

WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA ZAŁAMANIA ŚWIATŁA METODĄ SZPILEK I ZA POMOCĄ MIKROSKOPU

Cel ćwiczenia:

1. Zapoznanie z budową i zasadą działania mikroskopu optycznego.
2. Wyznaczenie współczynnika załamania światła różnych materiałów.

Spis przyrządów:

Mikroskop, śruba mikrometryczna, suwmiarka, podkładka styropianowa ze szpilki, płytkę płasko-równoległą, pryzmat, komplet cienkich płytek płasko-równoległych.

Pytania i zagadnienia do przygotowania:

1. Zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania światła.
2. Podać prawa odbicia i załamania światła.
3. Czym różni się odbicie fal świetlnych od granicy szkło-powietrze i powietrze-szkło ?
4. Przejście światła białego przez płytkę płasko-równoległą.
5. Przejście światła białego przez pryzmat.
6. Mikroskop, powiększenie mikroskopu.
7. Wykreślić bieg promieni w mikroskopie.
8. Wyznaczanie współczynnika załamania światła metodą mikroskopową.

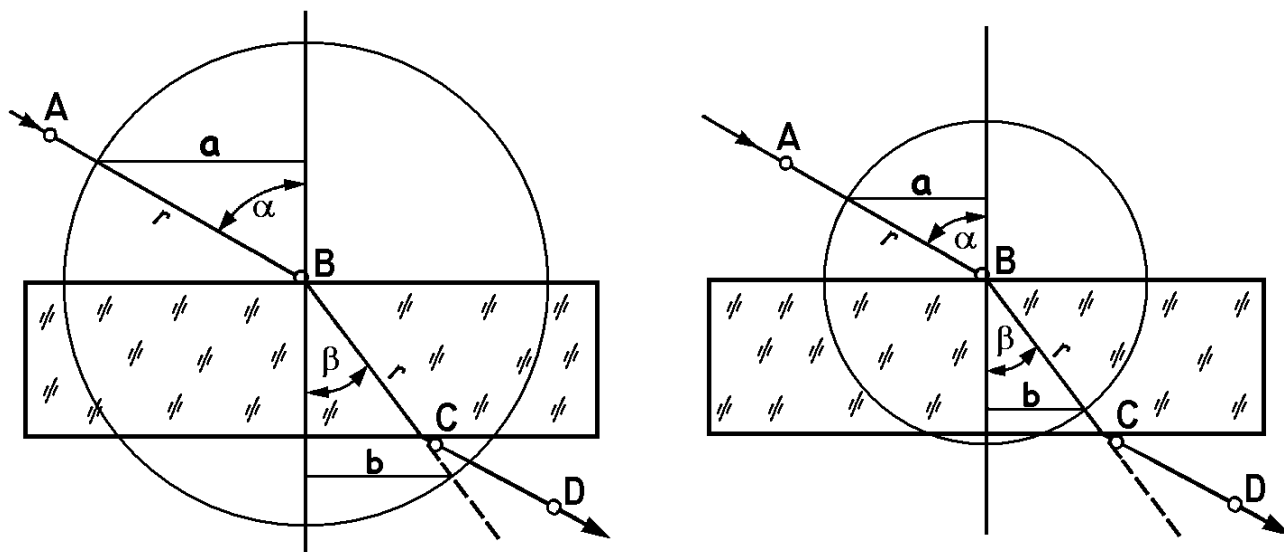
Zalecana literatura:

1. M. Skorko, Fizyka, PWN, Warszawa, 1973.
2. S. Szczęniowski, Fizyka doświadczalna, cz. 4, PWN, Warszawa, 1980.
3. T. Dryński, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki. PWN, Warszawa 1978.
4. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna. PWN, Warszawa 1989.
5. S. Szczęniowski, Fizyka doświadczalna, cz. 4, PWN, Warszawa, 1980
6. *I Pracownia Fizyczna.* pod red. Cz. Kajtocha, Wydawnictwo Naukowe AP, Kraków 2007

WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA ZAŁAMANIA ŚWIATŁA METODĄ SZPILEK

Sposób wykonania ćwiczenia.

Płytką płasko-równoległą.



