delta^1-\varphi^1$	1,6	2,6	2,6	3,3	4,4	1,1	2,2	2,2	3,0	3,4	5,3	
82	$\overline{\varphi^1}-\varphi^1$	2,9	3,0	3,8	2,8	2,3	12	4,3	4,6	3,7	1,5	7,5	8,2

Geen der 25 multiplets voldoet aan den sommenregel. Letten wij b.v. op de doubletsystemen, als zijnde de eenvoudigste.

In multiplet 4 (F^1-D^1) eischt de sommenregel een intensiteitsverhouding 14:1:20, dus voor de diagonaaltermen een verhouding 0,7. Wij vinden 80; 1 en 137, dus een verhouding 0,58. Deze afwijking is dus niet groot, maar de derde lijn is veel te zwak.

Ook in multiplet 5 (F^1-D^2) eischt de sommenregel een verhouding 14:1:20. De meting levert hier 215; 2,5 en 166, dus een verhouding 1,3 voor de diagonaaltermen, in plaats van de gewenschte 0,7. De derde lijn is weer veel te zwak.

In multiplet 8 (F^1-G^1), waar de sommenregel 27:1:35 doet verwachten, vinden wij 232, 55 en 306. In de diagonaal vinden wij hier de juiste verhouding (0,76; de eisch was 0,77), maar de derde lijn is veel te sterk.

Voor multiplet 9 (F^1-G^2) geeft de sommenregel weer 27:1:35. Wij meten 285, 107 en 235, dus een verhouding 1,21 in plaats van 0,77, terwijl de derde lijn minstens 10 keer te sterk is.

Multiplet 6 ($F^1-\bar{F}^1$) zou symmetrisch moeten zijn ten opzichte van de diagonaal; de meting levert, in plaats van gelijke waarden, intensiteiten 1 en 27. En in multiplet 7 ($F^1-\bar{F}^2$), waar wij ook gelijke waarden verwachten, vinden wij 83 en 2,4.

Overzien wij alle gemeten multiplets, dan blijken de afwijkingen van den sommenregel gewoonlijk in dezelfde richting te zijn, n.l. zóó, dat de niveau's met de grootste statistische gewichten te kleine quotiënten verkrijgen. Toch komen ook multiplets voor, waarbij de quotiënten geen systematisch verloop vertoonen (b.v. No. 20 en 22); soms zelfs zijn de afwijkingen in tegengestelde richting (b.v. bij no. 4, 15, 34, 36, 81, 82). 't Is merkwaardig, dat de multiplets 81, 82 (en 15) met hun hooger liggende eindniveau's tot deze laatste groep behooren, evenals dat bij nikkelboog het geval was. Uit voortgezette metingen zal moeten blijken, of dit toevallig is, of niet. Bij nikkelvonk valt iets dergelijks niet op te merken.

Wanneer wij doublet- en quartetsystemen met hun intercombinaties gaan combineeren, komen wij niet tot gunstige resultaten.

Voor de overgangen tusschen f^1 , F^1 en g^2 , G^2 vindt men de uitwerking in tabel 46.

Tabel 46.

Stat. gew.	f^1				F^1		Som	Quot.
	2	3	4	5	3	4		
G^2 4		4,4	2,7	4,4	285	107	403,5	101
5			16	36		235	287	57
3	49	35	30			1,9	115,9	39
g^2 4		56	38	24	51	5,0	174,0	44
5			48	4,9		244	296,9	59
6				42			42	7
Som	49	95,4	134,7	111,3	336	592,9		
Quot.	25	32	34	22	112	148		

Op dezelfde wijze vinden wij de volgende quotiënten:

Tabel 47.

Overgang tusschen:	Quotiënten											
	Horizontaal						Verticaal					
$f^1 - F^1$ en $g^1 - G^1$	73	66	33	23	19	15	50	28	31	18	77	91
$f^1 - F^1$ en $\bar{f}^2 - \bar{F}^2$	78	73	65	33	53	46	38	38	34	17	150	83
$f^1 - F^1$ en $d^2 - D^2$	109	58	16	16	16	19	10	14	12	6	74	51

Ook de hier niet behandelde multiplets geven geen betere uitkomsten.

Nemen wij samen de lijnen met gemeenschappelijk aanvangsniveau, dan vinden wij de quotiënten van tabel 48.

Tabel 48.

Aanvangsniveau	Quotiënten			
g^1	38	31	28	21
G^1	110	84		
g^2	181	133	120	33
G^2	138	84		

Hoewel voor de hier genoemde niveau's de intensiteiten van alle geordende lijnen gemeten zijn, is het resultaat niet noemenswaard beter dan dat der afzonderlijke multiplets, soms (voor G^1) zelfs slechter.

Wat de andere niveau's aangaat, constateeren wij een lichte verbetering voor φ^1 . Hier tellen wij bijeen de multiplets $\delta^1 - \varphi^1$, $\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$ en $\delta^1 - \varphi^1$. Van het laatste zijn echter alleen de diagonaaltermen gemeten. De quotiënten worden nu 7,6; 8,2; 9,2; 9,2; 9,4 en 16,3. Op verdere verbetering bestaat weinig uitzicht, daar slechts enkele zwakke lijnen ontbreken.

