

Лекция 11.

• Параметры состояния: давление, объем, темпер-а, кол-во вещ-ва

$$F(p, V, T) = 0$$

• Уравнение Клапейрона-Менделеева $pV = \nu RT$, $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
 Моль вещества - кол-во вещества, содержащее число атомов или молекул, равное числу Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$

m_0 - масса молекулы (атома) $m = N m_0$ - масса газа

N - кол-во молекул

$M = N \cdot m_0$ - молярная масса вещества

Кол-во молей вещества $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{N m_0}{M} = \frac{m}{M}$

• Газ, параметры которого удовлет-т уравнению КМ - идеальный газ.

• $T = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15 \text{ К}$

• Норм. условия газа - $p = 101325 \text{ Па} \approx 10^5 \text{ Па}$ и $T = 273,15 \text{ К}$

• V 1 моля газа при нормальных условиях $V = \frac{\nu RT}{p} \approx 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

Основы МКТ.

мопак-ия строения

МКТ - рассматривает Термод-ие свойства газов с точки зрения их Молекул находя-я в постоянном беспор-ом тепловом движении, при котором они обмен-ся импульсом и энергией.

Давление газа

n - концентрация молекул газа

T - т газа

\bar{v} - ср скорость молекул

Общее число молекул в цилиндре:

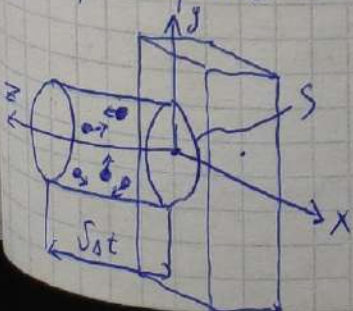
$$N = n u \Delta t S$$

К стенке движется $\frac{1}{6}$ часть от числа

$$N_1 = \frac{N}{6} = \frac{n u \Delta t S}{6}$$

Импульсы стенок ка молекул \approx Рмолекул на стенку

$$\Delta P_z = P_{2z} - P_{1z} = F \Delta t \Leftrightarrow \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2 = \frac{F}{S}$$



• Давление газа на стену: $p = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} \cdot n \cdot m_0 \cdot \overline{v^2} = \frac{2}{3} \cdot n \cdot W_{кин}$
 где $W_{кин} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow p = \frac{2}{3} n W_{кин} = \frac{2}{3} n \cdot \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{3} n m v^2$ - МКТ

Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы

Кол-во степеней свободы тела i - минимальное число координат, которые надо задать для однозначного определения положения тела.
 Для мат точки - (x, y, z) - кол-во степеней свободы $i=3$
 Для двух точек соединенных жестким стержнем $i=5$

Атомарный водород	10^{-27}
Молекулярный водород	$3 \cdot 10^{-27}$
Гелий	$6.6 \cdot 10^{-27}$
Неон	$3.3 \cdot 10^{-26}$
Атомарный азот	$2.3 \cdot 10^{-26}$
Молекулярный азот	$4.6 \cdot 10^{-26}$
Атомарный кислород	$5.3 \cdot 10^{-26}$
Молекулярный кислород	$1.1 \cdot 10^{-25}$
Аргон	$6.6 \cdot 10^{-26}$

Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы

средняя кин-я энергия, приходящаяся на одну степень свободы при тепловом движении $= \frac{1}{2} kT$, где $k = \frac{R}{N_A} \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{Дж}{К}$
 $W_{кин} = \frac{i}{2} kT$
 Полная кин. энергия одной молекулы

- Сред-я кин-я энергия на одну степень $\langle W_{кин} \rangle = \frac{i}{2} kT$
- Сред-я кин-я энергия вращ-го ф-ла $\langle W_{вращ} \rangle = \frac{i-3}{2} kT$

$n = \frac{N}{V}$ - концент-я, $k = \frac{R}{N_A}$ - постоянная Больцмана
 $N = \nu N_A$, $p = \frac{N_A}{V} \cdot \frac{RT}{N_A}$, $pV = \nu RT$ - 1/2 МКТ

Идеальный газ состоит из молекул, находящихся в непрерывном движении.

