

GĘSTOŚĆ I LEPKOŚĆ CIECZY

Cel ćwiczenia

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

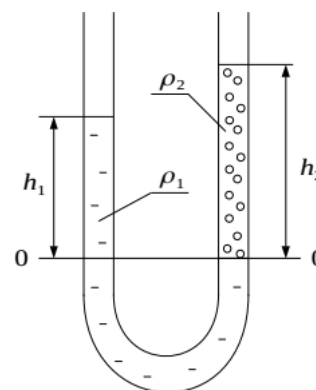
Zagadnienia do przygotowania

- Gęstość materiałów - rzeczywista, pozorna, gęstość względna
- Prawo Archimedeasa
- Masa i ciężar ciała, ciężar właściwy
- Mechanizmy zjawisk powierzchniowych w cieczech: napięcie powierzchniowe, menisk, włoskowatość, prawo Laplace'a, ciśnienie pod zakrzywioną powierzchnią.
- Ciecze zwilżające i niezwilżające, oddziaływanie międzycząsteczkowe (spójność, przyleganie).
- Lepkość cieczy. Znaczenie zjawiska lepkości w przyrodzie.
- Ciecz doskonała, ciecz rzeczywista.
- Ruch laminarny i turbulentny.
- Pojęcie waporu hydrostatycznego.
- Prawa Poiseuille'a, Archimedeasa, Stokesa (ruch kuli w cieczy lepkiej).
- Gęstość cieczy i gazów oraz metody pomiarów.
- Zależność gęstości cieczy i powietrza od temperatury oraz gęstości powietrza od ciśnienia

1. Pomiar gęstości cieczy

1.1. Metoda równowagi ciśnień statycznych jest przydatna w przypadku wyznaczania gęstości cieczy niemieszającej się z cieczą o znanej gęstości.

- a) Do U-rurki (rysunek) nalewamy wodę destylowaną do około 2/5 wysokości.
- b) Powoli, po ściance dolewamy parafinę tak, aby nie przelać cieczy.
- c) 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):

$$\rho_2 = \rho_1 h_1/h_2$$

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

1.2. Pomiar gęstości cieczy areometrem.

Działanie areometru bazuje na prawie Archimedeasa. 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.

UWAGA: Areometr przed włożeniem do futerału należy osuszyć

1.3. Metoda piknometryczna pozwala na wyznaczenie **gęstości względnej** dowolnej substancji. W wariantcie wykonywanym na ćwiczeniach piknometr stanowić 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 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.

- Uzyskane wyniki porównać z odpowiednimi danymi zamieszczonymi w tablicach fizycznych. Jeśli występują znaczące różnice między wielkościami uzyskanymi w wyniku pomiarów a wielkościami tablicowymi, podać ich przypuszczalne przyczyny.

2. Pomiar współczynnika lepkości cieczy

Opis ćwiczenia i przyrządy pomiarowe

Układ pomiarowy składa się z trzech szklanych rur wypełnionych różnymi cieczami: wodą i gliceryną. Rury zamocowane są na statywie. Na każdym cylindrze umieszczone są wskaźniki odniesienia dla pomiaru drogi l , jaką przebywa spadająca kulka. Mierzac 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 - średnia wartość podana jest na pojemniczku, jeśli nie, 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

- Zmierzyć drogę l (między zaznaczonymi poziomami), jaką przebywa kulka.

2. Wykonać pomiar **średnicy** ($2r$) kulki przy użyciu **śruby mikrometrycznej** (dokładność śruby to $\pm 0,01$ mm). Pomiar wykonać 3 razy (dla każdej kulki) i wyznaczyć średnia wartość r i ocenić błąd Δr . Analogicznie wykonać pomiar masy kulki.
3. Wartości wszystkich zmierzonych wielkości zamieść w tabeli (opisz symbole, wstaw wartości liczbowe oraz odpowiednią jednostkę w nawiasach kwadratowych):
4. 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.
5. 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

- 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 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 dla każdej z badanych cieczy:

Wielkość fizyczna						
Symbol	\bar{r}	l	t	v	η	$\bar{\eta} \pm \Delta\eta$
Jednostka	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Wartość liczbowe						

- **Uzyskane wyniki porównujemy z danymi tabelarycznymi.**