St. LANDAU.

Pomiary dyspersyi w zjawisku Faraday'a.

Odkrycie Zeemana najwymowniej dowiodło, jak płodnem dla nauki może się stać wyobrażenie o elektronowej budowie materyi. Teorya matematyczna zjawisk, z tej hypotezy wychodząca, dziesięć lat temu mogła się nam jeszcze wydać dość sztuczną. Dziś jednak, gdy dzięki przypuszczeniom tego rodzaju, zdołano wytłómaczyć setki zjawisk w nowoodkrytych dziedzinach Fizyki, musi się nam ona wydać czemś zupełnie naturalnem, koniecznem niemal. W stosunku do zjawisk elektrooptycznych najogólniejszą teoryę, na hypotezie elektronowej opartą, dał W. Voigt [1], idąc tu śladem H. A. Lorentza. Myśli przewodnie są następujące: zakłada się słuszność równań Maxwellowskich w tej formie, jaką im nadali H. Hertz i Drude. Jednak w równaniu pierwszem [X', Y', Z' oznaczają składowe polaryzacyi elektrycznej, L', M', N' magnetycznej. X, Y, Z i L, M, N dają wielkość pola elektrycznego i magnetycznego]:

$$\frac{\partial X'}{\partial t} = v\left(\frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z}\right), \tag{1}$$

$X' = X + \Sigma\xi_h$, gdzie pierwszy wyraz przypisujemy eterowi, drugi zaś przesunięciu elektronów. Każda z wielkości ξ_h czyni zadość równaniu:

$$\xi_h + a_h \frac{\partial \xi_h}{\partial t} + b_h \frac{\partial^2 \xi_h}{\partial t^2} + c_h \left(C \frac{\partial \eta_h}{\partial t} - B \frac{\partial \xi_h}{\partial t} \right) = a_h X. \tag{2}$$

W ostatniem równaniu a_h, b_h, c_h, a_h oznaczają stałe charakterystyczne dla danego gatunku elektronów, zaś A, B, C—składowe zewnętrznego

[1]) Wiad. Ann. 1899, t. **67**, str. 345.

pola magnetycznego. Czwarty wyraz z lewej strony wyraża wpływ pola magnetycznego na zjawisko. Przypuszcza się tu, że prawo Laplace'a stosuje się i do prądów, powstających wskutek ruchu elektronów. Przypuszczenie tego rodzaju jest całkiem naturalne: to samo wszak jest ogólnie przyjęte w stosunku do wolnych elektronów promieni katodalnych. Kombinując dwa takie układy równań, dochodzi teorya do równań dla całej dziedziny elektrooptyki zasadniczych. Te ostatnie całkuje ona dla dwu głównych wypadków: rozchodzenia się fal świetlnych wzdłuż linij sił i prostopadle do nich, poczem już oczywiście są możliwe konsekwencye natury fizycznej. Teorya taka na jednym punkcie wydać się musi niezadawalającą. Jak to widać z równania (2), przypisuje ona elektronom mechanizm taki mniej więcej, jakim jest mechanizm wahadła, doznającego tarcia w pewnem środkowisku: tymczasem przy obecnym stanie wiedzy o ugrupowaniu elektronów i sił, działających w atomie, nic nie wiemy. Cokolwiek by się o tem powiedzieć dało, trzeba jednak przyznać, że teorya i w tej postaci będzie dla nas miała rzetelną wartość naukową, jeżeli w równaniach jej zawarty będzie całokształt zjawisk obserwowanych. Teorya, rozwinięta przez W. Voigta, dała więcej nawet: przewidziała zjawiska nieznane, a w znanych wskazała takie szczegóły, które uprzednio uchodziły uwagi eksperymentatorów. Jednym z najbardziej niespodziewanych wyników, które dała dyskusya wzorów, było to, iż ciało, znajdujące się w polu magnetycznem staje się dwójłomnem w kierunku prostopadłym do linij sił; konsekwencyę tę sprawdzili W. Voigt i Wiechert eksperymentalnie, a H. Becquerel[2] potwierdził ich badania. Dalej równania teoryi wskazywały, iż obserwując wzdłuż linij sił, napotykamy w pobliżu prążka absorbcyi nader silne anomalne magnetyczne skręcanie płaszczyzny polaryzacyi, a przebieg zjawiska jest prawie symetryczny do prążka. Prawie jednocześnie zjawisko to wykryli w parze sodu dwaj włoscy badacze, Macaluso i Corbino. Krzywe, które przykreślił Voigt[2] dla tego wypadku dowiodły, iż wewnątrz prążka skręcanie zmienia znak, czego jednak nie mógł znaleść Corbino. Zeeman, idąc za radą Voigta, wykonał odpowiednie pomiary, posługując się rozrzedzoną parą sodu i znalazł skręcanie ujemne, dochodzące do 500°.

