

ОК-3

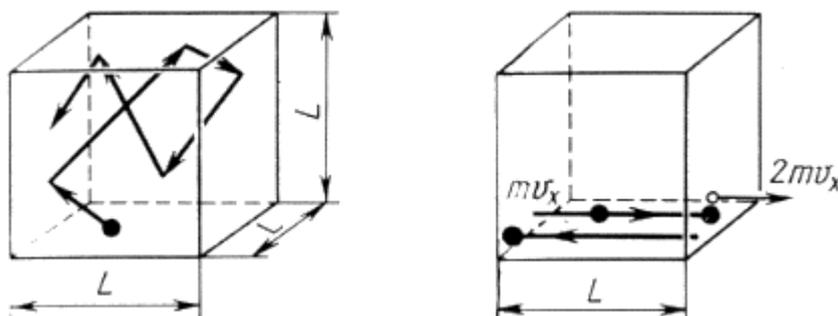
Основное уравнение МКТ газов

Модель идеального газа

1. Межмолекулярные силы взаимодействия отсутствуют.
2. Взаимодействия молекул газа происходят только при их соударениях и являются упругими.
3. Молекулы газа не имеют объема – материальные точки.

Средняя сила давления

Рассмотрим движение одной молекулы, заключенной в кубическом ящике.



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

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

Молекула движется, ударяясь о стенки под различными углами.

Изменение импульса: $\Delta p_x = 2 m_0v_x$

Согласно II закону Ньютона:

$$\bar{F}\Delta t = \Delta \bar{p}.$$

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

$$\Delta p_x = m_0v_x - (-m_0v_x) = 2m_0v_x,$$

получим среднюю силу, действующую на стенку:

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

Если в ящике в одном направлении движется N молекул, то средняя сила равна:

$$\bar{F} = N \frac{m\bar{v}_x^2}{L}.$$

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 Ox , Oy , Oz равен:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2.$$

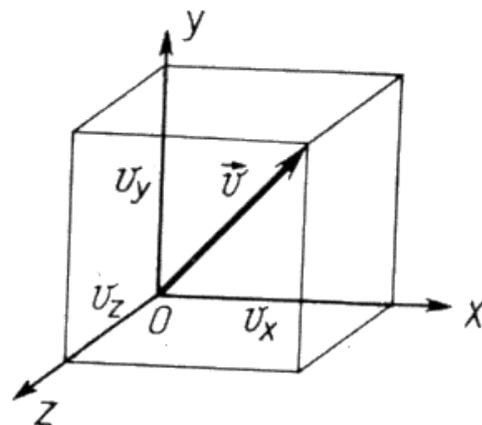
Среднее значение квадратов проекций скоростей:

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

Оси Ox , Oy , Oz равноправны.
Следовательно,

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2},$$

$$\overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}.$$

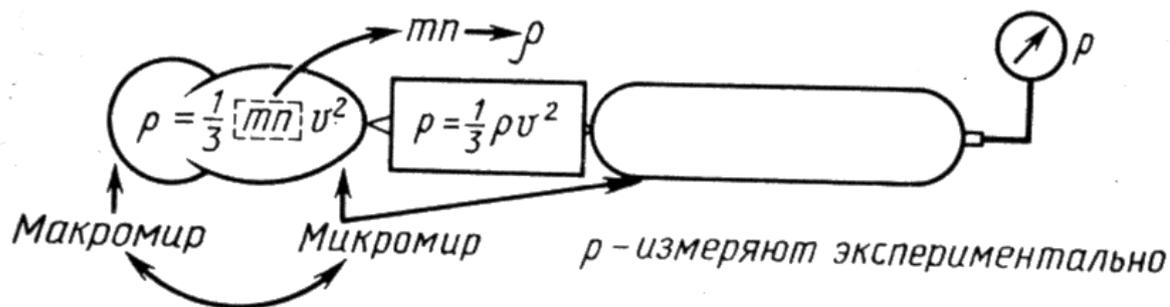


Так как $\bar{F} = \frac{1}{3} N \frac{m_0 \bar{v}^2}{L}$, $\rho = \frac{F}{S}$, то $\rho = \frac{1}{3} \frac{N m_0 \bar{v}^2}{LS} = \frac{1}{3} \frac{N m_0 \bar{v}^2}{V}$.

Знаем, что $LS = V$ — объем ящика, $\frac{N}{V} = n$ — концентрация молекул.

Следовательно, $\rho = \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2$ — основное уравнение

МКТ (уравнение Клаузиуса), устанавливающее связь между микро- и макромиром;



Устанавливается связь между микро- и макромиром.

Так как $E_k = \frac{m_0 v^2}{2}$, откуда $m_0 v^2 = 2E_k$.

Следовательно,

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

Давление идеального газа прямо пропорционально средней кинетической энергии поступательного движения молекул, содержащихся в единице объема газа.