

WŁAŚCIWOŚCI CIECZY I CIAŁ STAŁYCH. NAPIĘCIE POWIERZCHNIOWE CIECZY.**1. Cel ćwiczenia**

Celem zadania jest zapoznanie się z metodami pomiarów gęstości materiałów, wyznaczenie współczynnika napięcia powierzchniowego cieczy oraz zapoznanie się z wybranymi zagadnieniami dotyczącymi mikrostruktury materii i zjawisk powierzchniowych cieczy.

2. Zagadnienia do przygotowania

- Mechanizmy zjawisk powierzchniowych w cieczach: napięcie powierzchniowe, menisk, włoskowatość, prawo Laplace'a, ciśnienie pod zakrzywioną powierzchnią.
- Ciecze zwilżające i niezwilżające, oddziaływanie międzycząsteczkowe (spójność, przyleganie).
- Zależność napięcia powierzchniowego od temperatury.
- Metody pomiaru napięcia powierzchniowego: stalagmometryczna, wzniesienia włoskowatego.
- Gęstość materiałów - rzeczywista, pozorna, gęstość względna
- Pojęcie wyporu hydrostatycznego.
- Prawo Archimedesesa

3. Opis ćwiczenia i przyrządy pomiarowe

W ćwiczeniu wykorzystane zostaną:

1. Dwie badane ciecze- woda i gliceryna
2. Kapilary
3. Szalki Petriego
4. Stalagmometr - pionowa rurka z kulistym zbiornikiem zakończona kapilarą
5. Areometr
6. Piknometr
7. Waga

Wypadkową siłę napięcia powierzchniowego mierzymy pośrednio, mierząc ciężar kropli cieczy odrywającej się od kapilary (metoda stalagmometryczna) lub wysokość słupka cieczy wypełniającej kapilarę (metoda wzniesienia włoskowatego).

4. Przebieg ćwiczenia –Pomiar napięcia powierzchniowego**4.1. Obserwacja napięcia powierzchniowego**

Delikatnie połóż spinacz na powierzchni wody w zlewce. Co widzisz? Dodaj do zlewki kilka kropli detergentu. Zapisz obserwacje i zastanów się jakie są przyczyny obserwowanych zjawisk.

4.2. Pomiar napięcia powierzchniowego metodą wzniesienia włoskowatego

1. Wodę i badane ciecze nalać do małych szalek Petriego.
2. Zanurzyć kapilarę (szklane o średnicy około 1 mm) pionowo, **minimalnie, dotykając powierzchni** do wody - głębokość zanurzenia powinna być w przybliżeniu równa 0 (*uwaga: do powierzchni dotykamy gładkim końcem kapilary*).
3. Trzymać kapilarę w tej pozycji do momentu ustalenia się słupka wody w kapilarze.

UWAGA: Do powierzchni dotykamy gładkim końcem kapilary, używamy tylko czystych kapilar

4. Wyjąć kapilarę i zmierzyć wysokość słupka (h). (Dokładność pomiaru linijką!)
5. Czynność powyższe powtórzyć 5 razy. Następnie pomiary wykonać z wykorzystaniem gliceryny.
6. Wyniki zebrać w tabeli

7. **Uwaga:** Zużyte kapilary należy składać do osobnego pojemnika. Zanotować wartość temperatury otoczenia.

4.3. Pomiar napięcia powierzchniowego metodą stalagmometryczną.

1. Zważyć suche szalki Petriego - m_s .
2. Stalagmometr napełnić cieczą. Pod kapilarę stalagmometru **podstawić kolbkę** z badaną cieczą, zanurzyć w niej rurkę stalagmometru i za pomocą strzykawki wciągnąć do niego ciecz do ok. 3/4 objętości bańki (strzykawki można wyjmować z wężyków).
3. Pod kapilarę stalagmometru podstawić zważoną szalkę Petriego. Zdjąć strzykawkę z wężyka i zaciskając palcami wężyk regulować dopływ powietrza do układu tak, aby można było dokładnie liczyć spadające do szalki krople. Do szalki należy zebrać 30 kropli badanej cieczy.
4. Zważyć naczynka z cieczą - m_c
5. Wykonać po cztery pomiary dla wody i gliceryny, wyniki zapisać w tabeli.
6. Ciecze z szalek wlać z powrotem do odpowiednich kolbek.

4.4. Przykłady występowania napięcia powierzchniowego w naturze.

Zapoznaj się z poniższymi przykładami.