[1]) Comp. rend. 1899, strona 145.

[2]) Ann. d. Phys. 1901, t. 6, str. 789.

Ponieważ teorya nie przewiduje różnicy dla różnych stanów skupienia, przeto należałoby się spodziewać, iż krzywe jej dadzą się bezpośrednio zastosować do ciał stałych i ciekłych. Tu jednak sprawa jest jeszcze niewyjaśniona, pomimo, iż kwestyą tą zajmowało się bardzo wielu fizyków. Najliczniejszą seryę pomiarów wykonał A. Schmauss[1], lecz amerykanin Bates[2] dowiódł, iż popełnił on w swych pomiarach błąd systematyczny, polegający na pozornem przesunięciu prążka interferencyjnego w pobliżu pasm absorbcyi. Doświadczenia Batesa i Dreppera[2] pokazały, iż przy tak słabych koncentracyach roztworów, jakich używał Schmauss, wogóle niepodobieństwem jest zaobserwować jakiekolwiek anomalie. Zagadnieniem niniejszem zajmowali się również R. W. Wood[3] i G. J. Elias[4]. Pierwszy otrzymał krzywą dyspersyi w wypadku chlorku praseodymu, a bieg jej zdaje się nie odpowiadać wymaganiom teoryi, lecz, jak sam autor przyznaje, dane obserwacyi są bardzo niepewne z powodu zjawiska polaryzacyi eliptycznej, które przeszkadzało spostrzeżeniom. G. J. Elias zaś w pomiarach, dotyczących chlorku erbu, otrzymał wyniki, zgodne z dawnemi teoryami. Obserwacye swoje autor ogłosił w r. 1906 w postaci notatki tymczasowej w „Physikal. Zeitschrift". Ponieważ jednak dotychczas nie podał bliższych wiadomości co do metody stosowanej i dalszych wyników, więc i w tym przypadku trudno sprawę przesądzać.

Widzimy więc, że kwestya ta interesująca z teoretycznego punktu widzenia dotychczas nie jest wyjaśniona. Przedsiębiorąc badania nad magnetycznem skręcaniem płaszczyzny polaryzacyi w nadfiołkowej części widma i opracowując odpowiednią metodę, miałem na myśli przedewszystkiem rozstrzygnięcie kwestyi powyższej. Widoki powodzenia były o tyle znaczne, że znaną jest dokładnie absorbcya wielu związków organicznych w tej dziedzinie widma; dalej, że można tu stosować z powodzeniem fotograficzną metodę pomiarów, a płytka fotograficzna czulsza jest niż oko i daje wyniki pewniejsze. W notatce niniejszej podaję opis opracowanej przezemnie metody w jej formie ostatecznej, a także wyniki pierwszych pomiarów, dotyczących ciała przezroczystego; są one jednak interesujące i z teoretycznego punktu widzenia.

---

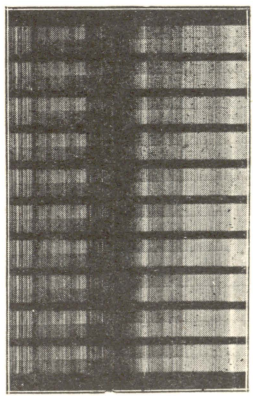
[1]) Ann. d. Phys. t. 2, str 280.
[2]) Ann. d. Phys. 1903, t. 12, str. 1090.
[3]) Phys. Zeitschr. 1905, VI, str. 931.
[4]) Phys. Zeitschr. 1906, VII, str. 931.

