

St. LANDAU.

## Próba okazania wpływu pola magnetycznego na zjawiska uginania się światła.

---

W notatce niniejszej chciałbym podać wyniki poszukiwań, przedsięwziętych w celu okazania nowych przypadków wpływu pola magnetycznego na zjawiska optyczne. Poszukiwania te nie zostały uwieńczone rezultatem dodatnim; lecz i wynik ujemny, otrzymany w ściśle określonych warunkach eksperymentalnych, rzuca poniekąd światło na naturę zjawiska. Rzeczą tę ogłaszam, bo nie mam możliwości wznowienia tych doświadczeń; byłbym szczęśliwy, gdyby kwestya ta u nas kogoś bliżej zainteresowała. Wydaje się prawdopodobnem, że zjawisko poszukiwane istnieje i że udałoby się je obserwować przy wysubtelnieniu metod optycznych. Być może, że i rozważanie teoretyczne mogłoby zagadnienie to posunąć naprzód.

Postawienie kwestyi wyda się może paradoksalnem. Wiadomo, że zjawiska magneto-optyczne są ściśle związane z materją ważną, zaś uginanie się światła, jak tego dowiodły badania *Fresnela*, od substancji ekranu nie zależy. Dotyczy to jednak tylko klasycznych przypadków uginania się pod małemi kątami. W pewnym szczególnym przypadku uginania się, kiedy koncentrujemy światło na ostrzu noża, można obserwować światło ugięte pod kątami przewyższającemi  $100^{\circ}$ . Światło ugięte jest barwne, i barwa zależy od rodzaju metalu. Co więcej, światło ugięte jest spolaryzowane w płaszczyźnie równoległej do brzegu ostrza, i polaryzacja, przy wielkich kątach uginania się, jest prawie zupełna. Badaniom *Gouya* i *W. Wien*a zaw-

dzięczamy gruntowną znajomość stosunków tu zachodzących<sup>1)</sup>. Przypominamy tu, że barwa światła ugiętego odpowiada ściśle barwie światła przez metal odbijanego, choć o odbijaniu się światła w danym przypadku mowy być nie może. Dalej, że domieszane światło białe jest spolaryzowane w płaszczyźnie prostopadłej do brzegu ekranu i że między obydwoma składowymi zachodzi różnica faz.

Teorya ścisła napotyka w tym przypadku na nieprzewyciężone trudności matematyczne. Badania teoretyczne nie zdają sprawy ani z polaryzacji prawie zupełnej, ani z barwności światła ugiętego. Wobec tego wydać się musi usprawiedliwionem dążenie do wytworzenia sobie obrazu, odpowiadającego treści zjawiska. Że światło ugięte jest spolaryzowane, dzieje się to niewątpliwie za sprawą jakiegoś mechanizmu natury elektrycznej, wykonywającego drgania prostopadłe do brzegu ostrza; w myśl teoryj spóczesnych byłyby to elektrony. Być może, iż mechanizm ten pochłania energię świetlną i sam się staje nowym ośrodkiem emisji. W tym przypadku należałoby oczekiwać, przy dostrzeganiu wzdłuż linii sił, przejścia polaryzacji liniowej w kołową. Możliwym jest tu, że światło ogina tylko ostrze, część jego zostaje wchłonięta, a reszta wskutek drgań cząstek elektrycznych, doznaje polaryzacji liniowej<sup>2)</sup>. W polu magnetycznem należałoby w tym razie oczekiwać skręcenia płaszczyzny polaryzacji.

<sup>1)</sup> G o u y, „Recherches expérimentales sur la diffraction“, Ann. de Ch. et de Phys. 1880, s. VI, t. 8, atr. 145. W. W i e n, Wied. Ann. 28, 1886, str. 117.

