Распределение по энергиям

Вероятность, с которой молекула идеального газа имеет значение энергии в интервале ($\varepsilon, \varepsilon + d\varepsilon$) :

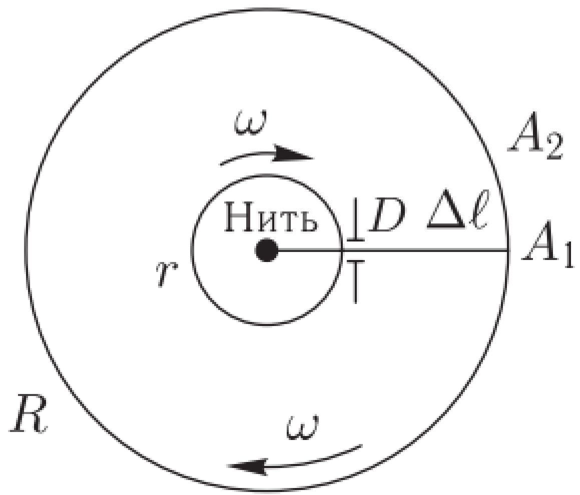
$$dP_L(\varepsilon) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{k_\text{B} T} \right)^{3/2} \sqrt{\varepsilon} \exp\left(-\frac{\varepsilon}{k_\text{B} T} \right) d\varepsilon$$

Плотность вероятности:

$$f(\varepsilon) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{k_\text{B} T} \right)^{3/2} \sqrt{\varepsilon} \exp\left(-\frac{\varepsilon}{k_\text{B} T} \right)$$

$$\varepsilon_\text{нв} = \frac{k_\text{B} T}{2} \qquad \left\langle \frac{mv^2}{2} \right\rangle = \frac{3 k_\text{B} T}{2}$$

