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.

Рассмотрим газ в закрытом сосуде и одну молекулу в нем до и после столкновения со стенкой.

(m_0 — масса одной молекулы, $\vec{v}$ – ее скорость.)

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

Тогда $\Delta p_x=-2m_0v_x$, проекция силы, с которой стенка действует на молекулу $F_x=\frac{\Delta p_x}{\Delta t}=\frac{-2m_0v_x}{\Delta t}$ (II закон Ньютона в импульсной форме). По III закону Ньютона $F_\perp=-F_x$ - сила действия молекулы на стенку.

Давление одной молекулы на стенку $P_0 \underset{det}{=} \frac{F_\perp}{S}=\frac{2m_0v_x}{\Delta t S}$

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

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 $l=\bar{v}\cdot\Delta t$, $N=nV=nSV=nS\bar{v}\Delta t$.

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 $P_\Sigma=\frac{F_\Sigma}{S}=\frac{F\cdot N'}{S}=\frac{2m_0\bar{v}^2nS}{6S\Delta t}=\frac{1}{3}\cdot nm_0\bar{v}^2$

Основное уравнение МКТ $P=\frac{1}{3}\cdot nm_0\bar{v}^2$

Можно записать основное уравнение МКТ в виде $P=\frac{2}{3}\cdot n\overline{E_k}$