W obrębie widzialnej części widma dyspersya magnetyczna była przedmiotem niezmiernie licznych badań, lecz bardzo niewiele prac zawiera dane, dotyczące zjawiska tego w części nadfiołkowej i podczerwonej widma. Pochodzi to przedewszystkiem stąd, iż w tym przypadku silna absorbcya utrudnia znakomicie jakiekolwiek pomiary. W nadfiołkowej części widma dwie drogi są możliwe: użycie okularu fluoryzującego lub też płytki fotograficznej. Fluorescencyą posługiwał się, jak wiadomo, Soret w swych znanych pomiarach skręcania płaszczyzny polaryzacyi w kwarcu. Otrzymane przezeń liczby są bardzo dokładne, lecz pochodzi to stąd, iż Soret obserwował skręcanie, dochodzące do kilku tysięcy stopni, wobec tego błąd, wynoszący jeden lub dwa stopnie, nie grał roli. Van Schaïk[1] zastosował metodę tę w przypadku skręcania magnetycznego, lecz nie mógł przejść poza 360 $\mu\mu$. Zato dokładność jego pomiarów była względnie dość znaczna, gdyż, o ile można wnosić z podanych liczb, dochodziła do 20′. Znacznie dalej niż Van Schaik posunął się był w kierunku krótkich fal E. Borel[2]. Posługiwał się on też okularem fluoryzującym i zdołał dojść do 219 $\mu\mu$; atoli pomiary jego dotyczą tylko kwarcu i żadną miarą nie podobna ich uznać za ścisłe. Sam autor pisze bowiem: „il n'est pas possible d'éstimer le moment exact, ou d'extinction de la raie lumineuse se produit: on peut parfaitement faire une erreur de quelques degrés". Nieco lepsze wyniki otrzymał P. Joubin[3], który oznaczał skręcanie magnetyczne w soli kamiennej. Używał on płytek fotograficznych, nie mógł jednak wyzyskać całkowicie ich czułości. gdyż posługiwał się nader pierwotnym sposobem określenia skręcenia, mianowicie nikolami skrzyżowanemi. Dokładność osiągniętą Joubin charakteryzuje w ten sposób: „Elle (dokładność) passe par un maximum, vers la raie 18(Cd) Pour celle-ci une rotation de 1° de part et d'antre de la position d'extinction fait réapparaitre l'image sur le cliché".

Jasnem jest tedy, że, idąc śladem poprzedników, autor nie mógł nietylko myśleć o bliższem zdaniu subtelnych zjawisk dyspersyi anomalnej, lecz nawet, o jako tako dokładnem oznaczeniu stałej Verdeta dla ciał mniej przezroczystych; koniecznem było opracowanie nowej metody. Jej ogólna idea podaną mi była przez prof. Voigta. Cechę

[1]) Archives Néerlandaises. t. **17**, 1882.
[2]) Archives d. Sc. Phys. et aot., 4 périone, t. **16**, 1903.
[3]) Annales de Ch. et de Phys. s. VI, t. XVI, 1889, str. 78.

charakterystyczną pomysłu stanowi użycie do pomiarów przyrządu półcieniowego i umieszczenie go tuż przed szparą spektroskopu. Światło, idące od pewnego źródła, przechodzi kolejno przez polaryzator, ciało badane, przyrząd półcieniowy, wreszcie spektroskop, gdzie daje widmo. Otrzymujemy w tym przypadku następujący obraz. Widmo podzielone jest na dwie części, górną i dolną, odpowiadające obu połowom przyrządu półcieniowego. W pewnej części widma natężenie światła w obu połowach jest jednakowe; miejsce to odpowiada tej długości fali, dla której kierunek wektora świetlnego jest dwusieczną kąta kierunków drgań w aparacie półcieniowym. Na prawo od tego miejsca widzimy w górnej części pasmo czarne, a w dolnej jasne; z lewej strony górna



część widma jest jasna, dolna zaś ciemna. Stosunki te odwracają się ze zmianą znaku skręcania. Jeżeli wziąć pod uwagę dyspersyę płaszczyzn polaryzacyi, to obraz ten stanie się łatwo zrozumiałym. Ciekawą jest okoliczność, iż widzimy tu na płaszczyźnie to, co w zwykłych przyrządach półcieniowych przy zastosowaniu światła jednorodnego w czasie jeno po sobie następuje. Przy obrocie polaryzatora charakterystyczne miejsce przesuwa się wzdłuż widma. Jeżeli teraz usuniemy z biegu promieni substancyę skręcającą, to będziemy mogli oznaczyć zero przyrządu, t. j. takie ustawienie polaryzatora, kiedy obydwie połowy widma na całej rozległości jednakowo są oświetlone. Wykonywając na jednej kliszy kilka zdjęć kolejnych przy różnych ustawieniach polaryzatora i znając odległości na kliszy, jako funkcyę długości fali, możemy już za pomocą dwu, trzech klisz wykreślić całą krzywą dys-

