

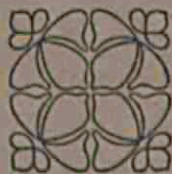


# Quantitatieve absorptiebepaling in het ultraviolet

<https://hdl.handle.net/1874/283659>

1925, 1925

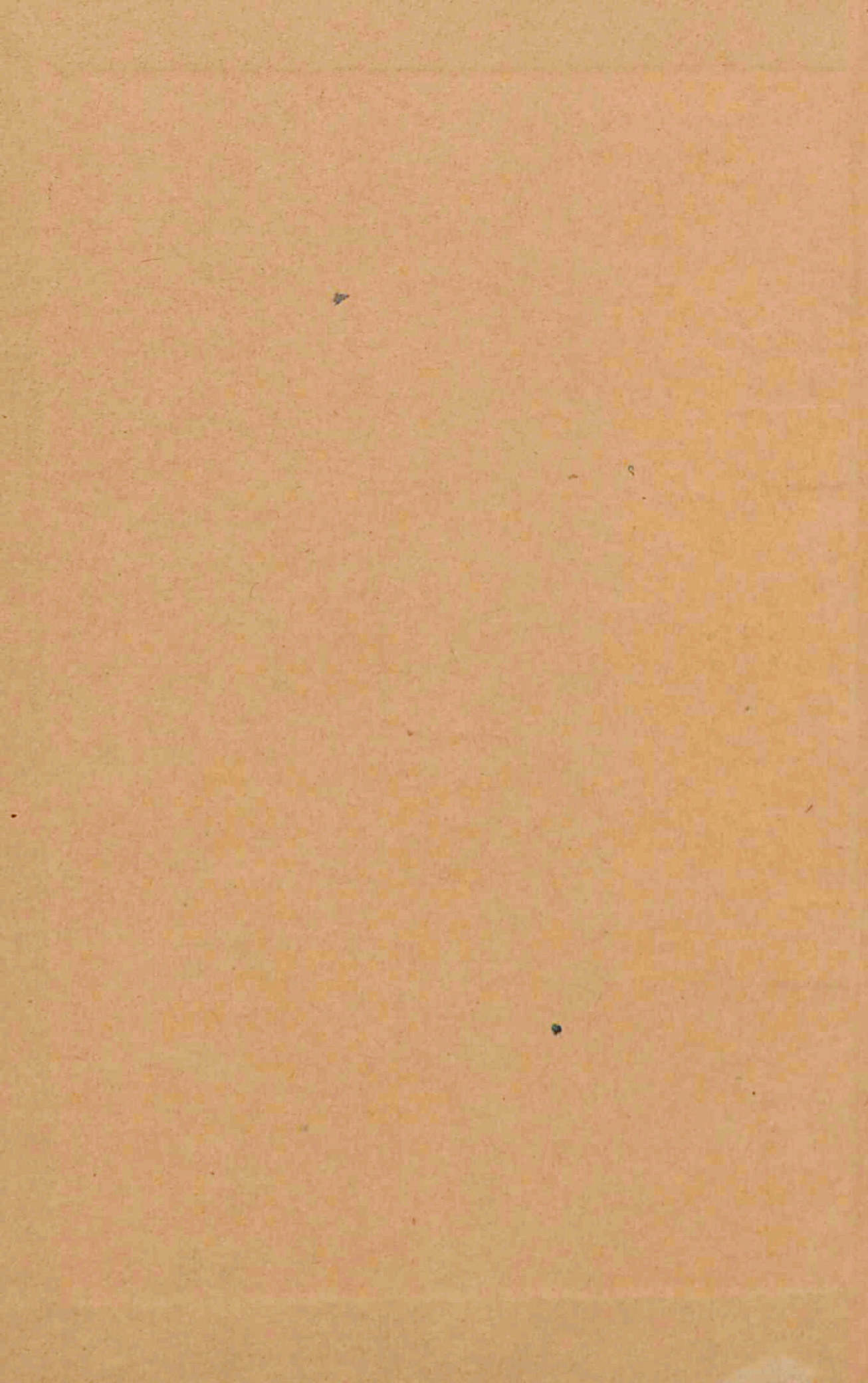
QUANTITATIEVE ABSORPTIEBEPALING  
IN HET ULTRAVIOLET



G. M. POOL

Diss.  
Utrecht  
1925







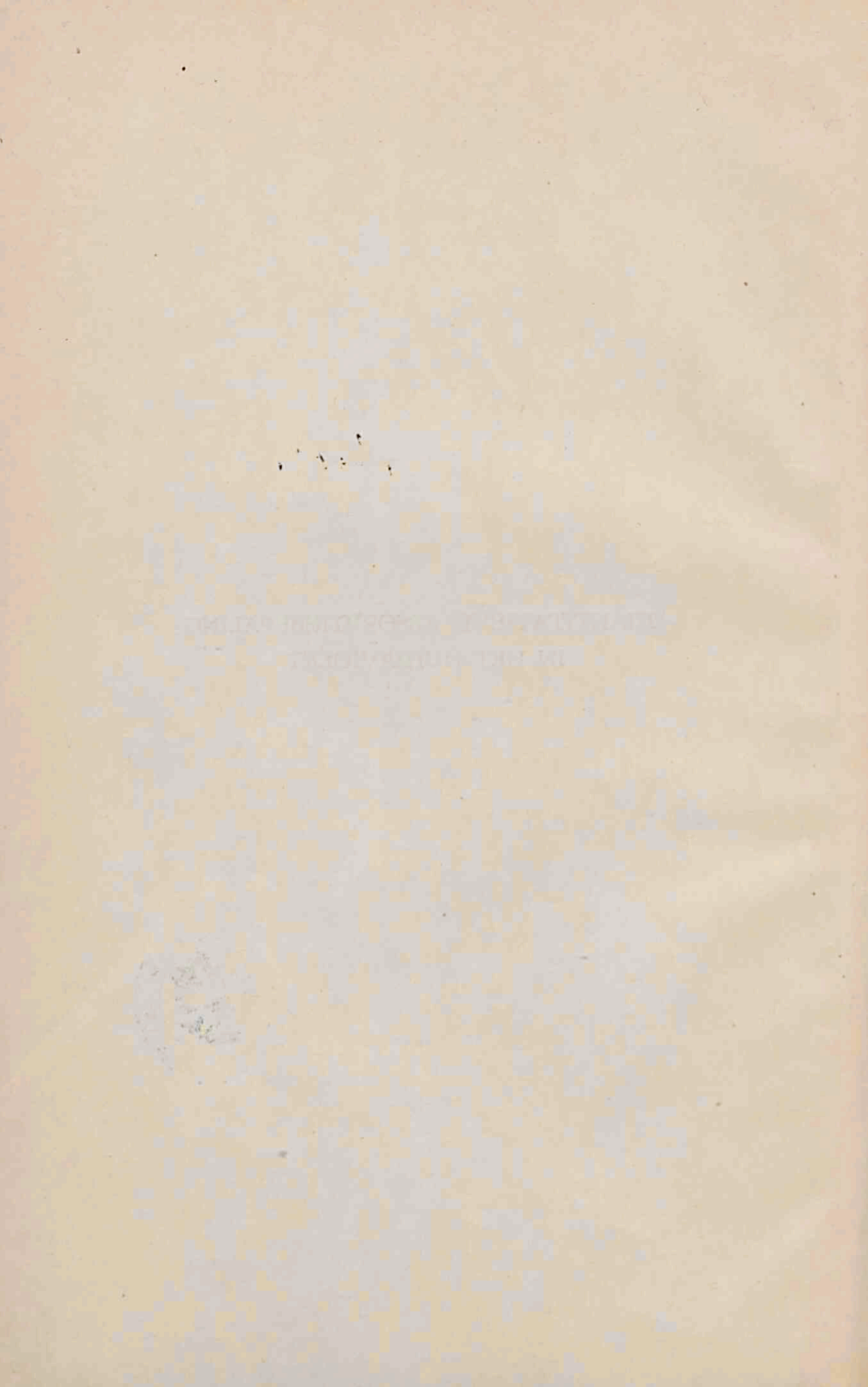




QUANTITATIEVE ABSORPTIEBEPALING  
IN HET ULTRAVIOLET

III  
1000  
1000  
1000  
1000  
1000





*A. M., 192, 1925*

# QUANTITATIEVE ABSORPTIEBEPALING IN HET ULTRAVIOLET

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN  
DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN  
NATUURKUNDE AAN DE RIJKS-UNIVER-  
SITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN  
RECTOR MAGNIFICUS DR. H. F. NIERSTRASZ,  
HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER  
WIS- EN NATUURKUNDE, VOLGENS BE-  
SLUIT VAN DEN SENAAAT DER UNIVER-  
SITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE  
FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE  
TE VERDEDIGEN OP MAANDAG 9 MAART  
1925 DES NAMIDDAGS 4 UUR, DOOR  
GIJSBERTUS MARINUS POOL,  
GEBOREN TE BERKHOUT





Aan het einde van de bewerking van dit proefschrift gekomen, betuig ik mijn hartelijken dank in de eerste plaats aan U, Hooggeleerde ORNSTEIN, Hooggeschatte Promotor, voor de hulp en steun, die Gij mij verleend hebt. Zeer erkentelijk ben ik er U voor, dat Gij mij in de gelegenheid hebt gesteld een experimenteel onderzoek aan te vangen, en dit voort te zetten, ook toen ik niet meer in de gelegenheid was, geregeld naar het Laboratorium te komen.

Hooggeleerde VAN ROMBURGH, ik dank U voor de hulpvaardigheid, die ik bij het organisch-chemisch gedeelte van dit proefschrift van U heb mogen ondervinden.

Zeergeleerde MOLL, Zeergeleerde BURGER, ik dank U voor de belangstelling, die Gij in mijn onderzoek hebt gesteld, en de vele raadgevingen, die ik van Uw zijde mocht ontvangen.

Zeergeleerde VAN CITTERT, ten zeerste gevoel ik mij jegens U verplicht. Nimmer heb ik U tevergeefs om raad gevraagd.

Zeergeleerde MINNAERT, waarde VAN DIJCK, mijn vriendschappelijken dank voor Uw belangstelling en de door U betoonde hulp.

---





## INHOUD.

---

	Bladz.
INLEIDING . . . . .	1
Methode van de lichtverzwakking door kalkspaat . . . . .	2
Methode van de roterende sector. . . . .	3
Methode van HENRI. . . . .	4
HOOFDSTUK I.	
Beschrijving van de photographische absorptiemeting. . . . .	8
HOOFDSTUK II.	
Beschrijving van de opstelling . . . . .	17
De lichtbron . . . . .	18
De spectrograaf . . . . .	19
De monochromator . . . . .	21
De roterende sector . . . . .	22
Centreeren van de lenzen, de lamp en de roterende sector . . . . .	24
Instellen voor verschillende golflengten . . . . .	25
Instellen van de monochromator en de spectrograaf . . . . .	26
Kitten van de vloeistofbakjes . . . . .	27
Bepaling van de dikte der vloeistof in de bakjes. . . . .	30
De spectra en de photogrammen . . . . .	33
Volledig verloop van een proef. . . . .	36
Contrôle der Methode . . . . .	39
HOOFDSTUK III.	
Onderzoek van aceton en enkele halogenen der aardalkaliën . . . . .	42
Samenvatting. . . . .	50

---



## INLEIDING.

Quantitatieve bepaling der absorptie in het ultraviolette gebied levert moeilijkheden op, welke verschillende onderzoekers reeds getracht hebben te overwinnen. Door bijna alle onderzoekers is daarbij van de photographische plaat gebruik gemaakt. <sup>1)</sup> Daar bij constante belichtingstijd de zwarting van een photographische plaat voor een bepaalde golflengte alleen een functie is van de intensiteit van het opvallende licht, kan men de absorptie langs photographischen weg bepalen door de zwarting, veroorzaakt door het licht van een constante lichtbron, dat door de absorbeerende stof is verzwakt, te vergelijken met die, welke door het licht van dezelfde lichtbron, nadat dit op bekende wijze is verzwakt, wordt teweeggebracht. Is de zwarting bij de absorptie veroorzaakt, gelijk aan die, welke bij een bekende verzwakking is te voorschijn geroepen, dan is de absorptie gelijk aan de verzwakking.

In plaats van het licht, dat op de photographische plaat valt, op bekende wijze te verzwakken en zoo op te sporen bij welke verzwakking de genoemde zwartingen gelijk worden, kan men ook de expositieduur veranderen. Immers, indien deze kleiner wordt, wordt ook bij dezelfde intensiteit van het opvallende licht de zwarting kleiner. Heeft men nu de expositietijd voor het absorptiespectrum bepaald en gevonden bij welke expositieduur de lichtbron een gelijke zwarting veroorzaakt, dan is ook hieruit de absorptie te bepalen, mits men de wet kent, volgens welke de zwarting van de intensiteit en de expositietijd afhangt.

---

<sup>1)</sup> Enkele onderzoekers hebben een thermozuil of een bolometer gebruikt. Wij zullen op deze methode, die slechts in enkele bijzondere gevallen toegepast is, hier niet ingaan.



Voordat wij tot de behandeling van de door ons gevolgde methode voor de bepaling van de absorptie in het ultraviolet overgaan, moge een korte bespreking der reeds in dit gebied gedane onderzoekingen volgen.

*Methode van de lichtverzwakking door kalkspaat.* De Heer W. VAN DER ELST <sup>1)</sup> heeft een methode voor quantitative meting der absorptie in het ultraviolet uitgewerkt. Het licht wordt door middel van polarisatie verzwakt, terwijl de belichtingstijd constant wordt gehouden. Als lichtbron werd door hem een gecondenseerde aluminium vonk onder water gebruikt. Het van de vonk afkomstige licht werd met behulp van een kwartslens evenwijdig gemaakt en ging vervolgens door het vat, dat de absorberende vloeistof bevatte. Een tweede kwartslens beeldde de vonk af op de spleet van een kwartsspectrograaf. Tusschen de tweede lens en de spleet van de spectrograaf werd het licht in bekende verhouding verzwakt met behulp van twee rhomboëders van kalkspaat. De hoofdsnede van de eerste rhomboëder was vertikaal. Op de plaats, waar de twee beelden door de eerste rhomboëder van de lichtbron gevormd werden, werd het buitengewone beeld op een schermpje opgevangen. De gewone straal ging vervolgens door de tweede rhomboëder, die zoo gesteld werd, dat bij het draaien het gewone beeld op zijn plaats bleef, n.l. op de spleet van de spectrograaf. Het buitengewone beeld draaide dus om het gewone en werd niet op de photographische plaat opgevangen.

