

## Лабораторная работа №2.24

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ ПОСТОЯННОЙ

**Цель работы** – определение универсальной газовой постоянной ( $R$ ) одинаковой для всех идеальных газов.

При не очень высоких давлениях, но достаточно высоких температурах газ можно считать идеальным. Состояние такого газа описывается уравнением Клапейрона-Менделеева:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (24.1)$$

где  $P$  – давление газа,  $V$  – объем газа,  $m$  – масса газа,  $\mu$  – молярная масса газа;  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $T$  – абсолютная температура газа.

Из уравнения (23.1) можно получить формулу для универсальной газовой постоянной:

$$R = \frac{PV\mu}{mT} \quad (24.2)$$

Если измерение давления  $P$ , объема  $V$ , температуры  $T$  газа, т.е. параметров газа, входящих в формулу (2) не вызывает особых трудностей, то определение массы газа выполнить практически невозможно, так как взвешивание газа возможно только вместе с мячом, в котором он находится. Поэтому для определения  $R$  необходимо исключить массу мяча. Это можно сделать, рассмотрев уравнение состояния двух масс  $m_1$  и  $m_2$  одного и того же газа при неизменных температуре  $T$  и объеме  $V$ .

Пусть в мяче объемом  $V$  находится газ массой  $m_1$  при давлении  $P_1$  и температуре  $T$ . Уравнение состояния (1) для этого газа имеет вид:

$$P_1V = \frac{m_1}{\mu} RT \quad (24.3)$$

Закачаем газ, не изменяя его температуры. После закачки масса газа, и его давление увеличились. Обозначим их соответственно  $m_2$  и  $P_2$  и снова запишем уравнение состояния

$$P_2V = \frac{m_2}{\mu} RT \quad (24.4)$$

из уравнений (3) и (4) получаем

$$R = \frac{(P_2 - P_1)V\mu}{(m_2 - m_1)T} \quad (24.5)$$

Полученная формула (5) дает возможность определить  $R$ , если известно изменение массы газа (но не сама масса), а также изменение давления, температура и объем газа. Изменение массы мяча при изменении давления газа в нем происходит за счет изменения массы газа в нем.

### Экспериментальная установка

Для определения газовой постоянной предназначена модель экспериментальной установки, общий вид которой показан на рис. 24.1.



Рис 24.1. Лабораторная установка

### Ход работы

1. Ознакомиться с экспериментальной установкой и подготовить ее к работе.
2. Выбрать газ.
3. Установить параметры газа  $t$ ,  $V$ .
4. Определите массу мяча с газом  $m_1$  при давлении  $P_1$  с помощью электронных весов. Полученные значения занесите в таблицу 24.1.
5. Перетащить мяч к компрессору и произвести закачку до давления  $P_2$ . Полученные значения занесите в таблицу 24.1.
6. Определите с помощью весов массу мяча с газом  $m_2$  при давлении

$P_2$ . Полученные результаты занесите в таблицу 23.1.

7. Определите массу закаченного газа ( $m_2 - m_1$ ) и разность давлений ( $P_2 - P_1$ ) для каждого проведенного измерения.

8. Вычислите по формуле (24.5) значение газовой постоянной для каждого проведенного измерения.

Таблица 23.1

Номер измерения	$m_1$ , кг	$m_2$ , кг	$m_2 - m_1$ , кг	$P_1$ , Па	$P_2$ , Па	$P_2 - P_1$ , Па	$T$ , К	$V$ , м <sup>3</sup>	$\mu$ , кг/моль	$R$ , Дж/К*моль
1										
2										
3										

9. Сформулировать выводы.

### Контрольные вопросы

1. Какая из измеряемых величин более всего влияет на относительную погрешность?

2. Каков физический смысл универсальной газовой постоянной?

3. Запишите и объясните уравнение Клапейрона-Менделеева, указав случаи его использования для практических вычислений.

4. Выведите расчетную формулу для определения молярной массы, которая используется в данной работе.

5. Объясните, в чем заключается метод для определения газовой постоянной.