

Лабораторная работа № 023

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ ПОСТОЯННОЙ

Цель работы – определение универсальной газовой постоянной (R).

Приборы и принадлежности: мяч, термометр, манометр, весы, насос, различные газы.

Виртуальная лаборатория: <http://efizika.ru/html5/23/index.html>

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

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (1)$$

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

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

$$R = \frac{PV\mu}{mT} \quad (2)$$

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:

$$P_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT \quad (3)$$

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

$$P_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT \quad (4)$$

из уравнений (3) и (4) получаем

$$R = \frac{(P_2 - P_1) V \mu}{(m_2 - m_1) T} \quad (5)$$

Полученная формула (5) дает возможность определить R , если известно изменение массы газа (но не сама масса), а также изменение давления, температура и объем газа.

Экспериментальная установка

Для определения газовой постоянной предназначена модель экспериментальной установки, общий вид которой показан на рис. 1.

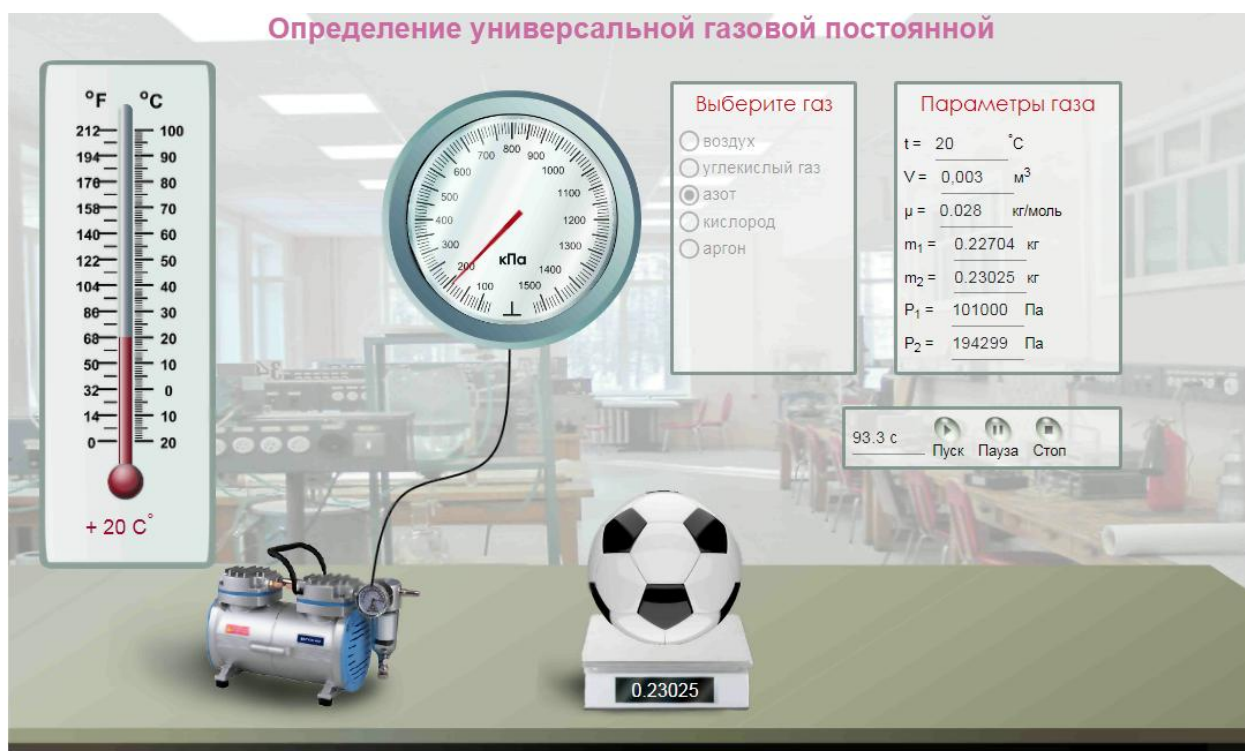


Рис. 1. Лабораторная установка

Ход работы

1. Ознакомиться с экспериментальной установкой и подготовить ее к работе.

2. Выбрать газ: Чайка В. – воздух, углекислый газ, азот; Усов А. – углекислый газ, азот, кислород; Тихонова А. – азот, кислород, аргон; Козырев Д. – кислород, аргон, воздух; Чупаху В. – аргон, воздух, углекислый газ; Зайрис Д. – воздух, азот, аргон; Роловец Н. – воздух, кислород, аргон; Щеголев К. – углекислый газ, кислород, аргон.

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 1.

5. Перетащить мяч к компрессору и произвести закачку до давления P_2 . Полученные значения занесите в таблицу 1.

6. Определите с помощью весов массу мяча с газом m_2 при давлении P_2 . Полученные результаты занесите в таблицу 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 (5) значение универсальной газовой постоянной для каждого проведенного измерения.

Таблица 1

№ п/п	Газ	μ , кг/моль	T , К	V , м ³	m_1 , кг	m_2 , кг
1						
2						
3						

продолжение таблицы 1

$m_2 - m_1$, кг	P_1 , Па	P_2 , Па	$P_2 - P_1$, Па	R , Дж/(моль·К)

9. Сформулировать выводы.

10. Письменно ответить на 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. Объясните, в чем заключается метод для определения газовой постоянной.

5. Выведите расчетную формулу для определения универсальной газовой постоянной, которая используется в данной работе.