Om nu de absorptie te bepalen, werd op de photographische plaat de volgende reeks van spectra opgenomen:

- a. Een spectrum, genomen zonder vat, terwijl zich de kalkspaatrhomboëders in evenwijdigen stand bevinden.
- b. Elf spectra, waarbij het vat, waarmede de absorptie

---

<sup>1)</sup> W. VAN DER ELST. Quantitative bepaling van absorptie in het ultraviolet. P. DEN BOER, Utrecht.

bepaald werd. zich in den lichtbundel bevond. Het vat was op 1 c.M. dikte <sup>1)</sup> gebracht en gevuld met alcohol. Aan de tweede kalkspaatrhomboëder werd telkens een andere stand gegeven, waardoor het licht telkens op andere wijze verzwakt werd.

c. Elf absorptiespectra, waarbij de rhomboëders in den evenwijdigen stand stonden, Hierbij werd de dikte der vloeistoflaag telkens gewijzigd.

d. Een spectrum zonder vat, zooals bij a.

Door vergelijken van deze spectra kon de absorptie bepaald worden. Daarbij werd gebruik gemaakt van een microphotometer. Aangezien echter de wijze, waarop dat geschiedde, sedert verbeterd is, kan hier volstaan worden met een verwijzing naar het eerste Hoofdstuk van dit proefschrift, waarin de verbeterde methode wordt toegelicht.

Tegen de zoo pas beschreven methode zijn verschillende bezwaren in te brengen. Zoo is bijv. de lichtbron niet constant, terwijl ook de verzwakking niet door meting gecontroleerd is.

*Methode van de roteerende sector.* Bij het kwantitatief onderzoek van de absorptie in het ultraviolette gebied door de halogenen der alkaliën is door BRANNIGAN en MACBETH <sup>2)</sup> gebruik gemaakt van een sectorphotometer van HILGER. Hierbij wordt het licht door een roteerende sector, waarvan de opening gewijzigd kan worden, verzwakt. Op de ééne helft van de spleet van de spectrograaf valt licht, dat door de absorbeerende stof, op de andere helft licht dat door de roteerende sector is gegaan.

Wordt de opening van den sector vergroot, dan is het gevolg, dat een gedeelte van de photographische plaat bij elke omwenteling van de schijf gedurende langeren

<sup>1)</sup> De dikte van de vloeistofkolom kon met behulp van een schroef gewijzigd worden.

<sup>2)</sup> P. J. BRANNIGAN and A. K. MACBETH. The Quantitative Absorption of Light by Simple Inorganic Substances. Chem. Soc. 1916. 109<sup>ii</sup> 1277—1286.



tijd wordt belicht. Nu wordt ondersteld, dat de zwarting, die door een tweemaal zoo groote sectoropening wordt verkregen, gelijk staat met die, welke door een tweemaal zoo sterke lichtbron wordt opgewekt. Door onderzoekingen o. a. van SCHWARZSCHILD <sup>1)</sup> is gebleken, dat dit feitelijk niet het geval is. Bovendien is de werking van een intermitterende belichting op de photographische plaat altijd geringer dan die van dezelfde lichthoeveelheid bij onafgebroken bestraling gedurende gelijke tijd.

*Methode van Henri.* <sup>2)</sup> Bij deze methode wordt ook van een draaiende sector gebruik gemaakt, doch de discussie der resultaten geschiedt beter dan bij de zoeven beschreven werkwijze.

HENRI gebruikt als lichtbron de vonk tusschen een cadmium- en ijzer-elecode, die beide met een condensator zijn verbonden. Vóór de spleet van een spectrograaf van HILGER bevindt zich een roteerende schijf, die van sectorvormige openingen van verschillende grootte is voorzien. Deze schijf draait zeer gelijkmatig en met bekende hoeksnelheid. Al naar gelang van de grootte van de sectoropening wordt dus de photographische plaat korter of langer, doch niet intermitterend belicht. Op een zelfde photographische plaat wordt nu een reeks opnamen genomen, waarbij het licht beurtelings door de oplossing en het oplosmiddel gaat. Als belichtingstijd voor het oplosmiddel wordt steeds 5 sec. genomen, terwijl die voor de oplossing tusschen 10 en 90 sec. uiteenloopt. In de meeste gevallen werden de spectra genomen voor dikten der absorbeerende laag van 2, 4, 10, 25, 50 en 100 m.M. Op éézelfde plaat werden 45 spectra genomen volgens het volgende schema:

<sup>1)</sup> K. SCHARZSCHILD: Phot. Corresp. 1899. 111.

<sup>2)</sup> VICTOR HENRI: Etudes de Photochimie, Paris, GAUTHIER-VILLARS, 1919.

## Dikte der vloeistofkolom.

	2 m.M.	4 m.M.	10 m.M.	25 m.M.	50 m.M.	100 m.M.
Oplosmiddel . .	5 sec.	5 sec.	5 sec.	5 sec.	5 sec.	5 sec.
Oplossing. . . .	90 "	60 "	60 "	60 "	40 "	40 "
Oplosmiddel . .	5 "	5 "	5 "	5 "	5 "	5 "
Oplossing. . . .	60 "	40 "	40 "	30 "	30 "	30 "
Oplosmiddel . .	5 "	5 "	5 "	5 "	5 "	5 "
Oplossing. . . .	40 "	30 "	30 "	20 "	20 "	20 "
Oplosmiddel . .	5 "	5 "	5 "			5 "
Oplossing. . . .	30 "	20 "	20 "			10 "
Oplosmiddel . .						5 "

Op deze wijze bevindt elk spectrum van een oplossing zich tusschen twee spectra van het oplosmiddel. Met een binoculaire loupe van ZEISS werden in twee opvolgende spectra de plaatsen met gelijke zwarting opgezocht.

Om nu uit gelijke zwarting de absorptie te berekenen, werd de wet van SCHWARZSCHILD toegepast:  $Z = f(i t^n)$ .

Hierin is  $Z$  de zwarting,  $I$  de intensiteit van het licht, dat op de plaat valt en  $n$  de z.g.n. constante van SCHWARZSCHILD. Wanneer twee zwartingen gelijk zijn, moet volgens de gegeven betrekking van SCHWARZSCHILD

$$I_0 t_0^n = I t^n \text{ of } \frac{I_0}{I} = \left(\frac{t}{t_0}\right)^n$$

Hierin is  $I_0$  de intensiteit van het licht, dat het oplosmiddel gepasseerd is;

$I$  de intensiteit van het licht, dat de oplossing gepasseerd is;

$t_0$  de belichtingstijd voor het geval, dat het licht ging door het oplosmiddel;

$t$  de belichtingstijd voor het geval, dat het licht ging door de oplossing.

Om de juistheid van de betrekking  $\frac{I_0}{I} = \left(\frac{t}{t_0}\right)^n$  te onderzoeken, nam HENRI contrôleproeven, waaruit bleek, dat



aan deze betrekking voor de gebruikte belichtingstijden zeer nauwkeurig werd voldaan. <sup>1)</sup> De constante  $n$  bleek voor de door HENRI gebruikte platen = 0,9 te zijn. <sup>1)</sup> Met behulp van deze constante is het mogelijk de absorptiecoëfficiënt  $\varepsilon$  te berekenen. De absorptiecoëfficiënt  $\varepsilon$  is gedefinieerd door de betrekking  $I = I_0 \times 10^{-\varepsilon c d}$ , waarin  $c$  de concentratie in grammoleculen per Liter en  $d$  de lengte der vloeistofkolom in c.M. is.

$$\text{Men vindt } \varepsilon = \frac{1}{c \times d} {}^{10}\log \frac{I_0}{I} = \frac{n}{c \times d} {}^{10}\log \frac{t}{t_0} = \frac{0,9}{c \times d} {}^{10}\log \frac{t}{t_0}$$

Met de methode van HENRI kan men snel resultaten verkrijgen. Stelt men echter hooge eischen aan de nauwkeurigheid, dan zal het duidelijk zijn, dat de methode daaraan niet kan voldoen. Vooreerst is de lichtbron niet constant, hetgeen echter gemakkelijk te verhelpen zou zijn.

In de tweede plaats maakt HENRI gebruik van de wet van SCHWARZSCHILD. Deze is echter een benaderingswet. De met behulp van deze wet verkregen resultaten kunnen geen aanspraak op zeer groote nauwkeurigheid doen gelden. Hetgeen vooral het geval is, waar HENRI verder zegt, dat de constante  $n$  voor de door hem gebruikte platen = 0,9 is. Hij onderstelt dus, dat voor het heele ultraviolette gebied de constante van SCHWARZSCHILD deze waarde heeft. De constante van SCHWARZSCHILD is echter geen constante, maar zij is voor iedere plaat anders, terwijl zij bovendien verandert, als men tot stralen van andere golflengte overgaat. Slechts voor één en dezelfde plaat en voor stralen van dezelfde golflengte is de „constante” van SCHWARZSCHILD bij benadering constant.

In de derde plaats laat HENRI het oog beslissen over de vraag, welke lijnen even zwart zijn. Daarbij worden wel telkens lijnen met elkaar vergeleken, die vlak onder elkaar, dus in elkaars onmiddellijke nabijheid gelegen zijn — dat neemt echter niet weg, dat er nauwkeuriger

<sup>1)</sup> HENRI vermeldt niet, welke contrôleproeven hij deed, en ook niet hoe hij de grootheid  $n$  bepaalde.

hulpmiddelen bestaan om de gelijkheid van twee zwaarten te beoordeelen, dan het met een loupe gewaapende oog.

Eindelijk worden onregelmatigheden in de gevoeligheid der plaat bij de methode van HENRI niet geëlimineerd.

Het doel van dit proefschrift is een methode aan te geven om de absorptie in het ultraviolet quantitatief te bepalen zonder gebruik te maken van de wet van SCHWARZSCHILD en de bruikbaarheid dier methode met behulp van enkele resultaten aan te toonen.

## HOOFDSTUK I.

### Beschrijving van de photographische absorptiemeting.

Door Mej. Dr. R. RIWLIN<sup>1)</sup> is een methode uitgewerkt om voor het zichtbare gebied absorptie quantitatief langs photographischen weg te bepalen, zonder daarbij gebruik te maken van de wet van SCHWARZSCHILD. Deze methode wordt door ons omgewerkt voor het ultraviolette deel van het spectrum.

Ter inleiding geven we dus een overzicht van de door Mej. RIWLIN gebruikte methode.

Als lichtbron gebruikte Mej. RIWLIN een half-Watt-lamp, welke aangesloten was op een accumulatorenbatterij. Met behulp van een regelbare koolweerstand, die in de shunt was opgenomen, en een gevoelige Ampèremeter kon er voor gezorgd worden, dat de stroomsterkte in de lamp, dus ook de intensiteit van het door de lamp uitgestraalde licht constant was.

Om de absorptie te meten werden op de photographische plaat behalve het absorptiespectrum nog verschillende vergelijkingsspectra opgenomen. Deze werden verkregen door het licht van de half-Watt-lamp onder overigens gelijke omstandigheden (zelfde belichtingstijd en zelfde intensiteit van de lichtbron) niet de stof, waarvoor de absorptie bepaald moet worden, maar z.g.n. photographische verzwakkers te doen doorloopen.<sup>2)</sup> Deze verzwakkers moeten vóór het gebruik voor de verschillende golflengten geijkt worden. De selectieve absorptie is

<sup>1)</sup> RASSA RIWLIN. Das Wesen der Lichtzerstreuung in flüssigen Kristallen. J. VAN DRUTEN, Utrecht.

<sup>2)</sup> Deze verkrijgt men door een photographische plaat gelijkmatig te belichten. Om ze stofvrij te bewaren, wordt de gelatinelaag met een glasplaat bedekt, en de randen met gelijmd papier afgesloten.



overigens bij deze verzwakkers gering, als bij het ver-  
vaardigen de omstandigheden geschikt gekozen zijn. <sup>1)</sup>

Het is wenschelijk dat de getallen, die het doorlatings-  
vermogen der photographische verzwakkers in procenten  
uitdrukken, ongeveer een meetkundige reeks vormen.  
Immers de zwarting is bij normale expositie gegeven door  
de betrekking  $Z = c \log i \times t^n$ . Zij is dus evenredig met  
de logarithme van de intensiteit. Vormen dus de ver-  
schillende intensiteiten een meetkundige reeks, dan zullen  
de zwartingen een rekenkundige reeks vormen. Om de  
absorptiecoëfficiënt zoo nauwkeurig mogelijk te meten  
moet verder uit de verzwakkers een reeks gekozen worden  
zóódanig, dat de verzwakking, welke de middelste term  
der reeks veroorzaakt, ten naaste bij met de verzwakking  
door de absorbeerende stof overeenkomt.

Na de opname werd de plaat ontwikkeld, gefixeerd,  
gespoeld en gedroogd, en werden daarna de verschillende  
zwartingen met elkaar vergeleken met behulp van de  
microphotometer van Dr. MOLL. Voor groote spectraal-  
gebieden is zeer geschikt het kleine toestel in het Fysisch  
Laboratorium te Utrecht. Hieronder moge een korte be-  
schrijving van het toestel volgen:

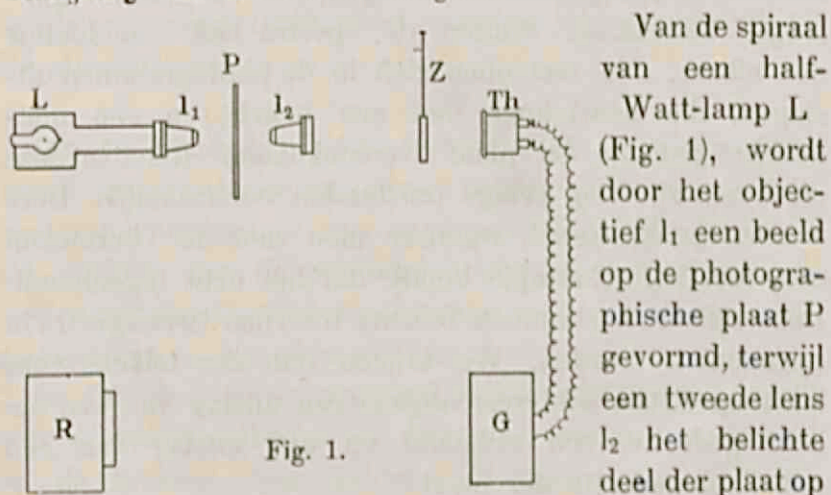


Fig. 1.