De eenige behoorlijke vooruitgang vinden wij bij d^3 , waar de quotiënten worden 31, 32, 32, en 28 (wij combineeren hier $f^1 - d^3$, $f^2 - d^3$, $F^1 - d^3$ en $p^2 - d^3$). Toch zegt dit resultaat niet veel, daar $p^1 - d^3$, $p^2 - d^3$ en $P^1 - d^3$ in het niet onderzochte deel van het spectrum liggen. Combineeren wij alleen $f^1 - d^3$, $f^2 - d^3$ en $F^1 - d^3$, dan vinden wij 24, 25, 24 en 19.

Bij alle andere niveau's ontbreken vele lijnen, zoodat de vergelijking der uitkomsten met de theorie geen beteekenis heeft. Wel valt reeds op te merken, dat de aanwezige intercombinaties geen merkbare verbetering aanbrengen.

Wij kunnen nu nog samenstellen alle lijnen met hetzelfde eindniveau. De uitkomsten vindt men in tabel 49.

Tabel 49.

Eindniveau	Quotiënten			
f^1	315	293	235	144
f^2	431	488	413	264
F^1	467	450		

In elk dezer drie gevallen ontbreken nog enkele lijnsystemen, n.l.: $f^1 - g^3$ en $f^1 - \bar{f}^3$;

$f^2 - \gamma^1$ en $f^2 - \bar{\varphi}^1$;

$F^1 - d^1$, $F^1 - \bar{f}^1$ en $F^1 - \bar{\varphi}^1$;

maar het is toch wel heel onwaarschijnlijk, dat de bovenstaande getallen, die uit 16, 16 en 13 lijnencomplexen zijn afgeleid, hierdoor veel zouden veranderen.

Hoewel de quotiënten in het laatste geval vrijwel gelijk zijn, brengt voor het spectrum in zijn geheel ook deze optelling geen afdoende verbetering.

In de laatste plaats gaan wij na de intensiteitsverhouding van de doublet- en quartetsystemen. Als er geen intercombinaties optreden kan men hiervoor, zooals bij nikkelvonk reeds werd opgemerkt, een verhouding 1 : 2 verwachten.

In de laatste kolom van tabel 50 vindt men weer de verhouding zooals ze wordt na deeling door ν^4 .

Tabel 50.

Multiplets	Verhoudingen	
F^1-D^1 en f^1-d^1	1 : 3	1 : 2
F^1-D^2 en f^1-d^2	1 : 0,34	1 : 0,22
$F^1-\bar{F}^1$ en $f^1-\bar{f}^1$	1 : 3,6	1 : 2,1
$F^1-\bar{F}^2$ en $f^1-\bar{f}^2$	1 : 0,78	1 : 0,4
F^1-G^1 en f^1-g^1	1 : 0,63	1 : 0,3
F^1-G^2 en f^1-g^2	1 : 0,52	1 : 0,22

Men ziet, dat de afwijkingen ernstig zijn; in 4 van de 6 gevallen is het doublet zelfs sterker dan het quartet. Terwijl de deeling door ν^4 in de beide andere gevallen de juiste verhouding oplevert, maakt ze hier de fout nog groter. Aan de optredende intercombinaties kunnen wij deze afwijkingen toch niet uitsluitend toeschrijven, daar de systemen F^1-D^2 en F^1-G^1 , waar de intercombinaties zwak zijn, ongeveer evenveel afwijken als $F^1 - \bar{F}^2$ en $F^1 - G^2$ met hun sterke intercombinaties.

Al de gevonden intensiteitswaarden vindt men in tabel 51; voor de lijn 3334,151 is (willekeurig) de intensiteit 100 gesteld.

Tabel 51.

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2441,15				9,4
2443,00				2,7
2443,63	2443,55	f^2-l	4-3	5,1
2443,89				2,2
2446,60				0,9
2449,24				1,4
2450,10				2,4
2451,84				1,2
2453,50				2,0
2456,31				12
2460,28				2,2
2460,90	2460,81	f^1-f^3	2-3	11
2462,22				3,8
2463,85				6,0
2464,30				2,8
2464,58				2,8 2)
2464,71				4,5 2)
2467,80	2467,71	f^1-f^3	3-4	11
2470,38				16
2473,02				10
2474,01	2473,92	f^1-f^3	4-5	8,7
2476,73	2476,64	f^2-c	5-4	17
		f^2-l^4	3-3	
2483,70				15
2485,44				0,9
2486,53				3,4
2488,55				3,0
2489,36				3,3
2494,05				5,2
2494,83				9,5