persyi. Ten piękny pomysł w jego pierwotnej postaci udało mi się urzeczywistnić, zaczynając od niebieskiej części widma aż do początka nadfiołkowej włącznie. Dalej jednak okazały się trudności następujące. Nie znamy dotychczas źródła światła, któreby dawało widmo ciągłe poza 300$\mu\mu$; prócz tego dokładność pomiarów jest w danym przypadku zależna od charakteru otrzymanych pasm jasnych i ciemnych, a charakter ten jest w ścisłym związku z dyspersyą badanego ciała, tak, iż w bardzo wielu przypadkach trzebaby tu wprowadzać w bieg promieni pomocniczą płytkę kwarcową. To zaś znaczenie komplikuje pomiary. Okazała się też trudność w stosowaniu przyrządu półcieniowego. Początkowo używałem nikola przeciętego (sposobem Jelleta-Cornu), lecz balsam kanadyjski absorbuje światło już od 340 $\mu\mu$., musiałem więc wyrzec się użycia tego przyrządu w najbardziej dla mnie interesującej części widma. Pierwszą myślą było użycie w tym przypadku, jako przyrządu półcieniowego, płytek kwarcowych wyciętych prostopadle do osi optycznej. Ponieważ jednak kąt, jaki tworzą kierunki drgań w aparacie półcieniowym, powinien być bardzo mały, przeto płytka taka powinna była być nader cienka; w dodatku, z powodu silnej dyspersyi w kwarcu (1mm. skręca fale, odpowiadające linii G o 42^0,6, zaś Cd_{18} o 190^0,4), trzebaby mieć płytek takich kilka, odpowiednio do długości fali, z którą się ma do czynienia. To wszystko przemawiało za użyciem klinów kwarcowych, tak często z powodzeniem w Optyce stosowanych. Przyrząd, obliczony i wykonany w myśl powyższego, składał się z jednej płytki kwarcowej równoległościennej lewoskrętnej i dwu klinów prawoskrętnych, które do płytki tej ściśle przylegały, a zwrócone były krawędziami w strony przeciwne. Przesuwając, je można było dowolnie regulować kąt drgań. Ten przyrząd kwarcowy ustawiony był tuż przy szparze spektroskopu; z drugiej strony szpary znajdował się nikol o warstewce powietrza zamiast balsamu kanadyjskiego; nikol też przylegał ściśle do szpary, gdyż stanowi to o wyrazistości linii dzielącej obydwie części widma. Przyrząd ten był zupełnie przezroczysty dla promieni nadfiołkowych aż do 200$\mu\mu$ prawie, lecz pomimo prób wielokrotnych nie dał mi dokładności większej nad 15'. co dla celów moich nie było wystarczającem. Niepowodzenie należy przypisać temu, iż zjawisko dyspersyi w samym przyrządzie półcieniowym znacznie komplikuje sprawę.

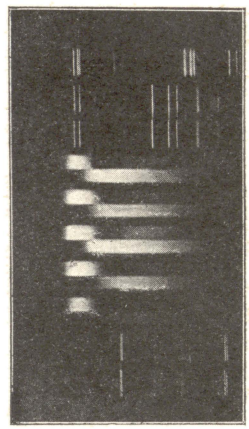
Wydało się wówczas prawdopodobnem, że możnaby osiągnąć po-

myślniejsze rezultaty, używając przeciętnego nikola (sposobem Jelleta-Cornu), lecz zastępując w nim balsam kanadyjski powietrzem lub jakiemkolwiek środowiskiem przezroczystem dla nadfiołkowej części widma. Podług tych wskazówek firma Steeg i Reuter w Hamburgu rzeczywiście wykonała dwa odpowiednie przyrządy półcieniowe: jeden zawierający glicerynę, drugi powietrze. Klin wycięty z nikola ma kąt $= 5^0$. Te przyrządy półcieniowe przepuszczają jeszcze światło o długości fali $= 219 \mu\mu$ i są bardzo dogodne w użyciu.