<sup>1)</sup> A. L. I. DEUMENS. Extinctie door een gezwarte photographische  
plaat als functie van golflengte, hoeveelheid zilver en korrelgrootte.  
J. VAN DRUTEN, Utrecht.



de spleet van de thermoziil (Th) van MOLL afbeeldt. De door de spleet doorgelaten stralen wekken een thermostroom op, waarvan de intensiteit door een galvanometer van MOLL wordt aangewezen. De uitslagen van den galvanometer worden op lichtgevoelig papier, dat zich op een draaiende trommel bevindt, geregistreerd. De combinatie Thermoziil-Galvanometer werkt zeer snel, terwijl bovendien de nulstand zeer constant is. Hierdoor is deze combinatie in zoo hooge mate voor de constructie van een microphotometer geschikt.

De photographische plaat P wordt met behulp van een slede bewogen in een richting loodrecht op de gang der lichtstralen, welke van L afkomstig zijn. De slede wordt door een schroef bewogen, die door een uurwerk of een electromotor in draaiende beweging wordt gebracht. Bij elke omwenteling van de schroef kan door het automatisch inschakelen van een mechanisme de nulstand desgewenscht geregistreerd worden.

De spectra kunnen op twee wijzen doorgephotometreerd worden, n.l. in de lengterichting en in een richting loodrecht daarop. In dit laatste geval, voor ons van belang, hebben de geregistreerde uitslagen alle op dezelfde golflengte betrekking. Sluiten de spectra niet onmiddellijk aan elkaar, dan vertoonen zich in de photogrammen uitslagen, die beurtelings met een belicht en een niet-belicht gedeelte der plaat overeenkomen. Behalve deze uitslagen zijn nog eenige nulstanden noodzakelijk. Deze worden geregistreerd, wanneer men voor de Thermoziil een metalen schermpje houdt, dat het licht tegenhoudt. Deze nulstanden kunnen telkens tusschen twee spectra in opgenomen worden. We krijgen dan dus telkens voor ieder spectrum achtereenvolgens een uitslag van een belicht gedeelte, een nulstand en een uitslag van een onbelicht gedeelte der plaat.

Zooals boven reeds opgemerkt is, zijn de nulstanden op het photogram op een rechte lijn gelegen. Wanneer u de uitslag van een belicht gedeelte der plaat voorstelt,

gerekend van af de lijn der nulstanden, en  $u_0$  de uitslag van een nabijgelegen onbelicht gedeelte, dan wordt onder de zwarting  $^{10}\log \frac{u_0}{u}$  verstaan.

De methode, die door Mej. RIVLIN gevolgd is, bestaat nu verder hierin, dat op enkel logaritmisch papier de zwartingen, welke bij de intensiteiten van het door de verzwakkers doorgelaten licht behooren, worden uitgezet. Men kan door de zoo verkregen punten een kromme lijn trekken, de zwartingskromme, welke het verband aangeeft tusschen de intensiteit van het licht en de daarbij behorende zwarting. Deze zwartingskromme moet voor iedere plaat en voor iedere golflengte afzonderlijk worden geconstrueerd. Is de zwarting gemeten, welke door het licht, dat door de absorbeerende stof is gegaan, veroorzaakt wordt, dan kan de intensiteit van het doorgelaten licht met behulp van de zwartingskromme, dus door graphische interpolatie worden bepaald. Op deze wijze kan voor iedere golflengte bepaald worden, welke fractie van het invallende licht door de te onderzoeken stof is doorgelaten. Hierbij dient nog opgemerkt te worden, dat bij de vergelijkingsspectra tengevolge van reflexen eenzelfde percentage licht moet verloren zijn gegaan als bij de absorptiespectra.

Om de graad van nauwkeurigheid, die bij de metingen wordt bereikt, te leeren kennen, heeft men te onderzoeken, welke de invloed is van onvermijdelijke foutenbronnen. Bij gebruik van de photographische plaat heeft men te maken met fouten veroorzaakt door *a.* de glasplaat, *b.* de gelatinelaaag, *c.* de zilveremulsie.

De fouten door de glasplaat veroorzaakt zijn het gevolg van onregelmatigheden in het glas, welke hun invloed op de breking doen gelden. Bij goede platen zijn de fouten door de glasplaat veroorzaakt van de orde 0,1 %.

De onder *b* genoemde fouten zijn het gevolg van de omstandigheid, dat de gelatinelaaag, b.v. tengevolge van stof-



deeltjes, niet homogeen is en verder de oppervlakte niet geheel vlak is. De aldus ontstane fouten zijn gewoonlijk veel grooter dan die, welke door de onregelmatigheden in het glas worden opgewekt. De oorzaak van de onder *c* genoemde fout moet hierin gezocht worden, dat zelfs bij volkomen gelijke belichting de aantallen korrels *Ag Br*, die op twee verschillende plaatsen van de photographische plaat tot ontwikkeling komen, niet gelijk zijn. Deze fout vertoont evenals de onder *b* genoemde een geleidelijk verloop over de geheele lengte der plaat.

Aan de randen der plaat doet zich bovendien het verschijnsel voor, dat de zwarting, ook wanneer de plaat gelijkmatig belicht is geworden, toeneemt, naar mate men dichter bij de rand komt. Deze randfouten zijn alleen te vermijden, door slechts die gedeelten der plaat te gebruiken, die minstens een paar c.M. van den rand zijn gelegen, of door te groote platen te nemen en deze even voor het gebruik door afsnijden der randen pasklaar te maken voor het chassis.

*Photographische absorptiemeting in het ultraviolet.* Het oorspronkelijke plan was de absorptie in het ultraviolette gebied op analoge wijze te bepalen als door Mej. Dr. R. RIVLIN in het zichtbare gebied is geschied. Daarbij is echter alvast één verandering noodzakelijk, n.l. deze, dat het glas overal vervangen moet worden door kwarts. De spectrograaf moet dus prisma's en lenzen hebben van kwarts, de half-Watt-lamp moet voorzien zijn van een kwartsvenster. En evenzoo moeten de photographische verzwakkers vervangen worden door andere, b. v. door geplatineerde kwartsplaatjes. Deze plaatjes moeten dan eerst geijkt worden, en wel voor de verschillende golflengten afzonderlijk met het oog op eventueele selectieve absorptie. Deze ijking geschiedt in beginsel het eenvoudigst volgens de methode der afstandsverandering. De lichtbron wordt op verschillende afstanden van de spleet van de kwartsspectrograaf geplaatst. Is tusschen de

lichtbron en de spleet geen lens, dan is de verlichting van de spleet en evenzoo het licht dat op de photographische plaat valt, omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand van de lichtbron tot de spleet. Om een verzwakker te ijken moet men op eenzelfde plaat behalve het absorptiespectrum van de verzwakker ook nog verschillende vergelijkingsspectra opnemen, waarbij dus de lichtbron telkens op een andere afstand van de spleet van de spectrograaf is geplaatst. Door photometreeren der spectra en graphische interpolatie kan dan voor elke willekeurige golflengte bepaald worden wat de platina verzwakker doorlaat.

Al spoedig bleek, dat bij de spectra veel valsch licht optrad, dat veroorzaakt werd door herhaalde reflexen tegen de brekende oppervlakken van de lenzen en prisma's in de spectrograaf.

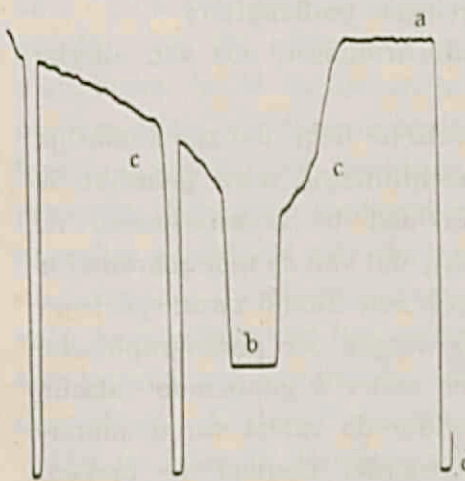


Fig. 2.

de onbelichte plaat, *b* geeft aan de uitslag van de belichte plaat, dus van het spectrum, *d* geeft aan de nulstanden, terwijl *c* betrekking heeft op het valsche licht.

Eerst werd getracht de invloed van dit valsche licht door diaphragmeering tot een minimum te reduceeren. Daar deze poging echter niet tot een gunstig resultaat leidde, moest naar een andere oplossing voor deze moeilijkheid worden gezocht. Deze oplossing was, dat tusschen de licht-

Uit nevenstaand photogram (fig. 2) blijkt de invloed van het valsche licht. De photographische plaat is doorgephotometreerd in een richting loodrecht op de lengterichting van het spectrum, in casu het spectrum van een hooglamp. De golflengte, waarvoor de plaat doorgephotometreerd is, is ongeveer 3400 Å.

*a* geeft aan de uitslag van



bron en de spectrograaf een monochromator werd geplaatst.

Gaan we de invloed van de monochromator na:

Het is duidelijk, dat nu op de spleet van de spectrograaf valt:

- 1<sup>e</sup> licht van weinig verschillende golflengten.
- 2<sup>e</sup> valsch licht van de monochromator. Immers ook door de reflexen tegen de lenzen en prisma's van de monochromator ontstaat valsch licht. De intensiteit hiervan is echter veel geringer dan die van het licht, dat door de monochromator op de spleet van de spectrograaf wordt gebracht.

Verder merken we op, dat door het inschakelen van de monochromator op de photographische plaat slechts een klein deel van het spectrum wordt gevormd. In een punt van dat spectrum komen samen:

- a.* stralen van de overeenkomstige golflengte;
- b.* valsch licht van nabij gelegen golflengten;
- c.* valsch licht van de monochromator, dus van allerlei golflengten.

Het onder *c.* genoemde valsche licht, dat zoo hinderlijk was, toen nog geen monochromator werd gebruikt, is nu zoo verzwakt, dat de invloed te verwaarloozen is. Immers van het valsche licht, dat van de monochromator afkomstig is, zal in hoofdzaak een uiterst zwak spectrum gevormd worden over de heele lengte der photographische plaat. De invloed van het onder *b* genoemde valsche licht kan men verminderen door de spleet van de monochromator en van de spectrograaf nauwer te maken. Immers hoe nauwer deze spleten zijn, hoe meer homogeen het licht is, dat in de spectrograaf valt.

Wanneer men nu de platina-verzwakkers wil ijken, moet men voor elke golflengte een afzonderlijke reeks photographische opnamen nemen.

De methode van de afstandsverandering bleek om verschillende redenen niet te voldoen. Daarom moest naar een andere wijze gezocht worden, om de platina-verzwakkers te ijken. De oplossing van deze vraag is door

Dr. P. H. VAN CITTERT aangegeven. Op zijn raad werd een roteerende sector ingevoerd, echter dusdanig, dat geen intermittentie optreedt. De bedoeling is niet, om met dezen sector, evenals met den door BRANNIGAN en MACBETH gebruikte en in de Inleiding besproken sector, gedurende elke omwenteling de photographische plaat langer of korter te belichten, al naar gelang de opening grooter of kleiner is. Bij den door Dr. VAN CITTERT aanbevolen roteerende sector is het roteeren niet eens hoofdzaak. De bedoeling is dezen sector, evenals het absorptievat, in den evenwijdigen lichtbundel te plaatsen. Het licht dat door de opening van den sector gaat, moet dan geconvergeerd worden op de spleet van de monochromator. Hoe grooter de opening van den sector is, hoe grooter de intensiteit van het licht op de spleet en dus ook de intensiteit van het licht dat op de photographische plaat valt. Men kan deze intensiteit evenredig stellen aan de grootte van de sectoropening, mits er geen onregelmatigheden in de lenzen en prisma's voorkomen. Slechts om eventueel uit deze onregelmatigheden voortspruitende fouten te elimineeren, wordt aan de sector een langzaam draaiende beweging medegedeeld, zoodat in de loop der expositie gemiddeld alle deelen van de optiek gelijkmatig medewerken. In een punt van de photographische plaat valt tengevolge van het roteeren licht, dat wel telkens een andere weg gevolgd is, maar waarvan de intensiteit dezelfde is. Er treedt dus geen intermittentie op.

Het is duidelijk dat deze roteerende sector geschikt is om voor iedere golflengte de platina verzwakkers te ijken. Immers de intensiteit van het geconvergeerde licht is evenredig met de grootte van de sectoropening. Voor de vergelijkingsspectra heeft men dus de intensiteit van de lichtbron en de belichtingstijd constant te houden en slechts de sectoropening volgens een meetkundige reeks te laten toenemen. De sector doet daarbij dus dienst als verzwakker. Maar nu zal het wel duidelijk zijn, dat men de roteerende sector bij de bepaling van de absorptie



ook *direct* als verzwakker kan gebruiken. Dit beteekent dat de platina-verzwakkers overbodig zijn geworden.

Resumeerende zijn dus in de methode van Mej. Dr. R. RIWLIN de volgende wijzigingen noodig.

1<sup>e</sup> De lenzen en prisma's moeten van kwarts zijn en de half-Watt-lamp moet voorzien zijn van een kwarts-venster.

2<sup>e</sup> Aangezien de photographische plaat buitengewoon gevoelig is voor ultraviolette stralen, moet ter vermindering van valsch licht een monochromator worden ingevoerd.

3<sup>e</sup> De photographische verzwakker wordt vervangen door een geometrische verzwakking.

Voor het overige kan de methode van Mej. RIWLIN gevolgd worden, ook wat betreft het photometreeren en het afleiden der absorptie door graphische interpolatie.

Vergelijken we deze methode met die van HENRI, dan blijkt, dat de bedenkingen, die tegen HENRI's methode konden worden te berde gebracht, hier niet gelden:

1<sup>e</sup> De lichtbron is constant.

2<sup>e</sup> De wet van SCHWARZSCHILD wordt niet toegepast en geen gebruik wordt gemaakt van de constante van SCHWARZSCHILD, doch inplaats daarvan treedt een experimenteel bepaalde intensiteitsschaal.