1. Mycie i pranie: aby woda mogła wnikać między brud a przedmiot myty, obniżamy jej napięcie powierzchniowe przy użyciu mydła lub detergentu. A więc mydło nie myje, lecz ułatwia mycie wodzie!
2. Płomień świecy i lampki oliwnej jest zasilany paliwem dzięki zjawisku włoskowatości w knocie - zjawisko to zachodzi dzięki napięciu powierzchniowemu.
3. Bardzo czystą ciecz można przegrzać powyżej temperatury wrzenia, bo napięcie powierzchniowe ściska małe pęcherzyki gazu, co utrudnia rozpoczęcie wrzenia.
4. Włosy pędzla zwilżonego cieczą zbierają się razem dzięki napięciu powierzchniowemu, co pozwala na przykład precyzyjnie kaligrafować chińskie pismo.
5. Krople deszczu zawdzięczają swój kształt przede wszystkim napięciu powierzchniowemu.
6. Drukarki atramentowe straciłyby na precyzji bez napięcia powierzchniowego, które zapobiega rozpryskiwaniu się maleńkich kropelek atramentu.
7. Tkaniny i membrany wodoodporne nie działałyby bez napięcia powierzchniowego, które utrudnia wodzie przenikanie przez bardzo małe pory w tych materiałach.
8. Pająk topik nie mógłby żyć pod wodą nie mogąc gromadzić powietrza w podwodnym dzwonie z pajęczyny - bez napięcia powierzchniowego powietrze uciekłoby.

5. Opracowanie wyników pomiaru napięcia powierzchniowego**5.1. Metoda wzniesienia włoskowatego**

1. Obliczyć średnią wysokość słupka wody i średnią wysokość słupka gliceryny w kapilarze;
2. Otrzymane wartości podstawić do wzoru (Wyprowadzić jednostkę !):

$$\sigma = \frac{1}{2} r \rho g h$$

$\rho_{\text{wody}} = 998.23 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{cieczy}} = 1260 \text{ kg/m}^3$ w temp. = 20°C, promień rurki = mm, g - przyspieszenie ziemskie, h - średnia wysokość słupka cieczy

5.2. Metoda stalagmometryczna

1. Obliczyć masę jednej kropli badanej cieczy korzystając ze wzorów:

$$m_i = \frac{m_c - m_s}{30} \qquad m = \frac{\sum m_i}{4}$$

2. Uzupełnić tabelę:

| | Woda | Gliceryna |
|-------------|------|-----------|
| $m_s[g]$ | | |
| $m_{c1}[g]$ | | |
| ... | | |
| $m_{c4}[g]$ | | |

| | | |
|---------|--|--|
| $m [g]$ | | |
|---------|--|--|

3. Obliczyć napięcie powierzchniowe wody i gliceryny podstawiając do wzoru uzyskane dane (Wyprowadzić jednostkę!):

$$\sigma = \frac{mgk}{R}$$

dla H₂O - $R = 3$ mm; dla gliceryny - $R = 2.8$ mm, k - odczytać z tablicy (lub wykresu) dla odpowiedniego V/R^3

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Dla obu metod pomiarowych wyliczyć wartość napięcia powierzchniowego badanych cieczy i **porównać otrzymane wyniki z danymi tablicowymi**. Jeśli występują różnice należy podać ich przypuszczalne przyczyny. Porównać dokładność obu metod. Ocenić niepewności pomiarów. Wyniki przedstawić w tabeli ($\sigma \pm \Delta\sigma$):

Wartość napięcia powierzchniowego

| | Woda destylowana | Gliceryna |
|---------------------------------|------------------|-----------|
| Tabelaryczna | | |
| Metodą wzniesienia włoskowatego | | |
| Metodą stalagmometryczną | | |

6. Wyznaczanie gęstości ciał stałych.

Pomiar gęstości za pomocą dynamometru stosuje się w jest wyznaczenie ciężaru właściwego metali z wykorzystaniem prawa Archimedesesa i zapoznanie się z zagadnieniami dotyczącymi wyporu hydrostatycznego. Układ doświadczalny składa się z **dynamometru**, zlewki wypełnionej wodą destylowaną ($\rho_w = 1$ g/cm³) oraz sześciątów wykonanych z następujących metali: ołowiu, miedzi i glinu.

Pomiary: Sześciąty zawieszamy kolejno na haczyku dynamometru i odczytujemy **ciężar** każdego z nich w powietrzu (G), a następnie po zanurzeniu w wodzie (G_w).

Opracowanie wyników:

Na podstawie uzyskanych wyników obliczamy **ciężar właściwy metalu** (ρ_m).

Z prawa Archimedesesa:

$$W = G - G_w$$

$$W = V\rho_w$$

zatem:

$$V = \frac{G - G_w}{\rho_w}$$

z definicji gęstości:

$$V = \frac{G}{\rho_m}$$

a po przekształceniu:

$$\rho_m = \frac{G\rho_w}{G - G_w}$$

W opracowaniu wyników należy obliczyć ciężar właściwy metali i porównać uzyskane wyniki z danymi tablicowymi. Jeśli pojawią się rozbieżności, należy wskazać źródła błędów.

Tabela wyników

| Rodzaj metalu | G | G _w | ρ_m | ρ_{mt} |
|---------------|---|----------------|----------|-------------|
| ołów | | | | |
| miedź | | | | |
| glin | | | | |

G-ciężar sześcianu w powietrzu, G_w-ciężar sześcianu w wodzie, ρ_w – ciężar właściwy wody. ρ_m -ciężar właściwy metalu obliczony na podstawie uzyskanych wyników, ρ_{mt} -ciężar właściwy metalu odczytany z tablic.