

Ćwiczenie O2

Wyznaczanie współczynnika załamania światła

O2.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie współczynnika załamania światła dla przezroczystych, płaskorównoległych płytek wykonanych z różnych materiałów, przy wykorzystaniu metody de Chaulnesa i metody opartej na prawie Brewstera.

O2.2. Zagadnienia związane z tematyką ćwiczenia

- Rozchodzenie się światła w jednorodnych ośrodkach izotropowych,
- zjawisko odbicia i załamania światła,
- prawo odbicia,
- prawo załamania,
- zjawisko polaryzacji światła,
- kąt Brewstera,
- pryzmat Nicola,
- prawo Malusa.

O2.3. Literatura

- [1] Halliday D., Resnick R., Walker J.: *Podstawy fizyki, cz. 2 i cz. 4*, PWN, Warszawa.
- [2] Szczeniowski S., *Fizyka doświadczalna, cz. 4*, PWN, Warszawa.
- [3] *Metody wykonywania pomiarów i szacowania niepewności pomiarowych*, <http://ftims.pg.edu.pl/documents/10673/20436990/wstep.pdf>

O2.4. Przebieg ćwiczenia i zadania do wykonania

Układ doświadczalny - metoda de Chaulnesa

Rysunek O2.1 (prawa strona) przedstawia zdjęcie układu pomiarowego, który składa się z mikroskopu, śruby mikrometrycznej oraz zestawu badanych płytek.



Rysunek O2.1. Zdjęcie układu pomiarowego: prawa strona - metoda Chaulnesa, lewa strona - metoda oparta na prawie Brewstera

Przebieg doświadczenia - metoda de Chaulnesa

Pomiaru grubości płytki d należy dokonać za pomocą śruby mikrometrycznej. Grubość tę należy zmierzyć co najmniej pięciokrotnie, w różnych punktach płytki, aby w obliczeniach uwzględnić błąd wynikający z ewentualnej niejednorodnej jej grubości. Obliczamy następnie średnią wartość grubości d_{sr} . Na stoliku umieszczamy zarysowaną płytkę i ustawiamy mikroskop tak, aby brzegi rysy były ostro widoczne. Następnie przykrywamy rysę badaną płytką o nieznanym współczynniku załamania i ponownie szukamy ostrego obrazu rysy, przesuwając stolik mikroskopu za pomocą śruby. Pozorne podniesienie obrazu h mierzymy, posługując się mikroskopem. Wartość skoku śruby mikroskopu i dokładność pomiaru

przesunięcia stolika podane są przy stanowisku pomiarowym. Dla badanej płytki pomiar wartości h wykonujemy pięciokrotnie i obliczamy średnią wartość h_{sr} .

Układ doświadczalny - metoda oparta na prawie Brewstera

Rysunek O2.1 (lewa strona) przedstawia zdjęcie układu pomiarowego, składającego się z ławy optycznej, na której umieszczona jest ruchoma podstawka z badaną płytką **P** (pełniącą rolę polaryzatora); nikola **A**, który pełni funkcję analizatora oraz ruchomego ramienia, na którym znajduje się monochromatyczne źródło światła.

Przebieg doświadczenia – metoda oparta na prawie Brewstera

Posługując się układem optycznym przedstawionym na rysunku O2.1, należy wyznaczyć kąt całkowitej polaryzacji α_B światła odbitego od badanej płytki. W tym celu ustawiamy źródło światła tak, aby promień padał na płytkę w środku skali kątowej. Spełnione to będzie wówczas, jeżeli na tle plamki świetlnej będziemy widzieć pionową nić celownika **C** umieszczonego między płytką **P** i analizatorem **A** (rysunek O2.2). Obracamy następnie analizator wokół kierunku biegu promienia odbitego. Zmiany natężenia wiązki światła świadczą o pewnym uporządkowaniu drgań wektora natężenia pola elektrycznego \vec{E} . Jeżeli przy obrocie nikola natrafimy na takie jego położenie, przy którym natężenie promienia odbitego będzie równe zero, wówczas znaleziony kąt padania jest kątem całkowitej polaryzacji α_B . Odnajdujemy ten kąt metodą kolejnych prób dla różnych kątów padania światła na płytkę **P**. Należy pamiętać, że przy zmianie położenia źródła światła należy odpowiednio zmieniać położenie płytki **P**. Kąt Brewstera mierzymy pięciokrotnie z jednej i drugiej strony ławy optycznej. Odczytu wartości kąta całkowitej polaryzacji α_B dokonujemy na tarczy obracającej się razem z płytką **P**.