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2495,65	2495,56	f^2-i	4—3	13
2496,80				17
2500,60	2500,51	f^2-l	2—3	3,2
2504,63				17
2505,2				1,4
2506,55				7,7
2507,26				1,0
2511,12	2511,03	f^2-b	5—5	18
2513,01				9,3
2513,20				6,4
2517,90	2517,81	f^2-c	4—4	23
2519,90				5,4
2521,03				1,1
2521,49	2521,40	f^1-d^3	5—4	22
2525,09				6,5
2528,67				11
2529,06	2528,97	f^1-d^3	4—3	23
2530,22	2530,13	f^2-i	3—3	21
2530,65				6,8
2531,45				4,0
2532,26				21
2535,45				5,6
2536,02	2535,93	f^1-d^3	3—2	21
2536,55				19
2538,45				2,7
2542,05				5,2
2544,34	2544,25	f^1-d^3	2—1	20
2544,94				12
2548,40				20
2549,37				14
2553,09	2553,00	f^2-c	3—4	16
2553,44	2553,35	f^2-b	4—5	18

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2555,15	2555,06	{ f^2-a f^2-i	5—5	17
			2—3	12
2556,85				4,6
2559,48				2,0
2561,37				19
2562,22	2562,13	f^1-d^3	2—2	8,3
2564,14				20
2567,42	2567,33	f^1-d^3	3—3	8,8
2572,32				18
2574,45	2574,36	f^1-d^3	4—4	1,2
2574,94				4,2
2575,82				2,5
2578,99				20
2580,43				16
2580,95				7,8
2582,35				11
2585,45	2585,36	f^2-g^3	4—4	9,0
2587,30				11
2590,70				12
2591,78				6,6
2594,26	2594,176	f^1-d^3	2—3	1,9
2595,31				0,6
	2596,000	f^2-g^3	3—3	4,9
2601,07	2600,991	f^2-f^3	5—4	9,0
2606,22				4,7
2610,86	2610,770	f^2-f^3	4—3	1,4
2613,60				10
2613,98				5,4
2614,23	2614,132	f^1-d^3	3—4	0,9
2614,45				2,4
2615,45				4,1
2616,34				

2)

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2617,95				6,7
2619,36				5,0
2622,15	2622,064	f^2-g^3	4—5	14 1)
2622,35	2622,252	f^2-g^3	2—3	5,9 1)
2622,54	2622,434	f^2-g^3	3—4	11 1)
2623,54	2623,450	f^2-f^3	3—2	11
2623,85				4,0
2627,13				3,5
2627,71	2627,641	f^2-g^3	5—6	23
2630,05				2,3
2640,33				1,5
2642,97				2,1
2644,89				4,9
2646,51	2646,420	f^2-f^3	4—4	24
2648,79	2648,648	f^2-f^3	{ 3—3 5—5	51
2650,04	2650,271	f^2-f^3		11
2650,40				11
2653,84				0,5 4)
2661,80				1,0
2663,61				0,6
2669,65				1,0
2674,04				1,3
2676,06	2675,987	f^2-f^3	2—3	10
2679,83				12
2680,20				2,6
2685,44	2685,340	f^2-f^3	3—4	17
2694,50				2,1
2694,76				2,2
2695,93	2695,853	f^2-f^3	4—5	20
2705,50				1,5

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2705,94				3,7
2708,88				1,4
2716,05				13
2719,65				1,1
2722,20				1,4
2728,86				1,0
2731,20				5,7
2740,54				7,2
2745,17				8,0
2746,10				1,3
2750,20				3,5
2752,21				1,7
2758,67				1,0
2761,49	2761,375	f^2-d^3	4—3	9,6
2763,19				1,0
2764,30	2764,193	f^2-d^3	5—4	12
2766,31				9,0 1)
2766,47	2766,37	f^2-d^3	3—2	4,2 1)
2768,80				1,2
2772,80				1,6
2775,06	2774,964	f^2-d^3	2—1	4,4
2775,29				0,7 1)
2775,67				1,5
2778,92				8,7
2786,00				2,2
2790,40				0,7
2791,13				1,7
2791,57				0,6
2792,55				2,2
2796,33	2796,236	f^2-d^3	2—2	5,4
2797,18				4,0
2803,87	2803,775	f^2-d^3	3—3	11

Vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2804,25				1,0 ²⁾
2811,23				1,5
2811,64				2,6
2815,06	2814,979	$f^1-\overline{F}^2$	4—3	1,1
2815,65	2815,557	f^2-d^3	4—4	16
2818,69	2818,596	f^1-D^2	3—2	2,2
2820,11	2820,003	$f^1-\overline{F}^2$	5—4	3,6
2821,86				1,6
2823,78				1,2
2825,29				2,5
2826,91				1,9
2828,55				0,8
2834,02	2833,928	f^1-D^2	4—3	1,9
2834,55	2834,425	f^2-d^3	2—3	1,7
2837,26				4,7
2842,46				1,8
2850,15				4,3
2851,05	2950,956	f^1-D^2	2—2	1,1
2859,75	2859,660	f^2-d^3	3—4	2,4
2861,48				0,5
2862,70	2862,610	$f^1-\overline{F}^2$	3—3	7,0
2867,57				0,4
2872,60				3,7
2878,65				1,4
2879,71				3,1
2882,34	2882,221	f^1-D^2	3—3	1,8
2886,55	2886,448	$f^1-\overline{F}^2$	4—4	20
2892,37				1,8
2895,46				0,7 ³⁾
2895,57				1,6 ³⁾
2899,91	2899,801	F^1-f^3	4—4	3,3

