

## Лабораторна робота № 4

### Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідин методом відриву краплі

Мета роботи: Визначити коефіцієнт поверхневого натягу води методом відриву краплі.

Прилади і матеріали: бюретки закріплені на штативі, дослідні рідини, хімічна склянка, аналітична вага з набором важок.

### Теоретичні відомості

На межі розділу фаз при різниці міжмолекулярних взаємодій в обох фазах речовина знаходиться в особливому стані, який характеризується поверхневим натягом.

У випадку межі розділу рідина – пара поверхневий натяг характеризує молекулярні сили зчеплення в рідкій фазі. Результируюча сила, яка діє на довільну молекулу, що знаходиться всередині рідини, в середньому дорівнює нулю, в той час як на поверхні рідини вона відмінна від нуля і спрямована всередину рідини. Ці сили зумовлюють додатковий тиск на рідину. Тому молекула, яка виходить на граничний шар, повинна здійснити роботу проти сил цього тиску і, отже, її потенціальна енергія буде більшою.

Коефіцієнт поверхневого натягу  $\alpha$  чисельно дорівнює роботі, яка витрачається на утворення одиниці площі поверхні розділу фаз в оборотному ізотермічному процесі.

Таким чином молекули поверхневого шару рідини мають певний надлишок енергії відносно молекул, що знаходяться всередині рідини. Ця надлишкова енергія називається вільною поверхневою енергією  $W$ . Вона зростає зі збільшенням площі поверхневої рідини ( $W \sim S$ ). Розглядаючи властивості поверхневого шару, можна переконатися, що коефіцієнт

поверхневого натягу чисельно дорівнює вільній поверхневій енергії, віднесеній до одиниці площі поверхні рідини:

$$\alpha = \frac{W}{S}. \quad (1)$$

Вище вказаними властивостями поверхневого шару рідини зумовлений його особливий стан. Цей стан, подібно до стану натягнутої пружної плівки, прагне скоротити свою поверхню.

Сили поверхневого натягу спрямовані по дотичній до поверхні рідини і діють перпендикулярно до будь-якої лінії, проведеної на цій поверхні, тобто коефіцієнт поверхневого натягу  $\alpha$  чисельно дорівнює силі, діючій на одиницю довжини довільної лінії  $l$ , уявно проведеної на поверхні рідини:

$$\alpha = \frac{F_{\text{н}}}{l}. \quad (2)$$

Коефіцієнт поверхневого натягу вимірюється в  $\text{Н/м}$  або  $\frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$ .

Коли рідина витікає з вертикальної трубки, то на її кінці утворюється поверхнева плівка. Ця плівка розтягується під дією сили тяжіння рідини і приймає сферичну форму. Сила тяжіння тягне рідину вниз, збільшуючи розмір краплі і розтягуючи поверхню; поверхневий натяг намагається скоротити поверхню плівки. В момент відриву краплі її сила тяжіння дорівнює силі поверхневого натягу:

$$mg = F_{\text{н}} \quad (3)$$

Розрив поверхневої плівки при відриві краплі відбувається по краю шийки капіляра, довжина якого рівна  $\pi d$ , де  $d$  – діаметр шийки. Тому величина сили поверхневого натягу рідини дорівнює:

$$F_H = \pi d \cdot \alpha. \quad (4)$$

Зваживши на (3), матимемо:

$$mg = \pi d \cdot \alpha, \quad (5)$$

звідки

$$\alpha = \frac{mg}{\pi d}, \quad (6)$$

де  $m$  – маса однієї краплі.

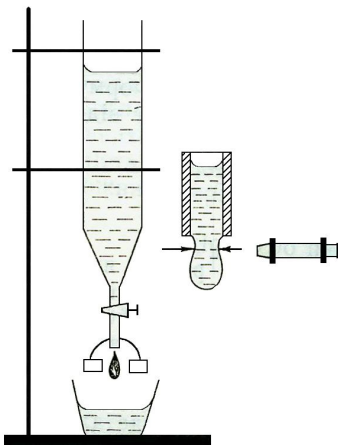


Рис. 19. Установка для визначення коефіцієнта поверхневого натягу методом відриву краплі.

#### Хід виконання роботи

1. Визначити масу скляної посудини 1 (рис. 19) за допомогою терез 2.
2. Відкрити кран 3 і відрегулювати його так, щоб рідина, витікаючи, капала 2-3 краплі в секунду.
3. Підставити скляну посудину 1 і накапати певну кількість крапель. Зважити посудину з рідиною, відняти масу посудини і, поділивши на кількість крапель, визначити масу однієї краплі  $m$ .

4. Дослід повторити декілька разів для різного числа крапель.
5. За формулою (6) обчислити коефіцієнт поверхневого натягу. Діаметр шийки капіляра вказаний на установці.
6. Обчислити абсолютну і відносну похибки результатів експерименту. Результати вимірювань та обчислень занести в таблицю.

Примітки:

а) для отримання температурної залежності коефіцієнта поверхневого натягу залити у бюретки рідину, попередньо нагрівши її на електроплитці і помірявши температуру. Дослід провести декілька разів для різних температур від 20° до 90°С.

Побудувати графік залежності  $\alpha$  від температури;

б) для отримання залежності коефіцієнта поверхневого натягу від концентрації розчину солі NaCl у воді по чергово залити у бюретки розчин різної концентрації. Побудувати графік залежності  $\alpha$  від концентрації розчину.

№ $\frac{C}{I}$	N	$m$ , кг	$\alpha$ , Н/м	$\alpha$ , Н/м	E, %
-----------------	---	----------	----------------	----------------	------

#### Контрольні запитання та завдання

1. Дати “енергетичне” і “силове” визначення коефіцієнта поверхневого натягу. Які одиниці вимірювання коефіцієнта поверхневого натягу?
2. Як направлена сила поверхневого натягу?
3. Як залежить коефіцієнт поверхневого натягу від температури?
4. Які чинники впливають на величину коефіцієнта поверхневого натягу?
5. Поясніть механізм капілярних явищ.