

Работа 2.23

Определение коэффициента объемного расширения жидкости методом Дюлонга и Пти

Оборудование: прибор Дюлонга и Пти, кипятильник, электроплитка, исследуемая жидкость, термометр, химический стакан.

Введение

Для определения коэффициента объемного расширения необходимо найти изменение объема жидкости при нагревании. Однако изменение объема жидкости

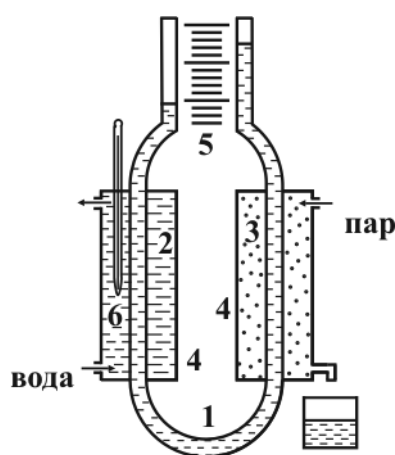


Рис. 2.34

объясняется не только ее расширением, но и изменением объема сосуда при нагревании, что затрудняет использование для определения *коэффициента объемного расширения* формулы:

$$\beta = \frac{V - V_0}{V_0 t},$$

где V_0 — собственный объем жидкости при 0°C , V — объем жидкости при температуре t .

Дюлонг и Пти предложили метод определения коэффициента объемного расширения жидкости, основанный на законе равновесия разнородных жидкостей в сообщающихся сосудах. Этот метод позволяет не учитывать расширение сосудов, содержащих исследуемую жидкость.

Как известно, высоты двух неоднородных жидкостей в сообщающихся сосудах обратно пропорциональны плотности этих жидкостей и не зависят от диаметра (объема) сосудов, т. е.

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}, \quad (1)$$

где h_1 и h_2 , ρ_1 и ρ_2 — высоты уровней и плотности жидкостей в коленах сообщающихся сосудов.

Если в сосуд U-образной формы (рис. 2.34) налить жидкость и поддерживать разную температуру в правом и левом коленах сосуда, то плотность жидкости в обоих коленах будет неодинаковая, поскольку она зависит от температуры:

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta t}, \quad (2)$$

где ρ_0 — плотность при 0°C , ρ — плотность при температуре t , β — коэффициент объемного расширения жидкости.

Из уравнений (1) и (2) можно легко найти коэффициент объемного расширения жидкости

$$\beta = \frac{h_2 - h_1}{h_1 t_2 - h_2 t_1} \quad (3)$$

Поскольку коэффициент объемного расширения зависит от температуры (хотя и незначительно), то формула (3) дает нам его среднее значение в определенном интервале температур.

Описание установки. Прибор Дюлонга и Пти (рис. 2.34) представляет собой U-образную трубку 1, которая заполняется исследуемой жидкостью.

Оба колена 2 и 3 помещаются в стеклянные цилиндры 4. Через один из них пропускают пар кипящей воды, поступающий из кипятильника, а через другой — проточную воду из водопроводного крана. Разность высот жидкостей в нагретом и не нагретом коленах отсчитывается по миллиметровой шкале 5. Температура охлаждающей воды измеряется термометром 6, расположенном на входе потока воды. Вся установка укреплена на штативе.

Порядок выполнения работы

1. Под нижнюю трубку правого цилиндра поставьте стакан для стока воды, которая образуется при конденсации пара.

2. Включите кипятильник в сеть и пропускайте пар кипящей воды через правый сосуд, а через левый — поток холодной воды. При этом следите, чтобы холодная вода заполняла сосуд на входе так, чтобы термометр 6 был опущен в нее.

3. Через некоторое время после появления пара в правом сосуде определите высоты уровней h_1 и h_2 и разность уровней жидкостей в обоих коленах сообщающихся сосудов.

4. Определите по барометру атмосферное давление p_a .

5. Определите по термометру 6 температуру t_1 , температуру t_2 — по таблице «Зависимость температуры кипения воды от атмосферного давления» для известного давления p_a .

6. Определите коэффициент объемного расширения по формуле (3).

7. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ п/п	h_1 , м	h_2 , м	t_1 , $^\circ\text{C}$	t_2 , $^\circ\text{C}$	Δh , м	p_a , мм рт. ст.	β , K^{-1}
-------	-----------	-----------	--------------------------	--------------------------	----------------	--------------------	---------------------------

8. Вычислите погрешности измерений.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Поясните механизм объемного расширения тел.
2. Что называется коэффициентом объемного расширения тел?
3. Какие трудности возникают при определении коэффициента объемного расширения жидкости?
4. Сформулируйте законы сообщающихся сосудов и получите рабочую формулу для определения коэффициента объемного расширения жидкостей.
5. В чем преимущество метода Дюлонга и Пти в сравнении с другими методами определения коэффициента объемного расширения жидкости?
6. Перечислите методы определения коэффициента объемного расширения жидкости.
7. Как зависит плотность вещества от температуры?
8. Запишите формулу для вычисления объема жидкости при любой температуре.
9. Как влияют капиллярные явления на точность результатов при определении коэффициента объемного расширения методом Дюлонга и Пти?
10. Выведите формулу для расчета погрешностей результатов измерений коэффициента объемного расширения жидкостей.