

XXXIII OLIMPIADA FIZYCZNA (1983/1984). Stopień I, zadanie doświadczalne – D.

Źródło:	Komitet Główny Olimpiady Fizycznej; Waldemar Gorzkowski, Andrzej Kotlicki: Fizyka w Szkole, Nr 3, 1984
Nazwa zadania:	Wyznaczanie współczynnika załamania gliceryny
Działy:	Optyka geometryczna
Słowa kluczowe:	Współczynnik załamania, płaszczyzna polaryzacji, polaryzator, analizator, pryzmat Nicola, kąt Brewstera, częściowe, całkowite wygaszenie, promień odbity

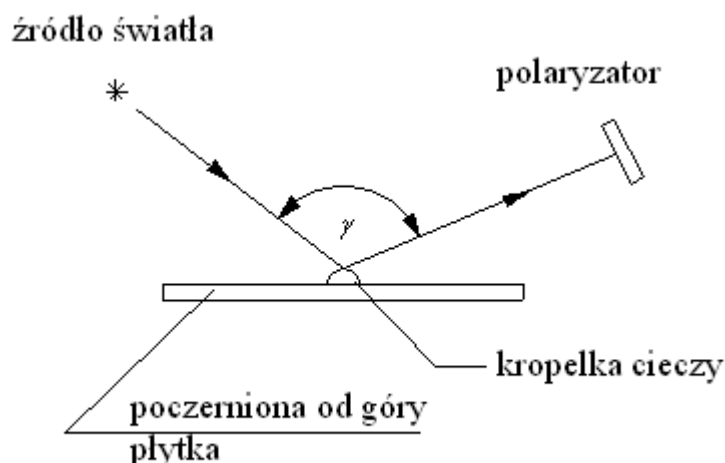
Zadanie doświadczalne - D, zawody stopnia I, XXXIII OF.

Mając do dyspozycji polaryzator, źródło światła, kroplę gliceryny umieszczoną na poczernionym szkiełku, przyrządy do pomiaru długości lub kątów oraz statyw, wyznacz współczynnik załamania gliceryny.

Uwaga: Jako polaryzatora można użyć pryzmatu Nicola, okularów polaryzacyjnych, polaryzatora odbiciowego bądź stosu polaryzacyjnego (dwa ostatnie przyrządy można łatwo wykonać samemu).

Rozwiązanie**Część teoretyczna**

Zaproponowany zestaw przyrządów, wśród których jest polaryzator, sugeruje metodę wyznaczenia współczynnika załamania gliceryny przez pomiar kąta Brewstera w następującym układzie doświadczalnym. Na zaczernionej płytce szklanej umieszczona jest kropla badanej cieczy (rys. 1).



Rys. 1

Wiązka światła padając na kroplę cieczy, pada na jej powierzchni pod różnymi kątami, a więc i światło odbite rozchodzi się we wszystkich kierunkach. Obserwując przy użyciu analizatora odbite od powierzchni kropli w dowolnym kierunku światło, można zauważyć przy zmianie ustawienia płaszczyzny polaryzacji analizatora, częściowe wygaszenie. Stopień tego wygaszenia zależy nie tylko od kąta ustawienia płaszczyzny polaryzacji analizatora, ale również od kąta γ pod jakim zachodzi obserwacja.

Ponieważ światło odbite od kropli cieczy rozchodzi się w różnych kierunkach (w zależności od punktu padania na powierzchnię, kropli), dla dowolnie ustawionego źródła światła zawsze można znaleźć takie położenie analizatora w przestrzeni (w płaszczyźnie padania), że przy zmianie płaszczyzny polaryzacji analizatora następuje całkowite wygaszenie promienia odbitego, to znaczy, że promień odbity jest całkowicie spolaryzowany. Wtedy kąt jest równy podwojonemu kątowi Brewstera φ_{Br} . Współczynnik załamania cieczy dany jest wówczas zależnością

$$n = \operatorname{tg} \varphi_{Br} = \operatorname{tg} (\gamma/2).$$

W celu wyznaczenia kąta Brewstera należy znać kąt α i kąt β tj. kierunki wiązki padającej oraz całkowicie spolaryzowanej wiązki odbitej w stosunku do płaszczyzny płytki.