3<sup>e</sup> Tot de gelijkheid in zwarting van verschillende punten van de photographische plaat wordt niet geconcludeerd door de beslissing over te laten aan het oog, doch met behulp van de microphotometer van Dr. MOLL wordt de zwarting bepaald.

4<sup>e</sup> Eindelijk worden onregelmatigheden in de gevoeligheid der photographische plaat door de graphische interpolatie zooveel mogelijk geëlimineerd.

## HOOFDSTUK II.

### Beschrijving van de opstelling.

De stralen van de half-Watt-lamp  $N$  (Fig. 3), die van een kwartsvenster is voorzien, worden door de kwartslens  $L_1$  voor een bepaalde golflengte evenwijdig gemaakt, doorloopen daarna de onmiddellijk daarachter geplaatste roteerende sector  $S$ , vervolgens het vloeistofbakje  $A$  en worden door een tweede kwartslens  $L_2$  convergent op de spleet  $S_1$  van de monochromator  $M$  gebracht. De beide trommels van deze monochromator zijn op de golflengte

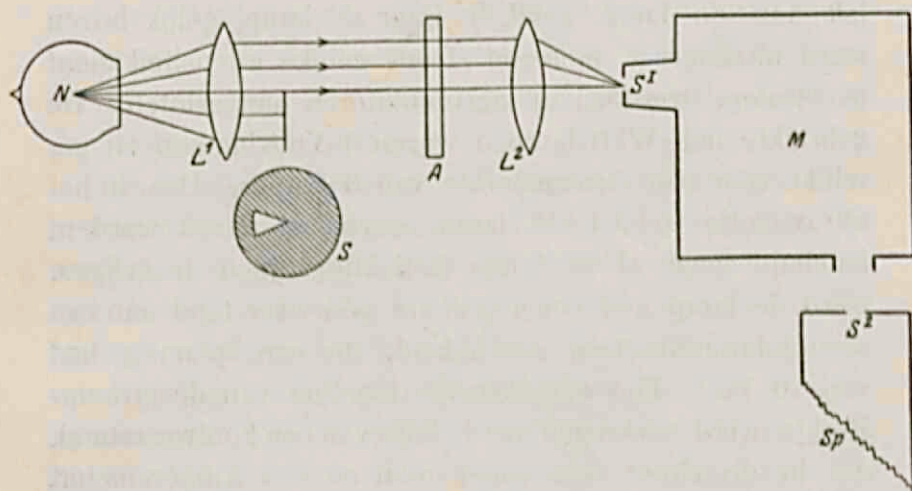


Fig. 3.

ingesteld, waarvoor het licht tusschen  $L_1$  en  $L_2$  evenwijdig is gemaakt. Uit de monochromator treden de stralen, die tusschen  $L_1$  en  $L_2$  evenwijdig zijn, convergeerend uit en komen samen op de spleet  $S_2$  van de kwartsspectrograaf  $Sp$ .

Wanneer de sector draait zal het beeld, dat van de spiraal van de half-Watt-lamp op de spleet van de monochromator gevormd wordt door de stralen van die golflengte, waarvoor de bundel tusschen  $L_1$  en  $L_2$  evenwijdig



is, constant zijn, zoowel wat betreft de intensiteit, als wat betreft de plaats. Ditzelfde geldt voor het beeld, op de spleet van de spectrograaf gevormd en het spectrale beeld op de photographische plaat. De draaiing van den sector veroorzaakt dus geen intermittenie.

Voor een andere golflengte moeten de half-Watt-lamp, de lens  $L_2$  en de monochromator anders ingesteld worden. De plaats van de roteerende sector, dus ook die van de onmiddellijk daarvoor geplaatste lens  $L_1$  wordt constant gehouden.

*De Lichtbron.* Zooals reeds opgemerkt is, moet de half-Watt-lamp van een kwartsvenster voorzien zijn, opdat de doorgelaten ultraviolette stralen voldoende intensiteit bezitten. Het kwartsplaatje wordt met behulp van moffel-lak aan de lamp gekit.<sup>1)</sup> Daar de lamp, gelijk boven werd uiteengezet, met een steeds gelijke intensiteit dient te stralen, werd zij op accumulatoren aangesloten. De gebruikte half-Watt-lampen waren 4-Volt-lampen en geschikt voor een stroomsterkte van 6 Ampère. Daar in het ultraviolette gebied de lamp overbelast moest worden, teneinde geen al te lange belichtingstijden te krijgen, werd de lamp met een regelbare vóórweerstand aan een accumulatorenbatterij geschakeld, die een spanning had van 10 Volt. Een nauwkeurige regeling van de stroomsterkte werd verkregen met behulp van een koolweerstand, die in de shunt was opgenomen en een Ampèremeter. Na het sluiten van de stroom zal de spiraal van de half-Watt-lamp veel warmte aan zijn onmiddellijke omgeving afstaan door geleiding en straling. Het gevolg is, dat langzamerhand de temperatuur van de spiraal stijgt, dus de weerstand groter wordt en de Ampèremeter iets terugloopt. Een half uur na het sluiten van den stroom

<sup>1)</sup> Het eerst is de half-Watt-lamp met kwartsvenster gebruikt door GEHLHOFF. (G. GEHLHOFF: Über eine konstante Lichtquelle mit kontinuierlichen ultravioletten spectrum. Z. S. für techn. Phys. I 224—227. 1920, N°. 10).

bleek een evenwichtstoestand te zijn ingetreden tusschen de aan de spiraal toegevoerde electriche energie en het door de spiraal aan zijn omgeving afgestane arbeidsvermogen. Ten einde fluctuaties van de stroom tengevolge van slechte contacten te vermijden, werd de lamp aan de toevoerdraden gesoldeerd en werd er zorg voor gedragen, dat de verschillende klemschroeven stevig werden aangedraaid.

*De spectrograaf.* Gebruikt werd een groote kwartspectrograaf van Füss. De spleetwijdte kon met behulp van een trommel tot op 0,01 m.M. nauwkeurig gesteld worden. De spleetlengte werd door diaphragma's teruggebracht op 2,5 m.M. Door verschuiven van het chassis konden op dezelfde photographische plaat 15 spectrogrammen onder elkaar opgenomen worden. Bij een spleetlengte van 2,5 m.M. waren de spectra 2,5 m.M hoog en de afstand tusschen twee opvolgende spectra bedroeg dan eveneens 2,5 m.M.

Om de invloed van het valsche licht tot een minimum te beperken werd de opening, die in de wand van de spectrograaf is aangebracht ter plaatse van het chassis met behulp van een houten raampje verkleind. Dit raampje werd zoo vervaardigd, dat het spectrum gevormd werd in het midden van de verkleinde opening en deze opening een breedte had van 5 m.M., dus de dubbele hoogte van het spectrum. Zodoende ontving een punt van de photographische plaat slechts gedurende één opname valsche licht. Aan de binnenkant was het houten raampje schuin uitgesneden, zoodat de op het hout vallende stralen een invalshoek hadden kleiner dan  $45^\circ$  en na de terugkaatsing dus niet op de photographische plaat konden vallen. Verder werd het raampje dofzwart gemaakt.

De spectrograaf had drie steunpunten, waarmee hij op houten blokken werd geplaatst. Boven op deze blokken waren cirkelvormige ijzeren plaatjes geschroefd, die van



holten voorzien waren, waarin de voetstukken van de spectrograaf pasten.

Om zeker te zijn dat de plaat tusschen twee opnamen geen verschuiving onderging, werd het chassis tusschen de opnamen niet gesloten.

De monochromator laat slechts licht van bepaalde golflengte in de spleet van de spectrograaf toe; dientengevolge moet voor iedere golflengte een nieuwe plaat gebruikt worden. Wij kunnen daarom volstaan met slechts kleine platen te gebruiken, n.l. platen met een breedte van 6 c.M., terwijl de juiste maat 24 c.M. is. Deze platen moeten zoo in het chassis geplaatst worden, dat de reeks spectra ongeveer in het midden der plaat ontstaat. Dit is mogelijk door gebruik te maken van de dispersiekromme van de spectrograaf. Deze kromme is ook noodig om nauwkeurig de golflengte te bepalen, waarvoor met behulp van de plaat de meting wordt verricht. Om deze golflengte te bepalen moeten steeds na elke opname boven

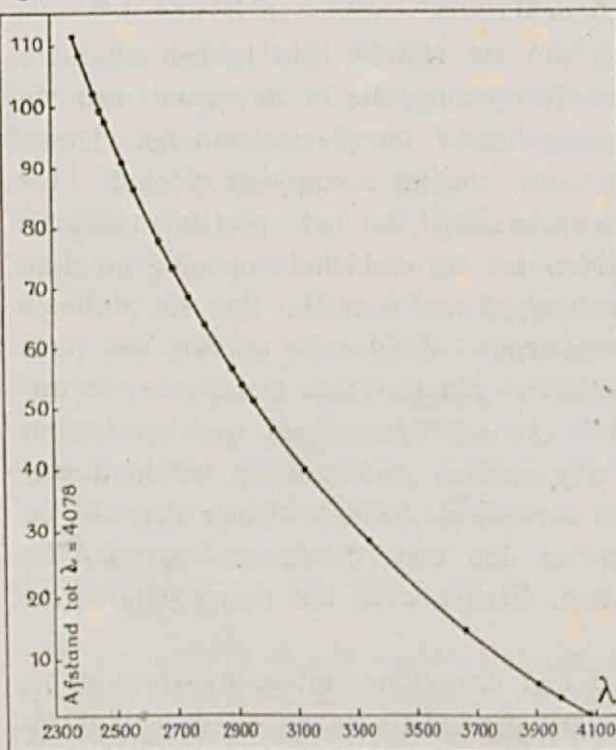


Fig. 4.

en beneden aan de plaat eenige kwiklijnen worden opgenomen. De dispersiekromme geeft het verband aan tusschen de golflengte van het invallende licht en de plaats, waar dat licht op de photographische plaat valt. Deze plaats is voor een bepaalde golflengte on-



dubbelzinnig bepaald, als men de afstand van die plaats tot het uiteinde der plaat kent. Om onafhankelijk te zijn van onregelmatigheden in de rand der plaat, is het beter de afstanden te meten tot aan een lijn van bepaalde golflengte. Met behulp van een kwiklamp werd vorenstaande dispersiekromme verkregen. (Fig. 4.)

De metingen zijn weergegeven in de volgende tabel:

TABEL I.

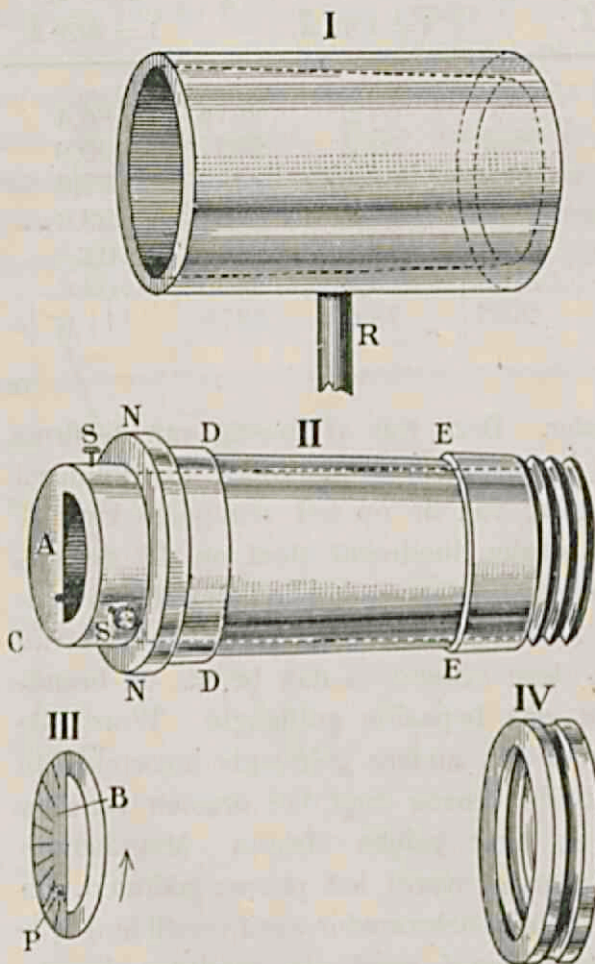
$\lambda$	Afstand in m.M. tot $\lambda = 4078 \text{ \AA}$ .	$\lambda$	Afstand in m.M. tot $\lambda = 4078 \text{ \AA}$ .	$\lambda$	Afstand in m.M. tot $\lambda = 4078 \text{ \AA}$ .
4047	0,9	2967	51,2	2576	86,4
3984	2,7	2926	54,3	2537	90,9
3907	5,2	2894	56,8	2482	97,6
3663	13,9	2804	64,1	2464	99,9
3342	28,3	2753	68,7	2447	102,3
3132	40,1	2700	73,7	2400	108,6
3028	46,9	2655	78,0	2378	111,6

*De monochromator.* Deze was afkomstig van de firma LEITZ. De bouw is volkomen symmetrisch. Uit Figuur 3 blijkt, dat de richting van de op het vierzijdige kwartsprisma invallende stralen loodrecht staat op die der uit-tredende. De beide kwartslenzen hebben dezelfde brandpuntsafstand, zij bevinden zich op gelijke afstanden van de beide spleten; deze afstand is dan tevens de brandpuntsafstand voor een bepaalde golflengte. Wordt de monochromator voor een andere golflengte ingesteld dan verschuiven de beide lenzen door het draaien van een trommel tegelijk en over gelijke afstand. Met behulp van een tweede trommel wordt het prisma gedraaid. De tweede spleet van de monochromator werd verwijderd. De spleet van de spectrograaf deed als zoodanig dienst.

De monochromator kan hooger en lager gesteld worden langs een statief, dat door het midden van het toestel

gaat en op een driehoet rust. De plaats in de opstelling moet een vaste zijn. Daartoe is het voldoende op de tafel drie stukjes schuurpapier te plakken en daar de driehoet op te doen rusten. Een nadeel van deze wijze van opstellen is dat de monochromator feitelijk geen gefixeerde plaats heeft. Daar staat echter het voordeel tegenover, dat de stand van de monochromator gemakkelijk te wijzigen is, wanneer mocht blijken, dat hij nog niet geheel juist is ingesteld.

