

Вопрос 2

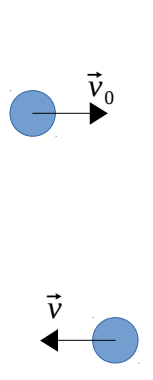
МКТ идеального газа. Давление идеального газа. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа.

Идеальный газ с точки зрения МКТ — физическая модель, включающая в себя:

- 1) молекулы газа — материальные точки
- 2) молекулы хаотично и непрерывно двигаются, причем между столкновениями скорости не меняются
- 3) столкновения носят упругий характер без потерь механической энергии
- 4) силы взаимодействия между молекулами проявляются лишь при столкновении

Движение молекул такого газа подчиняется законам Ньютона.

Давление ИГ — скалярная физическая величина, численно равная отношению перпендикулярной поверхности силы действия молекул газа на поверхность, к площади поверхности.



Рассмотрим газ в закрытом сосуде и одну молекулу, движущуюся в нем перпендикулярно стенке, до и после столкновения. (m_0 — масса одной молекулы, \vec{v}_0 — ее скорость до столкновения, \vec{v} — после, $|\vec{v}_0|=|\vec{v}|$)

$\vec{p}_0 = m_0 \vec{v}_0$, $\vec{p} = m_0 \vec{v} \Rightarrow \Delta \vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0 = -2 \vec{p}_0$ (т. к. удар упругий, а стенка перпендикулярна вектору скорости)

Тогда для каждой молекулы проекция изменения импульса на ось, перпендикулярную стенке, $\Delta p_x = -2 m_0 v_x$, следовательно, проекция силы, с которой стенка действует на молекулу

$F_x = \frac{\Delta p_x}{\Delta t} = \frac{-2 m_0 v_x}{\Delta t}$ (II закон Ньютона в импульсной форме). По III закону Ньютона $F_{\perp} = -F_x$ - сила действия молекулы на стенку.

Давление одной молекулы на стенку $P_{0det} = \frac{F_{\perp}}{S} = \frac{2 m_0 v_x}{\Delta t S}$

Рассмотрим цилиндр с площадью основания S , длиной l , содержащий N молекул вещества.

Некоторая i -ая молекула движется со скоростью v_i . Усредним скорость всех молекул: $\bar{v} = v_{cp} = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{N}}$.

Теперь за время Δt каждая молекула проходит $l = \bar{v} \cdot \Delta t$, $N = nV = nSl = nS\bar{v}\Delta t$.

Но из этого числа молекул $\frac{1}{2}$ движется к стенке и $\frac{1}{3}$ по оси Ox . Следовательно, давление всех молекул на стенку

равно
$$P_{\Sigma} = \frac{F_{\Sigma}}{S} = \frac{F \cdot N'}{S} = \frac{1}{6} \cdot \frac{2 m_0 \bar{v}^2 n S}{S \Delta t} = \frac{1}{3} \cdot n m_0 \bar{v}^2$$

Основное уравнение МКТ
$$P = \frac{1}{3} \cdot n m_0 \bar{v}^2$$

Можно записать основное уравнение МКТ в виде
$$P = \frac{2}{3} \cdot n \bar{E}_k$$