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
2903,30				1,9
2904,40				0,6
2907,75				0,5
2911,70	2911,560	$F1-\overline{f^3}$	3—2	0,7
	2916,041	$f1-D^2$	2—3	0,2 4)
2919,66				1,3
2927,78				5,0
2928,91	2928,819	$f1-G^2$	5—4	4,4
2929,62				5,1
	2936,551	$f1-\overline{F^2}$	3—4	0,5 1)
	2942,630	$F1-\overline{f^3}$	3—3	0,5
2943,60				1,9
2955,50				1,6
2957,79				3,1 2)
2969,70				0,7
2975,56				0,6
2977,56				0,5
2978,10				1,5
2982,37				1,0
2984,24				0,3 4)
2987,28	2987,172	$f1-\overline{f^2}$	5—4	33
2989,70	2989,599	$f1-G^2$	5—5	36
2996,67				1,0
2999,84				1,0 2)
3000,66	3000,554	$f1-G^2$	4—4	2,7
3005,86				3,2 1)
3006,10				0,8 1)
3013,70	3013,598	$f1-g^2$	5—4	24
3015,77				3,8
3017,33				1,0 3)
3017,66	3017,552	$f1-\overline{f^2}$	4—3	31
3019,23				0,7

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3022,47				3,2
3023,66				0,5
3026,49				10,7
3028,31				0,6
3031,43				2,4
3034,55	3034,426	f^1-D^1	3—2	15
3038,42	3038,304	F^1-d^3	4—3	2,1
3039,66				3,3
3040,93				14
3042,60	3042,482	f^1-g^2	4—3	30
3044,11	3044,007	$f^1-\bar{f}^2$	5—5	50
3045,13				0,7
3048,21				2,0 2)
3049,00	3048,892	$f^1-\bar{f}^2$	3—2	46
3050,64				3,6 2)
3054,84	3054,724	f^1-G^2	3—4	4,4
3060,17				7,9
3061,15				1,5 1)
3061,94	3061,825	$f^1-\bar{f}^2$	4—4	49
3062,33	3062,198	f^1-D^1	4—3	8,8 1)
3064,49	3064,375	f^1-G^2	4—5	16
3070,94				1,3 1)
3072,06	3071,954	f^1-D^1	2—2	9,4 2)
3072,45	3072,346	$f^1-\bar{f}^2$	3—3	56
3073,64				3,3
3079,49	3079,390	f^1-g^2	5—5	4,9
3082,73	3082,614	f^1-g^2	5—6	42
3086,46				9,0 2)
3086,89	3086,778	$f^1-\bar{f}^2$	2—2	71
3087,86				2,1
3088,76	3088,676	F^1-d^3	3—2	0,9
3089,68	3089,593	f^1-g^2	4—4	38

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3090,36				3,0
3095,81				2,7
3096,50				2,9 1)
3096,80				1,8 1)
3098,30	3098,195	f^1-g^2	3—3	35
3099,76				2,1
3102,49				4,0
3103,82				7,2 1)
3104,12	3103,990	F^1-d^3	4—4	4,0 1)
3106,03	3105,920	$f^2-\overline{F}^2$	4—3	1,4 2)
3106,22	3106,136	f^2-D^2	3—3	1,5 2)
3107,15				2,5
3107,65				1,3
3109,60				3,3
3110,12				3,0
3110,94	3110,817	$f^1-\overline{f}^2$	2—3	3,3
3111,45				1,4
3113,58				7,3
3118,35	3118,240	$f^1-\overline{f}^2$	3—4	4,8
3118,76	3118,630	f^1-D^1	3—3	0,4 1)
3121,54	3121,414	f^1-d^2	5—4	30 3)
3121,69	3121,560	$f^1-\overline{f}^2$	4—5	36 3)
3126,85				3,4
3127,35	3127,244	$f^2-\overline{F}^2$	5—4	4,6
3129,10	3128,997	f^2-D^2	4—3	1,5
3129,57				2,3
3132,33	3132,212	f^1-G^1	4—4	2,4
3136,81	3136,721	$f^1-\overline{F}^1$	5—4	2,2
3137,47	3137,325	f^1-g^2	2—3	49
3140,08	3139,943	f^1-d^2	4—3	42
3140,83				1,4
	3143,812	f^2-D^2	2—2	0,6