Rys. 1. Wyznaczanie współczynnika załamania materiału płytki :

A,B,C,D punkty wbicia szpilek ;

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{a}{r} : \frac{b}{r} = \frac{a}{b}$$

1. Ustawić płytkę na dużym arkuszu kratkowanego papieru umieszczonym na styropianie tak, aby jej podstawę stanowiła ściana o największej powierzchni.
2. Obrysować krawędzie ścian płytki.
3. Wyznaczyć kierunek promienia padającego na płytkę za pomocą 2 szpilek, które należy wbić w punktach A i B (Rys.1) po jednej stronie płytki, jedną blisko ścianki płytki, drugą możliwie daleko, tak by prosta przeprowadzona przez punkty A i B tworzyła z normalną kąt $\alpha \sim 45^\circ$
4. Patrząc na płytkę z przeciwnej strony, obserwować obrazy szpilek dawane przez płytkę i ustalić kierunek, w którym obrazy pokrywają się.
5. Ustawić dwie nowe szpilki wbijając w punktach C i D tak, by szpilka w punkcie D zasłoniła zarówno szpilkę w punkcie C, jak obrazy szpilek umieszczonych w punktach A i B. Prosta wyznaczona przez punkty C i D przedstawia kierunek biegu promienia AB po wyjściu z płytki .
6. Po usunięciu płytki i szpilek narysować normalną do powierzchni płytki w punkcie B oraz wykreślić bieg promienia światła łącząc uzyskane punkty (Rys. 2).

7. Sprawdzić, czy proste przedstawiające promienie padający i wychodzący z płytki są równoległe względem siebie i zmierzyć przesunięcie x promienia.
8. Powtórzyć doświadczenie, zmieniając znacznie kąt padania (np. 60° , 30°) i dla każdego nowego kierunku promienia padającego na płytkę wyznaczyć w opisany powyżej sposób kierunek promienia wychodzącego z płytki oraz przesunięcie x .
9. Zmierzyć grubość płytki d za pomocą suwmiarki.
10. Otrzymane wyniki zebrać w tabelce i wywnioskować na ich podstawie w jaki sposób przesunięcie promienia x zależy od kąta padania.
11. Obliczyć współczynnik załamania szkła płytki metodą graficzną wg wskazówki na rysunku 1:

$$n = \frac{a}{b},$$

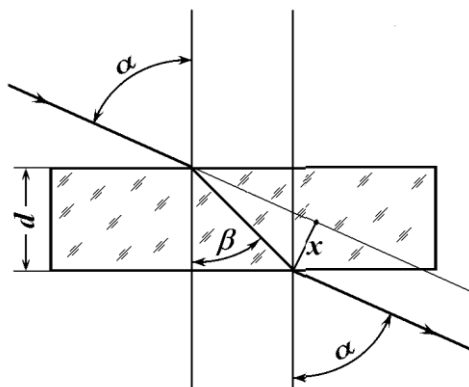
mierząc długość odcinków a oraz b podziałką milimetrową.

gdzie: a - jest to odległość punktu przecięcia promienia padającego z okręgiem, od prostej prostopadłej do powierzchni płytki w punkcie padania promienia.

b - jest to odległość punktu przecięcia kierunku promienia załamane w płytce z okręgiem do prostej prostopadłej do powierzchni płytki w punkcie załamania promienia.

12. Obliczyć przesunięcie promienia x wg. wzoru podanego niżej

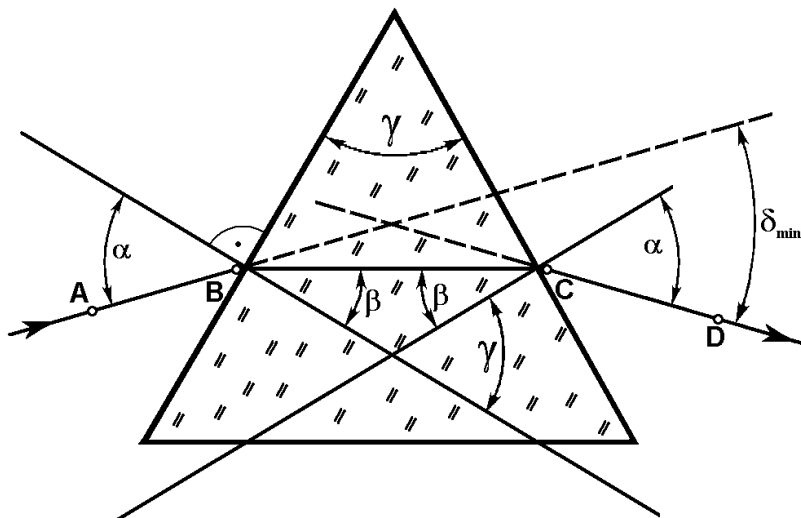
$$x = d \cdot \sin \alpha \left(1 - \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha}{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right)$$



