

МЕТОДИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ПРИ ПОДГОТОВКЕ

К ОЛИМПИАДЕ ПО ФИЗИКЕ

2017-2018 уч. год

Темы:

Основные законы и формулы. Раздел Механика

Наименование величины или физической закон	Формула
Путь при равномерном движении	$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
Скорость равнопеременного движения	$v = v_0 + at$
Ускорение в равнопеременном движении	$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$
Скорость тела, упавшего с высоты h	$v = \sqrt{2gh}$
Тангенциальное (касательное) ускорение	$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
Нормальное (центростремительное) ускорение	$a_n = \frac{v^2}{R}$
Полное ускорение	$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$
Угол поворота при равнопеременном вращении	$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon^2}{2}$
Угловая скорость точки при равномерном обращении по окружности	$\omega = 2\pi n = \frac{2\pi}{T}$
Угловая скорость при равнопеременном вращении	$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$
Угловое ускорение при равнопеременном вращении	$\varepsilon = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t}$
Связь между линейными и угловыми величинами при вращательном движении	$s = \varphi R, V = \omega R, a_t = \varepsilon R, a_n = \omega^2 R$
Второй закон Ньютона	$F = ma, F \Delta t = mV_2 - mV_1$
Сила тяжести	$P = mg$
Третий закон Ньютона	$F_1 = -F_2$
Закон сохранения импульса (количества движения) для изолированной системы двух тел	$m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$
Механическая работа постоянной силы	$A = F s \cos \alpha$
Работы упругой силы (в пределах закона Гука)	$A = \frac{1}{2} kx^2$
Мощность	$N = \frac{A}{t}; N = F v \cos \alpha$
Кинетическая энергия тела	$T = \frac{mV^2}{2}$
Потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью Земли	$\Pi = mgh$
Полная энергия тела (в изолированной системе)	$E = T + \Pi$
Закон Гука	$F = -kx$
Энергия упруго деформированного тела	$W = \frac{1}{2} kx^2$

Основные законы и формулы. Раздел Основы молекулярно-кинетической теории газов

- Основы молекулярно-кинетической теории:

$$\nu = \frac{N}{N_A}, \quad M = \frac{m}{\nu} = m_0 N_A$$
- N_A – постоянная Авогадро.
- Основное уравнение МКТ идеального газа:

$$p = \bar{p} = \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2 = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$$
- Среднеквадратичная скорость молекул:

$$v_1 = \sqrt{\bar{v}^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$
- R – универсальная газовая постоянная.
- Давление идеального газа на стенки сосуда:

$$p = nkT$$
- k – постоянная Больцмана.
- Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT$$
- Закон Дальтона:

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots = (n_1 + n_2 + n_3 + \dots) kT$$
- Уравнение состояния идеального газа:

$$pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$$
- $R = kN_A$ – универсальная газовая постоянная

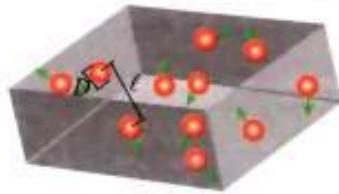
Название процесса	Постоянный параметр	Формула газового закона	Название газового закона	Графическое представление газового закона
Изотермический	T температура	$p \cdot V = \text{const}$ $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = \dots$	Бойля – Мариотта	
Изобарный	p давление	$\frac{V}{T} = \text{const}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots$	Гей-Люссака	
Изохорный	V объем	$\frac{p}{T} = \text{const}$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \dots$	Шарля	

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

Уравнение состояния идеального газа

①

УСЛОВИЯ ИДЕАЛЬНОСТИ ГАЗА



$$D \ll l$$

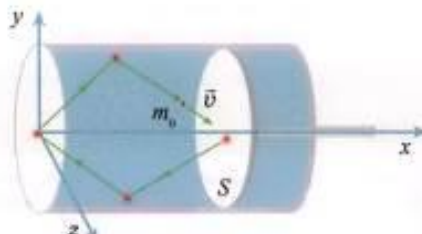
диаметр молекул много меньше
среднего расстояния между частицами

$$E_k \gg E_p$$

кинетическая энергия молекул
много больше их средней энергии связи.
Молекулы взаимодействуют друг с другом
и со стенками лишь при упругом столкновении.

