

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

ЦЕНТР РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ
РАБОТАМ ПО МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ
(ДЛЯ СТУДЕНТОВ)**

Ташкент - 2009

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТЕЛ

Теоретическая часть

Плотностью вещества называется физическая величина, определяемая отношением массы вещества и занимаемому им объему: $P = \frac{M}{V}$ единица измерения плотности

$$[P] = \frac{Kг}{м^3} \text{ в система СИ}$$

Плотность вещества, как правило, уменьшается с ростом температуры и увеличивается с повышением давления (у воды плотность ниже 4°C уменьшается с понижением температуры). При фазовых превращениях вещества плотность изменяется скачком, обычно при переходе из жидкого состояния в твердое растет, но у воды и чугуна при затвердении она аномально уменьшается.

Для изменения плотности газов жидкостей и твердых тел существуют различные методы, В настоящей работе рассмотрим определение плотности твердого тела методом взвешивания и с помощью пикнометра, а также определение плотности жидкостей с помощью пикнометра.

Определение плотности тел правильной геометрической формы методом взвешивания

Цель работы : научиться определять плотность этим методом и вычислять ошибки намерения.

Приборы и принадлежности: 1) технические весы с набором разновесов от 10 мг до 100 г; 2) штангенциркуль; 3) полый цилиндр; 4) шар.

Метод заключается в том, что с помощью штангенциркуля измеряются размеры тела, по формуле подсчитывается объем его $\sqrt{\quad}$. Затем взвешиванием на весах определяется масса тела М и по формуле определяется плотность: $\rho = \frac{M}{V}$

Определение плотности шара

Порядок выполнения работы:

- 1 Взвешиванием определяют массу шара М.
 - 2 Штангенциркулем измеряют диаметр шара Д
- Полученные результаты заносят в таблицу I.

Масса шара		Размер шара		
М	ΔM	$R = \frac{D}{2}$	ΔR	

Объем шара вычисляют по формуле; $V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{\pi D^3}{6}$

$$\text{тогда: } P = \frac{M}{V} = \frac{6M}{\pi D^3}$$

при вычислениях используют средние значения измеренных величин.

Вычислить ошибки измерения: $E_p = \frac{\Delta P}{P}$

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta V}{V}$$

ΔM - известно, а М= 0,005 г

ΔV - не известно, определим, используя формулу:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta \frac{4}{3}\pi R^3}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3\Delta R}{R}$$

$\frac{\Delta M}{M}$ - очень мало, пренебрегаем этой величиной:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta V}{V} = \frac{3\Delta R}{R} \quad E_p = \frac{3\Delta R}{R}$$

$$E_p = \frac{\Delta P}{P} \text{ отсюда } \Delta p = E_p \cdot P$$

т.е. абсолютная ΔP и относительная E_p ошибки измерения в основном определяются ошибкой при определении объема.

Ответ записать в виде: $P_{ист} = (p + \Delta p) \text{ г/см}^3$

Определение плотности полого цилиндра

Порядок выполнения тот же, что и для шара.

Результаты вписывают в таблицу 2,

Таблица 2

Масса цилиндра		Внутренний диаметр		Внешний диаметр		Высота цилиндра	
M	ΔM	D	Δd	Д	$\Delta Д$	h	Δh

Вычислить средние размеры M, d, D, h, используя эти значения, определить объем полого цилиндра по формуле:

$$V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)h$$

Вычислить относительную погрешность: $E_p = \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta V}{V}$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta V}{V} &= \frac{\Delta(D^2 - d^2)}{(D^2 - d^2)} + \frac{\Delta h}{h} = \\ &= \frac{2D \cdot \Delta D + 2d \cdot \Delta d}{(D^2 - d^2)} + \frac{\Delta h}{h} \end{aligned}$$

$\frac{\Delta M}{M}$ мало, его значением пренебрегаем;

и абсолютную погрешность: $\Delta p = E_p \cdot \rho$

ρ вычисляем по формуле: $P = \rho = \frac{M}{V}$ тогда: $\Delta p = \frac{\Delta V}{V} \cdot p$

Конечный результат записать в виде:

$$P_{ист} = (\rho + \Delta \rho) \text{ г/см}^3$$

Определение плотности жидкостей и твердых сыпучих тел при помощи пикнометра

Цель работы: 1) ознакомиться с необходимыми приборами и принадлежностями; 2) научиться определять плотность с помощью пикнометра.

Приборы и принадлежности: 1) пикнометр, 2) технические весы с разновесами, 3) дистиллированная вода, А) исследуемая жидкость, 5) песок, 6) термометр.

Описание метода и приборов

Пикнометр - это стеклянная колба специальной формы и определенного объема. Различают пикнометр с меткой, такой используется в данной работе, пикнометр с капиллярным отверстием в пробке, пикнометр с термометром и капиллярной трубкой.

Основные достоинства этого метода: высокая точность измерений, возможность ограничиться малым количеством жидкости. Заполняется пикнометр до метки, указывающей его объем, пикнометры с капиллярным отверстием - до верхнего края капилляра.

Данный метод определения плотности основан на взвешивании жидкости, занимающей в пикнометре определенный объем. В нашем опыте пикнометр используется для относительных измерений, плотность неизвестной жидкости и песка определяются относительно плотности воды. Выведем рабочие формулы.