Rys. 2. Załamanie światła w płytce płasko-równoległej :

α - kąt padania, β - kąt załamania, d - grubość płytki, x - przesunięcie promienia.

Pryzmat



Rys. 3. Bieg promieni w pryzmacie :

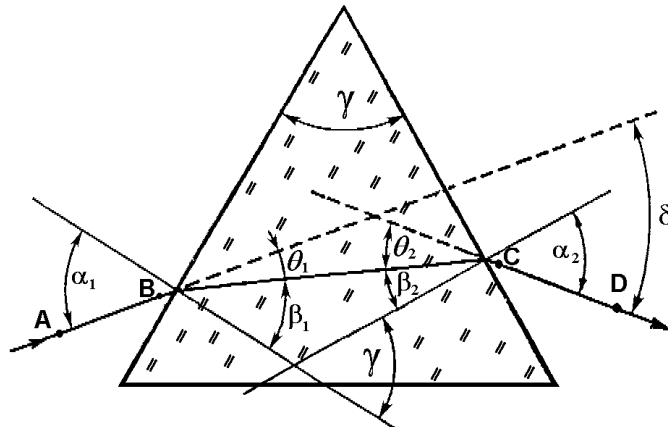
γ - kąt łamiący pryzmatu, δ - kąt odchylenia promienia.

Aby obliczyć współczynnik załamania pryzmatu względem powietrza ze wzoru przedstawionego poniżej, odchylenie δ promienia padającego na pryzmat musi mieć wartość minimalną. Można udowodnić, że minimalne odchylenie ma miejsce przy symetrycznym biegu promienia. Wówczas promień biegnący wewnątrz pryzmatu jest równoległy do podstawy.

1. W celu wyznaczenia **kąta minimalnego odchylenia** δ_{\min} ustawić pryzmat na arkuszu papieru w kratkę, obrysować jego kontury i wyznaczyć kierunek promienia, przechodzącego przez pryzmat za pomocą 2 szpilek wbitych w punktach B i C. Promień ten musi być równoległy do podstawy pryzmatu.
2. Patrząc na pryzmat od strony punktu C, tak go ustawić aby szpilka wbita w punkcie C pokryła się z obrazem szpilki wbitej w punkcie B. Wbić szpilkę w punkcie D, tak aby zasłoniła szpilkę wbita w punkcie C i obraz szpilki wbitej w punkcie B. Następnie patrząc od strony szpilki B, tak ustawić pryzmat, aby szpilka wbita w punkcie A zakryła szpilkę wbita w punkcie B i obrazy szpilek wbitych w punktach C i D.
3. Po usunięciu pryzmatu i szpilek narysować: bieg promienia padającego, przechodzący przez punkty A i B, promienia wychodzącego z pryzmatu - przez punkty C i D, oraz bieg promienia wewnątrz pryzmatu.
4. Zmierzyć kątomierzem kąt łamiący pryzmatu γ oraz kąt δ_{\min} .
5. Obliczyć współczynnik załamania pryzmatu względem powietrza ze wzoru :

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\delta_{min} + \gamma}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)}$$

