

Лабораторная работа № 17

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ АРЕОМЕТРА

Цель работы: определить плотность жидкости и температурную зависимость плотности жидкости с помощью ареометра.

Приборы и материалы: ареометр, кипятильник, термометр.

Основные понятия и определения

Плотностью однородного вещества называется физическая величина, определяемая массой вещества в единице объема:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где m – масса вещества, V – объем.

Простейшим и наиболее распространенным является *метод измерения плотности жидкости ареометром* (от греч. «araĩos» – жидкий и «metreo» – мерю). Принцип действия ареометра, представляющего собой полое стеклянное тело, основан на законе Архимеда. Согласно этому закону, на всякое тело, погруженное в жидкость, последняя действует с силой, которая приложена к центру тяжести погруженной части тела, направлена вертикально вверх и равна весу вытесненной телом жидкости; эта сила называется выталкивающей.

Если ареометр постепенно погружать в жидкость, то он начнет плавать в ней тогда, когда уравниются вес ареометра и вес жидкости в объеме его погруженной части. Следовательно, глубина погружения плавающего ареометра зависит от плотности, что позволяет непосредственно определить эту плотность по шкале ареометра, градуированной соответствующим образом.

На использовании закона Архимеда основано измерение плотности жидкого или твердого тела *методом гидростатического взвешивания*. Подвешенный к коромыслу весов стеклянный поплавок взвешивают поочередно в воздухе, дистиллированной воде и испытуемой жидкости. По результатам взвешивания определяют объем поплавка, массу жидкости в этом объеме, а затем подсчитывают исходную плотность жидкости.

При измерении плотности твердого тела методом гидростатического взвешивания необходимо взвесить тело последовательно в воздухе и дистиллированной воде. Разность результатов взвешиваний позволяет определить объем тела, а следовательно, и его плотность. Гидростатическое взвешивание производится либо на специальных гидростатических весах, либо на весах общего назначения.

Однако наиболее точным, хотя и самым трудоемким методом является *метод измерения плотности при помощи пикнометра*, представляющего собой специальную колбу определенной вместимости.

Для определения плотности жидкости пикнометром сначала находят его массу, затем взвешивают пикнометр, заполненный последовательно дистиллированной водой и испытуемой жидкостью. Первое и второе взвешивания дают возможность найти вместимость пикнометра, а первое и третье – массу испытуемой жидкости в объеме пикнометра. По этим данным определяют плотность жидкости.

При измерении пикнометром плотности твердого тела поочередно взвешивают испытуемое тело, пикнометр с водой и погруженным в нее телом. Результаты взвешивания позволяют определить объем тела, численно равный вытесненной им воды, по массе и объему тела рассчитывают его плотность.

В сравнении с гидростатическим методом взвешивания пикнометрический метод имеет следующие преимущества:

- * высокая точность измерений – до 10^{-5} г/см³ (на высокоточных весах общего назначения необходимы дополнительные устройства, неизбежно уменьшающие точность весов);
- * малая площадь свободной поверхности жидкости в пикнометре, что практически исключает испарение жидкости и поглощение влаги из воздуха;
- * пригодность для работ как с летучими веществами, так и с вязкими;
- * возможность использования весьма малого количества жидкости (1-100 см³).

Однако этот метод уступает методу гидростатического взвешивания в точном измерении температуры и в простоте и быстроте выполнения измерения.

Порядок выполнения работы

Определение плотности жидкостей различных концентраций при постоянной температуре.

Концентрация определяется по формуле

$$c = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%$$

где m_1 – масса растворенного вещества, m_2 – масса всего раствора.

Приготовить 5 растворов известной концентрации. С помощью ареометров измерить их плотности.

Результаты измерений занести в таблицу.

№	c , %	ρ , кг/м ³
1		
...		
5		

Построить график зависимости плотности раствора от концентрации ρ (c).

Определение температурной зависимости плотности жидкости.

В качестве исследуемой жидкости взять дистиллированную воду. В процессе нагрева воды до 90°C измерить значения плотности при 5 различных значениях температуры.

Результаты занести в таблицу.

№	t , °C	ρ , кг/м ³
1		
...		
5		

По результатам измерений построить график зависимости плотности от температуры ρ (t).

Рекомендации по проведению лабораторной работы:

При нагреве перед очередным замером тщательно перемешать воду в сосуде для выравнивания температуры.

Не нагревать воду выше 90°C.

Стандартные ареометры рассчитаны на измерение плотности при 20°C.

Литература:

1. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Т.1. – М.: Физматгиз, 1962.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – М.: Высшая школа, 1991.