

## WYZNACZANIE NAPIĘCIA POWIERZCHNIOWEGO CIECZY METODĄ ODRYWANIA BAŃKI POWIETRZA

### I. Zagadnienia

1. Struktura cieczy.
2. Siły międzycząsteczkowe.
3. Ciśnienie wewnętrzne.
4. Napięcie powierzchniowe.
5. Wprowadzenie wzoru stosowanego w ćwiczeniu.

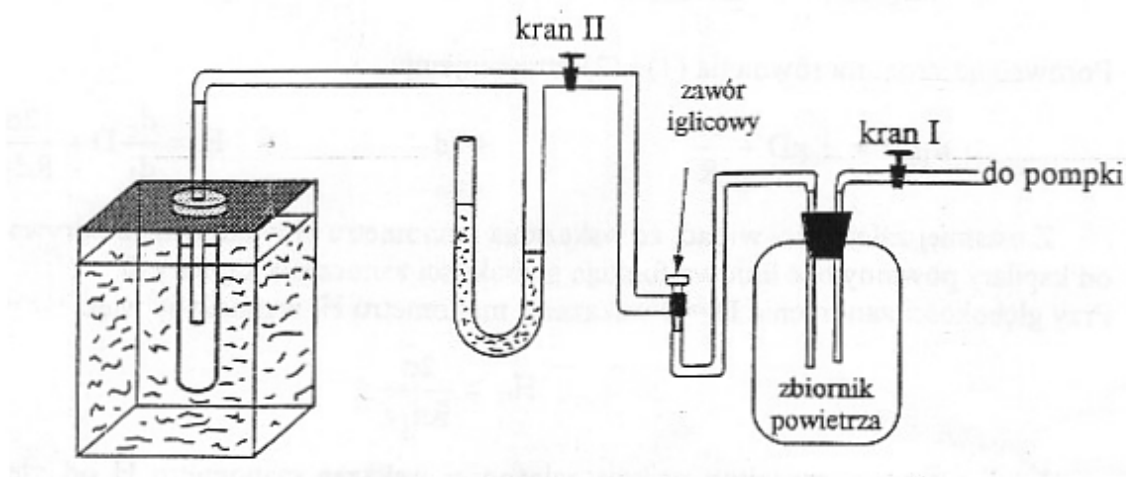
### II. Literatura

1. Podręczniki kursowe.
2. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, tom II.
3. Zeszyt laboratoryjny Nr 7, Wyd. Skrypt. WSP w Opolu (dostępny na pracowni).

### III. Wykonanie ćwiczenia

1. Napełnić naczynie cylindryczne wodą i zanurzyć w niej kapilarę na głębokość  $D \approx 10$  mm.
2. Zamknąć kran II znajdujący się między manometrem a zaworem iglicowym i otworzyć kran I umieszczony przed zbiornikiem powietrza.
3. Napompować powietrze do zbiornika i zamknąć kran I.
4. Otworzyć kran II. Za pomocą zaworu iglicowego znajdującego się pomiędzy kranem I i II tak dobrać szybkość przepływu powietrza, aby liczba baniek powietrza odrywających się od kapilary nie przekraczała 2 na sekundę.
5. W momencie odrywania się bańki odczytać poziom cieczy w lewym ramieniu (wartość maksymalna)  $h_l$  i prawym ramieniu (wartość minimalna)  $h_p$ . Obliczyć różnicę poziomów  $H = h_l - h_p$ .
6. Powtórzyć pomiary dla 10 różnych głębokości zanurzenia kapilary  $D$  równomiernie rozłożonych w przedziale 1 – 12 cm.
7. Powtórzyć czynności z punktów 1 – 6 dla acetonu, metanolu i gliceryny.

Uwaga: naczynie cylindryczne należy przed każdym napełnieniem badałą cieczą wypłukać wodą.



8. Na podstawie otrzymanych wyników sporządzić wykresy zależności  $H = f(D)$  dla badanych cieczy. Metodą regresji liniowej wyznaczyć wartości  $H_0$  i obliczyć napięcie powierzchniowe badanych cieczy z zależności:

$$\sigma = \frac{1}{2} g R d_1 H_0$$

gdzie:  $g$  – przyspieszenie ziemskie

$d_1$  – gęstość cieczy manometrycznej (wody)

$R$  promień kapilary = 0,75 mm

Tabela pomiarowa

Badana ciecz	D [m]	$h_l$ [m]	$h_p$ [m]	$H = h_l - h_p$ [m]	$H_0$ [m]	$\sigma$ [Nm <sup>-1</sup> ]

Uwaga: 1 kreska podziałki = 1,25 mm. Odległość kreski 0 od brzegu kapilary wynosi 2,5 mm.

#### IV. Wyprowadzenie wzoru na napięcie powierzchniowe cieczy

w kapilarze zanurzonej w badanej cieczy zjawiska kapilarne powodują podniesienie powierzchni cieczy w kapilarze. Można przyjąć, że powierzchnia tej cieczy jest w przybliżeniu sferyczna. Jeżeli powierzchnię cieczy w kapilarze poddamy ciśnieniu zewnętrznemu (pompowanie powietrza), to poziom cieczy w kapilarze obniży się. Przy odpowiednio wysokim ciśnieniu powietrza w zbiorniku u wylotu kapilary pojawiają się bańki powietrza. Ciśnienie wewnątrz takiego pęcherzyka jest wyższe od ciśnienia atmosferycznego o:

$$p = d_c g D + \frac{2\sigma}{R} \quad (1)$$

gdzie:

$\sigma$  – napięcie powierzchniowe

$d_c$  – gęstość badanej cieczy

$R$  – promień kapilary

$g$  – przyspieszenie ziemskie

W stanie równowagi, kiedy pęcherzyk zwisa u kapilary, ciśnienie wewnątrz niego przewyższa ciśnienie atmosferyczne o:

$$p = g d_1 H \quad (2)$$

gdzie:

$H$  – różnica wysokości słupów cieczy w manometrze

$d_1$  – gęstość cieczy manometrycznej

$g$  – przyspieszenie ziemskie

Porównując stronami równania (1) i (2) otrzymujemy:

$$d_1 g H = d_c g D + \frac{2\sigma}{R} \quad \text{stąd} \quad H = \frac{d_c}{d_1} D + \frac{2\sigma}{R d_1 g}$$

Z ostatniej zależności widać, że wskazania manometru  $H$  w momencie odrywania bańki powietrza od kapilary powinny być liniową funkcją głębokości zanurzenia kapilary  $D$ .

Przy głębokości zanurzenia  $D = 0$  wskazania manometru  $H_0$  wynosiłyby więc:

$$H_0 = \frac{2\sigma}{R d_1 g}$$

Jeżeli zatem sporządzimy wykres zależności wskazań manometru  $H$  od głębokości zanurzenia kapilary  $D$ , to ekstrapolując otrzymaną prostą do  $D = 0$  możemy określić napięcie powierzchniowe cieczy ze wzoru:

$$\sigma = \frac{1}{2} g R d_1 H_0$$

(W ćwiczeniu  $H_0$  należy wyznaczyć metodą regresji liniowej)