

Основное уравнение МКТ идеального газа

ЗАДАЧА 1. Струя воды налетает на стену и после неупругого столкновения растекается вдоль стены. Найдите давление струи на стену. Плотность воды ρ , скорость течения воды в струе равна v . Плоскость стены перпендикулярна потоку. Силу тяжести не учитывать.

$$\boxed{p = \rho v^2 d}$$

ЗАДАЧА 2. Перпендикулярно стене направлен пучок одинаковых точечных частиц массой m , движущихся со скоростью v . Концентрация частиц в пучке равна n . Найдите давление пучка на стену, если соударения частиц со стеной абсолютно упругие. Силу тяжести не учитывать.

$$\boxed{p = nmv^2}$$

ЗАДАЧА 3. Идеальный газ с массой частиц m , концентрацией частиц n и средней квадратичной скоростью v движения частиц оказывает давление

$$p = \frac{1}{3} m n v^2$$

(это — так называемое *основное уравнение МКТ идеального газа*). Качественно объясните появление множителя $1/3$ в данной формуле.

ЗАДАЧА 4. («Физтех», 2018, 10) Два коаксиальных цилиндра разного радиуса $R_1 = 5$ см и $R_2 = 25$ см помещены в вакуум. Вдоль образующей внутреннего цилиндра имеется узкая щель. Вдоль оси системы натянута платиновая проволочка, покрытая тонким слоем серебра. Если проволочку с помощью электротока раскалить до температуры $T = 1000$ К, то образуется налёт в виде полосы на боковой поверхности внешнего цилиндра напротив щели. Цилиндры приводят во вращение вокруг их общей оси с некоторой угловой скоростью ω . В результате на боковой поверхности внешнего цилиндра образуется ещё одна полоса налёта, смещённая относительно первой на $S = 7$ см (расстояние отсчитывается вдоль боковой поверхности). Относительную атомную массу серебра считать $A = 100$.

- 1) Найти среднюю скорость атомов серебра.
- 2) Найти среднее время пролёта атомом промежутка между цилиндрами.
- 3) Найти угловую скорость ω системы.

$$\boxed{v_{\text{ср}} = \frac{v_{\text{кв}}}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3kT}{A m_0}} = \sqrt{\frac{3kT}{A \cdot 10^{-3} \text{кг}}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{Дж}}{100 \cdot 10^{-3} \text{кг}}} = \sqrt{4,14 \cdot 10^{-21} \text{Дж/кг}} = 6,43 \cdot 10^{-11} \text{м/с}$$

ЗАДАЧА 5. (МОШ, 1995, 10; «Покори Воробьёвы горы!», 2014, 10–11) Оценить скорость роста толщины слоя серебра при напылении в вакууме, если известно, что атомы серебра с энергией $E = 10^{-19}$ Дж оказывают на подложку давление $p = 0,1$ Па. Плотность серебра $\rho = 10,5$ г/см³, молярная масса $\mu = 108$ г/моль.

$$\boxed{v \approx \frac{p}{\rho} \sqrt{\frac{N_A}{E}} = \frac{0,1 \text{ Па}}{10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} \sqrt{\frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}}{10^{-19} \text{ Дж}}} = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$$