

Stanisław Rafałowski.

O subtelnej budowie prążków widmowych rozproszonych w cieczach.

Sur la structure fine des raies dans le spectre de la lumière diffusée par les liquides.

S o m m a i r e.

En étudiant à l'aide d'un réseau de 30 échelons la structure fine des raies dans le spectre de la lumière diffusée par des liquides, G r o s s ¹⁾ a observé de nouvelles raies disposées symétriquement par rapport à la raie diffusée sans changement de fréquence. Le nombre de ces raies et la distribution des intensités dépendraient de la nature du corps diffusant et la distance entre deux composantes voisines serait une fonction croissante de l'angle compris entre „le rayon incident et le rayon diffusé“. Ainsi elle serait de 0,047 Å pour un angle de 90° et de 0,063 Å pour un angle de 135°.

Une étude analogue a été effectuée par V a c h e r ²⁾ à l'aide d'un interféromètre de F a b r y et P é r o t. Ses observations sont en désaccord avec celles de G r o s s. Il n'a trouvé notamment qu'un élargissement des raies spectrales qui croît avec l'angle de diffusion (angle du rayon diffusé avec l'incident); l'élargissement se produit uniquement vers les grandes longueurs d'onde et le maximum d'intensité de la raie se déplace dans le même sens. Ce déplacement est de 0,0010 Å pour un angle de 30°, de 0,0087 Å pour 90° et 0,0129 Å pour 150°. V a c h e r n'a pas pu observer la formation de raies nouvelles bien séparées de la raie primitive.

Nous avons cherché à élucider la question en opérant avec un autre appareil interférentiel de grand pouvoir séparateur, notamment avec un interféromètre de L u m m e r - G e h r c k e.

¹⁾ G r o s s, Nature 126, 201, 400, 603, 1930.

²⁾ V a c h e r, Phys. Ber. XII, 1044, 1931; (C. R. 191, 1121—1123, 1930).

Le liquide étudié était contenu dans un récipient de Wood (*N*, fig. 1) recouvert de peinture opaque. Un mince anneau non recouvert de peinture (*P*) permettait d'illuminer le liquide par la lumière d'un arc de mercure à basse pression (*L*) entourant le récipient. De cette manière l'angle entre le rayonnement incident et le rayonnement étudié était bien délimité; il était compris entre 110° et 140° . L'arc fonctionnait à un régime de 4,5 Amp. sous 55 Volts. Le rayonnement diffusé traversait une fenêtre (*O*, fig. 2), un monochromateur de Hilger (*M*) et tombait sur l'interféromètre de Lummer - Gehrcke. Les franges d'interférence de la raie 4358 Å étaient focalisées sur la plaque (*K*) à l'aide de la lentille (*S*). Nous nous sommes servis de deux plaques de Lummer - Gehrcke; l'une avait une épaisseur de 3,92 mm, l'autre de 6,888 mm; leurs longueurs étaient respectivement 13 et 20 cm. Afin de protéger l'interféromètre des variations de la température nous l'avons mis à l'intérieur d'une boîte de liège (*I*) dans laquelle un four électrique assurait la constance de la température à $0,05^{\circ}$ C près. De plus, la plaque de Lummer - Gehrcke était entouré d'une enceinte en papier (*R*); les fluctuations de la température de la plaque devaient donc être encore plus petites.

Nous avons étudié la lumière diffusée par le benzène et l'eau.

Les photographies de la fig. 3¹⁾ montrent les franges obtenues avec de la lumière diffusée par le benzène (*a*) et par un morceau de papier blanc (*b*). Les deux systèmes de franges ont été prises sans déplacer la plaque photographique mais en faisant tourner d'un petit angle le prisme du monochromateur. On remarquera l'absence de raies nouvelles malgré que celles observées par Gross étaient presque de la même intensité que la raie diffusée sans changement de fréquence. D'après les données numériques de cet auteur les franges de certaines de ces raies devraient être disposées au milieu entre les franges de la raie non déplacée. Le spectre (*a*) ne se distingue du spectre (*b*) que par un fond continu plus intense et un léger élargissement des franges.

Nous avons obtenu de semblables résultats en employant l'eau comme corps diffusant.

Nous avons aussi effectué d'expériences analogues en opérant avec des faisceaux lumineux rigoureusement parallèles ce qui assurait une bonne définition de l'angle de diffusion. Vu la trop faible intensité du phénomène nous ne pouvons pas reproduire les clichés. Nous avons pu toutefois constater visuellement sur les photographies l'absence des raies observées par Gross.

