252. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО РАСШИРЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

Введение

Если температура υ жидкости объемом V_0 изменяется на $\Delta\upsilon$, то объем будет (как в случает твердых тел) определяться:

$$\Delta V_0=\gamma * V_0 * \Delta\ \theta \qquad (1)$$

Коэффициент объемного расширения γ практически независим от температуры υ, но зависим от типа жидкости.

Коэффициент объемного расширения может быть определен с помощью дилатометра. Дилатометр состоит из стеклянной колбы и капилляра известного радиуса r, прикрепленного сверху колбы. Уровень жидкости в измерительном капилляре измеряется в миллиметрах. Он увеличивается при объемном расширении жидкости, которое происходит при постоянном нагревании стеклянной колбы на водяной бане.

Изменение уровня жидкости h соответствует изменению объема:

$$\Delta V=\pi r^2 * \Delta h, \qquad (2)$$

где $r= (1.5\pm 0.08)$ мм

Однако, нужно взять в расчет тепловое расширение самого дилатометра. Это расширение противодействует изменению уровня жидкости. Таким образом, изменение объема жидкости будет:

$$\Delta V_0= \Delta V+ \Delta V_D \qquad (3)$$

где изменение объема ΔV_D:

$$\Delta V_D=\gamma_D * V_0 * \Delta\theta, \quad \gamma_D= 0.84*10^{-4}\ K^{-1} \qquad (4)$$

Учитывая соотношения (1), (3) и (4), получаем, что коэффициент объемного расширение определяется выражением:

$$\gamma = (1/V_0)*(\Delta V/\Delta\theta) + \gamma_D \qquad (5)$$

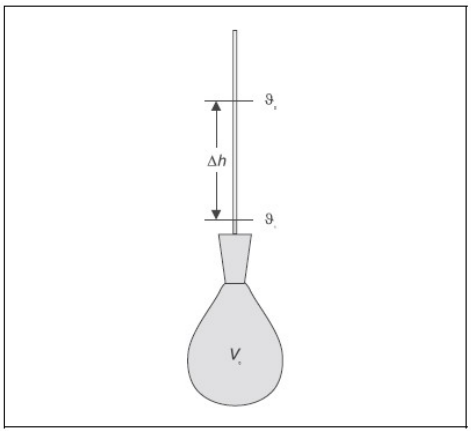

Рис.1. Принцип эксперимент

Цель работы

- ✓ Изучить явление объемного расширения жидкостей

Решаемые задачи

- ✓ Определить объем V_0 дилатометра.
- ✓ Измерить коэффициент объемного γ расширения воды и этанола (этилового спирта) в зависимости от температуры.
- ✓ Сравнить коэффициенты объемного расширения воды и этилового спирта.

Техника безопасности

- ✓ Внимание: в работе используется стекло.
- ✓ Будьте предельно внимательны при работе с горячей водой.

Экспериментальная установка

- ✓ Приборы и принадлежности
- ✓ дилатометр
- ✓ термометр, -10 до 110 ЊС.
- ✓ датчик температуры, NiCr-Ni
- ✓ цифровой термометр с одним входом
- ✓ плитка, 150 мм., 1500 Вт
- ✓ стакан, 400 мл, термостойкое стекло
- ✓ подставки, V-образной формы
- ✓ штатив, 47 см (8)
- ✓ универсальный зажим, 0 ... 80 мм

