

Основне рівняння МКТ. Приклади

1. Молекула азоту зі швидкістю $v = 600$ м/с пружно вдаряється об перпендикулярну стінку посудини. Знати імпульс сили $F \Delta t$ переданий стінці молекулою.

Відповідь. $F \Delta t = 2m_0v = 5,6 \cdot 10^{-23}$ Нс.

2. На пласку поверхню у вакуумі напилується шар срібла. Пучок атомів срібла падає на поверхню перпендикулярно їй, всі атоми срібла прилипають до поверхні. Швидкість атомів у пучку $v = 400$ м/с, концентрація $n = 5,0 \cdot 10^{17}$ м⁻³. Визначити тиск атомів срібла на поверхню. Молярна маса срібла $M = 107,9$ кг/кмоль.

Відповідь. $p = n \frac{M}{N_A} v^2 = 1,434 \cdot 10^{-4}$ Па.

Розв'язання. Імпульс сили тиску F на стінку площею S за час Δt рівний сумі імпульсів переданих стінці всіма атомами в об'ємі $S v \Delta t$.

$F \Delta t = n S v \Delta t m_0 v$. Звідси $p = n m_0 v^2$. $p = n \frac{M}{N_A} v^2 = 1,434 \cdot 10^{-4}$ Нс.

3. В повітрі при температурі $T = 300$ К хаотично рухаються сферичні пилинки радіусом $r = 1$ мкм, густиною $\rho = 1,3$ г/см³. Знайти середню квадратичну швидкість $\langle v \rangle$ хаотичного руху пилинок.

Відповідь. $\langle v \rangle = \sqrt{\frac{9kT}{4\pi\rho r^3}}$; $\langle v \rangle = 3 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Розв'язання. Вважаючи пилінку браунівською частинкою, за формулою Больцмана матимемо

$\frac{m \langle v \rangle^2}{2} = \frac{3}{2} kT$, де $m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi r^3$ маса пилинки.

З цього $\langle v \rangle = \sqrt{\frac{9kT}{4\pi\rho r^3}}$.

4. Скільки кіломолей газу міститься в об'ємі $V = 2$ л при тиску $p = 10^6$ Па, якщо середня енергія однієї молекули $\epsilon = 5 \cdot 10^{-34}$ Дж?

Відповідь. $\nu = \frac{3pV}{2N_A \epsilon_k}$; $\nu = 0,1$ моль.

Розв'язання. За рівнянням молекулярно-кінетичної теорії

$p = \frac{2}{3} n \epsilon_k$, де $n = \frac{N}{V} = \frac{\nu N_A}{V}$, звідки $\nu = \frac{3pV}{2N_A \epsilon_k}$.

5. Яка кількість молекул знаходиться в кімнаті об'ємом 80 м³ при температурі 17°C і тиску 750 мм рт. ст.?

Відповідь. $N = \frac{pV}{kT}$, $N = 2 \cdot 10^{27}$.