¹⁾ La photographie I a été prise avec la grande plaque de Lummer-Gehrcke, la photographie II — avec la petite.

Les résultats de Vacher et les nôtres ne confirment donc pas ceux de Gross. Il serait intéressant de chercher à établir s'il existe des conditions expérimentales dans lesquelles se produirait le phénomène signalé par Gross. Il est à noter que les trois études de Gross, de Vacher et la nôtre ont été effectuées à l'aide de différents appareils interférentiels.

Laboratoire Physique de la Société des Sciences et des Lettres de Varsovie.

Manuscrit reçu le 22 octobre 1931.

Gross¹⁾ badał subtelną budowę linii widmowych rozproszonych przez cieczy, używając do tego celu siatki schodkowej. Znalazł on, że prócz prążków rozproszonych bez zmiany długości fali, ukazują się nowe prążki, położone symetrycznie względem tych nieprzesuniętych i mniej więcej równego z nimi natężenia. W przypadku cieczy silnie rozpraszających (toluen, benzen) występuje kilka rzędów takich, symetrycznie położonych, prążków. Rozkład natężeń i odstęp między nimi zależy od własności badanej cieczy. Odległość między rzędami zależy również od kąta między promieniem pierwotnym i rozproszonym i rośnie ze wzrostem tego kąta. Gross znalazł, że przy kącie równym 90° odstęp między składowymi wynosi $\Delta\lambda = 0,047 \text{ \AA}$, zaś przy kącie 135° $\Delta\lambda = 0,063 \text{ \AA}$.

Obserwowane przez siebie zjawisko Gross przypisuje elastycznym falom cieplnym rozchodzącym się w ośrodku z szybkością głosu. Fale te mają powodować perjodyczne zmiany amplitudy światła rozproszonego, przez co otrzymuje się nowe częstości według wzoru

$$r = r_0 \left(1 \pm 2n \frac{v}{c} \sin \frac{Q}{2} \right), \text{ gdzie } n = 0, 1, 2, 3 \dots$$

r_0 oznacza częstość światła pierwotnego, v i c szybkości głosu i światła w danym ośrodku, a Q kąt między promieniem pierwotnym i rozproszonym. Gross zaobserwował również, że występujące składowe są w różnym stopniu spolaryzowane i że wiąże się to z anizotropją optyczną badanej cieczy.

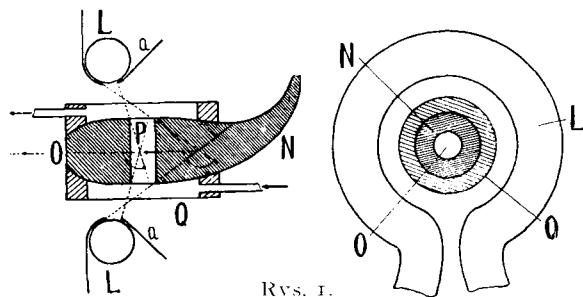
Podobne badania przeprowadził Vacher²⁾ używając do tego celu interferometru Fabry - Perota. Obserwacje jego nie potwierdzają jednak wyników pracy Grossa. Znalazł on, że ze wzrostem kąta między kierunkiem promienia padającego i kierunkiem obserwacji, prążek pierwotny ulega rozszerzeniu, ale to rozszerzenie zachodzi według

¹⁾ Gross, Nature 126, 201, 400 i 603, 1930.

²⁾ Vacher, Phys. Ber. XII, 1044, 1931; (C. R. 191, 1121—1123, 1930).

niego tylko w kierunku fal długich, podczas gdy krótkofalowy kraniec prążka zostaje nieprzesunięty. Również i maximum natężenia prążka przesuwają się ku czerwieni, a przesunięcie to przy kącie obserwacji równym 30° wynosi $\Delta\lambda = 0,0010 \text{ \AA}$, przy $90^\circ \Delta\lambda = 0,0087 \text{ \AA}$ i przy $150^\circ \Delta\lambda = 0,0129 \text{ \AA}$. *Vacher* nie obserwuje powstawania oddzielnych linii.

Wyniki obu tych prac nie zgadzają się zarówno pod względem jakościowym, jak też pod względem ilościowym. Ta niezgodność wyników skłoniła mnie do przeprowadzenia podobnych doświadczeń przy użyciu innego przyrządu interferencyjnego.