*De roteerende sector.* Deze is in het



Physisch Laboratorium te Utrecht op aanwijzingen van Dr. VAN CITTERT vervaardigd door den Heer A. KOOLSCHIJN.<sup>1)</sup>

De roteerende sector (Fig. 5) bestaat uit een cilindrische buis, die aan de binnenkant eenigszins conisch is. Hierin past een tweede cilindrische buis, die aan de buitenkant conisch is. Bij het inschuiven zal de tweede buis bij *N* stuiten tegen de

Fig. 5.

<sup>1)</sup> Ik betuig den Heer KOOLSCHIJN daarvoor mijn oprechten dank.



linkerkant van buis I. Links is de tweede buis afgesloten door plaat *A*, waarin een opening is, die de vorm heeft van een halve cirkel. Het middelpunt van de halve cirkel ligt in de as van den cilinder. Rechts kan een poelie geschroefd worden over het uiteinde van buis II, die dezelfde uitwendige diameter heeft als buis I. In buis II past een cirkelvormige plaat *B*, die congruent is met plaat *A* en tegen *A* aangedrukt wordt door de ring binnen buis II, welke door drie schroeven *S* op haar plaats wordt gehouden. Door één van deze schroeven los te draaien, kan de plaat *B* met behulp van het pinnetje *P* gedraaid worden, waardoor men de sectoropening kan laten variëren tusschen  $0^\circ$  en  $180^\circ$ . <sup>1)</sup> Is de opening  $180^\circ$ , dan past het pinnetje *P* in de uitholling van plaat *A*. Om de grootte van de sectoropening af te lezen, is de overgebleven halve cirkel van plaat *B* van een verdeling voorzien. Ten einde de wrijving bij het draaien geringer te doen zijn, is de buis II tusschen *D* en *E* uitgehoud.

De sector wordt gedraaid met behulp van een electromotor. Een metalen spiraalveer diende als verbindings-snoer van de poelie van de electromotor (welke voorzien werd van een gummiring) en die van een tusschenpoelie, welke op een houten schijf was aangebracht. Een concentrische poelie op dezelfde houten schijf was door een snoer verbonden met de poelie van de roterende sector. Deze was dus niet direct gekoppeld aan de electromotor. De electromotor was op zij aan de muur, de tusschenpoelie was op de tafel bevestigd onder de rail (bldz. 24). Zoodoende was de stand van de roterende sector stabielier dan bij directe verbinding.

<sup>1)</sup> Het licht, dat op de photographische plaat valt, heeft de grootste intensiteit, als de sectoropening  $180^\circ$  is. De maximale intensiteit is dus 50%. Dit wordt een bezwaar bij lange belichtingstijden, dus kleine golflengte. Men kan dan de intensiteit tot 100% opvoeren, als men in de binnenste cilinder schijven schuift, waaruit sectoren gesneden zijn met bekende middelpuntshoeken. De middelpuntshoeken van de verschillende schijven moeten een meetkundige reeks vormen. De opening in plaat *A* moet in dat geval een cirkel zijn.



De straal van de roterende sector mag niet te groot zijn, daar anders het licht buiten de lenzen en het prisma van de spectrograaf valt. De straal was 0,6 c.M. Voor zichtbare stralen kon de opening wel grooter genomen worden. Echter was een zekere speling gewenscht, daar voor kleinere golflengte de brandpuntafstand van de lens  $L_2$  (Fig. 3) kleiner wordt, dus de opening van de lichtkegel grooter.

Bij deze kleine straal trad geen spherische aberratie op.

*Centreeren van de lenzen  $L_1$  en  $L_2$ , de lamp en de roterende sector.* Deze toestellen waren alle op Zeiss-ruiters geplaatst, welke verplaatsbaar waren langs een ijzeren rail. Deze rail was op twee steunplaten van ijzer bevestigd, welke tweemaal stomphoekig omgebogen waren en op de tafel vastgeschroefd werden. Tusschen de rail en het tafelblad kon de tusschenpoelie (verbinding tusschen de electromotor en roterende sector) draaien.

Het midden van de spiraal van de half-Watt-lamp, de middelpunten van de draaiende sector en van de lenzen moeten in een rechte lijn gelegen zijn. Men begint met het instellen van de verzwakker. Kijkt men langs de verzwakker naar de rail, dan mag de beschrijvende lijn, dus de grenslijn van de cilinder geen hoek maken met de grenslijn van de rail.

Hierna wordt de middellijn van de sectoropening horizontaal gesteld en de lamp langs de rail verschoven. Is de lamp gecentreerd, dan moet het middelpunt van de lichtvlek, welke men aan de zijde tegengesteld aan die waar de lamp zich bevindt, op een scherm opvangt, onveranderlijk zijn. Om verder in te stellen wordt de middellijn van de sectoropening vertikaal gesteld en op dezelfde wijze de centreering onderzocht. Om de lens  $L_1$  te centreeren, werd het spiraal van de half-Watt-lamp opgevangen op een velletje m.M. papier en werd er voor gezorgd, dat de middellijn van het beeld bij verschillende voorwerpsafstanden op dezelfde plaats kwam, zoowel wat

de hoogte, als wat de breedte betreft. Daarbij werd het m.M. papier op zijn plaats gehouden, maar de lamp en lens verschoven. Hierbij bleek, dat het midden van de lens niet samen viel met het optisch middelpunt.

Bij het centreeren van de lens werd de roteerende sector achter de lens geplaatst. Dan trad er geen spherische aberratie op en was het beeld van de spiraal dus scherper. Om ten slotte de lens  $L_2$  te centreeren, werden de eerste lens en de verzwakker op hun plaats gehouden en bij verschillende standen van de lamp en de tweede lens mocht het midden van het beeld op het m.M. papier weer niet van plaats veranderen.

*Instellen voor verschillende golflengten.* Zooals boven reeds opgemerkt is, kon de plaats van de roteerende sector met het oog op den stand van de electromotor en de trappoelie niet veranderd worden, dus evenmin de plaats van de eerste lens, die er vlak voor staat. Daar de lichtbundel, die door het absorptievat gaat, evenwijdig moet zijn, moest de stand van de lamp voor de verschillende golflengten telkens veranderd worden, en evenzoo de stand van de kwartslens  $L_2$ , daar deze de stralen convergeert op de spleet van de monochromator. Daarom moest voor het instellen op de rail een schaalverdeeling aangebracht worden, of, wat gemakkelijker was, een tabel aangelegd worden, waarin aangegeven was, op welke afstanden van de uiteinden van de rail de voetstukken van de lampen en de lens  $L_2$  zich moesten bevinden, wanneer voor de verschillende golflengten werd ingesteld. Deze afstanden konden met een liniaal afgemeten worden.

Daar de eerste lens een brandpuntsafstand had van 15 c.M. en de tweede van 25 c.M., werd op de spleet van de monochromator een vergroot beeld gevormd. De vergrooting is onafhankelijk van de golflengte, waarvoor is ingesteld, daar de verhouding van de brandpuntsafstanden dezelfde blijft. Voor de verschillende golflengten worden de brandpuntsafstanden:



TABEL II.

Golflengte.	$f_1$ in c.M.	$f_2$ in c.M.	Golflengte.	$f_1$ in c.M.	$f_2$ in c.M.
zichtbaar (geel)	15	25	280 $\mu\mu$	13,9	23,2
420 $\mu\mu$	14,7	24,5	270 "	13,8	23,1
380 "	14,6	24,3	260 "	13,7	22,9
340 "	14,4	24,0	250 "	13,6	22,7
320 "	14,3	23,8	240 "	13,5	22,5
300 "	14,1	23,5	230 "	13,3	22,2

Daar de lenzen loodrecht op de hoofdas geslepen zijn, is voor de brekingsindex van kwarts  $n_\omega$  genomen.

Zijn voor een bepaalde golflengte de plaatsen bekend, waar de verschillende ruiters zich op de rail moeten bevinden, dan kan met behulp van de in Tabel II opgegeven waarden worden uitgerekend, waar de lamp en de tweede lens geplaatst moeten worden, wanneer voor een andere golflengte wordt ingesteld. (De 1<sup>e</sup> lens en de sector hebben een vaste plaats). Het instellen voor het zichtbare gebied kan aldus geschieden: de tweede lens wordt zoo geplaatst, dat het optisch middelpunt zich op een afstand van 25 c.M. (dus de brandpuntsafstand) van de spleet van de monochromator bevindt. Om nu de lamp in te stellen, wordt de sector geroteerd en de lamp zoo lang verschoven, totdat het beeld van de spiraal van de half-Watt-lamp op de spleet van de monochromator constant is wat betreft de plaats.

*Instellen van de monochromator en de spectrograaf.*

Om de monochromator in te stellen, werd het deksel er afgenomen en achter de eerste lens een stukje m.M. papier gehouden. Het midden van de lichtvlek, afkomstig van het licht van de half-Watt-lamp, moest op de plaats van het midden van de lens zijn.

Om de kwartsspectrograaf in te stellen, werd er voor



gezorgd, dat de spleet van de spectrograaf zich op een afstand van de tweede lens van de monochromator bevond, die gelijk was aan de afstand tusschen de spleet van de monochromator en de eerste lens van de monochromator. Aan deze voorwaarde moet voldaan zijn onafhankelijk van de golflengte, waarop de monochromator is ingesteld. Immers, zooals boven reeds is opgemerkt, verplaatsen de beide lenzen van de monochromator zich evenveel, wanneer hun stand veranderd wordt.

Daarna werd de monochromator ingesteld op  $500 \mu\mu$ , de grootste golflengte, die op de trommels was aangegeven. Is de spectrograaf goed ingesteld, dan zal  $500 \mu\mu$  de gemiddelde golflengte zijn van de stralen, die van uit de monochromator in de spectrograaf vallen. Dit kan uitgemaakt worden met een zakspectroscop, die van een schaalverdeeling is voorzien. Het chassis en het houten raampje van de spectrograaf worden daartoe verwijderd en onderzocht wordt, of de golflengten van de uiterste stralen, die men in de zakspectroscop kan opvangen, evenveel van  $500 \mu\mu$  verschillen. Verder moet de spleet van de monochromator evenwijdig zijn aan die van de spectrograaf, daar anders de spectra scheef zijn. <sup>1)</sup>

*Kitten van de vloeistofbakjes.* De vloeistof, waarvan de absorptie onderzocht werd, werd in een bakje gebracht, waarvan de wijze van vervaardigen hieronder beschreven wordt.

Moest de vloeistofkolom niet zeer kort zijn, dan bestond zoo'n bakje uit een volkomen planparallele koperen buis, tegen de eindvlakken waarvan twee kwartspaatjes gekit waren. Voor de bakjes, die bestemd waren voor het onderzoek van aceton, werd waterglas met asbest als hechtmiddel gebezigd. Daar deze kit na het droog

---

<sup>1)</sup> De gebruikte spectrograaf van Füss had de fout, dat de spleet niet geheel evenwijdig was aan de richting, waarin het chassis op en neer bewogen werd; voor ons onderzoek is deze fout van geen belang.

worden poreus, zelfs zichtbaar poreus is, werd altijd tweemaal gekit. De eerste keer diende de kit voor de mechanische hechting en werd een dikke brei van waterglas en asbest gemaakt; de tweede maal diende de kit voor de afsluiting der poriën en was het papje veel dunner, dus veel rijker aan waterglas. De kwartsplaatjes hadden een middellijn van 3 c.M., de uitwendige middellijn van de koperen buis was 25 m.M. Om de vloeistof in de bakjes te brengen, werden twee openingen in de koperen buis gemaakt; één in 't midden en één aan het einde. Ter plaatse van deze openingen werden glazen buisjes gekit aan de koperen buis. Daar de absorptiecoëfficiënt van aceton zeer snel toeneemt, als de golflengte kleiner wordt, moet men de lengte der bakjes steeds kleiner nemen, en dus de kit telkens losweken, ten einde de kwartsplaatjes weer voor nieuwe bakjes te kunnen gebruiken. Dit losweken is in ongeveer tien minuten afgelopen, als men het bakje in een bekersglas met water doet en dit aan het koken brengt. Echter krijgt men de kwartsplaatjes aldus niet vrij van waterglas. Daarvoor is het noodig, dat men de kwartsplaatjes in een sterke oplossing van kaliloog doet en deze oplossing verwarmt. De kaliloog lost dan het waterglas op. Hierbij is echter de noodige voorzichtigheid in acht te nemen, daar een sterke oplossing van KOH ten slotte ook kwarts aantast, waardoor dit mat wordt.

Zooals reeds opgemerkt is, moet de lengte van de bakjes, als de golflengte kleiner wordt, steeds korter genomen worden tot ongeveer  $\lambda = 2700 \text{ \AA}$  toe (daarna weer langer). Tevens moet vermeden worden, dat de vloeistofkolom prismatisch is, daar anders het beeld op de spleet van de monochromator steeds meer verplaatst wordt, naarmate de golflengte kleiner wordt. Bij gebruik van koperen bakjes levert dit geen bezwaar op, daar deze op de draaibank zoo bewerkt kunnen worden, dat de eindvlakken volkomen planparallel zijn. Daarom is koper te verkiezen boven glas.



Om bakjes te maken voor korte vloeistofkolommen, werd gebruik gemaakt van de eigenschap, dat getrokken koperdraad over vrij groote lengte dezelfde dikte houdt, ja, dat deze dikte over korte lengte zelfs tot op een micron constant blijft. Op één der kwartsplaatjes wordt een tweemaal omgebogen koperdraad gelegd en daarboven de tweede kwartsplaat. Om eventueele buigingen in de draad, in een richting loodrecht op de kwartsplaatjes recht te maken, werd op de tweede plaat een gewicht geplaatst en daarna langs de rand een papje van asbest en waterglas aangebracht voor mechanische hechting. Was dit droog geworden, dan werd nog eens overal langs de rand gekit, behalve tusschen de uiteinden van de koperdraad, waar een kleine opening werd vrijgehouden. Daar werd een glazen buisje tegen het bakje gekit. Op deze wijze werden bakjes van verschillende dikte verkregen, waarbij dan de dikte van de koperdraad telkens anders moest zijn. Zoo'n bakje werd met microscoop-klemmen gedrukt tegen een koperen plaat, waarin een opening was, kleiner dan het kwartsplaatje. Deze koperen plaat kon in een ruitersatief bevestigd worden.

Voor zeer geringe dikten der vloeistofkolom was geen koperdraad verkrijgbaar, dat dun genoeg was. De keus viel toen op bladtin. Dit komt in den handel in verschillende dikten voor. Uit een vel bladtin werden reepjes geknipt, die vlak bij elkaar waren gelegen. Zoo noodig werden twee lagen boven elkaar genomen.