<sup>2)</sup> Ku temu pogładowi skłania się W. W i e n, l. c. na str. 129: Die Experimente zeigten, dass die Farbenercheinungen nicht eintreten, wenn die Polarisationssebene des einfallenden Lichtes senkrecht steht zur beugenden Kante. Diese Thatsache wird, wenn wir die Absorptionsercheinungen aus der Annahme mitschwingender Molecüle erklären wollen, die Vorstellung erwecken, dass die Molecüle nur dann in Mitschwingung ersetzt werden, wenn der Äther parallel der beugenden Kante schwingt: man würde also zu der Fresnel'schen Annahme in Bezug auf die Lage der Polarisationssebene gelangen.

Die eigentümliche Thatsache, dass das gefärbte Licht stets parallel zum beugenden Rande polarisirt ist, auch wenn die Polarisationssebene des einfallenden Lichtes einen grossen Winkel mit demselben bildet, wird durch die starke Einwirkung der Molecüle zu erklären sein, welche durch die symmetrische Anziehung der übrigen Massentheile nur Schwingungen senkrecht zum Rande ausführen können und dem umgebenden Äther ebenfalls nur solche Schwingungen gestatten.

W szeregu poszukiwań, który wykonałem, posługiwałem się przeważnie ekranami stalowymi; używałem też kilka razy ostrza srebrnego i mosiężnego.

Zjawisko jest w najwyższym stopniu zależne od dobroci ekranu.

W przypadku stali najodpowiedniejszym byłby nóż od mikrotomu lub brzytwa angielska. Ze względu na trudność w umieszczeniu tak wielkich ostrzy między biegunami elektromagnesu, posługiwałem się ostrzami skalpeli, używanych do dysekcji anatomicznych. Sądzę jednak, że użycie ostrzy, specjalnie w tym celu przez fabrykę mikrotomów sporządzonych, pozwoliłoby znakomicie powiększyć ścisłość spostrzeżeń. Ostrze srebrne było zrobione z blachy walcowanej.

Najmniejsze zanieczyszczenie, zarówno jak pył osiadający z powietrza, czynią spostrzeżenia polarymetryczne niemożliwymi. Bardzo dobre ostrza psują się wskutek wilgotności powietrza już po kilku dniach. Znalazłem, iż można ostrzu przywrócić jego pierwotne własności, oczyszczając je jak najstaranniej za pomocą tlenku ołowiowego (rouge d'Angleterre) i alkoholu. Pył najlepiej usuwać za pomocą penzelka, zwilżonego alkoholem absolutnym.

Do doświadczeń służył mi wielki elektromagnes półpierścieniowy typu D u - B o i s. Dorobionem zostało dość proste urządzenie mechaniczne, które pozwalało przybliżać za pomocą śruby jeden biegun do drugiego, bez obawy o uszkodzenie ostrzy. Te ostatnie umocowywałem w ramce mosiężnej; ramka była osadzona za pomocą połączeń ruchomych w kawałku drzewa, dopasowanym do bieguna elektromagnesu i przytwierdzonym dość śrubami.

Jak najstaranniejsze umocowanie ostrzy jest niezbędne ze względu na siły, które działają na ostrze w polu magnetycznym; połączenia ruchome pozwalały nadawać ostrzu odpowiednią orientację.

Jako źródła światła używałem lampy łukowej, zasilanej prądem 20 amp. Ze względu na pole magnetyczne lampa była oddalona od elektromagnesu o 1.5 m, światło zbierałem za pomocą dwu soczewek; pierwsza z nich większej średnicy odległości ogniskowej 25 cm. dawała pęk słabo zbieżnych promieni; druga mniejsza, o odległości ogniskowej 12 cm., zbierała promienie ostatecznie na ostrzu. W spostrzeżeniach posługiwałem się lunetą o krótkiej odległości ogniskowej. Przed lunetą znajdował się wielki nikol od przyrządu projekcyjnego.