②

Хаотическое движение молекул идеального газа



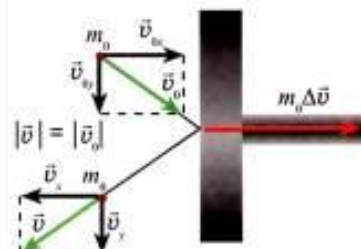
$$v = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2 \quad \overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$$

$$\overline{v^2} = 3\overline{v_x^2} \quad v_x^2 = \frac{v^2}{3}$$

$$\overline{E} = \frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \text{ - средняя энергия молекул}$$

③

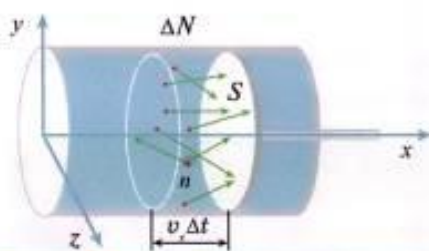
Импульс, передаваемый поршню одной молекулой



$$\Delta v = |\vec{v} - \vec{v}_0| = 2v_x \quad m_0 \Delta v = 2m_0 v_x$$

④

Давление газа как результат ударов молекул



$$p = \frac{\overline{F}}{S} = \frac{F_x}{S} \quad F_x = \overline{F_x \Delta N}$$

$$F_x = m_0 \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ - сила удара молекулы}$$

$$N = \frac{1}{2} n S v_x \Delta t \text{ - число ударов о поршень}$$

В силу хаотичности в положительном направлении оси x движется половина молекул, имеющих концентрацию n .

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}$$

$$p = \frac{2}{3} n \overline{E}_k$$

$$p = \frac{1}{2} \frac{n S v_x \Delta t \cdot 2 m_0 v_x}{S \Delta t} = n m_0 \overline{v_x^2}$$

ИЗ ХИМИИ	МОЛЕКУЛЫ	ЧИСЛО ЧАСТИЦ
<p>Относительная атомная масса A_r в т. Менделеева</p> $A_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$, где m_0 - масса одного атома, m_{0C} - масса атома углерода <p>Относительная молекулярная масса $M_r = \sum A_r$</p> <p>Молярная масса $M = M_r \cdot 10^{-3}$</p>	<p>Масса молекулы $m_0 = \frac{M}{N_A}$</p> <p>Количество вещества $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$</p> <p>Концентрация $n = \frac{N}{V}$</p> <p>Плотность $\rho = \frac{m}{V}$</p> <p>Масса вещества $m = \rho V = \nu M$</p>	<p>Число частиц $N = nV$</p> <p>Число молекул $N = \nu N_A = \frac{m}{M} N_A$</p> <p>Число атомов $N = \nu N_A \cdot k$, где k - количество атомов в молекуле</p>
СЛЕДУЕТ ЗНАТЬ	ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МКТ	УРАВ. СОСТОЯНИЯ <i>При изменении M, m, ν, N</i>
<p>Абсолютная температ. $T = t + 273$</p> <p>Изменение температуры $\Delta T = \Delta t$</p> <p>Нормальные условия $T_0 = 273 \text{ K}; p_0 = 10^5 \text{ Па}$</p> <p>Двухатомные газы $\text{H}_2, \text{O}_2, \text{N}_2, \text{Cl}_2$</p> <p>Двухатомный газ перешёл в атомарное состояние</p> $M_2 = \frac{M_1}{2}; \nu_2 = 2\nu_1$	<p>1. $p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$ 2. $p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$</p> <p>3. $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$ 4. $p = nkT$</p> <p>Скорость движения частиц $v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} \quad \text{или} \quad v = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$</p> <p>Температура и средняя кинетическая энергия $\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT \quad T = \frac{2\bar{E}_k}{3k}$</p>	<p>1. $pV = \frac{m}{M} RT$</p> <p>2. $pV = \nu RT$</p> <p>3. $p = \frac{\rho}{M} RT$</p> <p>Все величины должны быть выражены в СИ!</p>
<p>ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ <i>При неизменной M, m, ν, N</i></p>	ЗАКОН ДАЛЬТОНА	НАСЫЩЕННЫЙ ПАР. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА
<p>Объединенный газовый закон $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$</p> <p>Бойля – Мариотта (Т) $p_1 V_1 = p_2 V_2$</p> <p>Гей – Люссака (р) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$</p> <p>Шарля (V) $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$</p> <p>Температура в $[K]$!</p>	<p>Открыли кран, соединяющий сосуды $p = p'_1 + p'_2 = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}$</p> <p>Смесь газов в одном сосуде $p = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right)$</p>	<p>Давление насыщенного пара $p_{\text{нас}} = f(T); p = nkT$</p> <p>$p_{\text{нас}} \neq f(V)$</p> <p>Относительная влажность $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}(t)} \cdot 100\% ;$</p> <p>$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}(t)} \cdot 100\%$</p>

Потребуется:

- умения читать графики движения, изопроецессов;
- умения находить величину, исходя из данных графика;
- умения строить графики в других координатных осях.

Связь с математикой: решение квадратных уравнений, формула дискриминанта