Het vullen van deze zeer korte bakjes geschiedde met behulp van een luchtpomp. Het glazen buisje boven het bakje werd met aceton gevuld. De lucht in het bakje werd voorzichtig door de aceton heen naar buiten gezogen. Door weer lucht toe te laten werd de aceton in het bakje gedreven. Wanneer het licht schuin in viel, staken de plaatsen, waar geen vloeistof was, zilverachtig af. Door herhalen van de bewerking kon het heele bakje met vloeistof worden gevuld. Echter moest er nu vooral opgelet worden, dat de kit niet poreus was, daar anders bij het



pompen de lucht door de poriën naar binnen kwam. De rand werd daarom nog één keer met enkel waterglas bestreken.

*Bepaling van de dikte der vloeistof in de bakjes.* Van lange vloeistofkolommen kon de dikte bepaald worden met behulp van de micrometer. Hiermee werd de lengte van de koperen buis bepaald. Was de vloeistofkolom korter dan 1 m.M., dan werd de lengte bepaald met behulp van de microscoop. De koperdraad werd vóór het gebruik onder de microscoop gelegd en de dikte vergeleken met de schaalverdeeling van een vergelijkingsglaasje. Daarna werd de koperdraad vervangen door een glazen plaatje, waarop een schaalverdeeling was aangebracht tot in honderdste deelen van een m.M., zoodat duizendste deelen geschat konden worden. De fout die gemaakt werd, was dus kleiner dan 1<sup>o</sup>/<sub>o</sub>.

Voor de zeer korte vloeistofbakjes werd de interferentiemethode toegepast. In de collimatorbuis van een spectroscop met draaibaar prisma, werd een opening gemaakt en de spleet verwijderd. Een dun verzilverd spiegeltje maakt een hoek van 45° met de as van de buis. Het licht van een half-Watt-lamp valt op deze spiegel onder een hoek van 45° en wel loodrecht op de richting van de as van de collimatorbuis. De teruggekaatste stralen vallen op het vloeistofbakje loodrecht in. De lichtstralen aan de uiteinden der vloeistofkolom teruggekaast, interfereeren. Door aan de trommel te draaien kon men de opvolgende golflengten vinden, waarbij het licht door interferentie werd versterkt. Zoo werd b.v. gevonden, dat versterking van het licht optrad bij de volgende golflengten (bij iedere reeks neemt het bakje een andere plaats in tengevolge van een kleine verschuiving):

TABEL III.

1 <sup>e</sup> reeks.	2 <sup>e</sup> reeks.	3 <sup>e</sup> reeks.	4 <sup>e</sup> reeks.
6470	6470	6358	6068
6124	6124	6030	5763
5819	5820	5731	5487
5541	5546	5464	5238
5291	5293	5217	5008
5058	5060	4993	4798
4848	4849	4766	—

Ingesteld werd telkens op het midden van een lichte lijn. Daar de lichte lijnen zeer dicht bij elkaar waren gelegen, werden telkens 10 donkere lijnen overgeslagen. De eerste en tweede reeks hebben betrekking op dezelfde plaats van het bakje. Door berekening vindt men voor de dikte achtereenvolgens 0,000580; 0,000580; 0,000580; 0,000572 c.M. De fout is kleiner dan 1 %.

De bakjes, die met waterglas en asbest gekit zijn, zijn onbruikbaar voor zoutoplossingen, daar de kit in water week wordt. Daarom werd voor dat geval Amerikaansche kit gebruikt. Verder moest er rekening mee gehouden worden, dat het koper van de bakjes door de zoutoplossingen wordt aangetast, waardoor sterk absorbeerende koperzouten ontstaan.

De koperen bakjes moesten derhalve ook aan de binnenkant gekit worden en wel zoo, dat nergens de oplossing met het koper in aanraking kwam. De kit moest dus ook aan de binnenkant met het kwarts in aanraking komen, om zeker te zijn, dat ook de rand van het bakje aan de binnenkant met kit was bedekt. Te dien einde werd op een metalen plaat een dikke glasplaat (Fig. 6)



gelegd. Daarop werd een kwartsplaatje gelegd en daarboven de koperen buis, die van boven bezwaard werd met een gewicht. Dit gewicht was in het midden doorboord, zoodat men door de opening naar de rand van de buis kon kijken. De beteekenis van de glas-

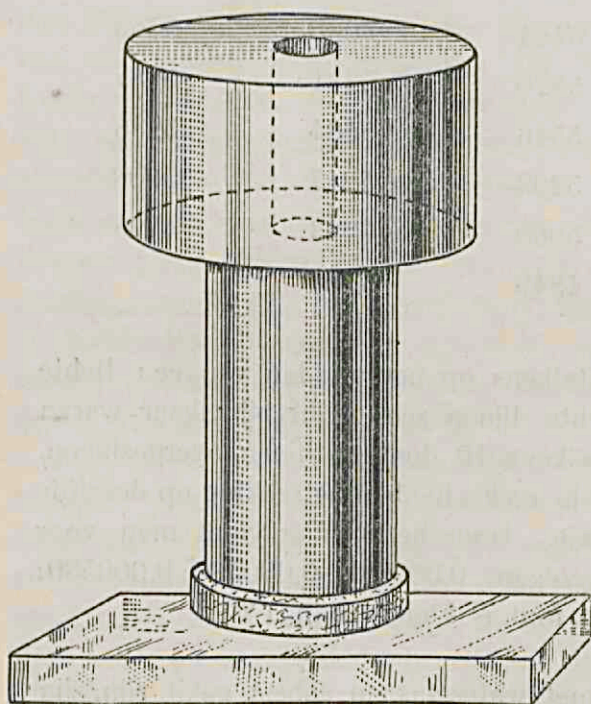


Fig. 6.

plaat is, dat nu van onder voldoende licht invalt om de rand van de buis te kunnen zien. De metalen plaat werd zacht verwarmd net zoolang tot dat de kit naar beneden begon te vloeien. Geschiedde dit op een bepaalde plaats te langzaam, dan werd deze plaats nog bovendien zijdelings verwarmd.

Bij het losweken van de kit werd het bakje niet direct op een metalen plaat gelegd, daar dit het gevaar oplevert voor het ontstaan van een barst in het kwarts. Daarom werd op de metalen plaat de glasplaat gelegd en daarop het bakje.

Zooals boven reeds opgemerkt is, mag de vloeistofkolom niet prismatisch zijn. Maar ook de kwartsplaatjes moeten planparallel zijn. Om dit te onderzoeken werd voor de spleet van de monochromator een stukje m.M. papier gehouden en met behulp van een sterk vergrootende



loupe nagegaan, of het plaatsen van een kwartsplaatje in den lichtbundel loodrecht op den gang der lichtstralen een verplaatsing van het beeld tengevolge had. Was er een geringe afwijking, dan werd er voor gezorgd, dat deze plaats had in de richting van de spleet. Vertoonden beide kwartsplaatjes van een bakje een afwijking, dan konden deze elkaar althans gedeeltelijk opheffen.

*De spectra en de photogrammen.* Op de spleet van de monochromator wordt van de spiraal van de half-Watt-lamp

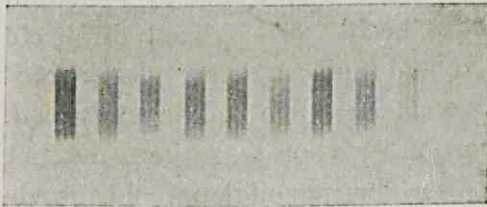


Fig. 7.

door de stralen van de golflengte, waar voor is ingesteld, een scherp beeld gevormd. Dit is evenzoo het geval op de spleet van de spectrograaf en op de photographische plaat. Na het ontwikkelen kan men daarom op de plaat de spectrale beelden van eenige windingen der half-Watt-lamp onderscheiden, zooals in Fig. 7 is aangegeven.

Wordt de plaat doorgephotometreerd in een richting, loodrecht op de lengterichting der spectra, dan krijgt men van één spectrum verschillende uitslagen, overeenkomende met eenige windingen van de spiraal. Het photogram (Fig. 8) vertoont de nulstanden (*c, c*), de uitslagen van de onbelichte plaat (*a, a*) en de zigzaglijnen (*b, b*) welke overeenkomen met de windingen van de spiraal.

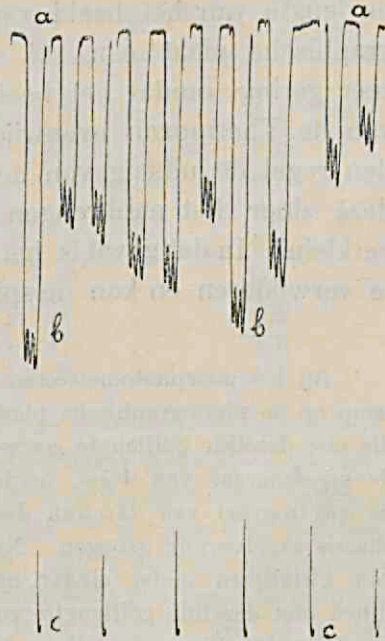


Fig. 8.

Uit de figuur blijkt tevens, dat niet alle windingen dezelfde zwarting veroorzaken, dit beteekent dat niet alle windingen dezelfde temperatuur hebben. Deze wordt hooger, naarmate de winding meer in het midden is gelegen. <sup>1)</sup>

Over het photometreeren nog een enkele opmerking. Daar het beeldje van de spiraal van de half-Watt-lamp op de photographische plaat, die doorgephotometreerd wordt, klein is, mag men wel aannemen, dat de golflengte, waarvoor men photometreert, die is, welke overeenkomt met het midden van het beeld. Toch heeft dit beeld nog een zekere lengte, zoodat men eigenlijk de gemiddelde absorptie meet voor een klein golflengtegebied. Nauwkeuriger is het daarom, er voor te zorgen, dat het beeld van de spiraal op de Thermoziuil loodrecht op de spleet komt te staan. In dat geval valt in de Thermoziuil licht van b.v. één winding van de spiraal. De uitslag wordt dan wel kleiner, maar dit wordt verholpen, als men de spleet wijder maakt. Op deze wijze speelt niet de lengte van het beeld van de spiraal op de photographische plaat een rol, maar de breedte, en deze is zeer gering, omdat het beeld verkleind is. Is de spleet van de Thermoziuil evenwijdig aan de spiraal, dan is in den regel de uitslag van de galvanometer zoo groot, dat deze door het aanbrengen van een shunt moet worden verkleind. In dat geval is het dikwijls voldoende de shunt te verwijderen en kan de spleetwijdte onveranderd blijven.

<sup>1)</sup> Bij het doorphotometreeren beweegt het beeld van de half-Watt-lamp op de photographische plaat zich door punten van de spectra, die met dezelfde golflengte correspondeeren. Dit is tenminste zoo bij de spectrograaf van FÜSS, omdat daar het spectrum recht is. Bij de spectrograaf van HILGER daarentegen worden de platen in het chassis zadelvormig gebogen. Neemt men dan een reeks spectra van kwiklijnen onder elkaar op, dan zal men zien dat de kwiklijnen met dezelfde golflengte, vooral in het midden der plaat, niet in een rechte lijn onder elkaar liggen.



De groote moeilijkheid voor absorptiemeting in het ultraviolet is de geringe intensiteit van de straling der lamp voor korte golflengte. Om de nauwkeurigheid der meting voldoende te maken, moet de zwarting, die met deze intensiteit samenhangt niet te gering zijn. Om de zwarting van de photographische plaat te doen toenemen, moet  $a$  de hoeveelheid licht, die in een punt van de photographische plaat valt, en  $b$  de intensiteit van dat licht worden vergroot. Aan de eerste voorwaarde wordt voldaan, door de spleet wijder te maken en de belichtingstijd langer; voor het onder  $b$  genoemde is het noodig de stroomsterkte in de half-Watt-lamp te vergrooten. Daar de intensiteit van het licht snel afneemt, als men ver in het ultraviolet komt, werden de drie hulpmiddelen gecombineerd toegepast, wanneer waarnemingen voor kleinere golflengte gedaan werden, zooals uit onderstaande tabel blijkt. <sup>1)</sup>

TABEL IV.

Gebruikte Plaat: Ilford Press Plate. Speed 475.

Golflengte.	Spleet van de spectrograaf.	belichtingstijd.	Stroomsterkte.
3400	0,20 m.M.	2 min.	5,6 Amp.
3200	0,20 "	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	5,8 "
3000	0,20 "	3 "	6,0 "
2900	0,20 "	4 "	6,2 "
2800	0,20 "	5 "	6,4 "
2700	0,20 "	6 "	6,6 "
2600	0,22 "	6 "	6,8 "
2500	0,22 "	15 "	7,0 "
2400	0,25 "	35 "	7,2 "

<sup>1)</sup> Eerst werd Rodinal als ontwikkelaar gebruikt. Daar bij de Ilford Press Plates zeer gemakkelijk sluiert ontstaat, moest de Rodinal zeer verdund worden (1 op 100 water) en dan nog kon niet langer dan 3 minuten ontwikkeld worden. Om bij die korte ontwikkelings-tijd en die sterke verdunning toch voldoende zwartingen te verkrijgen, moest de belichtingstijd langer worden genomen dan in de tabel aangegeven is.

De platen werden met glycine ontwikkeld (1 deel glycine op 3 deelen water bij  $15^{\circ}$  C.) gedurende 5 tot 7 minuten.

*Volledig verloop van een proef.* Ter verduidelijking van het vorenstaande moge hieronder het volledig verloop van een proef volgen.

We kiezen als voorbeeld het onderzoek naar de absorptie-coëfficiënt van  $Mg Br_2$  en  $Ca Br_2$  voor de golflengte 2980. Om de invloed van reflexen te elimineeren, wordt het bakje steeds in den lichtbundel geplaatst, en wel voor de vergelijkingspectra met water gevuld en voor de absorptiespectra met de oplossing.

Vóór de opname werd altijd eerst gecontroleerd of de lichtvlek op de spleet van de monochromator (immers er ontstaat alleen een scherp beeld als men instelt voor 't zichtbare gebied) bij horizontalen stand van de middellijn van de roteerende sector aan weerszijden even veel uitstak. Kleine afwijkingen konden worden verholpen door een geringe verplaatsing van de lamp, die mogelijk is met behulp van de drie schroeven aan de voet van de ruiter, die de lamp draagt.

