

Основное уравнение МКТ

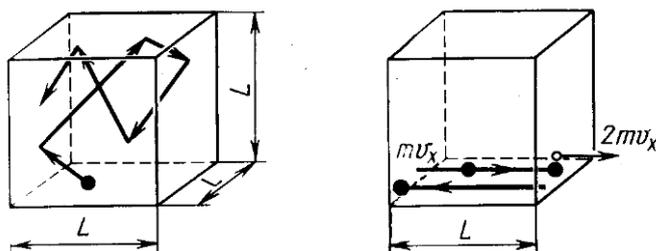
- Идеальный газ:
1. Молекулы – упругие шары
 2. Расстояние > d
 3. F притяжения = 0
 4. F отталкивания при ударе
 5. По законам Ньютона

Идеальный газ – это газ, взаимодействие между молекулами которого пренебрежительно мало. $E_k \gg E_p$

Давление газа – вызвано ударами молекул о стенки сосуда. $p = \frac{F}{S}$

Средняя сила давления

Рассмотрим движение одной молекулы одной молекулы, заключенной в кубическом ящике.



Для упрощения предположим, что молекула движется вправо и влево по оси Oх.

Импульс вправо (проекция на ось Oх) равен m_0v_x , влево: $-m_0v_x$ (m_0 – масса одной молекулы).

Молекула движется, ударяясь о стенки под различными углами.

Изменение импульса: $\Delta p_x = 2mv_x$

Согласно II закону Ньютона $\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$

Зная, что $\Delta t = \frac{2L}{v_x}$, где Δt – время между двумя отскоками молекулы,

а $\Delta p_x = m_0v_x - (-m_0v_x) = 2m_0v_x$, получим среднюю силу, действующую на стенку:

$$F = \frac{2m_0v_x}{2L/v_x} = \frac{m_0v_x^2}{L}$$

Если в ящике в одном направлении движется N молекул, то средняя сила равна: $\bar{F} = N \frac{m_0 \overline{v_x^2}}{L}$

Среднее значение квадрата модуля скорости

Среднее значение квадрата скорости: $\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}$

Квадрат модуля любого вектора на оси Oх, Oу, Oz равен: $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$

Среднее значение квадратов проекций скоростей: $\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2}$

Оси Oх, Oу, Oz равноправны, следовательно $\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$, поэтому $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$

Так как $\bar{F} = N \frac{m_0 \overline{v_x^2}}{L}$, $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$, $p = \frac{F}{S}$, то $p = \frac{1}{3} \frac{Nm_0 \overline{v^2}}{LS} = \frac{1}{3} \frac{Nm_0 \overline{v^2}}{V}$, где $LS=V$ – объем ящика

Концентрация – число молекул в единице объема $n = \frac{N}{V}$

$p = \frac{1}{3} nm_0 \overline{v^2}$ – основное уравнение МКТ (уравнение Клаузиуса), устанавливающее связь между микромиром ($m_0, \overline{v^2}$) и макромиром (p).

Так как $\frac{Nm_0}{V} = \rho$, то

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

Так как $E_k = \frac{m_0 v^2}{2}$, то

$$p = \frac{2}{3} \overline{E_k} n$$
 – основ. уравнение МКТ