Możliwą jest wielka różnorodność w orientacji ostrza i lunety względem linii sił. Badanie kompletne wymagałoby też uwzględnienia zarówno uginania zewnętrznego, jako też wewnętrznego; powinnyby też dotyczyć różnicy faz obydwu składowych. Krótkość czasu pozwoliła mi tylko uwzględnić uginanie się wewnętrzne, w którym to przypadku, skądinąd, zjawisko polaryzacji występuje najdobitniej. Urzeczywistniłem następujące przypadki:

A.) Promienie światła bieżą prostopadle do linii sił; światło ugięte tworzy z promieniami światła padającego kąt prosty: spostrzeżeń dokonywa się przez kanał w elektromagnesie. (fig. 1-sza)

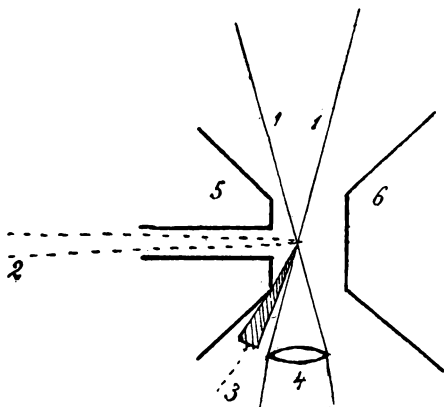


Fig. 1.

1. Promienie światła padającego
2. Światło ugięte
3. Ostrze
4. Soczewka
- 5 i 6. Bieguny.

W tym przypadku napotkałem największe trudności eksperymentalne. Ze względu na siłę pola, pierwszą myślą było użycie jako bieguna 6 (fig. 1-sza) i stożka żelaznego pełnego. Wówczas jednak światło odbite od ostrza pada na powierzchnię stożka tego i rozprasza się. Ze względu na potężne źródło światła, blask światła rozproszonego jest tak silny, że maskuje zupełnie światło ugięte, tembardziej, że jest ono spolaryzowane w płaszczyźnie prostopadłej do pł. pol. światła ugiętego. Nadaremnie próbowałem pokry-

wać ostrze i biegun czarnym lakierem matowym i sadzą. Również bezskutecznie okazało się umocowywanie na biegunie zwierciadła od galwanometru. Wobec niezmiernej koncentracji światła nie wystarczała ani zdolność pochłaniania sadzy, ani zdolność odbijania srebra. Spostrzeżenia stały się możliwymi wtedy dopiero, kiedy, zamiast stożka pełnego użyłem bieguna, zaopatrzonego w kanał stopniowo się rozszerzający, długości około 5 cm. Wnętrze kanału wyczerniłem sadzą. Promienie odbite od ostrza ginęły w nim. Kanał, przez który przechodziło światło ugięte, zaopatrzyłem w dwie diafragmy, a połowę wylotu wewnętrznego zakryłem kawałkiem blachy czarnej. W ten sposób osiągnąłem to, że w polu widzenia na pięknym czarnym tle ukazywały się dwie linie: świecąca — ostrze i ciemna — brzeg dodatkowego ekranu. Odległość między biegunami elektromagnesu wynosiła 6 mm., prąd 12 amp. dawał mi w tych warunkach pole o sile 17000 gaussów. Wielkość pola w ostrzu stalowym była oczywiście znacznie większa. Wpływu pola magnetycznego na polaryzację zauważyć nie mogłem. O dokładności dają wyobrażenie cyfry, osiągnięte przy nastawianiu analizatora na ciemność w jednej seryi pomiarów:

$$90^{\circ}, 92^{\circ}, 91^{\circ}, 92^{\circ}, 91^{\circ}.5, 92^{\circ} \text{ } ^1).$$

B). Promienie światła padającego biegną wzdłuż linii sił magnetycznych. Obserwujemy prawie prostopadle do linii sił, jak to widać na fig. 2 giej. Odstęp między biegunami równał się 4 mm.; pole magnetyczne wynosiło dwadzieścia parę tysięcy jednostek. Dla przykładu podaję cyfry, otrzymane w jednym szeregu spostrzeżeń:

$$88^{\circ}, 87^{\circ}.8, 90^{\circ}, 89^{\circ}.3, 89^{\circ}.7, 88^{\circ}, 90^{\circ}, 91^{\circ}, 90^{\circ}, 89^{\circ}.$$

