

D12. Pomiar współczynnika załamania światła szkła i innych materiałów przezroczystych za pomocą mikroskopu

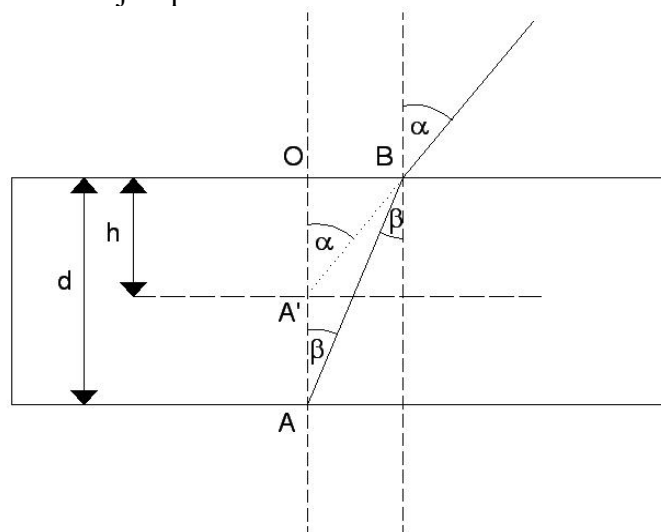
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się ze zjawiskami optycznymi zachodzącymi przy przejściu światła przez płytkę płasko-równoległą oraz doświadczalne wyznaczenie – za pomocą mikroskopu - współczynnika załamania światła materiałów przezroczystych.

Zjawisko załamania światła polega na zmianie kierunku jego biegu na granicy między dwoma ośrodkami o różnych gęstościach optycznych, czyli różnych prędkościach rozchodzenia się światła w tych ośrodkach (np. v_1 i v_2). Stosunek tych prędkości (v_1/v_2) nazywamy **współczynnikiem załamania** $n_{2,1}$ ośrodka drugiego względem pierwszego. Relację pomiędzy kierunkami promieni padającego na powierzchnię graniczną i załamanego podaje **prawo załamania światła (prawo Snelliusa)** wyrażone wzorem:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} \equiv n_{2,1} \quad (1)$$

gdzie α oznacza kąt padania β – kąt załamania światła.

Na skutek załamania światła na powierzchni granicznej między powietrzem a materiałem o większej gęstości optycznej (np. szkłem) powstaje złudzenie optyczne, że odległości w kierunku normalnym do powierzchni granicznej są mniejsze niż w rzeczywistości. Na przykład szyba szklana wydaje się cieńsza niż w rzeczywistości jest. Ilustruje to poniższy rysunek, na którym obrazem pozornym punktu A jest punkt A'.



Obserwowaną w ten sposób grubość warstwy materiału przezroczystego OA' nazywamy grubością pozorną h . Łatwo wykazać, że stosunek grubości rzeczywistej d do pozornej h równy jest współczynnikowi załamania światła badanego materiału*. Grubość pozorną płytki szklanej można wyznaczyć za pomocą mikroskopu jako różnicę w położeniu tubusa względem stolika mikroskopu dla dwóch ustawień ostrości obrazu: na dolną i na górną powierzchnię płytki.

**Wyjaśnienie: Analizując - na rysunku - dwa trójkąty OBA' i OBA , utworzone przez promienie świetlne oraz normalną do płaszczyzny, zauważamy, że:*

$$\frac{OB}{h} = \operatorname{tg} \alpha \quad (2)$$

oraz

$$\frac{OB}{d} = \operatorname{tg} \beta \quad (3).$$

Dzieląc stronami wyrażenie (2) przez (3) otrzymujemy: $\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{d}{h}$, a ponieważ kąty α i β są małe, można – w uproszczeniu – tangensy zastąpić sinusami, czyli $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{d}{h}$. Porównując dalej z prawem Snelliusa (1) otrzymujemy: $\frac{d}{h} = n_{2,1}$ (4), gdzie $n_{2,1}$ oznacza współczynnik załamania światła badanego materiału (np. szkła) względem powietrza (oznaczonego dalej – w uproszczeniu – jako n)

Literatura uzupełniająca

1. Cz. Bobrowski, Fizyka- krótki kurs, Rozdz. 5.2, 5.3
2. S. Przestalski, Fizyka z elementami biofizyki i agrofizyki, Rozdz. 1.4,

Zobacz też:

symulacje komputerowe na stronie internetowej *Katedry Fizyki i Biofizyki*

(<https://sparrow.up.poznan.pl/kfb/>) (zakładka: Symulacje zjawisk fizycznych).

D12. Protokół pomiarów i obliczeń

Nr pary	Imię i nazwisko studenta	Wydział
		grupa
data	Imię i nazwisko prowadzącego	Zaliczenie

Wykonanie ćwiczenia

Przyrządy: mikroskop optyczny z mikrometrycznym pomiarem odległości między stolikiem a obiektywem, zestaw płytek z różnych rodzajów szkła.

1. Na obu powierzchniach płytki robimy cienkopisem krzyżujące się linie
2. Umieszczamy płytkę na stoliku mikroskopu tak, aby pod obiektywem znalazło się przecięcie linii.
3. Ustawiamy ostrość obrazu dolnej linii (powierzchni) i notujemy wskazanie śruby mikrometrycznej mikroskopu (x).
4. Kręcąc śrubą mikrometryczną podnosimy stolik mikroskopu aż uzyskamy ostry obraz górnej linii (powierzchni) i notujemy wskazanie śruby (y).
5. Z różnicy obu wskazań, uwzględniając ilość pełnych obrotów śruby obliczamy grubość pozorną h . (jedna działka śruby odpowiada przesuwowi stolika o 0.01mm, jeden pełny obrót - o 0,5 mm).
6. Za pomocą zwykłej śruby mikrometrycznej mierzymy grubość rzeczywistą płytki d .

Tabela

	Płytką I	Płytką II	Płytką III	Płytką IV
$x(\text{mm})$				
$y(\text{mm})$				
$h(\text{mm})$				
$d(\text{mm})$				
n				

Opracowanie wyników

1. Dla każdej badanej płytki obliczamy grubość pozorną $h = |x - y|$ mm i wstawiamy do tabeli.
2. Następnie ze wzoru: $n = d/h$ obliczamy współczynnik załamania światła n materiału, z którego zrobione są płytki.
3. Błąd pomiarowy obliczamy metodą logarytmiczną, korzystając ze wzoru:

$$\Delta n = n \left(\left| \frac{\Delta h}{h} \right| + \left| \frac{\Delta d}{d} \right| \right).$$
4. Obliczone dla każdej płytki wartości n zestawiamy z błędami Δn w postaci: $(n \pm \Delta n)$.