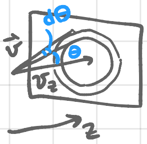
24 Среднее число молекул, сталкивающихся в единицу времени с единичной площадкой.

Рассм. столкновения молекул газа с неподв. стенкой
Выделим группу молекул со скоростью v.
"плотность" этих молекул – $dn(v)$



в телесный угол $d\Omega = 2\pi\sin\theta\, d\theta$ летит доля $\frac{d\Omega}{4\pi}$ молекул.

плотность этих молекул – $dn(v)\,\frac{d\Omega}{4\pi}$

За время dt до поверхности долетят молекулы, удалённые от неё на расстояние $v_z dt$ $(v_z = v\cos\theta)$

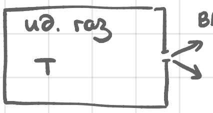
всего в площадку dS попадут молекулы, нах. в цилиндре объёмом $v_z\, dt\, dS$, содержащем $v_z\, dt\, dS\, dn(v)\frac{d\Omega}{4\pi}$ молекул выд. группы.

суммируя по всем $0<\theta<\frac{\pi}{2}$ и $0<v<\infty$ и деля рез-т на $dt\,dS$, получаем

$$j = \int dn(v)\, v\cos\theta\, \frac{d\Omega}{4\pi} = n\int_0^{\infty} v\,\varphi(v)\,dv \times \frac{1}{4\pi}\int_0^{\pi/2}\cos\theta\cdot 2\pi\sin\theta\, d\theta = \frac{1}{4}n\bar{v}$$

– плотность потока числа частиц газа (ч-ло частиц, пересек. единичн. площадку в ед. времени)

Средняя энергия молекул, вылетающих в вакуум ч/з малое отверстие



вакуум $v \div v+dv$:

$$dn = n\,\varphi(v)\,dv = 4\pi n A\, e^{-\frac{mv^2}{2kT}}\, v^2\, dv$$

ч/з единичную площадку из сосуда вылетит

$$dj = \frac{1}{4} v\, dn$$

молекул рассм. группы. они унесут энергию

$$dE = \frac{1}{4} v\, dn\, \frac{mv^2}{2}$$

$$j = \int_{v=0}^{\infty} \frac{1}{4} v\, dn$$

$$E = \int_{v=0}^{\infty} \frac{1}{4} v\, dn\, \frac{mv^2}{2}$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{E}{j} = \frac{\int_{v=0}^{\infty} \frac{mv^2}{2}\frac{1}{4} v\,\varphi(v)\,dv}{\int_{v=0}^{\infty} \frac{1}{4} v\,\varphi(v)\,dv} = \frac{m}{2}\,\frac{\int_{v=0}^{\infty} e^{-\frac{mv^2}{2kT}}\, v^5\, dv}{\int_{v=0}^{\infty} e^{-\frac{mv^2}{2kT}}\, v^3\, dv} = 2kT$$