

## Лабораторна робота № 10

### Визначення коефіцієнта об'ємного розширення рідин методом Дюлонга і Пті

Мета роботи: Експериментально визначити коефіцієнт об'ємного розширення рідин

Прилади і матеріали: прилад Дюлонга і Пті, нагрівач, термометр, барометр, досліджувані рідини.

#### Теоретичні відомості

В результаті лінійного розширення збільшується і об'єм тіла. Розглянемо тіло у вигляді куба з ребром  $l$ . Нехай його початковий об'єм при  $0^\circ\text{C}$  буде  $V_0 = l^3$ . Очевидно, при температурі  $t$  об'єм тіла можна визначити, згідно з рівнянням

$$V = l^3 (1 + \alpha t)^3 = V_0 (1 + \alpha t)^3. \quad (1)$$

Піднімаючи  $(1 + \alpha t)$  до куба і нехтуючи членами, які містять  $\alpha^2$  і  $\alpha^3$  (оскільки вони дуже малі), отримаємо:

$$V = V_0 (1 + 3\alpha t) = V_0 (1 + \beta t), \quad (2)$$

де  $\beta = 3\alpha$  – середній коефіцієнт об'ємного розширення.

Істинний коефіцієнт об'ємного розширення дорівнює

$$\beta = \frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dt}. \quad (3)$$

Дюлонг і Пті запропонували вимірювання  $\beta$  за допомогою методу сполучених посудин. Цей метод ґрунтується на використанні рівноваги

двох стовпчиків рідини, коли рідина в них має різну температуру. При цьому розширення посудини не впливає на результат.

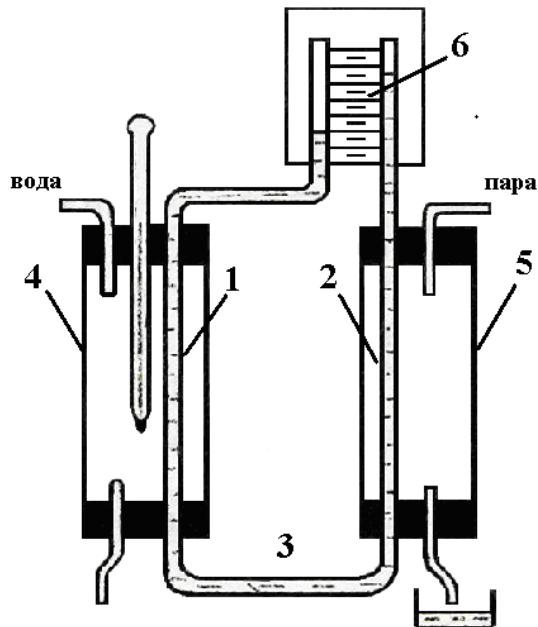


Рис. 23. Прилад Дюлонга і Пті.

Прилад Дюлонга і Пті (рис. 23) складається з U-подібної трубки 1-2-3, наповненої досліджуваною рідиною. Одне коліно 1 підтримується при температурі  $t_1$  за рахунок циркуляції води у скляній муфті 4, що охолоджує коліно. Температура води контролюється термометром. Друге коліно 2 підтримується при температурі  $t_2$  водяною парою, яку пропускають через скляну охоронну муфту 5. Температуру  $t_2$  визначають з таблиць залежності температури кипіння води від тиску (атмосферний тиск вимірюють барометром) або обчислюють за допомогою емпіричної формули:

$$t_2 = 100 + 0,0375(P_{\text{атм.}} - 760), \quad (4)$$

де  $P_{\text{атм.}}$  - атмосферний тиск у *мм.рт.ст.*

Верхні частини трубок 1 і 2 наближені одна до одної. Це зроблено для того, щоб можна було визначити висоту рівнів рідин в трубках  $h_1$  і  $h_2$  за однією шкалою 6.

Оскільки температура рідини в стовпцях 1 і 2 різна, то густини рідини теж будуть різними  $\rho_1$  і  $\rho_2$ . Різними будуть і висоти стовпців рідини  $h_1$  і  $h_2$ .

Очевидно, що

$$h_1\rho_1 = h_2\rho_2 \quad (5)$$

але

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} = \frac{m_1}{V_0(1+\beta t_1)} = \frac{\rho_0}{1+\beta t_1}, \quad (6)$$

аналогічно,

$$\rho_2 = \frac{\rho_0}{1+\beta t_2}, \quad (7)$$

де  $\rho_0$  – густина рідини при  $0^\circ\text{C}$ .

З рівнянь (5-7) для коефіцієнта об'ємного розширення  $\beta$  отримаємо

$$\beta = \frac{h_2 - h_1}{h_1 t_2 - h_2 t_1}. \quad (8)$$

Таким чином, визначення  $\beta$  зводиться до вимірювання  $h_1$ ,  $h_2$  і температур  $t_1$ ,  $t_2$  в обох колінах.

#### Хід виконання роботи

1. Пропускати через скляні муфти воду і пару, поки рівні рідини в трубах не змінюватимуться. При цьому слід досягнути по можливості більших значень  $\Delta h = h_2 - h_1$ .
2. Зробити відліки  $h_1$  і  $h_2$ , а також визначити  $t_1$  і  $t_2$ .
3. За формулою (8) обчислити коефіцієнт  $\beta$ .
4. Вимірювання провести для різних рідин і за значенням  $\beta$  та таблицею визначити речовину.

Результати вимірювань і обчислень занести в таблицю.

№ с/ і	$h_1$ , м	$h_2$ , м	$t_1$ , °С	$t_2$ , °С	$\alpha$ , К <sup>-1</sup>	$\Delta\alpha$ , К <sup>-1</sup>	Е, %
-----------	-----------	-----------	------------	------------	----------------------------	-------------------------------------	------

Контрольні запитання та завдання.

1. Пояснити теплове розширення рідини з точки зору молекулярно-кінетичної теорії будови речовини.
2. Який зв'язок між  $\beta$  і  $\alpha$ ?