De bakjes moeten tusschen de roteerende sector en de lens  $L_2$  (Fig. 3) geplaatst worden en wel zoo, dat de kwartspaatjes gericht zijn loodrecht op de lichtbundel. Het kenmerk hiervoor is, dat de door het kwarts teruggekaatste stralen weer op de plaats van de sectoropening terugkomen.

Ook nog moet men vóór den aanvang van de proef controleeren of de monochromator en de spectrograaf goed zijn ingesteld op de wijze als boven aangegeven is.

Laat  $R_1$  voorstellen de afstand, waarop de voet van de Ruiter, die de lamp draagt, zich bevindt van het dichtstbijzijnde uiteinde der rail;

laat  $R_2$  voorstellen de afstand, waarop de voet van de Ruiter, die de 1<sup>e</sup> lens draagt, zich bevindt van het midden der rail;

laat  $R_3$  voorstellen de afstand, waarop de voet van de



Ruiter, die de sector draagt, zich bevindt van het midden der rail;

laat  $R_4$  voorstellen de afstand, waarop de voet van de Ruiter, die de 2<sup>e</sup> lens draagt, zich bevindt van het dichtst-bijzijnde uiteinde der rail,

dan wordt de opname verricht volgens onderstaand schema:

TABEL V.

$\lambda = 2980.$	Ilford Press Plate.	speed 475.
$R_1 = 15,7$ $R_3 = 0,9$	spleet van de mono-chromator = 1 m.M.	stroomsterkte 6 Amp.
$R_2 = 9,3$ $R_4 = 24,0$	spleet van de spectro-graaf = 0,2 m.M.	belichtingstijd 2 $\frac{1}{2}$ min.
	lengte van de vloeistof-kolom = 4.15 m.M.	

Nummer van het chassis.	Volgorde der opnamen.	Opening van de sector in procenten.	Bakje gevuld met	Begin van de opname.	
1	}	kwiklijnen, n.l. 3028, 3024, 3022, 2967			
2					
3					
4		1	100	water	2 u. 8 min.
5		8	100	<i>Ca Br<sub>2</sub></i>	3 u.
6		2	20	water	2 u. 15 min.
7		9	100	<i>Mg Br<sub>2</sub></i>	3 u. 10 min.
8		5	36	water	2 u. 36 min.
9		7	100	<i>Ca Br<sub>2</sub></i>	2 u. 53 min.
10		6	60	water	2 u. 43 min.
11		10	100	<i>Mg Br<sub>2</sub></i>	3 u. 17 min.
12		3	12	water	2 u. 22 min.
13		4	8	water	2 u. 29 min.
14		}	kwiklijnen, n.l. 3028, 3024, 3022, 2967, 2753		
15					

Na ontwikkelen, fixeeren en spoelen wordt de plaat gedroogd en daarna doorgephotometreerd. Het photograph wordt door figuur 8 bldz. 33 voorgesteld. Voor

de middelste der onderste toppen wordt telkens de verhouding  $\frac{u}{u_0}$  <sup>1)</sup> opgemaakt en deze, voor wat betreft de vergelijkingsspectra, op enkel logaritmisch papier uitgezet tegen de grootte van de overeenkomstige sectoropening. Zoo ontstaat de volgende zwartingskromme. (Fig. 9.) In

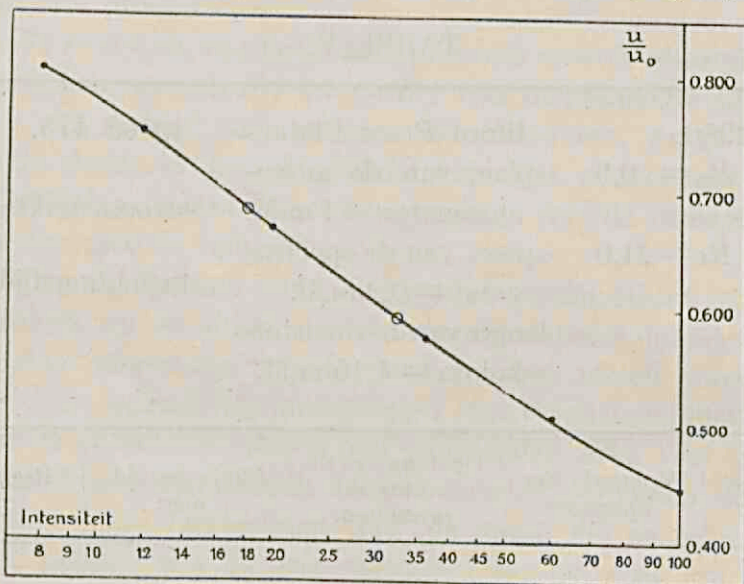


Fig. 9.

deze zwartingskromme kan men de verhoudingen  $\frac{u}{u_0}$  voor de absorptiespectra graphisch interpoleeren. Aldus wordt gevonden, dat van het invallende licht door de oplossing van  $CaBr_2$  wordt doorgelaten 18 % en door de oplossing van  $MgBr$  32½ %.

De absorptiecoëfficiënt is gedefinieerd door de formule  $I = I_0 \times 10^{-\varepsilon c d}$ , waaruit volgt  $\varepsilon = \frac{1}{cd} \log \frac{I_0}{I}$ , of daar  $I_0 = 100$  is, is  $\varepsilon = \frac{2 - \log I}{c \times d}$ .

<sup>1)</sup> Reeds door den Heer DORGELO is  $\frac{u}{u_0}$  uitgezet i. p. v.  $\log \frac{u_0}{u}$  (H. B. DORGELO: The intensities of the components of multiple spectral lines. J. VAN DRUTEN, Utrecht.)



Hierin is  $d$  de lengte der vloeistofkolom in cM. en  $c$  het aantal grammoleculen per Liter. Om  $c$  te vinden, wordt een kromme geteekend, die het verband aangeeft tusschen het *s.g.* en de moleculaire concentratie. Dit kan geschieden met behulp van de tabellen in LANDOLT.<sup>1)</sup> Echter zijn de soortelijke gewichten van  $CaBr_2$  opgegeven voor een temperatuur van 19,5° C. Daarom moet ook nog gebruik gemaakt worden van de in LANDOLT<sup>2)</sup> voorkomende tabellen, betreffende de volumeveranderingen van deze oplossingen met verschillende concentraties bij verandering van temperatuur.

*Contrôle der methode.* Allereerst werd een onderzoek ingesteld naar eventueele selectieve absorptie van de roteerende verzwakker voor zichtbare stralen, en wel voor de uiterste kleuren rood en blauw. Men denke zich in Fig. 3 het vloeistofbakje vervangen door een rood, resp. blauw kleurenfilter en de monochromator door een thermoziuil, die in verbinding staat met een galvanometer. De uitslagen hiervan werden geregistreerd. De resultaten zijn opgenomen in de volgende tabel:

TABEL VI.

Opening sector.	Uitslag in c.M.		Opening van den sector: uitslag galvanometer.	
	roode stralen.	blauwe stralen.	roode stralen.	blauwe stralen.
180°	9,62	10,20	18,7	17,7
144°	7,70	8,20	18,7	17,6
108°	5,70	6,10	19,0	17,7
72°	3,80	4,00	19,0	18,0
36°	1,90	2,00	19,0	18,0
21,6°	1,14	—	19,0	—

<sup>1)</sup> LANDOLT-BÖRNSTEIN. Physikalisch-Chemische Tabellen, 5<sup>e</sup> dr. bldz. 385.

<sup>2)</sup> LANDOLT-BÖRNSTEIN. Physikalisch-Chemische Tabellen, 5<sup>e</sup> dr. bldz. 429.

Bij de blauwe stralen was de stroomsterkte in de half-Watt-lamp grooter. Dit verklaart de grootere uitslag van den galvanometer. Uit de tabel volgt, dat de uitslag recht evenredig is met de grootte van de sector-opening.

Ook werd het lichtpunt buiten de hoofdas geplaatst. Gevonden werd:

TABEL VII.

Opening van den sector.	Uitslag galvanometer.	Opening: uitslag.
180°	14,1	12,8
144°	11,4	12,6
108°	8,5	12,7
72°	5,6	12,9
36°	2,8	12,9

Voorts werden de zwartingen, verkregen bij verschillende standen van den sector in rust met elkaar vergeleken. De opening van den sector is steeds 180°. Bij de vergelijkingsspectra was de belichtingstijd langer genomen.

TABEL VIII.

Stand van de sector-opening.	Verhouding der intensiteiten overeenkomende met de veroorzaakte zwartingen bij:			
	$\lambda = 380 \mu\mu$	$\lambda = 320 \mu\mu$	$\lambda = 270 \mu\mu$	$\lambda = 240 \mu\mu$
1 <sup>e</sup> en 2 <sup>e</sup> kwadrant	84	72	82	71
2 <sup>e</sup> en 3 <sup>e</sup> kwadrant	78	80	86	77
3 <sup>e</sup> en 4 <sup>e</sup> kwadrant	92	96	82	69
4 <sup>e</sup> en 1 <sup>e</sup> kwadrant	98	80	92	72

Er treedt dus een gering intermittentie-effect op.

Ter contrôle van de methode werd ze toegepast op



twee stukken spiegelglas  $G_1$  en  $G_2$ . Wanneer  $G_1 \alpha_1 \%$  doorlaat en  $G_2 \alpha_2 \%$ , dan zal de combinatie  $G_1 G_2 \frac{\alpha_1 \alpha_2}{100} \%$  doorlaten. In de volgende tabel zijn de zoo berekende waarden vergeleken met de waargenomen. De afwijking is kleiner dan  $2\%$ .

TABEL IX.

Golflengte.	Doorgelaten door			
	$G_1$	$G_2$	$G_1 G_2$	
			gemeten	berekend
380 $\mu\mu$	88	86	75	75,7
365 "	85	83	70	70,6
352 "	76	74	55	56,2
340 "	55	55	30	30,3
334 "	34	33,2	11,1	11,3
330 "	27	27	7,2	7,3

### HOOFDSTUK III.

#### Onderzoek van aceton en enkele halogenen der aardalkaliën.

##### *Het reinigen der stoffen.*

Aceton werd gereinigd via de bisulfietverbindingen.

De halogeenvverbindingen der aardalkaliën werden door omkristalliseeren gezuiverd. Om de oplossingen stofvrij te maken, werden ze door een Chamberland-kaars gezogen.

De oplossingen werden bewaard in Erlemeier-kolven van Jena-glas, daar gewoon glas alkalisch is, zoodat b.v. een oplossing van  $Mg Cl_2$  in flesschen van gewoon glas bewaard, op den duur een neerslag geeft.

Voor alle zekerheid werden de Erlemeier-kolven van Jena-glas uitgestoomd en werd nagegaan of de gecondenseerde waterdamp aan een oplossing van phenolphthaleïne een roodkleuring gaf.

De kurken werden omwikkeld met zilverpapier.

De moleculaire concentratie der zouten in de oplossingen werd bepaald met behulp van een Westphal'sche balans. Daarbij werd gebruik gemaakt van de in „LANDOLT” voorkomende tabellen over soortelijke gewichten van oplossingen van anorganische verbindingen in water.

Om de nauwkeurigheid der beschreven methode te kunnen vergelijken met die van HENRI, werd ze toegepast op aceton, waarvan de absorptie in het ultraviolet quantitatief door HENRI <sup>1)</sup> is bepaald.

---

<sup>1)</sup> VICTOR HENRI: Etudes de Photochimie. Paris, GAUTHIER—VILLARS, 1919.



De onderzochte vloeistof had de volgende fysieke constanten :

Kookpunt bij 760 m.M. druk  $56^{\circ},4$  C.

$n_D$  bij  $16^{\circ}$  C. 1,3622

*s.g.* bij  $17^{\circ}$  C. 0,7905

Om de invloed van de reflexen te vermijden, werden altijd twee bakjes gebruikt van verschillende lengte. Het korte bakje diende voor de vergelijkingsspectra, het lange voor het absorptiespectrum. Aldus werd de absorptie bepaald, door een vloeistof-kolom teweeggebracht, waarvan de lengte gelijk is aan het lengteverschil der bakjes.

In de volgende tabel zijn de door HENRI gevonden waarden voor de moleculaire absorptiecoëfficiënt  $\epsilon$  met behulp van graphische interpolatie verkregen.

TABEL X.

Golflengte.	Lengte korte bakje in c.M.	Lengte lange bakje in c.M.	$\epsilon$ volgens HENRI.	Waargenomen.	Vershil.
3650	0,98	10,02	0,00020	0,00057	185 %
3600	0,98	10,02	0,00023	0,00048	108 %
3576	0,98	10,02	0,00025	0,00041	64 %
3476	0,98	4,05	0,00050	0,00098	96 %
3404	0,98	4,05	0,0039	0,0044	13 %
3376	0,98	4,05	0,00760	0,00761	—
3292	0,003	0,977	0,0460	0,0470	2 %
3150	0,0100	0,0200	0,800	0,740	-7½ %
3060	0,0100	0,0200	2,75	1,83	-33 %
2936	0,00077	0,00577	7,45	5,10	-31½ %
2808	0,00077	0,00299	12,6	15,5	23 %
2682	0,00077	0,00299	15,3	16,2	6 %
2592	0,00077	0,00299	11,6	13,2	14 %
2492	0,00077	0,00299	7,05	7,8	10½ %

HENRI zegt, dat hij het absorptiespectrum van aceton met veel zorg doorgemeten heeft. Daar hij echter geen

physische constanten van de door hem gebezigde vloeistof opgeeft, is het niet na te gaan of de verschillen in de uitkomsten alleen aan de methode zijn te wijten. Om de verkregen resultaten met die van HENRI beter te kunnen vergelijken, is in onderstaande figuur de logaritmische van  $\varepsilon$  uitgezet tegen de golflengte  $\lambda$ . De stippellijn stelt de kromme voor volgens HENRI, de volgetrokken lijn de waargenomen kromme.

