

XLVII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

Zadanie doświadczalne

ZADANIE D1

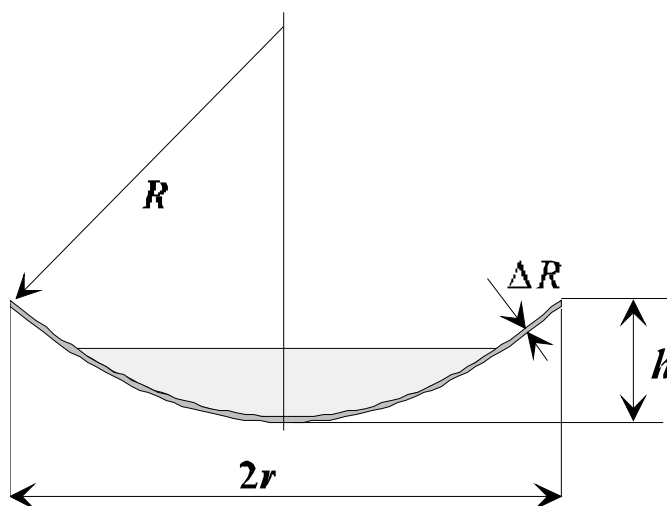
Wyznacz współczynnik załamania oleju jadalnego. Masz do dyspozycji żarówkę zawieszoną na znanej wysokości H nad podłogą, „szkiełko zegarkowe”, linijkę oraz papier.

Uwagi:

1. Szkiełko zegarkowe można kupić w sklepach ze szkłem laboratoryjnym lub pożyczyć je ze szkolnej pracowni chemicznej.
2. Do pomiarów wybierz szkiełko zegarkowe o sferycznym kształcie powierzchni.

ROZWIĄZANIE ZADANIA D1

Zadanie można rozwiązać wykorzystując szkiełko zegarkowe wypełnione olejem (rys. 1), jako soczewkę płasko-wypukłą.



rys. 1

Jeśli pominąć efekty związane z załamaniem światła w szkłe, co jest uzasadnione w przypadku gdy, grubość szkła (ΔR , rys. 1) jest znacznie mniejsza od promienia krzywizny szkiełka R , ogniskową takiej soczewki można opisać wzorem:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \frac{1}{R}, \quad (1)$$

gdzie R - promień krzywizny soczewki, n - współczynnik załamania oleju względem powietrza. Przekształcając powyższy wzór dostajemy wyrażenie na współczynnik załamania oleju

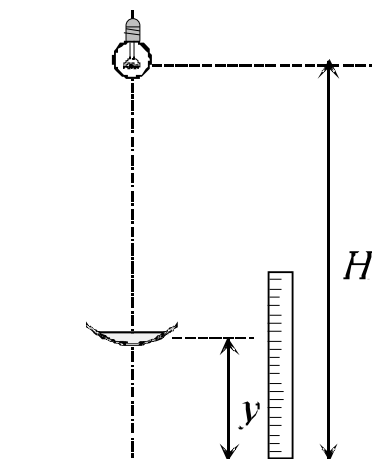
$$n = 1 + \frac{R}{f}. \quad (2)$$

Przy założeniu, że szkiełko ma sferyczny kształt powierzchni jego promień krzywizny R można wyrazić przez inne jego wymiary: r oraz h oznaczone na rys. 1

$$R = \frac{r^2 + h^2}{2h} \quad (3)$$

Wysokość h oraz promień r szkiełka mierzymy linijką. Błąd pomiaru wynika w tym przypadku z dokładności skali linijki oraz niezerowej grubości ścianki szkiełka.

Ogniskową f można wyznaczyć mierząc (linijką) wysokość y , dla której na papierze ułożonym na podłodze utworzy się ostry obraz żarówki, umieszczonej na wysokości H nad podłogą (rys. 2). Ponieważ w zestawie pomiarowym nie przewidziano statywu, to podczas pomiarów należy trzymać szkiełko i linijkę (opartą na podłodze) w rękach.



Ze wzoru soczewkowego mamy:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{H-y} + \frac{1}{y} \quad (4)$$

skąd

$$f = y \left(1 - \frac{y}{H} \right) \quad (5)$$

Po podstawieniu wyrażień (3) i (6) do wzoru (2), ostateczny wzór na współczynnik załamania oleju przybiera postać:

$$n = 1 + \frac{r^2 + h^2}{2hy} \frac{H}{H-y} \quad (6)$$

Pomiary odległości y , przy której na papierze ułożonym na podłodze tworzył się ostry obraz włókna żarówki, wykonano kilkakrotnie przy takiej grubości oleju na szkiełku, aby środkową część powierzchni cieczy można było uznać za płaską. Wyznaczona opisaną powyżej metodą wartość współczynnika załamania dla oleju słonecznikowego wyniosła $n = 1,46 \pm 0,03$ i zgadza się z wartością uzyskaną dokładniejszymi metodami.

Inną metodą rozwiązania zadania polega na wykorzystaniu szkiełka zegarkowego w roli zwierciadła. Badając odbicie od szkiełka można wyznaczyć jego promień krzywizny. Po wypełnieniu go olejem otrzymuje się układ zwierciadła i soczewki z oleju. Mierząc jego ogniskową można wyznaczyć współczynnik załamania oleju.

Punktacja

- | | |
|--|-----------|
| 1. Pomysł wykorzystania oleju w szkiełku jako soczewki | do 5 pkt. |
| 2. Metoda wyznaczenia promienia krzywizny | do 2 pkt. |
| 3. Poprawny wzór na współczynnik załamania oleju | do 3 pkt. |

- | | |
|---|-----------|
| 4. Pomiar promienia krzywizny szkiełka | do 2 pkt. |
| 5. Pomiar ogniskowej soczewki | do 5 pkt. |
| 6. Poprawny wynik końcowy wraz analizą błędów pomiarowych | do 3 pkt. |

Źródło:

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