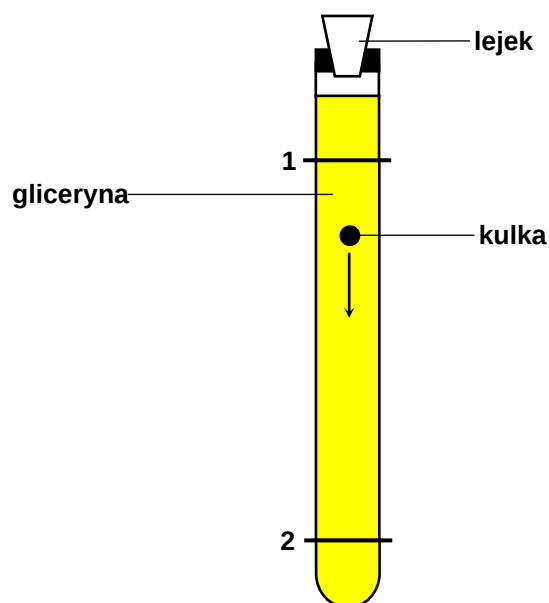


Instrukcja do ćwiczenia Nr 15

Temat: WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA LEPKOŚCI CIECZY ZA POMOCĄ WISKOZYMETRU STOCKES'A

Opór lepkości cieczy czy też gazów występuje zarówno przy ruchu cieczy względem nieruchomych przedmiotów, jak i podczas ruchu tych przedmiotów w nieruchomej cieczy.

W doświadczeniu wykorzystujemy przyrząd zwany wiskozymetrem Stockes'a.



Na kulkę poruszającą się w ośrodku lepkim (gliceryna) działają trzy siły:

- siła ciężkości $P = mg$ skierowana pionowo w dół, gdzie m jest masą kulki, g – przyspieszeniem ziemskim.
- siła wyporu $F_w = V\rho g$, gdzie V jest objętością kulki, ρ - gęstością cieczy.
- siła lepkości $F_s = 6\pi r v \eta$ (dla kulki o promieniu r), gdzie v jest prędkością ruchu kulki, a η - współczynnikiem lepkości.

Dwie ostatnie siły są skierowane pionowo w górę. Warunek równowagi w/w sił jest osiągany po przebyciu przez kulkę pewnego odcinka w cieczy.

Gdy kulka spada w cylindrze o promieniu R , wprowadzamy poprawkę dla prędkości wynikającą z wpływu ścian naczynia na ruch kulki:

$$v_0 = v \left(1 + k \cdot \frac{r}{R} \right)$$

gdzie v_0 jest prędkością mierzoną w naczyniu o nieskończonych wymiarach, k jest stałą $k = 2,4$ zatem:

$$\eta = \frac{(m - V\rho)g}{6\pi r v \left(1 + 2,4 \cdot \frac{r}{R} \right)}$$

gdzie: r – średni promień kulki, R – promień cylindra.

I. Kolejność wykonywania czynności:

1. Wyznaczyć średnicę kulki stalowej za pomocą mikromierza.
2. Wyznaczyć promień cylindra za pomocą suwmiarki.
3. Wyznaczyć masę kulki, najlepiej wyznaczając łączną masę około 20 kulek, po czym policzyć średnią masę pojedynczej kulki.
4. Zaznaczyć na rurze odcinek, na którym będziemy mierzyć czas spadania kulki.
5. Wrzucać kolejno kulki do rury za pomocą lejka i zmierzyć czas spadania kulki na zaznaczonym odcinku.
6. Powtórzyć pomiar dla około 20 kulek.

Tabela pomiarów:

Temperatura cieczy								Gęstość cieczy ρ											
Masa n kulek								Średnia masa kulki m											
Promień kulki r								Objętość kulki V = 4πr³/3											
Promień cylindra R																			
Droga																			
Czas																			
Prędkość																			
Prędkość średnia v								Współczynnik lepkości η											

II. Ocena błędów:

Największy wpływ na dokładność pomiaru ma czas spadania kulki czyli wyznaczanie prędkości kulek. Obliczyć średni błąd kwadratowy n dla współczynnika lepkości.

III. Literatura:

1. T. Dryński – „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”.
2. I. W. Sawieliew – „Kurs fizyki”, t. 1.
3. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski – „Wstęp do fizyki”, t. 1, PWN W-wa 1991.

IV. Zagadnienia:

1. Rozkład prędkości w warstwach cieczy; przepływy: laminarne, turbulentne.
2. Ciecze lepkie i nielepkie.
3. Wyprowadzenie wzoru na lepkość cieczy w danej metodzie pomiarowej.