

# Лабораторная работа 1

## «Изучение изотермического процесса»

Цель: исследовать зависимость давления газа данной массы от занимаемого им объёма при постоянной температуре.

Оборудование: стеклянная трубка диаметром 10-12 мм и длиной 60 см, запаянная с одного конца; мензурка (250 мл) с водой комнатной температуры; измерительная лента (линейка); барометр.

### Вывод расчетной формулы

Согласно закону Бойля—Мариотта при постоянной температуре параметры  $p_1$  и  $V_1$  начального состояния газа данной массы и параметры  $p_2$  и  $V_2$  его конечного состояния связаны соотношением

$$p_1 V_1 = p_2 V_2.$$

Исследуемым газом в выполняемой работе является воздух, находящийся внутри прозрачной стеклянной трубки с пробкой на конце (рис. 1).

Поскольку внутренняя полость трубки имеет форму цилиндра и площадь  $S$  её поперечного сечения одинакова по всей длине трубки, то

$$V_1 = Sl_1 \text{ и } V_2 = Sl_2,$$

где  $l_1$  и  $l_2$  — длины столба воздуха в трубке в начальном и конечном состояниях соответственно.

Поэтому уравнение закона переписывается в виде

$$p_1 Sl_1 = p_2 Sl_2 \text{ или } \frac{p_1 l_1}{p_2 l_2} = 1$$

При выполнении работы проверяют справедливость этого равенства.



Рис. 1

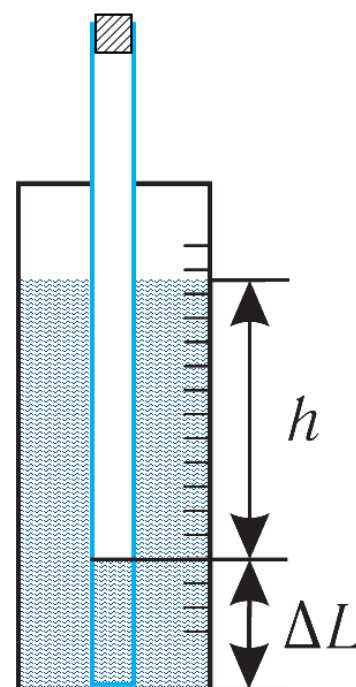


Рис. 2

### Ход работы

$l_1$ , м	$p_1$ , Па	$\Delta L$ , м	$h$ , м	$l_2$ , м	$p_{\text{в}}$ , Па	$p_2$ , Па	$\frac{p_1 l_1}{p_2 l_2}$	$\varepsilon$ , %

### Порядок выполнения работы:

1. Измерьте линейкой длину  $l_1$  столба воздуха в трубке в начальном состоянии.
2. Измерьте давление  $p_1$  воздуха в начальном состоянии, используя барометр (или посмотрите атмосферное давление на данный момент  $p_1$  в интернете).
3. Заполните мензурку водой комнатной температуры.
4. Погрузите в мензурку с водой трубку так, чтобы её открытый конец оказался у дна мензурки (см. рис.2).
5. Наблюдайте за поступлением воды в трубку. Когда оно прекратится, измерьте длину  $\Delta L$  столба воды, вошедшей в трубку.
6. Измерьте разность уровней  $h$  воды в мензурке и трубке.
7. Вычислите длину  $l_2$  столба воздуха в трубке в конечном состоянии:  $l_2 = l_1 - \Delta L$ .
8. Вычислите давление  $p_в$  столба воды по формуле  $p_в = \rho g h$ ,  
где  $\rho$  — плотность воды ( $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ). Ускорение свободного падения  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .
9. Вычислите давление  $p_2$  воздуха в трубке в конечном состоянии:  $p_2 = p_1 + p_в$ .

Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

10. Вычислите отношение  $\frac{p_1 l_1}{p_2 l_2}$ . Результат вычисления запишите в таблицу.
11. Различие между теоретически ожидаемым ( $\frac{p_1 l_1}{p_2 l_2} = 1$ ) и экспериментально полученным ( $\frac{p_1 l_1}{p_2 l_2}$ ) результатами позволяет оценить относительную погрешность экспериментального подтверждения закона Бойля-Мариотта

$$\varepsilon = \frac{\left| \frac{p_1 l_1}{p_2 l_2} - 1 \right|}{1} \cdot 100\%$$

12. Сделайте **вывод** о выполнении или невыполнении (или выполнении с небольшой погрешностью) изотермического закона Бойля-Мариотта по полученным в ходе работы результатам.

*(P.S. Для того, чтобы утверждать о выполнении закона нужно этот закон сначала сформулировать, а затем показать конкретный результат, найденный в работе, который его подтверждает.)*

### Контрольные вопросы:

1. При каких условиях для определения параметров состояния газа можно использовать уравнение  $pV = \text{const}$ ?
2. Почему при выполнении данной работы процесс изменения объёма воздуха можно считать практически изотермическим?
3. Что влияет на точность полученных результатов?