

## Instrukcja do ćwiczenia Nr 1 BL

### WYZNACZANIE NAPIĘCIA POWIERZCHNIOWEGO CIECZY ZA POMOCĄ WAGI TORSYJNEJ

- I. **Cel ćwiczenia:** zapoznanie się z opisem oddziaływań międzycząsteczkowych, występowaniem sił adhezji i kohezji oraz metodami pomiaru napięcia powierzchniowego cieczy.

#### II. Przebieg pomiarów:

Waga torsyjna posiada lekką dźwignię dokładnie zrównoważoną, w której łożysku występuje minimalne tarcie. Na wolnym końcu dźwigni zawieszona jest ramka, którą zanurzamy w badanej cieczy. Przed przystąpieniem do pomiaru należy wagę wypoziomować za pomocą nakrętek znajdujących się przy nóżkach. Następnie odblokować ją za pomocą metalowego pokrętła znajdującego się po prawej stronie dolnej części obudowy (czerwona kropka winna być ustawiona na literę „O”).

Duże czarne pokrętło z prawej strony obudowy wagi służy do zmiany zakresu, który powinien być ustawiony na zero (sprawdzamy to w małym okienku znajdującym się przy skali). Po odblokowaniu wagę **zerujemy w powietrzu** za pomocą dużego czarnego pokrętła i małego pokrętła metalowego, które znajdują się z lewej strony obudowy (obie wskazówki muszą być ustawione na zero).

Następnie wlewamy badaną ciecz do naczynka i zanurzamy w niej ramkę.

**Uwaga! Ramkę zanurzamy przez podniesienie naczynia z cieczą do góry.**

**Nie wolno pociągać za ramkę, gdyż grozi to zniszczeniem wagi!**

Ramkę odrywamy od cieczy, obracając powoli dużym czarnym pokrętłem umieszczonym z lewej strony obudowy. Wartość siły **F** odrywającej ramkę odczytujemy na obrotowej skali. Po zakończeniu pomiarów pokrętło blokujące wagę ustawić w pozycji „Z”.

Siła **F** potrzebna do oderwania ramki od powierzchni cieczy jest równa sumie ciężaru ramki **P** i siły pochodzącej od napięcia powierzchniowego **Q**.

#### III. Pomiary i opracowanie wyników:

1. Wartość napięcia powierzchniowego  $\gamma$  należy wyznaczyć stosując wzór:

$$\gamma = \frac{Q}{2L}$$

gdzie: **L** - długość dolnej krawędzi ramki, **Q = F – P** - siła napięcia powierzchniowego.

Wartość **Q** obliczyć dla każdej z badanych cieczy jako średnią arytmetyczną .

2. Wyznaczyć napięcia powierzchniowe dla kilku czystych cieczy np. wody, alkoholu etylowego, gliceryny lub zależność napięcia powierzchniowego od stężenia roztworu np. wodnych roztworów alkoholu o stężeniach; 10%, 20%, 30%, 40%, 50%.

Dla każdej cieczy wykonać po 10 pomiarów .

### 3. Wyznaczyć ciężar ramki - **P**

**Uwaga!** Wielkości **F** i **P** są mierzone w jednostkach mG i należy przeliczyć je na jednostki układu SI. W tym celu należy przyjąć, że  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  i nie jest obarczone błędem.

4. Jeżeli współczynnik napięcia powierzchniowego mierzony jest jako funkcja stężenia roztworu to należy wykonać wykres tej zależności.
5. Wyznaczyć dla wybranej cieczy niepewność standardową siły napięcia powierzchniowego  $u_A(Q)$  i niepewność standardową  $u_B(L)$  długości ramki oraz złożoną niepewność standardową  $u_c(\gamma)$  napięcia powierzchniowego, gdzie:

$$u_A(Q) = \sqrt{\frac{\sum(Q_i - Q_{\text{średnie}})^2}{n(n-1)}}$$

$$u_B(L) = \frac{\Delta L}{\sqrt{3}}$$

$$u_c(\gamma) = \sqrt{\frac{1}{4L^2} \cdot u_A^2 + \frac{Q^2}{4L^4} \cdot u_B^2}$$

oraz prawidłowo zapisać wynik pomiaru:  $\gamma \pm u_c(\gamma)$ .

### IV. Zagadnienia do kolokwium:

1. Omówić strukturę cieczy i siły międzycząsteczkowe. Siły spójności i przylegania. Włóskowatość. [1, 3]
2. Napięcie powierzchniowe i jednostki. [1, 3, 4]
3. Ciśnienie pod zakrzywioną powierzchnią cieczy – wzór Laplace'a, menisk wklęsły i wypukły. [3]
4. Zwilżanie i kąt zwilżania (powierzchnie hydrofobowe i hydrofilne). [1]
5. Jaka jest rola surfaktantów w procesie oddychania. [1]
6. Metody pomiaru napięcia powierzchniowego. [2]

### V. Literatura:

1. F. Jaroszyk (red.) Biofizyka, PZWL, W-wa 2011.
2. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna, PWN, W-wa 2002.
3. G. Ślosarek, Biofizyka molekularna, PWN, W-wa 2011.
4. R. Glaser, Wstęp do biofizyki, PZWL, W-wa 1975.