Rys. 1.

Przekrój podłużny

Przekrój poprzeczny

L — lampa kwarcowa; *N* — naczynko zawierające badaną ciecz; *P* — pierścień nie pokryty lakierem; *O* — okienko; *Q* — chłodnica; *a* — osłona azbestowa.

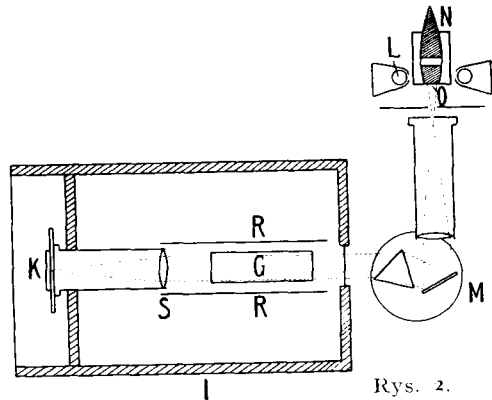
Badana ciecz była umieszczana wewnątrz naczynka *Wood*'owskiego (*N*, rys. 1), pokrytego czarnym lakierem. Poprzez pozostawiony wąski pierścień przezroczysty (*P*), przy odpowiednim ustawieniu naczynka wewnątrz niskoprężnej lampy rtęciowej w kształcie pierścienia (*L*), do wnętrza naczynka mogły przenikać promienie światła wzbudzonego, tworzące z kierunkiem obserwowanych, rozproszonych promieni kąty od 110° do 140° . By uchronić ciecz badaną od wpływów wysokiej temperatury łuku rtęciowego, naczynko było otoczone pierścieniem kwarcowym (*Q*). Między tym pierścieniem i naczynkiem przepływał strumień wody.

Wielkie zalety tego urządzenia zostały stwierdzone podczas badań przeprowadzonych nad budową pasm Ramanowskich wody ¹⁾, uzyskuje się bowiem w tym wypadku znaczne natężenie światła rozproszonego przez substancję badaną, a unika się całkowicie światła rozproszonego na ściankach naczynka. Ma to szczególnie wielkie znaczenie dla doświadczeń tu opisanych.

Lampa rtęciowa paliła się przy $4\frac{1}{2}$ Amp. pod napięciem 55 V. Była ona umieszczona wewnątrz osłony azbestowej (*a*, rys. 1) chłodzonej przepływem powietrza. Światło rozproszone, po przejściu przez okienko (*O*) i monochromator *Hilger*'a (*M*, rys. 2), padało na płytkę interferencyjną *Lummera* - *Gehrcke*'go (*G*). Obraz wytworzonych przez płytkę prążków interferencyjnych rzucany był na kliszę (*K*) przy

¹⁾ *Rafałowski*, Bull. Acad. Pol., październik 1931.

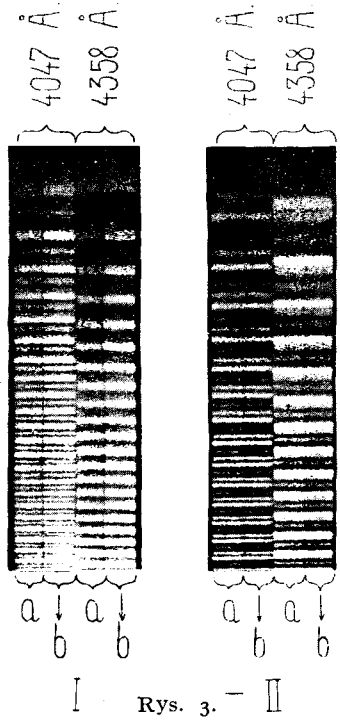
pomocy soczewki achromatycznej (*S*). Do doświadczeń były używane dwie różne płytki kwarcowe o grubościach 3,92 mm i 6,888 mm i długościach 13 cm i 20 cm. Przy zmianach temperatury płytki przekraczających $0,2^{\circ} C$ obraz interferencyjny otrzymywany na kliszy, wskutek zmiany grubości płytki, ulega całkowitemu zamazaniu. Aby więc ustrzec przyrząd od ujemnego wpływu wahań temperatury był on wraz z podstawą (zaopatrzoną w układ śrub regulacyjnych) umieszczony wewnątrz pudła z izolacji korkowej o grubości ścianek 2 cm (*I*, rys. 2), w którym przy pomocy pieca elektrycznego była utrzymywana stała temperatura z dokładnością do $\pm 0,05^{\circ} C$.