C). Ekran był ustawiony równoległe do linii sił. Sposób obserwacji podany jest na fig. 3-ciej. Ze względu na konstrukcję elek-

<sup>1)</sup> Gouy nie podaje bliższych danych co do ścisłości osiągniętej. Wien pisze: „der Fehler der einzelnen Einstellung beträgt oft einen Grad und mehr“. Trudność spostrzeżeń polega na tem, że światło ugięte jest nader słabe. Ścisłość możnaby powiększyć przez użycie lepszych ostrzy i silniejszego źródła światła (słońca).

tromagnesu musiałem poprzestać na kącie uginania się  $\approx$  około  $30^\circ$ . W tych warunkach światło było tylko częściowo spolaryzowane; o osiągnięciu dokładności większej, niż jakieś kilka stopni, nie można było myśleć.

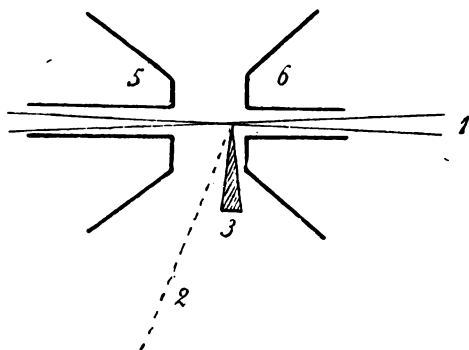


Fig. 2.

Oznaczenia te same co i na fig. 1-szej.

Zaznaczyłem już na wstępie, że wpływ pola magnetycznego na uginanie światła sposobem Fresnela i Fraunhofera z gó-

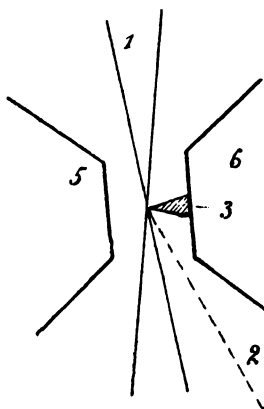


Fig. 3.

Oznaczenie ob. wyżej.

ry należy uważać za wykluczony, gdyż tu zjawiska optyczne od materii ważkiej nie zależą. W każdym razie postarałem się sprawdzić

to eksperymentalnie. Do jednego z biegunów elektromagnesu przylutowany został kawałek żelaza, tak iż można było zbliżyć bieguny do siebie na odległość 0,5 mm. Światło lampy *Nernsta* przechodziło przez szkło czerwone i kolimator. Szpara między biegunami dawała prążki dyfrakcyi. Przy wzbudzaniu pola widać było ślady przesuwania się prążków. Przesunięcie to przypisuję mechanicznemu działaniu sił magnetycznych: między biegunami powstaje pole około 40000 gaussów, a wskutek tego zachodzą też małe odkształcenia w umocowaniu biegunów.

Ten ujemny wynik poszukiwań rzuca nieco światła na samo zjawisko. Przypuszczenie, że moglibyśmy tu mieć do czynienia z emisją światła przez aparat elektronowy, wydaje się zupełnie nieprawdopodobnem, gdyż w takim razie, w przypadku *A*, dostrzeglibyśmy polaryzację kołową. *Jan Becquerel* obserwował zjawisko *Zeemana* w ciałach stałych już w polach, nie przenoszących kilkanaście tysięcy jednostek *C. G. S.*, tu zaś pole było znacznie większe. Nie wdając się w dalsze hipotezy, co do istoty samego zjawiska, zauważymy jednak, że względy symetrii nakazują przypuszczać, iż w przypadku badanym zachodzi skręcenie pł. polaryzacyi. To ostatnie, jak pokazują doświadczenia powyższe, nie przenosi jednak  $1^{\circ}$ . Tak więc barwa światła ugiętego i przypuszczalna wielkość zjawiska, nakazują szukać analogii w *Kerra* zjawisku magnetycznem.

---