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3145,16				1,8
3147,19	3147,060	f^1-g^2	3—4	56
3149,43	3149,304	f^1-d^2	3—2	28
3150,82				5,3 2)
3150,93				6,3 2)
3152,84				6,8
3154,91				42
3157,23				1,3
3158,92	3158,769	f^1-g^2	4—5	48
3159,80	3159,660	$\left\{ \begin{array}{l} f^2-\overline{F}^2 \\ f^1-d^2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 3-3 \\ 2-1 \end{array} \right.$	16
3161,78				4,6
3164,66				0,3
3168,19				4,5
3169,90				10
3173,30				0,6
3174,29				1,3
3175,06				3,2
3177,40				7,0
3179,98				0,5
3180,42				1,7
3182,25				6,6
3186,05				0,8
3186,46	3186,346	$f^1-\overline{F}^1$	3—3	6,4
3188,50				8,8
3189,87	3189,756	f^1-d^2	2—2	3,6
3191,44	3191,300	f^1-G^1	3—4	1,8
3193,30	3193,162	$f^2-\overline{F}$	4—4	3,2
3198,79	3198,664	$f^2-\overline{F}^2$	2—3	2,3
3199,44	3199,325	f^1-d^2	3—3	1,4

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3203,15	3203,030	f^1-d^2	4—4	2,0
3210,35				3,4
3210,96				1,6
3219,31	3219,155	$f^1-\bar{F}^1$	4—4	12
3224,80				2,0
3227,15				1,8
3235,69	3237,028	f^1-G^1	4—5	9,2
3237,18				24
3239,08				1,1 4)
3243,99	3249,994	$f^2-\bar{F}^2$	3—4	22
3250,17				10
3254,37				20
3258,16	3264,842	f^1-d^2	3—4	2,3
3260,99				13
3263,35				2,4
3264,96				7,4
3271,92				9,8
3276,60				2,8
3277,44				2,3 2)
3277,80				2,3 2)
3278,96				5,1
3279,39				4,2
3280,74				18
3283,60				38
3287,34				7,7
3292,24				1,3 4)
3298,83				4,6
3304,03				0,8 3)
3304,29				1,7 1)
3305,27				1,0 4)
3305,87				1,0 4)
3306,54				0,8 4)

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3307,31				7,9
3308,65				3,0
3308,96				4,7
3312,33				10
3312,99				1,6
3314,21				9,9
3315,20				1,1 4)
3318,55				1,8
3319,31				2,2 1)
3319,66				14 1)
3320,00				4,9 1)
3322,41				15
3325,44				15
3327,14				14
3328,34				1,1
3329,16				0,8 4)
3329,63				4,3
3333,55	3333,390	f^2-G^2	4—4	13
3334,31	3334,151	f^1-f^2	5—4	100
3337,34	3337,175	f^2-G^2	5—5	6,4
3338,68				0,6 4)
3339,97				9,0
3341,52				5,0
3342,10				3,2
3342,88				11
3344,36				1,0 4)
3347,10				7,1
3348,28				11
3351,70				1,6
3354,51	3354,386	f^2-f^2	4—3	92
3355,27				2,3
3356,59				3,8

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3356,97				1,3
3358,13				0,7 4)
3359,42				5,6
3361,72				6,0
3362,93				6,7
3363,41				3,1
3363,89				2,2
3364,38				3,0
3365,13				1,2
3367,25	3367,114	f^2-g^2	5—4	94
3368,72				1,2
3370,48	3370,330	f^2-D^1	3—2	15
3373,40				5,9
3374,42				4,4
3376,34				1,5
3377,20				4,7
3378,86				5,4
3381,65				2,2
3383,07				16
3384,09				2,2
3385,38	3385,227	f^2-g^2	4—3	81
3388,29	3388,175	$f^2-\bar{f}^2$	3—2	95
3390,54				2,5 2)
3390,92				3,8 2)
3395,55	3395,378	f^2-G^2	3—4	135
3398,96				1,4
3402,14				3,9
3403,33				0,6 4)
3405,27	3405,120	$f^2-\bar{f}^2$	5—5	144
3407,02				1,0 4)
3409,29	3409,176	$f^2-\bar{f}^2$	4—4	124

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit	
volgens Kayser	in I. A.				
3412,50	3412,335	f^2-G^2	4—5	128	
3412,79	3412,636	f^1-d^1	5—4	64	1
3415,66	3415,527	f^1-g^1	5—5	3,0	1)
3417,32	3417,158	$f^2-\bar{f}^2$	3—3	118	
3417,84				8,0	3)
3417,93	3417,796	f^2-G^1	5—4	8,0	3)
3420,64				1,9	3)
3420,95				4,7	3)
3421,77				1,4	
3423,03				3,1	
3424,67				11	
3426,60				1,3	
3428,34				5,2	
3428,89				1,8	
3431,76	3431,579	f^1-d^1	4—3	71	
3433,18	3433,043	$f^2-\bar{f}^2$	2—2	170	
3437,10				1,4	
3437,83				5,8	
3439,05				5,8	
3443,06	3442,924	f^1-d^1	3—2	84	1)
3443,79	3443,646	f^2-g^2	4—4	140	1)
3449,26	3449,171	f^2-g^2	3—3	170	3)
3449,54	3449,443	f^2-g^2	5—5	153	3)
3452,44				3,8	
3453,66	3453,513	f^2-g^2	5—6	155	
3455,33	3455,236	f^1-d^1	2—1	99	
3457,05	3456,936	f^1-g^1	4—4	9,3	
3460,86	3460,732	$F^1-\bar{F}^2$	4—3	2,4	
3461,33				15	
3462,94	3462,807	$f^2-\bar{f}^2$	2—3	144	
3465,96	3465,796	f^1-g^1	5—6	87	

