

# XLIV OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

## Zadanie doświadczalne

### ZADANIE D2

Mając do dyspozycji:

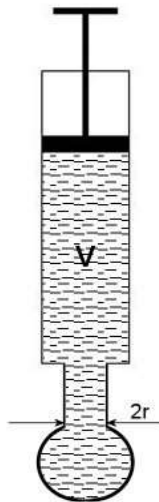
- szklaną zlewkę o pojemności  $1000 \text{ cm}^3$
- mieszadło
- dwie strzykawki do insuliny
- płyn do mycia naczyń „Ludwik”,

zbadaj zależność wartości napięcia powierzchniowego  $\sigma$  w funkcji stężenia objętościowego roztworu wodnego płynu do mycia naczyń. Pomiary wykonaj dla małych stężeń objętościowych ( $0 \div 5\%$ ) roztworu. Przedstaw założenia jakie należy przyjąć aby za pomocą przedstawionego zestawu przedmiotów wykonać przedstawione zadanie. Omów czynniki wpływające na wynik pomiaru. Wyjaśnij zachowanie napięcia powierzchniowego roztworu w funkcji stężenia płynu w wodzie.

*Wskazówka:* zwróć uwagę na mikroskopijną naturę oddziaływania cząsteczek płynu do mycia naczyń z wodą.

### ROZWIĄZANIE ZADANIA D2

Pomiar zmiany napięcia powierzchniowego roztworu płynu do mycia naczyń w wodzie można wykonać zliczając krople cieczy wypływające ze strzykawki (ryc.18). Kropla cieczy wypływająca ze strzykawki oderwie się wtedy,



Ryc.18

Gdy jej ciężar  $P = mg$  przewyższy nieco siłę napięcia powierzchniowego

$$F = 2\pi r\sigma ,$$

gdzie  $r$  jest promieniem przewężenia (ryc.18). Zakładając, że w2 momencie oderwania kropli zachodzi w przybliżeniu równość  $F = P$  otrzymujemy:

$$\sigma = \frac{mg}{2\pi r}. \quad (1)$$

Aby wyznaczyć wartość napięcia powierzchniowego  $\sigma$  musimy znać masę kropli i promień przewężenia  $r$ . Zakładając, że (zgodnie z obserwacją) promień przewężenia  $r$  jest taki sam dla różnych stężeń roztworu można napisać

$$\frac{\sigma_x}{\sigma_0} = \frac{m_x}{m_0} = \frac{V_x \rho_x}{V_0 \rho_0}, \quad (2)$$

gdzie  $\sigma_x, m_x, V_x$  oznaczają odpowiednio napięcie powierzchniowe, masę kropli, objętość kropli roztworu o stężeniu objętościowym  $x$ , natomiast  $\sigma_0, m_0, V_0$  są odpowiednimi parametrami dla czystej wody.

Stosunek objętości  $V_x$  do  $V_0$  można wyznaczyć znając  $\sigma_x, m_x, V_x$  liczby kropeł  $N_0$  i  $N_x$ , powstających z tych samych objętości cieczy  $V$  zawartych w strzykawce. Wtedy  $V = N_x V_x = N_0 V_0$ ,

co daje

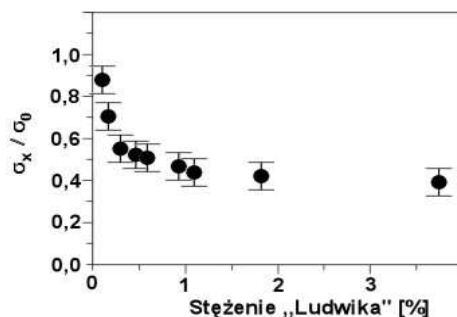
$$\frac{V_x}{V_0} = \frac{N_0}{N_x}. \quad (3)$$

Porównując wzory (2) i (3) i zakładając, że w zakresie badanych stężeń zmiany gęstości można pominąć, otrzymujemy:

$$\frac{\sigma_x}{\sigma_0} = \frac{N_0}{N_x}, \quad (4)$$

### Wykonanie doświadczenia

Do szklanej zlewki o pojemności 1000 cm<sup>3</sup> nalewamy czystą (najlepiej destylowaną) wodę. Do jednej ze strzykawek nabieramy płyn do mycia naczyń. W celu uzyskania roztworu o żądanym stężeniu  $x$  wlewamy odpowiednią objętość płynu do zlewki. Mieszamy powstały roztwór. Następnie do drugiej strzykawki nabieramy pewną objętość roztworu  $V$ . Przesuwając tłoczek strzykawki liczymy kapiące krople. Dla danego stężenia wykonujemy kilka pomiarów i obliczamy wartość średnią napięcia powierzchniowego oraz błąd pomiaru, wykonujemy wykres zależności stosunku  $\sigma_x / \sigma_0$  od stężenia roztworu  $x$  (ryc.19).



Ryc.19

Otrzymaną zależność napięcia powierzchniowego roztworu od jego stężenia objętościowego, można podzielić na dwa zakresy. W zakresie niskich stężeń roztworu, ( $x < 0,5\%$ ) jego napięcie powierzchniowe szybko maleje wraz ze wzrostem stężenia  $x$ . Dla stężeń większych niż 0,5% napięcia powierzchniowe nie zmienia się ze wzrostem stężenia.

Taki wynik doświadczenia można wyjaśnić następująco. Wartość napięcia powierzchniowego maleje ze wzrostem ilości cząsteczek substancji aktywnej na powierzchni cieczy. Z kolei ilość cząsteczek substancji aktywnej na powierzchni (stężenie powierzchniowe substancji aktywnej), zależy od ich stężenia wewnątrz roztworu. Tak więc w obszarze niskich stężeń objętościowych wzrost stężenia powierzchniowego substancji aktywnej wywołuje spadek wartości napięcia powierzchniowego. Jednak po przekroczeniu pewnego stężenia krytycznego we wnętrzu roztworu, na jego powierzchni tworzy się warstwa z cząsteczek substancji aktywnej i dalsze zwiększanie stężenia objętościowego roztworu, nie powoduje już widocznych zmian, napięcia powierzchniowego. W doświadczeniu, którego wyniki cytujemy, stan ten osiągnięto dla stężenia „Ludwika” bliskiego 0,5% (Ryc.19).

Źródło:  
Zadanie pochodzi z „Druk OF” Maj / Czerwiec 1995r.

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie  
[www.of.szc.pl](http://www.of.szc.pl)