

Лабораторная работа № 10
ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО РАСШИРЕНИЯ ЖИДКОСТИ

Цель работы: изучение теории теплового расширения жидкости. Экспериментальное определение коэффициента объемного расширения жидкости.

Приборы и принадлежности: прибор Дюлонга–Пти, колба для кипячения, сосуд с тубусом у дна, стакан.

Основные понятия

Объем V при нагревании возрастает в первом приближении пропорционально приращению температуры:

$$V = V_0(1 + \beta\Delta t), \quad (1)$$

где V_0 – первоначальный объем тела, β – средний коэффициент объемного расширения в интервале температур Δt , характеризующий относительное увеличение объема $\Delta V / V$, происходящее при нагревании тела на один градус:

$$\beta = \frac{1}{V_0} \frac{\Delta V}{\Delta t}. \quad (2)$$

По закону сообщающихся сосудов высота уровней обратно пропорциональна плотностям жидкости:

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2. \quad (3)$$

Отсюда

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}, \quad (4)$$

где ρ_1 и ρ_2 соответствуют плотностям жидкости в первом и втором сосудах. Так как плотности масс обратно пропорциональны их объемам, то из (1) можно легко получить соотношение:

$$\rho_1 = \frac{\rho_2}{1 + \beta(t_1 - t_2)}. \quad (5)$$

Подставляя (5) в (4), получаем:

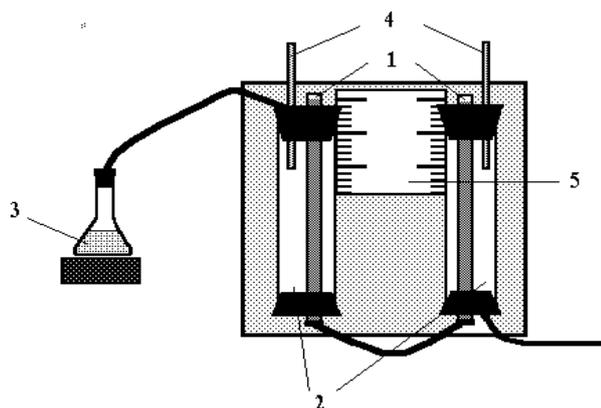
$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2(1 + \beta(t_1 - t_2))}{\rho_2}. \quad (6)$$

Отсюда после преобразования получим

$$\beta = \frac{h_1 - h_2}{h_2(t_1 - t_2)}. \quad (7)$$

Описание установки

Прибор состоит из двух стеклянных трубок (1), соединенных внизу резиновой трубкой. Эти трубки помещены в стеклянные цилиндры (2), служащие термостатами. Через один цилиндр пропускаем пары из кипятильника (3), в другой наливаем холодную воду. Для измерения температуры в цилиндрах прибора внутрь помещаются термометры (4). В верхней части цилиндра укрепляется шкала (5).



Порядок выполнения работы

1. Налить в колбу воду и поставить на плитку.
2. Через левый термостат пропускаются пары кипящей воды, а в правый заливается холодная вода.
3. Опыт начинается после того, как в обоих коленах между испытуемой жидкостью и термостатом установится температурное равновесие. Практически оно наступает через 10-15 минут после начала опыта. В этом случае производится измерение температур t_1 и t_2 в обоих термостатах и определяются высоты уровней h_1 и h_2 исследуемой жидкости, заполняющей U-образную трубку (расстояние измеряют от середины резиновой трубки с глицерином).
4. По формуле (7), используя опытные данные, определяют значение коэффициента объемного расширения жидкости.
5. Опыт повторяется пять раз.
6. Полученные результаты заносятся в таблицу:

№	t_1 , К	t_2 , К	h_1 , м	h_2 , м	β_V , 1/К	$\Delta\beta_V$, 1/К	$\frac{\Delta\beta_V}{\beta_V} \cdot 100\%$
1							
...							
5							
Ср							

7. Относительная погрешность данного измерения определяется формулой

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

Контрольные вопросы

1. Как определяется коэффициента объемного расширения жидкости: формула и размерность в СИ?
2. Закон сообщающихся сосудов. Вывод формулы (3).
3. Почему происходит расширение тел при нагревании?
4. Как зависит температура кипения воды от давления?
5. Какое давление принято за нормальное атмосферное давление?
6. Определение плотности тела и удельного веса и связь между ними.

Литература

1. Зильберман А.Н. Лабораторные работы по физике. – М.: 1972. – С.113.
2. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Т.1. – С.325.
3. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Молекулярная физика, 196