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3469,11				1,5
3471,53				4,7
3472,85				2,0
3474,17	3474,019	$\left\{ \begin{array}{l} f^2 - \bar{f}^2 \\ f^1 - \bar{f}^1 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 3-4 \\ 5-4 \end{array} \right.$	169
3476,50				2,1
3478,00				1,8
3478,60				8,7 3)
3478,90				5,2 3)
3480,17				3,5
3483,58	3483,415	$f^2 - \bar{f}^2$	4-5	99
3485,51				21
3487,84				4,8
3489,57	3489,406	$F^1 - D^2$	4-3	166
3490,89	3490,741	$\left\{ \begin{array}{l} f^2 - \bar{F}^1 \\ p^1 - \bar{f}^3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4-3 \\ 3-3 \end{array} \right.$	20
3491,49	3491,324	$f^1 - d^1$	2-2	76
3495,83	3495,685	$f^2 - g^2$	2-3	176
3496,80	3496,682	$2 - G^1$	4-4	38 2)
3496,90				38 2)
3502,45	3502,281	$f^2 - d^2$	5-4	89 2)
3502,80	3502,620	$f^1 - d^1$	3-3	159 2)
3503,85				2,4 3)
3504,89				2,4 3)
3506,47	3506,315	$f^2 - d^2$	4-3	138
3510,00	3509,844	$f^2 - g^2$	3-4	122 1)
3510,59	3510,419	$f^1 - d^1$	4-4	92 1)
3512,80	3512,643	$f^2 - d^2$	3-2	128
3513,61	3513,483	$f^1 - g^1$	4-5	89
3518,50	3518,353	$F^1 - D^2$	3-2	215
3520,23	3520,087	$f^1 - \bar{f}^1$	4-3	78

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3521,73	3521,572	$f^2-\bar{F}^1$	5—4	186
3523,55	3523,438	f^2-d^2	2—1	155
3526,97	3526,856	$f^1-\bar{f}^1$	5—5	99
3529,19	3529,037	f^1-g^1	3—4	83
3529,92	3529,815	f^2-g^2	4—5	151
3533,51	3533,363	f^1-g^1	2—3	100
3534,91				12
3543,43				27
3546,85				2,6
3548,60				5,8
3550,78	3550,599	$f^1-\bar{f}^1$	3—2	64
3552,90	3552,719	f^1-d^1	2—3	3,0 2)
3553,16				15 1)
3553,31				3,0 3)
3558,93	3558,780	$f^2-\bar{F}^1$	3—3	15
3561,03	3560,896	f^2-d^2	2—2	103
3562,25				5,0
3563,09				5,3
3565,09	3564,955	f^2-G^1	3—4	103
3569,59	3569,382	$F^1-\bar{F}^2$	4—4	185
3575,13	3574,964	f^2-d^2	3—3	99 2)
3575,53	3575,361	$f^1-\bar{f}^1$	4—4	114 2)
3578,21				4,5
3579,04				4,5 3)
3579,15				3,6 3)
3582,02				1,7
3584,94	3584,796	f^1-d^1	3—4	7,2 3)
3585,33	3585,159	f^2-d^2	4—4	109
3587,30	3587,188	$F^1-\bar{F}^2$	3—3	223
3595,03	3594,869	$f^1-\bar{f}^1$	3—3	101
3596,67				2,4

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3602,22	3602,081	$f1-\bar{f}1$	2—2	114
3605,52	3605,367	$f2-\bar{F}1$	4—4	74
3611,89				14
3615,54				4,3
3618,15	3618,006	$F1-D2$	3—3	2,5
3620,56				2,7
3624,54				2,6 1)
3625,18	3624,955	$f2-d2$	2—3	11 1)
3627,98	3627,807	$f2-G1$	4—5	90
3631,59	3631,340	$f1-\bar{f}1$	4—5	50
3633,01				7,4
3634,86				7,0
3637,44				1,7
3636,84				4,7
3639,60				17
3641,94				7,0
3643,35				14
3645,34				3,6
3647,85	3647,663	$f1-\bar{f}1$	2—3	37
3649,49				7,8
3651,41				2,3
3652,70	3652,544	$f1-\bar{f}1$	3—4	45
3654,59				4,0
3657,10	3656,965	$f2-d2$	3—4	7,5
3658,06				1,0 4)
3662,32				22
3670,20				1,0 4)
3676,72				17
3683,22				41
3684,63				5,2
3690,91				4,1