Средняя квадратичная скорость: $\sqrt{v_{кв}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

Внутр-я энергия идеал-го газа $U = \sum W_{кин} = N W_{кин} = \nu N_A \cdot \frac{i}{2} kT = \frac{i}{2} \nu RT$
 $U = \nu \frac{i}{2} RT = \frac{pV}{\gamma - 1} \cdot \frac{i}{2} RT$

Температура - мера внутр-й энергии идеал-го газа

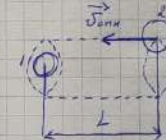
Закон Дальтона

Газ - смесь газов $\Rightarrow p_{общ} = p_1 + p_2 + \dots + p_n$

Парциальное давление газа - давление газа, которое оно имел бы в отрыве от других газов при том же объеме и температуре.

Закон Дальтона: давление газовой смеси равно сумме парциальных давлений газов смеси $p = p_{кт} = p_1 + p_2 + p_3$
 $m_{воздуха} = 29 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

Длина свободного пробега молекулы - среднее расстояние, которое пролетает молекула между двумя послед-ми столкнов-ми с другими молекулами. - λ



$V_{численн} = N \cdot L \cdot n^2 (L - \delta \text{ поправки})$

$V_{численн} = N \cdot V_{численн}$
 $n = \frac{N}{V} = \frac{N}{N V_0} = \frac{1}{V_0} = \frac{1}{L^3} \Rightarrow L = \frac{1}{n^{1/3}}$

$\Delta t = \frac{L}{v_{численн}} = \frac{1}{v_{численн}} \Rightarrow \lambda = \frac{\langle v \rangle}{v_{численн}} L (\langle v \rangle - v_{численн})$

Длина свободного пробега $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} n \sigma}$

$\sigma = \pi d^2$ - эффективное сечение взаимодействующих молекул
 $\Rightarrow \lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \sigma n} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}$

Ср. число соударений молекул газа: $\bar{\nu} = \frac{\langle v \rangle}{\lambda} = \sqrt{2} \sigma n \langle v \rangle$

Лекция 11.

1. Уравнение состояния - уравнение установившегося соотношения между термическими параметрами $(P, V, T) = 0$

В модели идеального газа учитываются только основные свойства молекул, которые требуют, чтобы объяснили основную поведение газа. Он представляет реальный газ в узком интервале P и T .

Уравнение Максвелла-Клайперона $PV = RT$.

2. 1. Все вещества образуются из квантовых частиц - молекул, которые сами состоят из атомов. Молекулы могут быть простыми и сложными.

2. Атомы и молекулы находятся в тепловом движении хаотическом движении.

3. Частицы взаимодействуют с другим типом, ионизируют электроны природу

$$P = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} n \cdot m \cdot v^2 = \frac{2}{3} n \cdot W_{\text{кин}}$$

Температура - характеристика состояния теплового равновесия системы тел

3. Одноатомная - 3 степени

Двухатомная - 5 степеней

Многочисленная - 6 степеней

На одну степень свободы $\langle \epsilon_k \rangle = \frac{1}{2} kT$

двухатомная $\langle \epsilon_k \rangle = \frac{5}{2} kT$

трехатомная $\langle \epsilon_k \rangle = \frac{6}{2} kT$

$$U = \frac{f}{2} RT$$

4. Длина свободного пробега - ср. расстояние, которое частица пролетит за время свободного пробега от одного столкновения до следующего.

$$\lambda = \frac{1}{n \cdot \sigma}$$

5 - полное поперечное сечение рассеяния, характер столкновения между двумя молекулами. $\sigma = \pi r^2$

5. В опыте Вильсона цилиндр был сделан из прозрачного стекла, через него проходили фотоны света, осаждалась на внутреннюю поверхность, внешне цилиндры образуют хорошо наблюдаемую точку росы прямо.



Схема опыта

Результат о существовании наиболее вероятной средней скорости движения частиц. При $\uparrow T$ прорыв смещается в сторону \Rightarrow зависимость $\bar{v}_{\text{ср}}$ от t металла.