Rys. 2.

N — naczynko zawierające badaną ciecz;
L — lampka rtęciowa; *M* — monochromator;
G — płytka L u m m e r a - G e h r c k e ' g o ;
S — soczewka achromatyczna; *K* — klisza fotograficzna; *I* — pudło z izolacji korkowej;
R — osłona papierowa.

ACTA PHYSICA POLONICA Vol. I (1932) Fasc. 1-2



Rys. 3. — II

Utrzymanie temperatury w tych granicach przedstawiało dość znaczne trudności, bo jej wahania w pracowni sięgały trzech stopni C , a choć ze znacznym opóźnieniem, jednak każda z takich zmian w otoczeniu wpływała na temperaturę wewnątrz osłony. Podobnie ujemny wpływ wywierały wahania napięcia prądu elektrycznego, powodujące zmiany temperatury pieca. Wszelkie odchylenia temperatury wewnątrz pudła korkowego były natychmiast korygowane, a że sama płytka znajdowała się w dodatkowej osłonie papierowej (*R*) należy przypuszczać, że podlegała ona znacznie mniejszym zmianom temperatury niż wnętrze pudła korkowego.

Do badań były użyte benzen i woda.

Na przytoczonych fotografiach subtelnej budowy prążka $\lambda = 4358 \text{ \AA}$ (rys. 3; I — w przypadku płytki większej, II — w przypadku płytki małej) obok prążków światła rozproszonego przez badaną ciecz (*a*, rys. 3), są podane prążki światła rozproszonego przez

biały papier (*b*). To porównawcze widmo było fotografowane na tej samej, nieporuszonej kliszy, przy ustawieniu monochromatora na nieco inną długość fali (co uskuteczniano zapomocą odpowiedniej śruby mikrometrycznej). Z fotografii tych, wykonanych w przypadku benzenu, widać, że w widmie światła rozproszonego (*a*) nie pojawiają się żadne nowe prążki, mimo że prążki zaobserwowane przez Grossa były prawie równego natężenia z prążkami rozproszonymi bez zmiany długości fali, a sądząc z jego danych liczbowych, składowe najmniej przesunięte powinny się znajdować pośrodku pomiędzy kolejnymi rzędami prążka nieprzesuniętego. Oba widma (w przypadku benzenu i papieru) różnią się tylko tłem ciągłym i lekkim rozszerzeniem prążków, występującem w przypadku benzenu.

Podobne wyniki zostały otrzymane przy użyciu wody jako ośrodka rozpraszającego.

Te same doświadczenia zostały przeprowadzone przy innym ustawieniu aparatury, pozwalającem na naświetlanie cieczy wiązką ściśle równoległą, a tem samem na dokładne określenie kąta między kierunkiem promienia padającego i rozproszonego. Naskutek znacznie mniejszego natężenia światła, otrzymane w tym przypadku fotografie nie nadają się do reprodukcji, na oko można jednak ocenić, że i w tym wypadku nie występują wspomniane przez Grossa prążki.

Wyniki te nie są sprzeczne z wynikami pracy Vachera, bo zanotowane przez niego rozszerzenie prążka, w przypadku używanej tu aparatury powinno być bardzo małe i jest prawdopodobnie niedostrzegane naskutek pewnej nieostrości prążków interferencyjnych, otrzymywanych na kliszy. Tę nieostrość należy przypisać drobnym wahaniom temperatury płytki, które przy siedmiogodzinnych ekspozycjach były nie do uniknięcia.

Dziwnem jest, że ani Vacher, ani ja, pracując na odmiennych przyrządach interferencyjnych (interferometr Fabry - Perota i płytka Lummera - Gehrckego) nie zdołaliśmy potwierdzić wyników pracy Grossa. Byłoby może pożądanem powtórzenie prowadzonych przez niego doświadczeń przy użyciu takiej samej aparatury i wyświetlenie przyczyn dla jakich otrzymywał on tak odmienne rezultaty.

Panu Profesorowi Czesławowi Białobrzeskemu, za umożliwienie mi brania udziału w pracach kierowanej przez Niego pracowni i za okazywaną mi stale życzliwość, składam serdeczne podziękowanie.

Pracownia Fizyczna Towarzystwa Naukowego Warszawskiego.

Manuskrypt otrzymany dn. 22 października 1931.