

Лекция 4

Задача 1. Есть стакан воды 200мл. Найти:

1. Количество вещества (число молей воды) в этом стакане.
2. Число молекул воды.
3. Концентрацию молекул воды.
4. Если покрасить все молекулы в этом стакане и перемешать со всей водой мирового океана, а потом снова набрать стакан воды, сколько покрашенных молекул будет в стакане?

Задача 2. Перпендикулярно стене направлен пучок одинаковых точечных частиц массой m_0 , движущихся со скоростью v . Концентрация частиц в пучке равна n . Найдите давление пучка на стену, если соударения частиц со стеной абсолютно упругие. Силу тяжести не учитывать.

Ответ: $p = 2\rho v^2 = 2m_0 n v^2$

Задача 3. Идеальный газ с массой частиц m , концентрацией частиц n и средней квадратичной скоростью v движения частиц оказывает давление $p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2}$ (это — так называемое основное уравнение МКТ идеального газа).

Качественно объясните появление множителя $1/3$ в данной формуле.

Задача 4.

1. Посчитать концентрацию молекул газа при нормальных условиях.
2. Оценить среднее расстояние между молекулами в идеальном газе при нормальных условиях.
3. Посчитать среднеквадратичную скорость молекул азота ($\mu = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$) при нормальных условиях.

Ответ: $n = \frac{p}{kT} \approx 2.7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ $\bar{l} = \frac{1}{\sqrt[3]{n}} \approx 3.3 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ $v_{\text{СКВ}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \approx 493 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Изопроцессы

1. Во сколько раз изменилось давление газа в сосуде, если его объем изменился в 3 раза? Температура во время процесса не менялась.
2. U-образная трубка с открытыми в атмосферу вертикальными коленами заполнена частично ртутью. Одно из колен закрывают сверху, а в другое доливают слой ртути длиной l . После установления равновесия в закрытом колене остается воздушный слой длиной L . Найдите смещение уровня ртути в открытом колене относительно начального положения. Атмосферное давление $H_0 = 760 \text{ мм рт ст.}$

Ответ: $\Delta h = l \frac{p_0 + \rho g L}{p_0 + 2\rho g L} = l \frac{H_0 + L}{H_0 + 2L}$

3. При неизменном давлении, объем воздуха в сосуде увеличился в 3 раза. Во сколько раз изменилась температура?
4. Идеальный одноатомный газ в количестве ν моль находится в равновесии в вертикальном цилиндре под поршнем массой m . Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует. Внешнее атмосферное давление равно $p_{\text{атм}}$. В результате нагревания газа поршень поднялся на высоту Δh , а температура газа поднялась на ΔT . Чему равна площадь поршня?
5. При неизменном объеме сосуда, температура уменьшилась в 3 раза. Во сколько раз изменилось давление?
6. Один моль идеального газа находится в горизонтальном сосуде и отделен от атмосферы невесомым поршнем с площадью поперечного сечения S , начальное давление газа атмосферное. Температуру газа начинают медленно увеличивать. Найти во сколько раз необходимо увеличить температуру, чтобы поршень сдвинулся с места. Поршень начнет двигаться с места если к нему приложена сила F .
7. В двух теплоизолированных сосудах с объемами V_1 и V_2 находятся одинаковые газы при давлениях p_1 и p_2 и температурах T_1 и T_2 . Найдите давление и температуру, которые установятся в сосудах после смешивания газов.

Краткая теоретическая сводка

Идеальный газ	1. Частицы не взаимодействуют между собой. (то есть их размеры пренебрежимо малы). 2. Удары о стенку абсолютно упругие.	Абсолютная температура. Связь с кинетической энергией.	$T = t(^{\circ}\text{C}) + 273$ $\overline{E_k} = \frac{i}{2} kT$
Основное уравнение МКТ	$p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2}$	Нормальные условия	1. $p = p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$ 2. $T = 273 \text{ К}$
Закон Дальтона	$p = p_1 + p_2 + \dots$	Изотермический процесс ($T = \text{const}, \nu = \text{const}$)	$pV = \text{const}$
Постоянные	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$ $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ $R = k \cdot N_A = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$	Изобарный процесс ($p = \text{const}, \nu = \text{const}$)	$\frac{V}{T} = \text{const}$
		Изохорный процесс ($V = \text{const}, \nu = \text{const}$)	$\frac{p}{T} = \text{const}$
Уравнение Менделеева-Клапейрона	$pV = \nu RT$		