Część doświadczalna

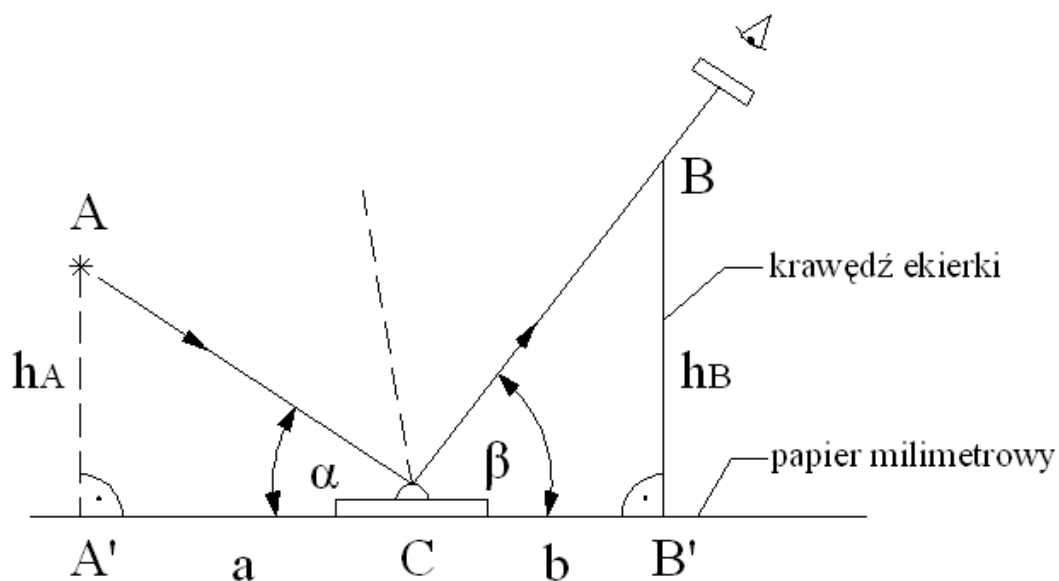
Na rysunku 2 podano układ przygotowany do pomiaru: A — punkt świecący, C - miejsce umieszczenia kropli cieczy na płytce, B' — punkt zamocowania ekierki ze skalą prostopadłą do płaszczyzny płytki, P — położenie analizatora. Kąty α i β wyznacza się przez pomiar, przy pomocy ekierki i papieru milimetrowego, odpowiednich odległości:

h_A – wzniesienie źródła światła,

h_B – wysokość punktu B (odczyt na skali ekierki),

a – odległość punktu A' od kropli,

b – odległość krawędzi ekierki od kropli.



Rys. 2

W celu dokładniejszego wyznaczenia kąta β , na płytkę można nakropić kilka kropelek cieczy (na jednej prostej zgodnej z osią układu) położonych blisko siebie. W ten sposób można łatwiej dopasować kierunek całkowitej polaryzacji odbitego promienia świetlnego; pozwala to również dokładniej oszacować błąd.

Ważne jest, aby powierzchnia kropli była z dobrym przybliżeniem powierzchnią kuli, a więc aby kropla się „nie rozlewała”. Uzyskuje się to jedynie dla kropelek gliceryny o średnicy nie większej niż 2 – 3 mm. Poczernione szkiełko pozwala uniknąć dodatkowych refleksów świetlnych z otoczenia.

Podana metoda pozwala uzyskać dokładność wyniku wynoszącą kilka procent.

Warto podkreślić, że ze względu na kształt kulisty kropli nie zachodzi potrzeba poruszania źródłem światła i szukania takiego położenia, dla którego kąty $\alpha = \beta$. Nie jest też konieczne

oświetlenie wiązką równoległą. Bowiem dla każdego położenia źródła znajdzie się taki fragment powierzchni kropli, który będzie odbijał wiązkę światła w pożądanym kierunku.

Używanie ekranu, znacznie pogarsza dokładność obserwacji. Korzystanie z ekranu jest jedynie uzasadnione i konieczne jeżeli jako źródła światła używa się lasera i bezpośrednia obserwacja wiązki odbitej jest. niebezpieczna, a natężenie światła jest na tyle duże, że wszelkie zmiany natężenia są dobrze widoczne na ekranie. Jednak należy zauważyć, że laser emituje światło częściowo bądź całkowicie spolaryzowane!