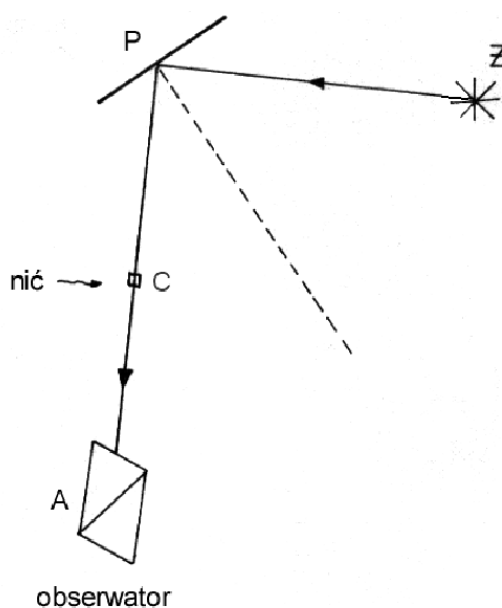
Zadania do wykonania

- O2.1. Wyznaczyć współczynnik załamania światła metodą de Chaulnesa dla wybranych materiałów.
O2.2. Wyznaczyć współczynnik załamania światła stosując prawo Brewstera.

Uzupełnienie do zadania O2.1

Obserwując punkt P poprzez płytkę płaskorównoległą, widzimy go w położeniu P' , czyli otrzymujemy pozorne podniesienie obrazu na wysokość h (rysunek O2.3). Rozpatrzmy trójkąty ABP i ABP' , w których:

$$AB = e, \quad AP = d, \quad AP' = d-h. \quad (\text{O2.1})$$



Rysunek O2.2. Bieg promienia świetlnego podczas badania z wykorzystaniem prawa Brewstera

Ponieważ

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{e}{d} \approx \sin \alpha, \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{e}{d-h} \approx \sin \beta, \quad (\text{O2.2})$$

$$n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{d}{d-h}. \quad (\text{O2.3})$$

Z otrzymanej zależności (O2.3) wyliczamy n , wyznaczając doświadczalnie wartość d oraz h .

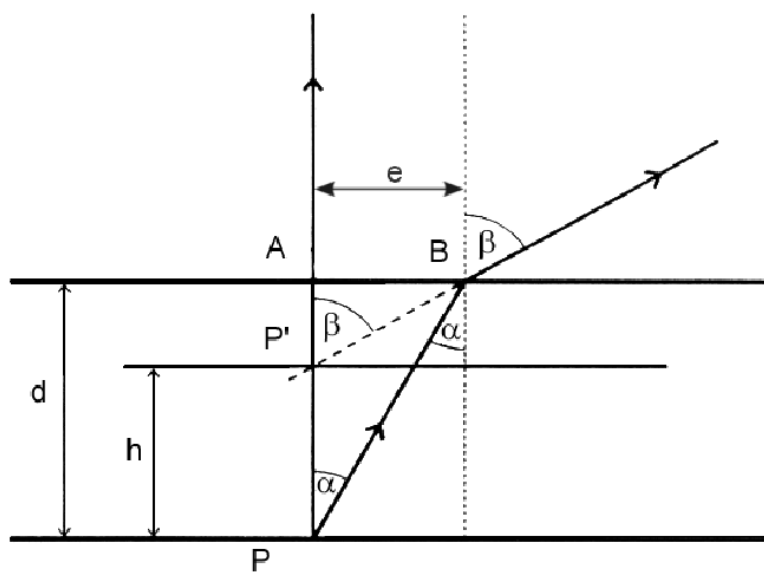
Uzupełnienie do zadania O2.2

Wartość współczynnika załamania n obliczamy dla wartości średniej kąta Brewstera $\alpha_{B_{st}}$, korzystając z zależności

$$n = \operatorname{tg} \alpha_{B_{st}}. \quad (\text{O2.4})$$

O2.5. Rachunek niepewności

Niepewność wyznaczania współczynnika załamania światła obliczamy jako niepewność standardową wielkości złożonej. Za niepewności grubości płytki d ,



Rysunek O2.3. Powstawanie pozornego podniesienia obrazu w płytce płaskorównoległej

przesunięcia pozornego obrazu h oraz kąta Brewstera α_B należy przyjąć odchylenie standardowe określone na podstawie serii pomiarów.