

## Работа 2.3

### Определение молярной газовой постоянной

**Оборудование:** шар для определения массы воздуха, резиновая трубка, винтовой зажим, металлический манометр, насос, весы, гири, термометр.

#### Введение

Молярную (универсальную) газовую постоянную можно определить путем сравнения двух разных состояний воздуха, который находится в стеклянном шаре. Пусть в шаре объемом  $V$  при давлении  $p_1$  и температуре  $T$  содержится воздух массой  $m_1$ . Состояние газа можно описать уравнением Клапейрона — Менделеева:

$$p_1 V = \frac{m_1}{M} RT, \quad (1)$$

где  $M$  — молярная масса воздуха,  $R$  — молярная газовая постоянная.

Откачивая или закачивая воздух в шар без изменения его температуры можно получить другое состояние газа, которое характеризуется параметрами  $m_2$ ,  $p_2$ ,  $V$  и  $T$ . Уравнение Клапейрона — Менделеева для этого случая будет:

$$p_2 V = \frac{m_2}{M} RT. \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) получаем:

$$(p_2 - p_1) V = \frac{m_2 - m_1}{M} RT.$$

Отсюда молярная газовая постоянная

$$R = \frac{MV(p_2 - p_1)}{T(m_2 - m_1)} = \frac{MV\Delta p}{T\Delta m}, \quad (3)$$

где объем шара  $V = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ,  $M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ . Температура воздуха определяется термометром, а давление газа в шаре манометром.

Для нахождения разности масс  $\Delta m$  необходимо определить массу шара с воздухом для первого и второго состояний.

**Описание установки.** Экспериментальная установка (рис. 2.5) состоит из стеклянной колбы  $A$ , которая резиновой трубкой соединена с манометром  $M$ . На резиновой трубке находится винтовой зажим  $B$ . Манометр при помощи резиновой трубки соединяется также с насосом  $K$ .

## Порядок выполнения работы

1. При помощи весов определите массу стеклянного шара вместе с резиновой трубкой, винтовым зажимом и воздухом, который находится внутри шара.

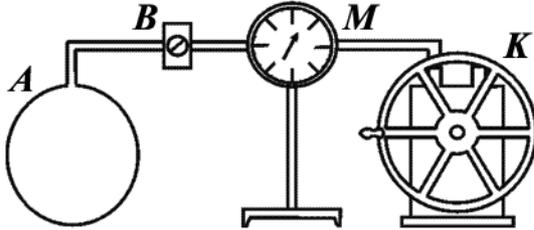


Рис. 2.5

2. Присоедините стеклянный шар к манометру, как это показано на рисунке, и поставьте кран манометра и зажим *B* в положение «открыто».

3. При помощи насоса откачайте воздух из шара так, чтобы давление в нем понизилось примерно на  $(0,8 — 0,9) \cdot 10^5$  Па.

4. После этого закройте кран манометра и зажмите резиновую трубку винтовым зажимом так, чтобы в шар не попадал воздух.

5. При помощи весов определите массу шара после откачивания из него части воздуха.

6. Определите массу откачанного воздуха  $\Delta m$  и по формуле (3) определите молярную газовую постоянную  $R$ .

7. Опыт повторите при разных значениях понижения давления  $\Delta p$  в шаре и найдите среднее значение молярной газовой постоянной  $R$ .

8. Подсчитайте погрешности измерений.

9. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ п/п	M, кг/моль	V, м <sup>3</sup>	Δp, Па	T, К	Δm, кг	R, Дж/моль·К

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ УИР

Предложите другой способ экспериментального определения молярной газовой постоянной. Опишите такой метод и выполните соответствующие измерения молярной газовой постоянной.



### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Запишите уравнение Клапейрона — Менделеева и охарактеризуйте величины, входящие в него.

2. Что называется молярной газовой постоянной? Каков ее физический смысл?
3. Какова величина молярной газовой постоянной? Получите ее размерность.
4. Получите формулу для экспериментального определения молярной газовой постоянной.
5. Для чего необходим манометр в данной работе?
6. Расскажите об устройстве и принципе действия механического манометра.
7. Какова величина постоянной Больцмана и числа Авогадро?
8. Запишите равенство, связывающее между собой молярную газовую постоянную, постоянную Больцмана и число Авогадро.
9. Выведите формулу для расчета погрешностей результата измерений молярной газовой постоянной.
10. Расскажите об устройстве и принципе действия форвакуумного насоса.