Zastosowane więc zostało ostatecznie następujące urządzenie eksperymentalne. Światło, idące od lampy łukowej, przechodzi kolejno przez soczewkę kwarcową, zbierającą pryzmat, Glana (o warstwie powietrza), elektromagnes, między biegunami którego znajduje się badana substancya, a potem równomiernie oświetla pole małego przyrządu półcieniowego, umieszczonego tuż przed szparą kollimatora spektroskopu. Ten ostatni jest to cenny spektograf Zeissowski o dwu pryzmatach kwarcowych; soczewki też są z kwarcu achromatyzmowanego fluorytem. Miejsce okularu zajmuje kaseta fotograficzna; zamiast niej można też wstawiać matówkę, mającą pasemko szkła fluoryzującego; w ten sposób można się też oryentować i w nadfiołkowej części widma. Widmo fotografujemy na kliszy w postaci wązkiego paska; przesuwając kasetę w kierunku pionowym, otrzymujemy na jednej kliszy 10 zdjęć kolejnych. Używałem klisz Lumière'a 6×9 cm^2.

Wybór odpowiedniego źródła światła był rzeczą zarówno ważną jak trudną. Ponieważ miałem na względzie przedewszystkiem wyznaczenie biegu dyspersyi anomalnej, musiałem więc pomyśleć o widmie ciągłem lub możliwie do ciągłego się zbliżającem. Pierwsze, jak wyżej zaznaczono, jest wyłączone w nadfiołkowej części. Natomiast, używając jako elektrodu stopów różnych metali (Pb, Sn, Al, Cd i t. d.), można otrzymać widmo o tak wielkiej ilości linij, że zbliża się ono nieomal do ciągłego. Niestety jednak stopy te są tak łatwo topliwe, że nie podobna ich użyć w lampie łukowej przy silniejszym prądzie; znów iskra przyrządu indukcyjnego daje zbyt małe natężenie światła. Z pomiędzy możliwych sposobów oświetlenia pozostał jeden i to bardzo pociągający: łuk Volty między elektrodami żelaznemi. Jak wiadomo, pomiędzy zwykłemi metalami żelazo posiada najwyższy punkt topliwości. Widmo żelaza należy do najbogatszych w linie i rozciąga się mniej więcej do $230 \mu\mu$., choć ostatnie linie są już bardzo słabe. I w tym

przypadku okazały się duże trudności eksperymentalne, jednak udało się je przezwyciężyć w znacznym stopniu bardzo prostemi środkami. Z jakiemi trudnościami związane jest użycie tego źródła światła, można powziąć wyobrażenie, czytając, co o tem piszą tacy wybitni znawcy spektroskopii, jak Kayser i Runge[1]. Elektrody obtapiają się ciągle i to w sposób bardzo nieregularny; krople roztopionego żelaza zlewają



się ze sobą, łuk się przerywa i prąd wielkiej siły przebiega przez cały przyrząd oświetlający. Wymaga to ciągłego regulowania ze strony obserwatora bo użycie samoregulatorów pogarsza jeszcze sprawę. Jeżeli okoliczności te są kłopotliwe w pomiarach spektroskopowych, to stokroć bardziej w polarymetrycznych. Tu całe pole aparatu półcieniowego musi być równomiernie oświetlone, gdyż w przeciwnym razie powstać mogą grube błędy w pomiarach; tymczasem łuk między elektrodami żelaznemi ciągle zmienia swą pozycyę. Następujące urządzenie czyniło pomiary możliwemi. Elektrody tworzą z płaszczyznę poziomą kąt $= 45^0$; górną elektrodę stanowi katoda, dolną zaś anoda. Katoda zaostrzona jest na końcu w postaci stożka; anodzie nie nadajemy specyalnego kształtu. W tych warunkach pozycya łuku jest mniej więcej niezmienna, gdyż jest on stale zwrócony do zaostrzonego końca katody. Obtapia się głównie anoda, lecz w danym przypadku nie spada kroplami, ale spływa ku tyłowi anody, czyniąc jej powierzchnię górną mniej więcej

[1]) Über die Spectren d. Elemente. Berlin, 1888, str. 13.