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3693,63	3704,061	$F1-\bar{F}2$	3—4	15 ³⁾
3702,39				16
3704,22				83
3707,62				3,9
3709,00				21
3712,35				2,9
3726,79				1,2
3730,63				27
3732,59				55
3733,65				22
3736,08				12
3740,34				2,1
3745,65	3745,501	$F1-G2$	4—4	107
3750,07				14 ¹⁾
3751,75				3,3
3754,47				1,5
3755,60				9,3
3759,83				1,0 ³⁾
3760,55				1,3 ³⁾
3774,75				2,9
3777,68				2,6
3783,87				0,6 ⁴⁾
3808,25	3808,106	$f2-g1$	5—4	7,2
3811,23	3811,070	$F1-g2$	4—3	1,9
3812,62	3842,056	$F1-D1$	4—3	0,9
3814,62				3,1
3816,48				17 ²⁾
3816,61				13 ²⁾
3842,21				137
3845,60	3845,474	$F1-G2$	4—5	235
3850,27	3850,949	$f2-g1$	4—3	1,2 ²⁾
3851,09				7,7

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3852,00				2,4 2)
3856,94				4,8
3861,31	3861,168	$F1-D1$	3—2	80
3863,75				1,0
3870,66				2,5
3873,23	3873,117	$f2-d1$	5—4	188 1)
3874,09	3873,957	$f2-d1$	4—3	185 1)
3877,01	3876,840	$f2-g1$	5—5	37
3882,06	3881,877	$f2-d1$	3—2	133
3884,79	3884,609	$F1-\bar{f}2$	3—2	11 1)
3885,45	3885,281	$F1-g2$	4—4	5,0 2)
3894,25	3894,086	$F1-G2$	3—4	285
3895,15	3894,981	$f2-d1$	2—1	35 1)
3898,54	3898,499	$p2-d3$	3—2	1,6
3904,23				1,9
3906,46	3906,296	$f2-g1$	4—4	16
3910,13	3909,941	$f1-\gamma1$	5—6	26
3917,80				8,6
3920,90				5,3
3922,90	3922,764	$F1-\bar{f}2$	3—3	8,1
3925,33				0,9
3929,43				1,1
3934,07	3933,921	$f2-g1$	3—3	4,5
3934,85				1,1
3936,13	3935,974	$F1-\bar{f}2$	4—5	146
3939,00				0,8
3941,06	3940,895	$f2-d1$	2—2	20
3941,91	3941,735	$f2-g1$	5—6	39 1)
3945,51	3945,323	$F1-\bar{F}1$	4—3	27
3946,75				1,0 2)
3947,26	3947,132	$p2-d3$	2—1	1,3 2)

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
3952,46	3952,329	$f^2-\bar{f}^1$	5—4	2,1 3)
3953,10	3952,923	F^1-G^1	4—4	55
3956,42	3956,276	$f^1-\delta^1$	5—4	0,8
3958,10	3957,935	f^2-d^1	3—3	26
3961,15				3,3
3969,28				11
3972,69				3,5 2)
3973,31	3973,148	p^2-d^3	3—3	13
3974,90	3974,732	f^2-d^1	4—4	17
3978,78	3978,656	f^2-g^1	4—5	11 3)
3978,99				7,1 3)
3979,67	3979,525	$f^1-\gamma^1$	4—5	20 1)
3987,25	3987,121	$f^2-\bar{f}^1$	4—3	4,1
3990,45	3990,307	p^2-d^3	2—2	5,9
3991,68				7,7 2)
3991,83	3991,693	f^2-g^1	3—4	7,0 2)
3994,70	3994,541	f^2-g^1	2—3	1,0 3)
3995,45	3995,312	F^1-g^2	4—5	244
3998,09	3997,909	$F^1-\bar{f}^2$	3—4	125
3998,69	3998,554	F^1-D^1	3—3	1,0 3)
4003,85				0,5
4011,10	4011,098	$f^1-\delta^1$	4—3	1,1
4014,09	4013,950	p^2-d^3	1—1	4,8
4019,45	4019,300	f^2-d^1	2—3	2,7
		$f^2-\bar{f}^1$	3—2	
4021,07	4020,904	$f^2-\bar{f}^1$	5—5	38
4023,55				2,1
4027,18	4027,044	$f^1-\gamma^1$	3—4	11
4035,74				5,9
4040,57				0,7 3)
4040,95				0,5 3)

