

Лабораторная работа №10

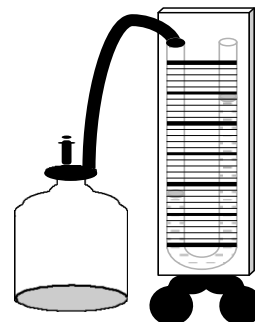
Определение постоянной Больцмана

Цель работы: используя результаты эксперимента вычислить постоянную Больцмана.

Оборудование: герметически закрытый стеклянный сосуд емкостью 3,25 л, водяной манометр, шприц медицинский на 1 мл, ацетон.

Содержание и метод выполнения работы

Согласно молекулярно-кинетической теории, давление газа p , его абсолютная температура T и концентрация молекул n связаны между собой соотношением $p = nkT$, где k – постоянная Больцмана. Отсюда следует, что для экспериментального определения постоянной Больцмана k необходимо измерить концентрацию молекул n , давление p и температуру газа T : $k = \frac{p}{nT}$.



Концентрацию молекул газа с известной молярной массой μ легко подсчитать, если известна масса M газа, занимающего определенный объем V . Разделив массу газа M на молярную массу μ , получают число молей газа в сосуде объемом V . Каждый моль газа содержит число молекул, равное числу Авогадро N_A . Следовательно, в данном объеме V содержится $\frac{M}{\mu} N_A$ молекул. В единице объема их будет: $n = \frac{MN_A}{\mu V}$. Подставив найденное выражение в уравнение

для определения постоянной Больцмана, получают: $k = \frac{pV\mu}{MN_AT}$.

Установка, применяемая для экспериментального определения постоянной Больцмана, показана на рисунке. Герметически закупоренный стеклянный сосуд известного объема V соединен резиновым шлангом с водяным открытым манометром. Сосуд заполнен воздухом при атмосферном давлении, поэтому уровни водяного столба в обоих коленах манометра, соединенного с сосудом, одинаковы. В шприц набирают определенное количество жидкого ацетона и вводят его через пробку внутрь сосуда. Ацетон быстро испаряется; его пары равномерно распределяются по всему объему сосуда и создают давление p , которое уравнивается давлением водяного столба в правом колене манометра. Давление отсчитывают спустя некоторое время, когда уровень водяного столба перестанет изменяться и температура паров ацетона будет равна комнатной.

Этих результатов измерений достаточно, чтобы вычислить постоянную Больцмана k .

Порядок выполнения работы

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

2. Наберите в шприц $0,4 \text{ см}^3$ ацетона и введите его через специальный разъем. Шприц, вставленный в разъем, не вынимайте до конца эксперимента.

3. Через 1–2 минуты измерьте давление, создаваемое парами ацетона, и выразите его в Паскалях.

4. Измерьте комнатную температуру и выразите ее в градусах шкалы Кельвина.

5. Подсчитайте массу введенного в сосуд ацетона в килограммах.

6. Используя результаты измерений, известные значения объема сосуда V и молярной массы ацетона вычислите постоянную Больцмана.

7. Результаты измерений и вычислений внесите в таблицу.

Давление паров ацетона, p_2		Молярная масса ацетона μ , кг/моль	Масса паров ацетона M , кг	Температура паров ацетона		Постоянная Больцмана k , Дж/К
см водяного столба	Па			T , °C	T , К	

Объем сосуда – $3,25 \text{ л}$.

Справочные данные:

Плотность ацетона $\rho = 781 \text{ кг/м}^3$.

Молярная масса ацетона $\mu = 58 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Число Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

Давление 1 см водяного столба равно 10^2 Па .

Контрольные вопросы

1. Каков физический смысл постоянной Больцмана?

2. Можно ли для выполнения этой работы вместо ацетона использовать воду?