poziomą. Jednak i przy takiem urządzeniu siła prądu nie powinna przewyższać 12 amp., to wtedy i katoda szybko szybko się topi. Konieczne jest też zachowanie pewnych środków ostrożności na początku doświadczenia. Najlepiej jest zaczynać od słabych prądów (5—6 amp.) i, trzymając elektrody bardzo zbliżone do siebie, poczekać aż się lampa na dobre „rozpali", co trwa około 10 minut; wówczas dopiero można użyć silniejszego prądu i elektrody rozsunąć. Przy pewnej wprawie już po syku, jaki wydaje łuk, można poznać, czy lampa będzie się paliła spokojnie. Skądinąd eksperymentator, który przez cały ciąg doświadczenia reguluje starannie prąd w elektromagnesie, widzi w odpowiednio ustawionem lusterku całe pole przyrządu półcieniowego i w stosownej chwili reguluje lampę łukową. Postępując w ten sposób, można było bez wielkich trudności wykonać doświadczenia, trwające około $1\frac{1}{2}$ godziny. Odpowiednie ustawienie soczewki oświetlającej gra wielką rolę. W danym przypadku otrzymywałem największe natężenie światła i największą równomierność w oświetleniu, rzucając obraz łuku na wylot elektromagnesu ku polaryzatorowi zwrócony. Do oświetlenia używałem dwu razem złożonych soczewek kwarcowych, mających 4 cm. średnicy i 12 cm. odległości ogniskowej.

Bieg każdego pomiaru jest następujący. Z początku określa się „zero" przyrządu, obserwując widmo na matówce za pomocą lupy. Później zamiast matówki wstawia się kliszę i wykonywa szereg zdjęć, różniących się obrotami polaryzatora o 15′ np. Pomiędzy dwoma takiemi zdjęciami znajduje się takie ustawienie polaryzatora, kiedy następuje równość natężenia światła w obu połowach danej linii widma. Zacieśniając granice skręcań polaryzatora, możemy osiągnąć pożądaną ścisłość. Jest ona ograniczona o tyle, że przy bardzo małych skręcaniach nie jesteśmy już w stanie rozpoznać różnic w natężeniu światła. Autor zatrzymał się na obrotach niklowych = 3′. Wobec tego, iż bierze się zazwyczaj średnią wartość pomiędzy dwoma ustawieniami polaryzatora, błąd wynosi mniej niż 1′.5. Jak widać z niżej podanej tabliczki, pomiary bardzo są ze sobą zgodne i śmiało powiedzieć można, że ścisłość pomiarów wyrównywa tu tej, którą w widzialnej części widma w pomiarach dyspersyi [1]) osiągano w wyjątkowo

[1]) Mierząc kąt skręcenia przyrządem Lippicha, otrzymamy w silnem świetle sodowem sekundy, lecz nie da się to osiągnąć w pomiarach dyspersyi.

pomyślnych warunkach — w każdym razie nie w błękitnej i fiołkowej częściach widma, gdzie oko jest bardzo nieczułe. W naszym jednak przypadku dokładność pozostaje niezmienną na całej przestrzeni widma, dającej się sfotografować. Chciałbym jeszcze zwrócić uwagę na dwie zalety opisanego tu sposobu. Po pierwsze używane światło jest całkiem jednorodne, gdyż ma się do czynienia z widmem liniowem; powtóre, łatwo tu uniknąć błędów, pochodzących z wahań prądu zasilającego elektromagnes, gdyż przez cały ciąg doświadczenia można skupić uwagę na jego regulowaniu; w pomiarach okiem wykonywanych jest to niepodobieństwem. Wreszcie metoda niniejsza może być bez obawy stosowana w pobliżu prążków absorbcyi, gdzie, jak wskazał F. Bates, metoda Brocha zawodzi: obie połowy danej linii będą wszak jednakowo osłabione.

