

XXXIII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP WSTĘPNY

Zadanie doświadczalne

ZADANIE D1

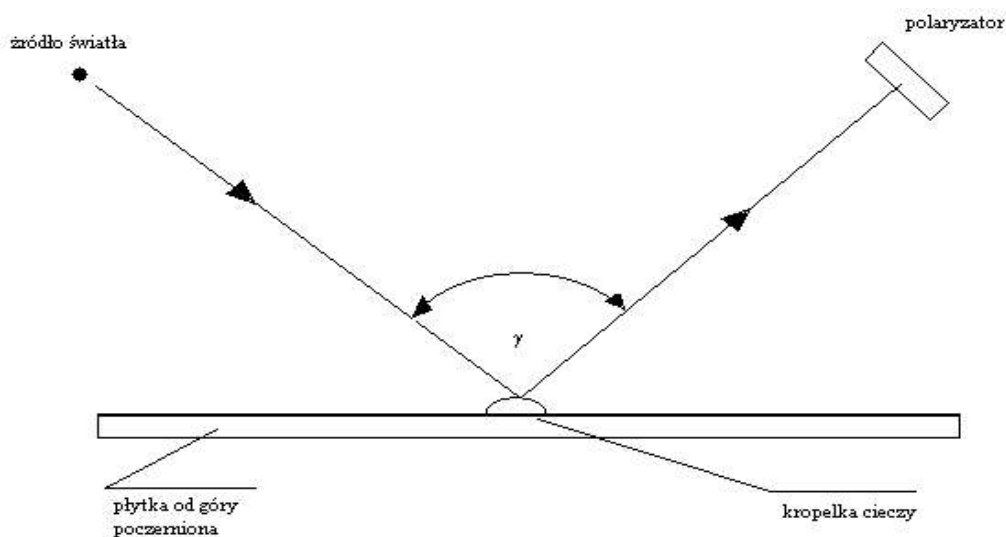
Nazwa zadania: „Zabawy ze światłem”

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)

ROZWIĄZANIE ZADANIA D1

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 (ryc. 11). Wiązka światła padając na kroplę cieczy, pada na



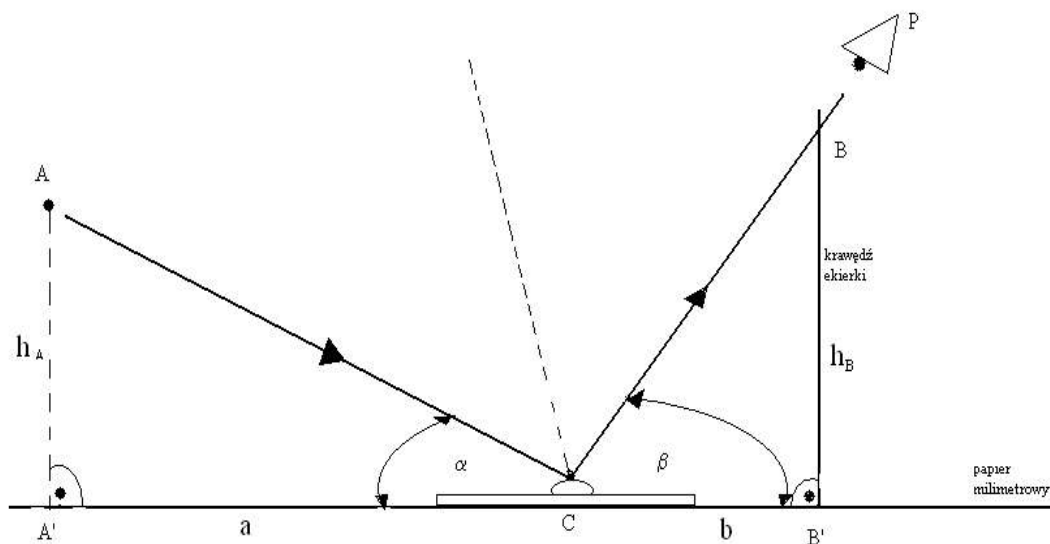
jej powierzchni pod różnymi kątami, a więc i światło odbite rozchodzi się pod we wszystkich kierunkach. Obserwując przy użyciu analizatora odbite od powierzchni kropli w dowolnym kierunku światło, można zauważyć przy zmianie ustawienia płaszczyzny polaryzacji analizatora, częściowe

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 γ jest równy podwojonemu kątowi Brewstera α_{Bt} . Współczynnik załamania cieczy dany jest wówczas zależnością:

$$\eta = \operatorname{tg} \alpha_{\text{Bt}} = \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$$

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. Na rycinie 12 podano układ przygotowany do pomiaru: A — punkt świecący, C — miejsce umieszczenia kropli cieczy na płytce,



Ryc. 12

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.

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 szkło pozwala uniknąć dodatkowych, refleksów świetlnych, z otoczenia.

Podana metoda pozwala uzyskać dokładność wyniku wynoszącą kilka procent. Większość uczniów znalazła dobry sposób rozwiązania przez wyznaczenie kąta Brewstera. Poszczególne prace różniły się głównie jakością pomiarów i analizą wyników.

Bardzo wielu uczniów traktowało kroplę jako dużą ilość cieczy, z której można utworzyć płaską powierzchnię. Kroplę „rozpłaszczano”, mieszała się ona wtedy z sadzą. 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.

Wielu uczniów używało również ekranu, co 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 są dobrze widoczne na ekranie. Należy też zasignalizować, że niewielu uczniów wykazało umiejętność przeprowadzenia oceny i rachunku błędów. Nawet ci uczniowie, którzy wykonali serię pomiarów i obliczali współczynnik załamania jako średnią z kilkunastu pomiarów jako błąd pomiaru obliczali różnicę między otrzymaną wartością, a wartością tablicową.

Punktacja:

Za prawidłowe rozwiązanie całego zadania 5 pkt. w tym:

-za uzyskanie jak najdokładniejszego wyniku 2 pkt.

-za rachunek ocenę błędów 2 pkt.

-za podanie prawidłowej odpowiedzi 1pkt

Źródło:
Zadanie pochodzi z „Druk OF”

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szc.pl