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.

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

Задача 2. Перпендикулярно стене направлен пучок одинаковых точечных частиц массой m, двигающихся 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.

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

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

$$p = \frac{1}{3}mnv^2$$

(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 радиусами $R_1 = 5$ 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.

$\boxed{1)\ v = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = 500\ \text{м/с};\ 2)\ \tau = \frac{R_2 - R_1}{v} = 0{,}4\ \text{мс};\ 3)\ \omega = \frac{S}{R_2\tau} = 700\ \text{рад/с}}$

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/см^3, молярная масса $\mu = 108$ г/моль.

$\boxed{u = \frac{p}{\rho}\sqrt{\frac{\mu}{2N_A E}} \approx 9\ \text{нм/с}}$