Обозначим массу пикнометра M , массу пикнометра с дистиллированной водой M_0 , тогда по определению плотность воды d_0 равна:

$d_0 = \frac{M_0 - M}{V}$ где V - объем пикнометра, если теперь в пикнометр налить исследуемую жидкость и взвесить его получим значение M_1 , тогда плотность исследуемой жидкости будет равна:

$d = \frac{M_1 - M}{V}$, где V - объем пикнометра, учитывая, что в обеих формулах V - одно и то же, находим это значение из вышеприведенных формул и приравниваем $V = \frac{M_0 - M}{d_0}$; $V = \frac{M_1 - M}{d_{ж}}$

откуда: $d_{ж} = \frac{M_1 - M}{M_0 - M} \cdot d_0$

это рабочая формула для определения плотности исследуемой жидкости.

Определение плотности сыпучих твердых тел пикнометром

Этот метод заключается в том, что путем взвешивания определяют массу M пустого пикнометра, затем массу пикнометра с дистиллированной водой до метки M_0 , затем в пикнометр насыпают твердое тело, уровень воды в пикнометре повышается, и взвешивают M_1 , вода поднимается над меткой пикнометра в объеме равном объему твердого тела,

Насыпанного в пикнометр. Затем воду в пикнометре отбирают до метки и снова взвешивают - M_2 . Мы имеем: объем вытесненной воды равен объему твердого тела, на основе равенства объемов можем записать:

$$d_{тв} = \frac{M_{тв}}{V}; \quad d_{мв} = \frac{M_{мв}}{V}; \quad V = V \rightarrow d_{мв} = \frac{M_{мв}}{M_{г}} \cdot d_{г}$$

$M_{тв}$ - масса твердого тела из взвешивания, $M_{тв}=M_2-M_0$ аналогично $M_{мв}=M_2-M_3$ - масса воды вытесняемое твердым телом .

Плотность песка с помощью пикнометра можно определить по формуле:

$$d_{песка} = \frac{M_2 - M}{M_2 - M_3} \cdot d_{в}, \text{ где}$$

$d_{в}$ плотность воды при температуре опыта берется из таблицы;

M_2 масса пикнометра с водой и песком после метки;

M_0 масса пикнометра с водой;

M_3 масса пикнометра с водой и песком до метки.

Порядок выполнения работы

1 Убедившись, что пикнометр чистый, взвесить пустой пикнометр - M .

- 2 Налить в пикнометр дистиллированной воды до метки и взвесить- M_0 .
Следить, чтобы на стенках пикнометра не было пузырьков воздуха.
3. Засыпать в пикнометр с водой песку столько, чтобы уровень воды в пикнометре поднялся выше метки на 4 -5 мм, взвесив определим массу пикнометра с водой и песком (после метки) – M_2
- 4 Пипеткой отобрать воду из пикнометра до уровня метки, взвесив определить массу пикнометра с водой и песком (до метки) – M_3
Результаты перечисленных 4-х пунктов используются для определения плотности песка.
5. Вылить воду с песком, промыть пикнометр, налить исследуемую жидкость, взвесить, определить M_1 .

Все полученные данные записать в таблицу.

Масса пустого пикнометра	Масса пикнометра с дистиллированной водой	Масса пикнометра с исследуемой жидкостью	Масса пикнометра с водой и песком после метки	Масса пикнометра с водой и песком до метки
M	M_0	M_1	M_2	M_3

Плотность воды d_v взять из таблицы при температуре опыта

Используя рабочие формулы, вычислить:

$$d_{ж} = \frac{M_1 - M}{M_0 - M} \cdot d_v \quad \text{и} \quad d_{песка} = \frac{M_2 - M}{M_2 - M_3} \cdot d_v$$

Вычислить ошибки измерения, учитывая, что:

$$\Delta M_0 = \Delta M_1 = \Delta M_2 = \Delta M_3 = \Delta M = 0,005 \text{ г}$$

определим относительную ошибку в измерении $d_{ж}$

$E_{d_{ж}} = E_{M_1 - M} + E_{M_0 - M}$; $E_{M_1 - M}$ -относительная ошибка в определении разности ($M_1 - M$)

$$E_{M_1 - M} = \frac{\Delta M + \Delta M}{M_1 - M} = \frac{2\Delta M}{M_1 - M} \quad E_{M_0 - M} \text{ - аналогично.}$$

$$E_{M_0} = \frac{\Delta M_0 + \Delta M}{M_0 - M} = \frac{2\Delta M}{M_0 - M}$$

$$E_{d_{ж}} = \frac{2\Delta M}{M_1 - M} + \frac{2\Delta M}{M_0 - M} = 2\Delta M \left(\frac{1}{M_1 - M} + \frac{1}{M_0 - M} \right)$$

вычислим, подставив значение;

абсолютную ошибку в измерениях $d_{ж}$ - плотности жидкости вычисляем из формулы:

$$E_{d_{ж}} = \frac{\Delta d_{ж}}{d_{ж}}; \quad \Delta d_{ж} = E_{d_{ж}} \cdot d_{ж}$$

Аналогично подсчитать абсолютную и относительную ошибки в измерении плотности песка. Результаты записать в виде

$$d_{ж \text{ ист}} = (d_{ж} + \Delta d_{ж}) \text{ г/см}^3$$

$$d_{пес. \text{ ист}} = (d_{пес} + \Delta d_{пес}) \text{ г/см}^3$$