

Лабораторная работа №9

Измерение атмосферного давления

Цель работы: предложить способ определения атмосферного давления с помощью имеющегося оборудования. Выполнить необходимые измерения и определить атмосферное давление.

Оборудование: две стеклянные трубки (одна из них с пробкой), соединённые длинной гибкой трубкой, штатив, вода, линейка демонстрационная и ученическая.

Содержание и метод выполнения работы

Для определения атмосферного давления можно осуществить изотермический процесс расширения воздуха, находящегося в стеклянной трубке между поверхностью воды и пробкой.

Трубка 1 закреплена в штативе, а трубку 2 можно перемещать произвольным образом. Если трубку 2 расположить так, чтобы уровни воды в обеих трубках совпали, можно утверждать, что воздух в трубке 1 находится под атмосферным давлением p и занимает объем V .

При опускании трубки 2 (см. рисунок) давление воздуха в трубке уменьшается на величину $\Delta p = \rho gh$, где h – разность уровней воды в трубках, ρ – плотность воды, g – ускорение свободного падения. Воздух, находящийся под пробкой, занимает новый объем $V + \Delta V$. Процесс расширения воздуха, находящегося в трубке, можно считать изотермическим. Для изотермических состояний воздуха в трубке можно записать уравнение:

$$pV = (p - \Delta p)(V + \Delta V).$$

Из этого уравнения выразим атмосферное давление p :

$$p = [\Delta p(V + \Delta V)]/\Delta V.$$

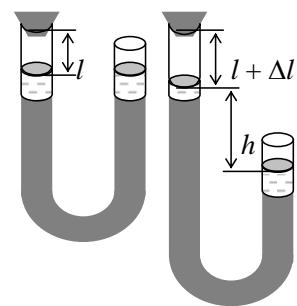
Так как $\Delta p = \rho gh$, $V = S\ell$ и $\Delta V = S\Delta\ell$, где S – площадь поперечного сечения стеклянной трубки, ℓ – первоначальная длина столба воздуха и $\Delta\ell$ – изменение длины столба воздуха, то

$$p = [\rho gh(\ell + \Delta\ell)]/\Delta\ell.$$

Следовательно, для определения атмосферного давления необходимо измерить первоначальную длину ℓ столба воздуха в трубке при одинаковой высоте уровней воды в трубках 1 и 2, длину $\ell + \Delta\ell$ столба воздуха в трубке 1 после опускания трубки 2 и разность высот h уровней воды в трубках 1 и 2.

Порядок выполнения работы

- Установите перемещением трубки 2 равенство уровней воды в трубках 1 и 2. Измерьте ученической линейкой длину воздушного столба в трубке с пробкой 1.
- Опустите трубку 2 в среднее положение между уровнем воды в трубке 1 и уровнем пола. Измерьте $\ell + \Delta\ell$ и h , причем $\ell + \Delta\ell$ измеряется демонстрационной линейкой. Опустите трубку 2 максимально низко, сохраняя ее вертикальное положение, и измерьте новые значения $\ell + \Delta\ell$ и h .
- Аналогичные измерения можно сделать, поднимая трубку 2 выше трубки 1. Поднимите трубку 2 на высоту, которую позволяет длина гибкой трубки. Проведите необходимые измерения. Затем исследуйте положение трубки 2 между максимальной высотой и высотой для п. 1.
- Используя полученные результаты измерений $\ell + \Delta\ell$, $\ell - \Delta\ell$ и h , вычислите атмосферное давление воздуха. Сравните полученное значение с показаниями барометра p_b . Оцените погрешности измерений и вычислений.
- Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:



№	$\ell, \text{ м}$	$\ell \pm \Delta \ell, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$p, \text{ Па}$	$p_\delta, \text{ Па}$

Дополнительное задание

Проанализируйте возможные способы повышения точности измерения атмосферного давления.

Контрольные вопросы

1. Возможен ли опыт Торричелли с использованием воды вместо ртути?
2. Какими способами можно повысить точность измерения атмосферного давления?
3. Как устроен ртутный барометр и барометр-анероид?