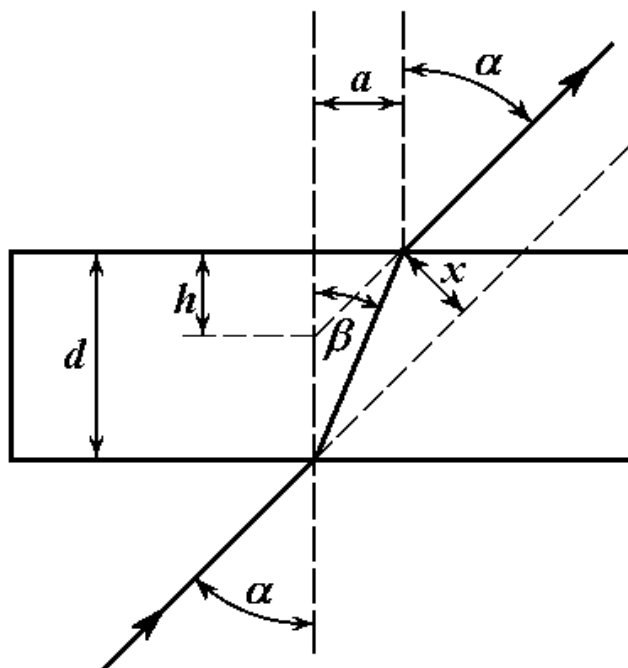
6. W celu wyznaczenia biegu dowolnego promienia w pryzmacie (Rys.3a) metodą szpilek należy położyć pryzmat na kratkowanym arkuszu papieru umieszczonym na styropianie i obrysować jego kontur.
7. Kierunek promienia padającego wyznaczyć za pomocą dwóch szpilek wbitych w punktach A i B, wbijając jedną blisko ścianki pryzmatu, a drugą możliwie daleko tak, by kierunek AB tworzył z pierwszą płaszczyzną łamiącą pryzmatu kąt $\sim 45^\circ$.
8. Patrząc na pryzmat z drugiej strony, wbić dwie nowe szpilki w punktach C i D tak, by pokryły się z obrazami szpilek wbitych w punktach A i B, widzianymi przez pryzmat.
9. Po usunięciu pryzmatu i szpilek narysować bieg promienia padającego, przechodzący przez punkty A i B, promienia wychodzącego z pryzmatu - przez punkty C i D, oraz bieg promienia wewnątrz pryzmatu.



Rys. 3a. Bieg promieni w pryzmacie :

γ - kąt łamiący pryzmatu, δ - kąt odchylenia promienia.

**WYZNACZANIE WSPÓLCZYNNIKA ZAŁAMANIA ŚWIATŁA
ZA POMOCĄ MIKROSKOPU**



Rys. 4. Bieg promienia przez płytkę płasko-równoległą

Wykonanie ćwiczenia

1. Za pomocą śruby mikrometrycznej zmierzyć grubość rzeczywistą d płytek, wskazanych przez prowadzącego. Pomiar powtórzyć 5 razy dla każdej płytki (w różnych miejscach płytki).
2. Sprawdzić, czy ślady wykonane pisakiem na obu powierzchniach badanej płytki są dobrze widoczne.
3. Zapoznać się z budową mikroskopu.
4. Wyregulować położenie lampy mikroskopowej (lusterka) tak aby światło padało na obiektów.
5. Umieścić badaną płytkę na stoliku mikroskopu w uchwycie. Regulując położenie stolika śrubami przesuwu poziomego ustawić płytkę tak, aby przecięcie linii na płytce znalazło się w polu widzenia.
6. Pokręcając śrubą przesuwu pionowego ustawić stolik mikroskopu tak, aby uzyskać ostry obraz linii narysowanej na dolnej powierzchni płytki. Wyzerować śrubę mikrometryczną.
7. Pokręcając śrubą przesuwu pionowego obniżyć stolik mikroskopu tak, aby otrzymać ostry obraz linii znajdującej się na górnej powierzchni płytki. Policzyc ilość obrotów śruby. Pamiętaj, że jeden pełny obrót śruby przesuwu stolik o 0,5 mm, a jedna kreska to 0,01 mm, obliczyć grubość pozorną h płytki. Pomiar powtórzyć 5 razy dla każdej płytki.
8. Powtórzyć pomiar dla kolejnych płytek, zgodnie ze wskazaniem prowadzącego ćwiczenia.
9. Wyniki zanotować w tabeli.
10. Obliczyć współczynnik załamania światła według wzoru:
$$n = \frac{d}{h}$$

Tabela pomiarów.

Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą mikroskopu.

Rodzaj płytki	Grubość rzeczywista d [mm]			d_{sr} [mm]	Grubość pozorna h [mm]			h_{sr} [mm]	Współczynnik załamania n $n = \frac{d}{h}$
szkło I									
szkło II									
pleksi									