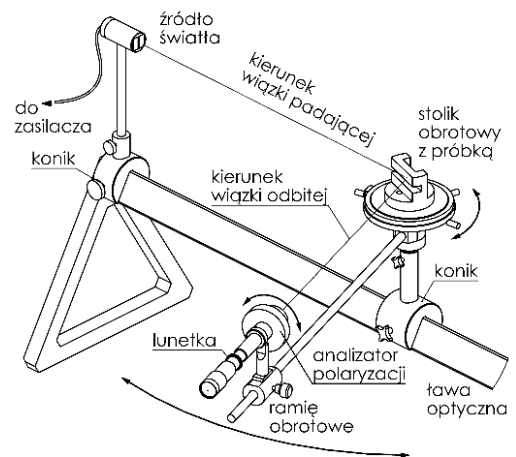


WSPÓŁCZYNNIK ZAŁAMANIA – KĄT BREWSTERA

Współczynnik załamania – to przykład parametru materiałowego, określającego niektóre aspekty złożonego zjawiska – rozchodzenia się światła w ośrodkach optycznych. Jego rzeczywisty mechanizm związany jest z wzajemnym wpływem fal elektromagnetycznych i materii, a więc ich oddziaływaniem. Fundamentalne wyjaśnienia własności muszą się do nich odwoływać, jednak do opisu wielu zagadnień praktycznych używany jest obraz fenomenologiczny bez analizy przyczynowej. W ćwiczeniu wyznacza się współczynnik załamania wykorzystując efekt Brewstera – polaryzacji światła przez odbicie.

Istotne zagadnienia teoretyczne i techniczne

- fale elektromagnetyczne – parametry istotne dla załamania światła
- polaryzacja światła i polaryzatory
- współczynnik załamania – definicja i przykłady wartości dla typowych ośrodków optycznych
- dyspersja optyczna
- światło na granicy ośrodków – prawo załamania Snella
- polaryzowanie światła przy odbiciu od płaskiej powierzchni dielektryka, kąt Brewstera
- wyjaśnienie metody wyznaczania współczynnika załamania przez pomiar kąta Brewstera



Rys.1. Schemat układu pomiarowego.

Opis układu pomiarowego

Do wyznaczania współczynnika załamania światła używany jest układ doświadczalny przedstawiony schematycznie na rys.1. Światło ze źródła odpowiedniego do badań nad polaryzacją, ustawionego na poziomej ławie optycznej, pada na próbkę wykonaną z badanego materiału. Próbką mocowana jest na obrotowym stoliku w taki sposób, że jej płaska powierzchnia od której odbija się światło zawiera pionową oś stolika, a jego obrót zmienia kąt padania. Odbite światło obserwuje się przez lunetkę, zamontowaną na ramieniu, które można obracać wokół tej samej osi co stolik. Lunetkę można przesuwając wzdłuż ramienia, a jej pozioma oś optyczna znajduje się na wysokości źródła światła i przecina oś obrotu stolika. Taka konstrukcja pozwala na wyznaczenie kąta padania tej części wiązki światła, która odbijając się od próbki dociera następnie do lunetki i tworzy obserwowany obraz. Liniowy filtr polaryzacyjny zamontowany przed lunetką umożliwia badanie stanu polaryzacji światła odbitego od płytki – w tym wykrycie jeśli jest to całkowita polaryzacja liniowa. Dzięki temu możliwy jest pomiar kąta Brewstera i w konsekwencji wyznaczenie współczynnika załamania materiału z którego wykonana jest próbka.

Lunetka typu celowniczego o niewielkim powiększeniu ma konstrukcję teleskopu Keplera. Przed nią, w oprawie analizatora polaryzacji znajduje się dodatkowa przesłona z otworem o średnicy 11 mm ograniczającym wielkość powierzchni przez którą światło dociera do soczewki obiektywowej. Ostry obraz

przedmiotów w polu widzenia lunetki uzyskuje się przez wsuwanie lub wysuwanie dwóch tubusów – w ten sposób zmienia się odległość pomiędzy obiektywem i okularzem przyrządu.

Apertura źródła, czyli niewielki otwór przez który wydostaje się z niego światło, wyposażona jest w matówkę i przesłonę formującą pionową szczelinę (o szerokości 1,6 mm). Jej obraz powinien być widoczny w polu widzenia lunetki w postaci rozświetlonego prostokąta.

Niezbędne przyrządy dodatkowe: próbki materiałów optycznych, taśma miernicza.

