

Instrukcja do ćwiczenia nr 5

WYZNACZANIE NAPIĘCIA POWIERZCHNIOWEGO CIECZY

1. Cel ćwiczenia

Wyznaczenie współczynnika napięcia powierzchniowego cieczy oraz zapoznanie się z wybranymi zagadnieniami dotyczącymi mikrostruktury materii i zjawisk powierzchniowych cieczy.

2. Zagadnienia do przygotowania

1. Mechanizmy zjawisk powierzchniowych w cieczach: napięcie powierzchniowe, menisk, włoskowatość, prawo Laplace'a, ciśnienie pod zakrzywioną powierzchnią.
2. Ciecze zwilżające i niezwilżające, oddziaływanie międzycząsteczkowe (spójność, przyleganie).
3. Zależność napięcia powierzchniowego od temperatury.
4. Metody pomiaru napięcia powierzchniowego: stalagmometryczna, wzniesienia włoskowatego.
5. Obsługa wagi analitycznej

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. Waga (**przed przystąpieniem do ważenia należy obowiązkowo zapoznać się z załączoną instrukcją obsługi wagi!**)

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

4.1. Delikatnie połóż spinacz na powierzchnię wody w zlewce. Co widzisz? Zapisz obserwacje i zastanów się jakie są przyczyny obserwowanego zjawiska.

4.2. Dokonaj pomiaru napięcia powierzchniowego metodą wzniesienia włoskowatego.

1. Wodę i badane ciecze nalać do małych szalek Petriego.
2. Zanurzyć kapilarę pionowo minimalnie do wody

(*UWAGA: Jeśli kapilary są dłuższe niż 3 cm przełamać je, do powierzchni dotykamy gładkim końcem*)

- głębokość zanurzenia powinna być w przybliżeniu równa 0,
- trzymać kapilarę w tej pozycji do momentu ustalenia się słupka wody w kapilarze.

3. Wyjąć kapilarę i zmierzyć wysokość słupka (h).
4. Czynność 1-3 powtórzyć 5 razy. Te same czynności powtórzyć z gliceryną.
5. Wyniki zebrać w tabeli

Wysokość słupka cieczy [mm]			
Lp.	Woda	Gliceryna	Woda + detergent

6. Zużyte kapilary należy składać do osobnego pojemnika.
7. Zanotować wartość temperatury otoczenia.

4.3. Dokonaj pomiaru 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 tabelce wg wzoru poniżej.

	Woda	Gliceryna
m_s		
m_{c1}		
...		
m_{c4}		

6. Ciecze z szalek wlać z powrotem do odpowiednich kolbek.

4.4. Poniżej podane są przykłady występowania napięcia powierzchniowego w naturze. Zapoznaj się z nimi.

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

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 = 0.7 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/R³

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

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		