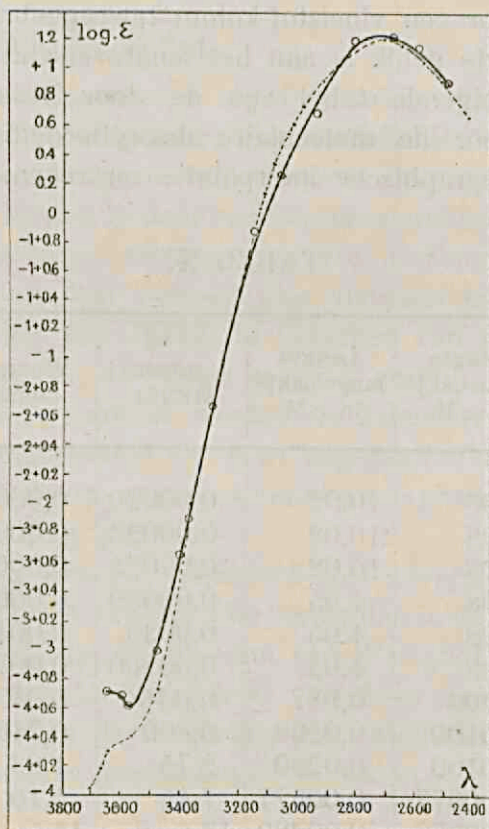


Fig. 10.

De methode is ook toegepast op de chloriden der aardalkaliën, en op de Bromiden van Magnesium en Calcium. In de volgende tabellen zijn de resultaten van dit onderzoek opgenomen.



TABEL XI.

*Mg Cl<sub>2</sub>* (3,72 Gr. mol. per Liter).

$\lambda$	Lengte vloeistofkolom in c.M.	$\varepsilon$	$\lambda$	Lengte vloeistofkolom in c.M.	$\varepsilon$
2926	10,9	0,0110	2606	10,9	0,0181
2840	10,9	0,0195	2590	10,9	0,0173
2804	4,15	0,0219	2542	10,9	0,0158
2755	4,15	0,0276	2447	4,15	0,0266
2700	4,15	0,0280	2372	4,15	0,0346
2654	4,15	0,0205			

TABEL XII.

*Ca Cl<sub>2</sub>* (4,62 Gr. mol. per Liter).

$\lambda$	Lengte vloeistofkolom in c.M.	$\varepsilon$	$\lambda$	Lengte vloeistofkolom in c.M.	$\varepsilon$
2926	10,9	0,0092	2606	10,9	0,0142
2894	10,9	0,0099	2590	10,9	0,0142
2804	10,9	0,0121	2576	10,9	0,0145
2753	10,9	0,0157	2482	10,9	0,0189
2700	10,9	0,0162	2400	4,15	0,0226
2644	10,9	0,0150			

TABEL XIII.

*Sr Cl<sub>2</sub>* (2,71 Gr. mol. per Liter).

$\lambda$	Lengte vloeistofkolom in c.M.	$\epsilon$	$\lambda$	Lengte vloeistofkolom in c.M.	$\epsilon$
2868	10,9	0,0075	2565	10,9	0,0075
2792	10,9	0,0123	2546	10,9	0,0053
2732	10,9	0,0142	2482	10,9	0,0094
2688	10,9	0,0141	2400	10,9	0,0250
2636	10,9	0,0135			

TABEL XIV.

*Ba Cl<sub>2</sub>* (1,43 Gr. mol. per Liter).

$\lambda$	Lengte vloeistofkolom in c.M.	$\epsilon$	$\lambda$	Lengte vloeistofkolom in c.M.	$\epsilon$
2792	10,9	0,0036	2636	10,9	0,0147
2770	10,9	0,0062	2598	10,9	0,0185
2742	10,9	0,0065	2560	10,9	0,0191
2717	10,9	0,0110	2550	10,9	0,0181
2696	10,9	0,0116	2468	10,9	0,0126
2690	10,9	0,0136	2460	10,9	0,0116
2676	10,9	0,0122	2452	10,9	0,0104
2644	10,9	0,0154	2400	10,9	0,0210



TABEL XV.

*Mg Br<sub>2</sub>* (3,60 Gr. mol. per Liter)*Ca Br<sub>2</sub>* (3,60 Gr. mol. per Liter)

Golflengte.	Lengte der vloeistofkolom in c.M.	Absorptiecoëfficiënt van	
		<i>Mg Br<sub>2</sub></i>	<i>Ca Br<sub>2</sub></i>
3342	10,9	0,0044	0,0153
3214	10,9	0,00732	0,0210
3115	4,15	0,0140	0,0370
3074	4,15	0,0250	0,0463
3054	1,47	0,0300	0,0500
3038	1,47	0,0335	0,0565
3012	4,15	0,0330	0,0585
2992	4,15	0,0320	0,0587
2980	4,15	0,0307	0,0494
2926	4,15	0,0257	0,0430
2868	4,15	0,0287	0,0400
2844	4,15	0,0311	0,0400
2792	4,15	0,0402	0,0435
2763	4,15	—	0,0476
2742	4,15	—	0,0493
2732	4,15	0,0460	—
2710	4,15	0,0500	—
2665	4,15	0,0547	0,0576
2635	1,47	0,0590	0,0622
2608	1,47	0,0704	0,0755
2498	1,47	0,125	0,099

Uit de volgende figuren blijkt het verloop van de absorptiecoëfficiënten der genoemde oplossingen.

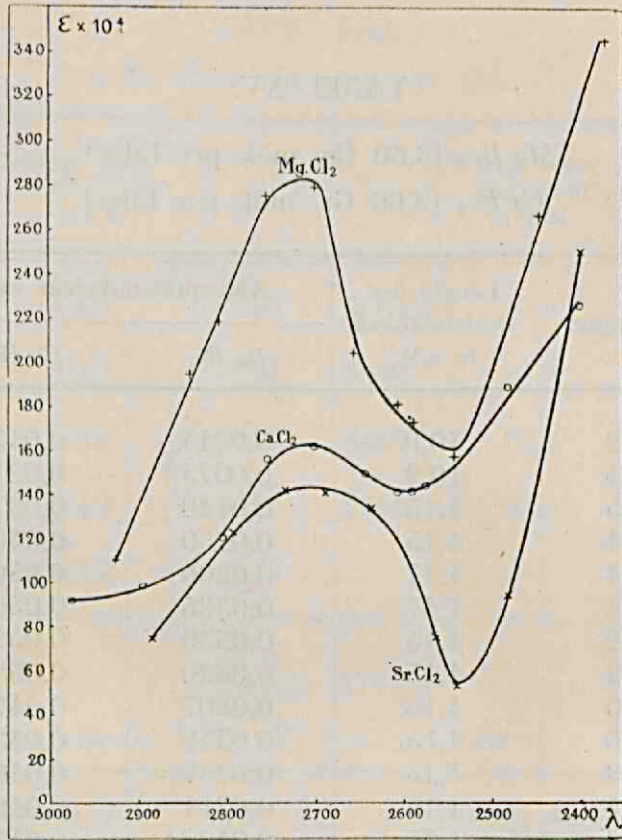


Fig. 11.

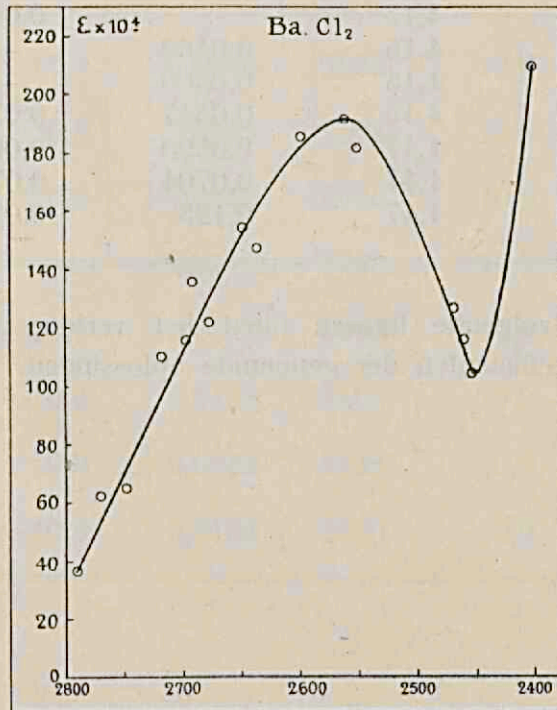


Fig. 12.



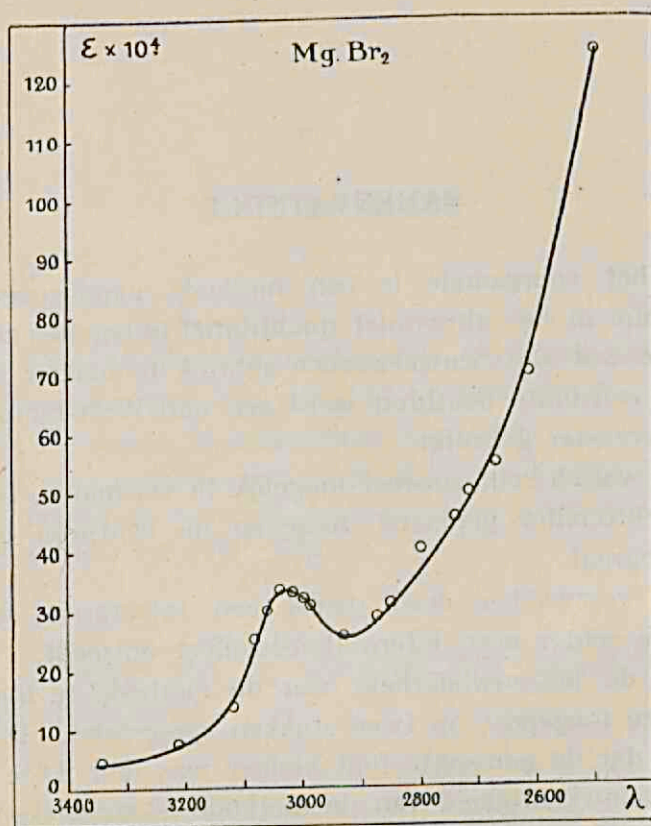


Fig. 13.

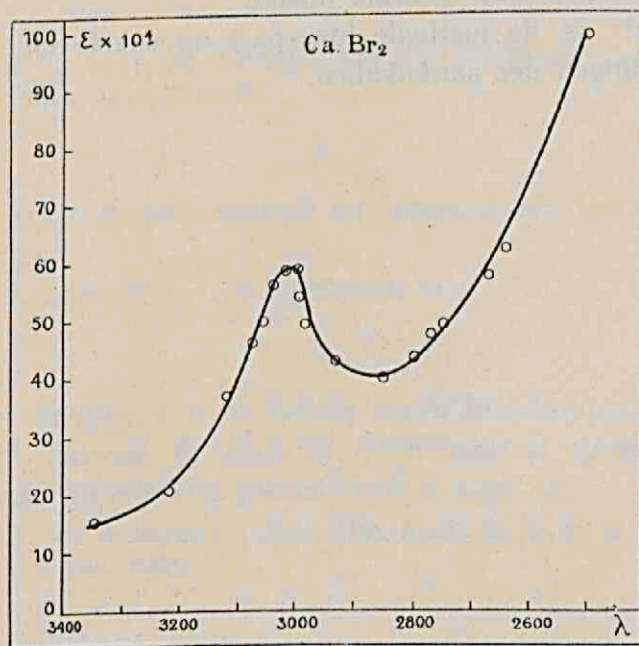


Fig. 14.

## SAMENVATTING.

In het voorgaande is een methode aangegeven om absorptie in het ultraviolet quantitatief te bepalen zonder van de wet van SCHWARZSCHILD gebruik te maken.

Als constante lichtbron werd een half-Watt-lamp met kwartsvenster gebruikt.

Om valsch licht zooveel mogelijk te vermijden, is een monochromator geplaatst tusschen de lichtbron en de spectrograaf.

Als verzwakker deed dienst een roteerende sector, waarbij echter geen intermittentie-effect optreedt.

Om de betrouwbaarheid van de methode te toetsen, werd ze toegepast op twee stukken spiegelglas. Daarbij bleek, dat de gemaakte fout kleiner was dan 2 %.

De nauwkeurigheid van de methode is vergeleken met die van HENRI, die bij zijn berekeningen wel van de wet van SCHWARZSCHILD gebruik maakt.

Voorts is de methode toegepast op enkele halogeenvbindingen der aardalkaliën.



## STELLINGEN.

### I.

BRANNIGAN en MACBETH vinden een maximale absorptie voor de bromiden der alkaliën bij 2800 Å. De plaats van dit maximum is waarschijnlijk onjuist.

P. J. BRANNIGAN and A. K. MACBETH. The Quantitative Absorption of Light bij simple Inorganic Substances. Chem. Soc. 1916. 109<sup>II</sup> 1277-1286.

### II.

De beweging van de gyrostaat kan aanschouwelijk worden verklaard.

### III.

De juistheid van BRESTER's theorie over het wezen der zonnevlekken kan door een eenvoudige waarneming getoetst worden.

A. BRESTER Jz. Le Soleil. W. P. VAN STOCKUM & FILS. La Haye 1924, bldz. 36.

### IV.

BRESTER's theorie omtrent de zonneperiodiciteit is onvolledig.

A. BRESTER Jz. Le Soleil, bldz. 145.

### V.

Door BRINKMANN is de noodig- en voldoende voorwaarde afgeleid, dat een  $V_n$  conform afbeeldbaar is op een  $R_n$ . Deze voorwaarde kan korter worden afgeleid.

H. W. BRINKMANN. Proc. Nat. Acad. Sc. U. S. A. Vol. 9. N°. 1. Jan. 1923.

## VI.

De definities van algebraïsche, transcendente, rationale en irrationale functies, door Prof. Dr. Hk. DE VRIES in het Leerboek der Differentiaal- en Integraal-Rekening gegeven, zijn niet geheel juist.

Prof. Dr. Hk. DE VRIES. Leerboek der differentiaal- en integraal-rekening en van de theorie der differentiaal-vergelijkingen P. NOORDHOFF, Groningen 1919. Deel 1, bldz. 5.

## VII.

De door LAAR<sup>1</sup> gegeven verklaring van de tautomere verschijnselen verdient de voorkeur boven die van BAEYER.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ber. D. Chem. Ges. 15, 2093 (1882); 16, 2193 (1883).

<sup>2</sup> Ber. D. Chem. Ges. 18, 648 (1885); 19, 730 (1885).

## VIII.

Ter vermijding van verwarring is het wenschelijk, de begrippen osmose en membraan-diffusie bij het onderwijs scherp te scheiden.











4. lehdin  
drukkerij  
WESTA  
Groningen