Chcąc osiągnąć wyżej podaną dokładność, trzeba koniecznie znaleść za każdym razem odpowiedni czas ekspozycyi. Obraz na kliszy musi być wyraźny, lecz zarazem delikatny. Czas ekspozycyi w moich pomiarach wahał się w dość szerokich granicach: od 10 sek. do 6 min., zależnie od badanego ciała i siły linii widma. Klisze bada się za pomocą mikroskopu o małem powiększeniu z przesuwanym stolikiem. Należy je oglądać przy łagodnem oświetleniu, gdyż inaczej znikają subtelne różnice w wyświetleniu kliszy. Każda klisza o 10 zdjęciach daje tylko jednę cyfrę, bo oko tylko wtedy z całą pewnością ocenia drobne różnice uczernienia obu połów linii, kiedy ma przed sobą szereg przejść w jednę i w drugą stronę. Ponieważ zaś określa się podwójny kąt skręcania (zmieniając kierunek prądu w elektromagnesie), przeto jeden pomiar wymaga co najmniej dwu klisz, o ile się pozna w pierwszem przybliżeniu odnośne ustawienie polaryzatora i czas ekspozycyi. Nadmienić wypada, że, znając „zero“ przyrządu, co można z łatwością określić okiem z dokładnością do 6′, i pozycyę polaryzatora, określającą kąt skręcania dla jednego kierunku prądu, możemy już obliczyć przybliżone ustawienie polaryzatora przy zmianie kierunku prądu i, zdjęcia próbne są w tym wypadku zbyteczne.

Co się tyczy magnetycznej strony doświadczeń, to miałem w swem rozporządzeniu elektromagnes starszej konstrukcyi, który zasilany prądem 15 amp., dawał mi pole tylko o sile około 7000 C. G. S. Odstęp pomiędzy biegunami równał się w tym przypadku 12 mm. Jednak przy tej sile prądu elektromagnes szybko się rozgrzewa i to w takim

stopniu, iż można się było obawiać wpływu temperatury na zjawiska optyczne. Aby złemu zaradzić, urządziłem specyalną chłodnicę dość skomplikowanej budowy, która dawała możność utrzymywania prawie stałej temperatury 16°C. Wahania kilkustopniowe nie grają w danym przypadku żadnej roli. Nie będzie może zbytecznym i ten szczegół, że badane ciała w postaci płytek przyciskało się po prostu do bieguna elektromagnesu za pomocą gumek. Takie ustawienie płytek wystarcza w zupełności. Wielokrotnie sprawdziłem za pomocą okularu Gaussa kąt, który tworzy prostopadła do powierzchni płytki z osią optyczną przyrządów; kąt ten nie przewyższał nigdy 20', co pociąga za sobą błąd mniejszy, niż 0.1%.

Niżej podana tabliczka zawiera wyniki pomiarów, dotyczących skręcania w płytce fluorytowej grubości 10.641 mm. Do pierwszych czterech pomiarów użyto łuku rtęciowego w próżni (lampa rtęciowa Heraeusa w rurce kwarcowej); poza 300$\mu\mu$ linie rtęci są bardzo słabe i tu posługiwano się łukiem pomiędzy elektrodami żelaznemi. W ostatniej rubryce podane jest odchylenie od średniej. Pochodzi to stąd, iż każdy pomiar powtarzano przynajmniej dwa rázy i brano średnią, w rubryce podano maksymalne różnice pomiędzy otrzymaną w ten sposób liczbą a poszczególnemi wartościami. Należy jednak pamiętać, iż odchylenia te, bardzo nieznaczne, świadczą jeno o zgodności pomiarów. Z metody wynika niepewność, wynosząca zawsze około 1'.5.

Długość fali w $\mu\mu$	Spółczynnik załamania	Skręcenie zaobserwowane w min.	Skręcenie obliczone	Odchylenie od średniej
Hg/435,9	1.4386	144'.7	143'.6	0'.7
Hg/404,7	1.4407	168'.3	168'.3	0'.3
Hg/365,5	1.4441	213'.0	210'.3	0
Hg/313,2	1.4509	301'.9	299'.2	0'.3
Fe/275,6	1.4586	406'.5	406'.8	1'.5
Fe/263,1	1.4621	457'.2	456'.9	0'.5
Fe/253,4	1.4652	504',7	502'.8	0'.7

Skręcanie zaobserwowane porównano z wartością kąta skręcania, którą daje w tym wypadku wzór H. Becquerela[1]. Wzór ten wyraża kąt skręcania w polu magnetycznem o sile 1 C. G. S. w sposób następujący:

$$w = \frac{2\pi e}{\theta V_0} \lambda \frac{dn}{d\lambda},$$

(e—grubość ciała badanego, θ—okres obrotu domniemanych wirów eteru, V_0—szybkość światła w próżni, λ—długość fali, n—spółczynnik zalamania). W warunkach moich doświadczeń e i θ pozostawały niezmiennemi, tak że φ, kąt skręcania w danem polu magnetycznem, mogłem założyć $= C\lambda \frac{dn}{d\lambda}$, gdzie C jest pewną stałą, którą określiłem na zasadzie pomiaru dla linii Hg/404.7.