Literatura

S. Szczęniowski, „Fizyka doświadczalna cz. IV Optyka”, PWN, Warszawa 1983

F. Ratajczyk, „Instrumenty optyczne”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, „Podstawy fizyki”, PWN, Warszawa 2007

T. Dryński, „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”, wyd. VI, PWN, Warszawa 1977 (lub inne wydanie)

H. Szydłowski, „Pracownia fizyczna”, wyd. IX, PWN, Warszawa 1997 (lub inne wydanie)

A. Zawadzki, H. Hofmokl, „Laboratorium fizyczne”, PWN, Warszawa 1968

Ważne informacje dotyczące obsługi układu pomiarowego

Badana próbka materiału powinna mieć przynajmniej jedną płaską powierzchnię o wielkości nie mniejszej niż 1 cm². Nie musi to być płytka płasko-równoległa, jednak jej forma powinna umożliwiać pewne mocowanie uchwytem sprężynowym stolika – dociśnięcie do pionowej ścianki w której leży oś symetrii stolika. Z drugiej strony płaszczyzny ścianki znajduje się prostokątne okno przez które dociera do próbki padająca wiązka światła. Konstrukcja zapewnia możliwość ustawienia dowolnego kąta padania z zakresu od 0°÷90° po obu stronach płaszczyzny normalnej, Ta ostatnia odpowiada pozycji zerowej skali kątowej, znajdującej się na obwodzie tarczy stolika. Noniusz umieszczony na jego podstawie pozwala zwiększyć precyzję pomiarów kąta padania.

Przed przystąpieniem do wyznaczania kąta Brewstera należy przygotować przyrząd upewniając się, że ustawienia źródła światła i stolika pozwalają na wykonanie poprawnych pomiarów kąta padania. O dokładności pomiarów decyduje łączna odległość pomiędzy źródłem światła i lunetką (jest tym lepsza im większe są odległości pomiędzy elementami optycznymi). Po każdej zmianie odległości pomiędzy źródłem światła i stolikiem należy sprawdzić czy oś obrotu stolika znajduje się w płaszczyźnie padania:

- Umieszczamy próbkę w uchwycie i włączamy zasilanie źródło światła (jeśli jest wyłączone)
- Ramię z lunetką wstawiamy zgodnie z kierunkiem ławy optycznej
- Obracamy stolik na przemian do pozycji 90° (znacznik 90° skali przy pierwszym znaczniku noniusza) i 270°. W obydwu w lunetce powinien być widoczny częściowy obraz apertury źródła światła. Jeśli obrazy nie są symetryczne konieczna jest korekta kątowa stolika. Upewniamy się także, że w żadnej z pozycji przez lunetkę nie można zaobserwować światła odbitego od powierzchni próbki. Prawidłowo, odbicie nakłada się na obraz źródła widoczny bezpośrednio. Przesunięcie osi obrotu stolika względem płaszczyzny padania powoduje pojawienie się dodatkowego słabszego obrazu w jednym z ustawień stolika. Należy wtedy dokonać korekty przesuwając stolik. Regulacje należy przeprowadzać z pomocą opiekuna ćwiczenia.

Procedura wyznaczania kąta Brewstera:

- Obracamy stolik przeciwnie do ruchu wskazówek zegara wybierając kąt padania z zakresu 45° – 50° i ustawiamy ramię tak, by w polu widzenia lunetki widoczne było odbicie źródła światła.
- Zmieniając kąt pomiędzy osią polaryzacji filtru analizatora i płaszczyzną padania obserwujemy zmiany jasności obrazu źródła światła. Staramy się zidentyfikować pozycje osi analizatora odpowiadające polaryzacji światła w płaszczyźnie odbicia i w kierunku prostopadłym do niej.
- W kilku krokach ustalamy kierunek zmian kąta padania, przy którym zmiany jasności obrazu źródła światła w lunetce stają się coraz wyraźniejsze.
- Etap wykonywany przy wyłączonym oświetleniu pomieszczenia-ciemni: stopniowo zmniejszając przyrost lub spadek kąta padania staramy się znaleźć taką pozycję stolika, przy której obroty osi polaryzacyjnej filtru pozwalają najskuteczniej „wygasić” obraz źródła światła w polu widzenia lunetki. Kąt padania jest wtedy bliski lub równy poszukiwanemu kątowi Brewstera – odczytujemy jego wartość ze skali przyrządu.