

LEPKOŚĆ I GĘSTOŚĆ CIECZY

Cel ćwiczenia

Celem zadania jest zapoznanie się z metodami pomiarów lepkości i gęstości cieczy

Zagadnienia do przygotowania

1. Lepkość cieczy. Znaczenie zjawiska lepkości w przyrodzie.
2. Ciecz doskonała, ciecz rzeczywista.
3. Prawa Poiseuille'a, Archimedes, Stokesa (ruch kuli w cieczy lepkiej).
4. Ruch laminarny i turbulentny
5. Gęstość cieczy i gazów oraz metody pomiarów.
6. Zależność gęstości cieczy i powietrza od temperatury oraz gęstości powietrza od ciśnienia
7. Areometr, piknometr

Przebieg ćwiczenia

Pomiar współczynnika lepkości cieczy

Opis ćwiczenia i przyrządy pomiarowe

Układ pomiarowy składa się z trzech szklanych rur wypełnionych różnymi cieczami: wodą, NaCl i gliceryną. Rury zamocowane są na statywie. Na każdym cylindrze umieszczone są wskaźniki odniesienia dla pomiaru drogi l , jaką przebywa spadająca kulka. Mierząc prędkość ruchu jednostajnego możemy wyznaczyć współczynnik lepkości. Wzór, z którego należy skorzystać ma postać:

$$\eta = \frac{2 \cdot \bar{r}^2 \cdot g \cdot (\rho_k - \rho_c)}{9 \cdot v}$$

gdzie: gęstość kulki :

$$\rho_k = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi \cdot r^3} = \frac{3m}{4\pi \cdot \bar{r}^3}$$

m - masa kulki - należy kulkę zważyć; ρ_c - gęstość cieczy wyznaczana jest w dalszej części ćwiczenia; $v = l/t$ - prędkość opadania kulki; g - przyspieszenie ziemskie; r - promień kulki.

Przebieg ćwiczenia

1. Zmierzyć drogę l (między zaznaczonymi poziomami), jaką przebywa kulka.
2. Zważyć kulkę oraz wykonać pomiar **średnicy** ($2r$) przy użyciu **śruby mikrometrycznej** (dokładność śruby to $\pm 0,01$ mm). Pomiary wykonać 3 razy i wyznaczyć wartości średnie.
3. Wrzucić kulkę do cylindra z cieczą. Zadbać o to, żeby kulka wpadła do cieczy w środku przekroju cylindra tak, aby ruch kulki odbywał się w możliwie jak największej odległości od ścian cylindra.
4. Zmierzyć czas opadania kulki między zaznaczonymi poziomami (pomiar powtórzyć co najmniej 4 razy).

Przyrządy ubrudzone gliceryną należy umyć wodą z płynem do mycia naczyń

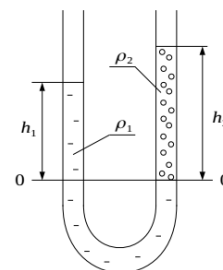
Opracowanie wyników

- Wartości wszystkich zmierzonych wielkości zamieścić w tabeli w Karcie Pracy (opisać symbole, wstawić wartości liczbowe oraz odpowiednią jednostkę w nawiasach kwadratowych).
- Na podstawie zmierzonych wartości czasu opadania kulki i długości przebytej drogi wyznaczamy prędkość kulki (**NIE UŚREDNIAMY CZASU!!!** Dla każdego pomiaru liczymy prędkość i współczynnik lepkości. Uśrednienie wartości współczynnika lepkości wykonujemy na końcu).

- Jako błąd pomiaru wartości drogi l przyjąć błąd systematyczny (dokładność przyrządu). Za wartość przyspieszenia ziemskiego przyjąć wartość literaturową dla Torunia. Błąd współczynnika lepkości obliczamy korzystając ze wzoru na średni błąd średniej arytmetycznej.
- Wykorzystując uzyskane wartości uzupełniamy tabelę 3 i 4 dla każdej z badanych cieczy
- Uzyskane wyniki porównujemy z danymi tabelarycznymi.

Wyznaczanie gęstości cieczy

- Metoda równowagi ciśnień statycznych** jest przydatna w przypadku wyznaczania gęstości cieczy niemieszającej się z cieczą o znanej gęstości.
 - Do U-rurki (rysunek) nalewamy wodę destylowaną do około 2/5 wysokości.
 - Powoli, po ścianie dolewamy parafinę tak, aby nie przelać cieczy.
 - Według załączonego schematu odczytujemy wartości h_1 i h_2 .



Opracowanie wyników:

W oparciu o znaną gęstość wody (ρ_1) obliczamy gęstość parafiny (ρ_2): $\rho_2 = \rho_1 h_1/h_2$
 Uzyskany wynik i odpowiadającą wartość tabelaryczną umieszczamy w tabeli.

Po zakończeniu doświadczenia należy U-rurkę umyć wodą z płynem do naczyń

2. Pomiar gęstości cieczy areometrem.

Działanie areometru bazuje na prawie Archimidesa. W celu pomiaru gęstości bezwzględnej cieczy areometr (jest w białym, plastikowym futerałku) umieszcza się w cylindrze z badaną cieczą (wodą, z NaCl i z gliceryną) i odczytuje wartość gęstości w miejscu gdzie poziom cieczy przecina skalę areometru. Uzyskane wyniki i odpowiadające wartości tabelaryczne umieszczamy w tabeli.

UWAGA: Areometr przed włożeniem do futerałku należy osuszyć

3. Metoda piknometryczna pozwala na wyznaczenie **gęstości względnej** dowolnej substancji. W wariacie wykonywanym na ćwiczeniach piknometr stanowi będzie kolba ze szlifowanym korkiem a obliczenia będą wykonywane w oparciu o znaną gęstość wody.

- Należy wyznaczyć masę (m_{ow}) pustej, suchej kolbki wraz z korkiem.
- Następnie napełnić ją po brzegi wodą i wkładać ostrożnie korek tak by nadmiar wody wypłynął w czasie jego wkładania. Jeżeli w okolicy korka są pęcherzyki powietrza czynność należy powtórzyć. Wyjaśnij w opracowaniu dlaczego jest to istotne.
- Wyznaczyć masę kolbki z wodą (m_w).
- Opróżnić kolbkę i ponownie zważyć (m_{oc}).
- Napełnić kolbkę roztworem **NaCl** tak jak powyżej.
- Wyznaczyć masę kolbki z cieczą (m_c).

(NIE WYKONUJEMY pomiarów dla gliceryny)

Opracowanie wyników:

- Porównać gęstości bezwzględne wody, roztworu NaCl i gliceryny
- Wiedząc, że objętość obu próbek była identyczna wyznaczyć gęstość względną roztworu NaCl korzystając z zależności:

$$\rho = \frac{m_c - m_{oc}}{m_w - m_{ow}}$$

Obliczyć gęstość bezwzględną roztworu w oparciu o gęstość wody. Uzyskany wynik i odpowiadającą wartość tabelaryczną umieszczamy w tabeli. Jeśli występują znaczące różnice między wartościami uzyskanymi w wyniku pomiarów a wartościami tablicowymi, podać ich przypuszczalne przyczyny.