Dyspersya we fluorycie została dokładnie zbadana przez F. Paschena[2]. Według niego spółczynnik załamania tak się daje wyrazić, jako funkcya długości fali:

$$n^2 = b^2 + \frac{M_1}{\lambda^2 - \lambda_1^2} + \frac{M_2}{\lambda^2 - \lambda_2^2}.$$

Tu b^2, M_1, M_2, A_1 i A_2 są to pewne stałe; w naszym przypadku wystarcza nadać im następujące wartości: $b^2 = 6.09$; $M_1 = 0.00612$; $M_2 = 5099$; $\lambda_1 = 0.00388$; $\lambda_2 = 1258$; długość fali wyraża się wówczas w mikronach.

Jak widać z tabliczki, zgodność między liczbami otrzymanemi i obliczanemi jest zupełna; różnią się one nieco więcej jedynie dla linii Hg/365.5 i Hg/313,2; w każdym razie różnice nie dosięgają 3′ i są tego samego rzędu co i prawdopodobny błąd spostrzeżeń. Godnemi uwagi są szczególniej liczby, otrzymane w przypadku krótkich fal, gdzie kąt skręcania jest bardzo duży, a—co za tem idzie—i względna dokładność nader znaczna.

H. Becquerel porównał był dane swego wzoru z wartościami stałej Verdeta, otrzymanemi w siarczku węgla i kreozocie. Liczby zgadzały się bardzo dobrze; większe nieco różnice występowały

[1]) C. R. t. **125**, str. 679.

[2]) Wied Ann. 1895, t. **54**, str. 673.

tylko w błękitnej i nadfiołkowej częściach widma, to jest tam, gdzie pomiary zwykłe są bardzo niedokładne. Otrzymany tu wynik czyni prawdopodobnem, iż różnice te pochodziły z błędów obserwacyi. W każdym razie byłoby rzeczą interesującą z teoretycznego punktu widzenia sprawdzić to i dla większej liczby ciał. Rzecz przedstawia się w sposób następujący. H. Becquerel otrzymał wzór swój, wychodząc z pewnych dość prostych wyobrażeń o mechanizmie zjawiska Faraday'a; podług niego naokoło linij sił magnetycznych powstają wiry sił elektrycznych; wiry te działają na dwie spolaryzowane po kole fale świetlne, które się rozchodzą w danem środowisku. To przypuszczenie o wirach ściśle się wiąże z Maxwellowskiemi ideami; zaś co do dwu fal po kole w kierunkach przeciwnych spolaryzowanych, to jak wiadomo, ich istnienie zostało dowiedzione eksperymentalnie. Założenia te więc muszą się nam wydać naturalnemi. Z drugiej jednak strony i teorya elektronów [1]) dochodzi do tego samego wzoru, czyniąc jednak specyalne przypuszczenia co do liczby elektronów i ich drgań własnych. Oczywistem jest przeto, że stosując wzór Becquerela do ciał o wiadomych prążkach absorbcyjnych, moglibyśmy, pozostając w dziedzinach widma całkiem dostępnych obserwacyi, sprawdzić słuszność założeń teoryi elektronowej.

Nadmienię również, iż opisana tu metoda da też możność bliższego zbadania własnosci elektrooptycznych metali. Wiadomo bowiem z badań Hagena i Rubensa, iż zdolność odbijania metali zmniejsza się w kierunku fal krótkich, a co za tem idzie, stają się metale w nadfiołkowej części widma bardziej przezroczyste. Oczywiście trudnoby tu orzec a priori coś stanowczego. choć prace Kundta, dotyczące zachowania się w polu magnetycznem cienkich blaszek żelaza, niklu i kobaltu, dały w widzialnej części widma całkiem niespodziewane wyniki.

Pozwolę sobie na tem miejscu wyrazić wdzięczność swą kierownikowi matematycznego oddziału Getyngenskiego Instytutu Fizycznego prof. W. Voigtowi tak za cenne rady i wskazówki, udzielone mi przy tej pracy, jako też za dostarczone mi do jej wykonania środki eksperymentalne.

---

[1]) Ob. pracę W. Voigta w Wied. Ann. 1899, t. 17, str. 345.