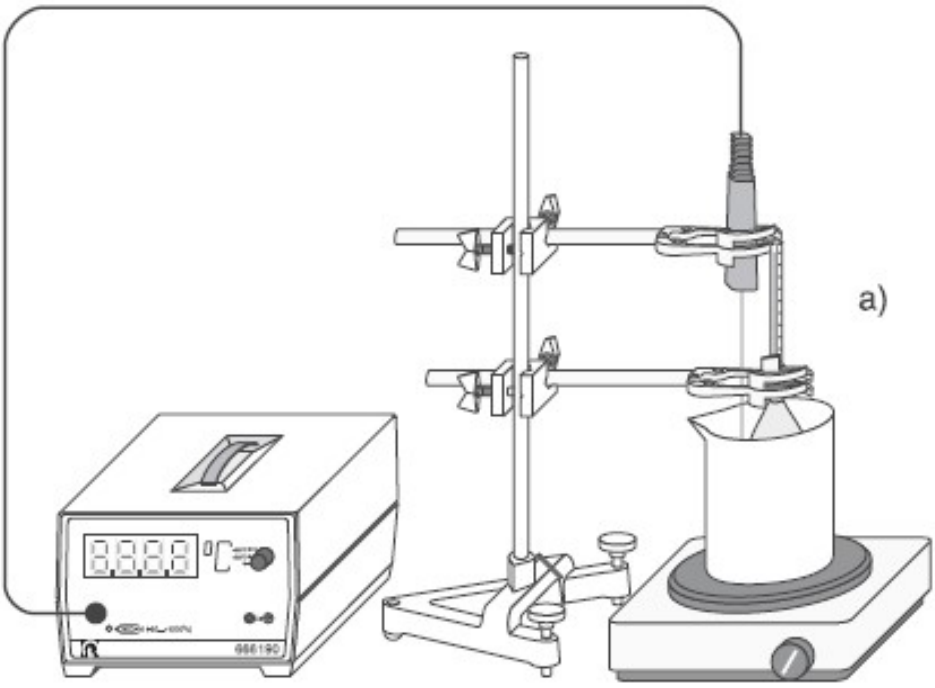

Рис. 2 Внешний вид установки

Примечание: Измерение уровня жидкости h может быть сильно искажено воздействием

капиллярных сил. Держите капилляр чистым, и, если необходимо, протрите его и промойте дистиллированной водой перед использованием.

Порядок выполнения работы

Упражнения №1. Определение объема дилатометра V_0

Объем дилатометра V_0 можно определить, измерив массы m_1 пустого, сухого дилатометра и m_2 дилатометра, заполненного дистиллированной водой до нижней части измерительного капилляра. Плотность ρ воды при известной температуре θ можно определить по таблице 1:

Табл.1. Зависимость плотности воды от температуры.

θ	ρ, *гр/см*^{3}	θ	ρ, *гр/см*^{3}
15 ºC	0.999099	23 ºC	0.997540
16 ºC	0.988943	24 ºC	0.997299
17 ºC	0.998775	25 ºC	0.997047
18 ºC	0.998596	26 ºC	0.996785
19 ºC	0.998406	27 ºC	0.996515
20 ºC	0.998205	28 ºC	0.996235
21 ºC	0.997994	29 ºC	0.995946
22ºC	0.997772	30ºC	0.995649

$$V_0=(m_2- m_1)/ \rho$$

Упражнение №2. Измерение объемного расширения воды

Примечание: После выключения нагревательной плитки, жидкость продолжает нагреваться некоторое время, поэтому вода из дилатометра может перелиться. Выключите плитку заранее.

1. Заполните колбу дистиллированной водой.
2. Опустите дилатометр в водяную баню так, чтобы измерительный капилляр остался наверху.
3. Включите нагревательную плитку на минимальное значение и нагревайте жидкость.
4. Определите уровень воды h в зависимости от температуры.
5. Постройте график зависимости изменения объема ΔV от разницы температур $\Delta\theta = \theta -$

θ_0 вычисленных по формуле (2), зная изменение $\Delta h = h - h_0$. Вычислите наклон прямой, проведенной через начало координат $\Delta V/\Delta\theta$.

6. По формуле 5 вычислите коэффициент объемного расширения воды и сравните с табличным значением.

   $\gamma_{вода}=4.9\cdot10^{-4}\ K^{-1}$

В случае воды присутствует систематическое отклонение в измерениях от прямой, проходящей через начало координат, так как объемный коэффициент расширения воды увеличивается в диапазоне от 30ºС до 60ºС.

Контрольные вопросы и дополнительные задания

1) Свойства жидкостей.

2) Объемные коэффициенты расширения жидкости.