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit	
volgens Kayser	in I. A.				
4045,56	4045,397	$F1-g^2$	3—4	51	
4049,43				0,6	4)
4053,10				1,3	
4057,10				2,0	1)
4057,36	4057,199	$f1-\gamma^1$	2—3	4,5	1)
4058,36	4058,188	$f2-\bar{f}1$	4—4	9,6	1)
4058,76	4058,603	$p2-d^3$	1—2	5,5	1)
4063,34	4063,19	$f2-d^1$	3—4	2,0	
4066,56	4066,378	$F1-d^2$	4—4	36	
4068,72	4068,553	$p2-d^3$	2—3	9,4	
4076,30	4076,134	$f2-\bar{f}1$	3—3	3,1	
4077,56				1,4	
4082,75	4082,606	$f2-\bar{f}1$	2—2	2,0	
4086,49	4086,307	$p2-d^3$	3—4	32	
4092,56	4092,397	$F1-\bar{F}1$	4—4	135	
4104,57	4104,430	$P1? - d^3$	2—2	0,8	2)
4104,91				1,8	2)
4110,70	4110,544	$F1-\bar{F}1$	3—3	77	
4118,96	4118,784	$F1-G^1$	3—4	232	
4121,52	4121,329	$F1-G^1$	4—5	306	
	4130,538	$f2-\bar{f}1$	4—5	0,4	4)
4132,30	4132,15	$F1-d^2$	3—3	3,0	
4150,62	4150,442	$f2-\bar{f}1$	3—4	0,5	4)
4158,59				0,8	
4162,38				1,3	
4179,44				0,5	
4187,46	4187,248	$\left\{ \begin{array}{l} \bar{\varphi}^1-f^3 \\ P1? - d^3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4-4 \\ 2-3 \end{array} \right.$	1,5	
4190,88	4190,709	$f1-\bar{\varphi}^1$	5—5	15	
4193,02				0,8	4)
4198,56	4198,424	$f1-\delta^1$	4—5	0,7	4)

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
4234,17	4233,996	$f^1 - \bar{\varphi}^1$	5—6	1,8
4242,07				1,0
4245,75				0,2 4)
4248,35				0,2 4)
4252,46	4252,303	$f^1 - \bar{\varphi}^1$	4—4	6,9
4270,60	4270,423	$F^1 - \bar{F}^1$	3—4	1,0
4285,95	4285,787	$f^1 - \bar{\varphi}^1$	3—3	2,8
4292,42				0,7
4303,41				1,3
4309,61				0,4
4331,43	4303,236	$f^1 - \bar{\varphi}^1$	2—2	1,2
4339,81				2,8
4371,31				1,4
4373,81				1,4 1)
4375,11	4374,940	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	5—4	1,4 1)
4391,70	4391,59	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	4—3	1,2 1)
4392,02				1,0 1)
4402,86				1,0
4417,55				1,0
4417,55	4417,425	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	3—2	1,5
4421,54	4421,359	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	6—5	1,3
4431,79				0,8
4445,88				1,4
4467,09				4,7
4469,75	4469,569	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	5—5	10
4471,76	4471,578	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	3—3	4,0
4478,50				1,6
4484,11				1,5 2)
4494,94				0,6
4517,26	4517,121	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	1—2	2,8
4528,08	4527,936	$\delta^1 - \varphi^1$	5—4	0,8 2)
4531,12	4530,985	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	6—6	48
4534,16	4533,998	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	2—3	6,1

vervolg Tabel 51

Golflengte		Multiplet	Statistisch gewicht	Intensiteit
volgens Kayser	in I. A.			
4543,98	4543,836	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	3—4	5,5
4549,83				11
4565,79				17
4570,21				1,4
4580,34	4580,133	$F^1 - g^1$	4—5	2,6
4581,80	4581,618	$\bar{\varphi}^1 - \varphi^1$	5—6	25
4594,82				3,2
4597,09				3,0
4623,20	4623,024	$\delta^1 - \varphi^1$	3—2	1,1
4625,92				1,0
4629,52	4629,380	$\delta^1 - \varphi^1$	5—5	19
4657,56	4657,399	$\delta^1 - \varphi^1$	2—1	0,2
4663,59	4663,411	$\delta^1 - \varphi^1$	4—4	11
4682,53	4682,363	$\delta^1 - \varphi^1$	3—3	6,6
4693,36	4693,193	$\delta^1 - \varphi^1$	2—2	2,8
4698,56	4698,370	$\delta^1 - \varphi^1$	1—1	1,4
4704,57				0,7
4728,14	4727,924	$f^2 - \delta^1$	5—5	2,2
4735,04	4734,834	$\delta^1 - \varphi^1$	1—2	0,8
4737,95	4737,776	$p^2 - D^2$	3—2	1,1
4749,89	4749,684	$\delta^1 - \varphi^1$	5—6	6,8
4754,59	4754,372	$\delta^1 - \varphi^1$	2—3	1,3
4756,93				0,8
4767,33				0,8
4768,26	4768,096	$\delta^1 - \varphi^1$	3—4	1,2
4771,27	4771,105	$\delta^1 - \varphi^1$	4—5	2,8
4776,49	4776,328	$\gamma^1 - \varphi^1$	2—1	3,1
4780,14	4780,001	$\gamma^1 - \varphi^1$	3—2	5,7
4793,03	4792,867	$\gamma^1 - \varphi^1$	4—3	8,5
4813,67	4813,482	$\gamma^1 - \varphi^1$	5—4	12
4840,42	4840,267	$\gamma^1 - \varphi^1$	6—5	14
4868,05	4867,680	$\gamma^1 - \varphi^1$	7—6	18

2)

2)

2)

U
19