Экспериментальная проверка распределения Максвелла



$$\Delta l = \omega R \Delta t$$

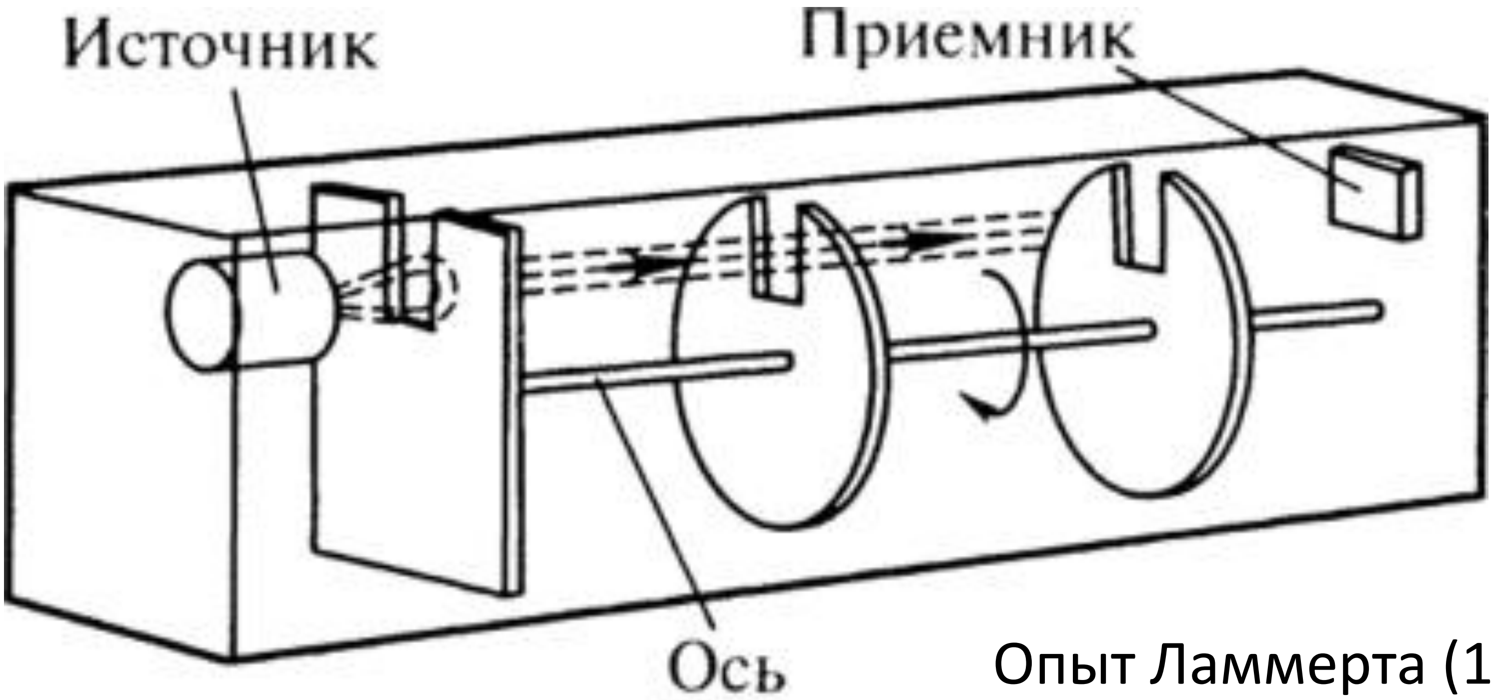
$$\Delta t = (R - r)/v$$

$$v = \omega R(R - r)/\Delta l$$

При протекании по нити электрического тока она нагревалась, и атомы серебра, пройдя через щель внутреннего цилиндра и неподвижную щелевую диафрагму D, затем оседали на внутренней поверхности охлаждаемого внешнего цилиндра.

При неподвижных цилиндрах на этой поверхности образовывалась узкая серебряная полоска в точке A1. При равномерном вращении цилиндров с угловой скоростью ω полоска смещалась в точку A2, находящуюся от первоначальной точки A1 на расстоянии Δl

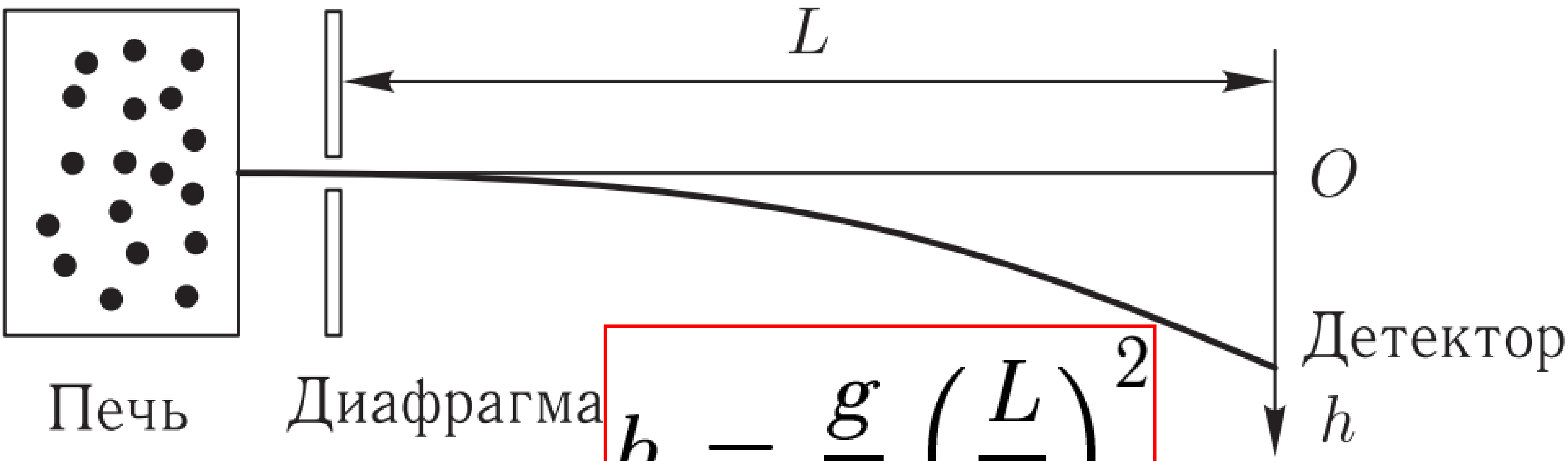
Экспериментальная проверка распределения Максвелла



Опыт Ламмерта (1929)

$$\frac{l}{v} = \frac{\alpha}{\omega}$$ Условие пролёта

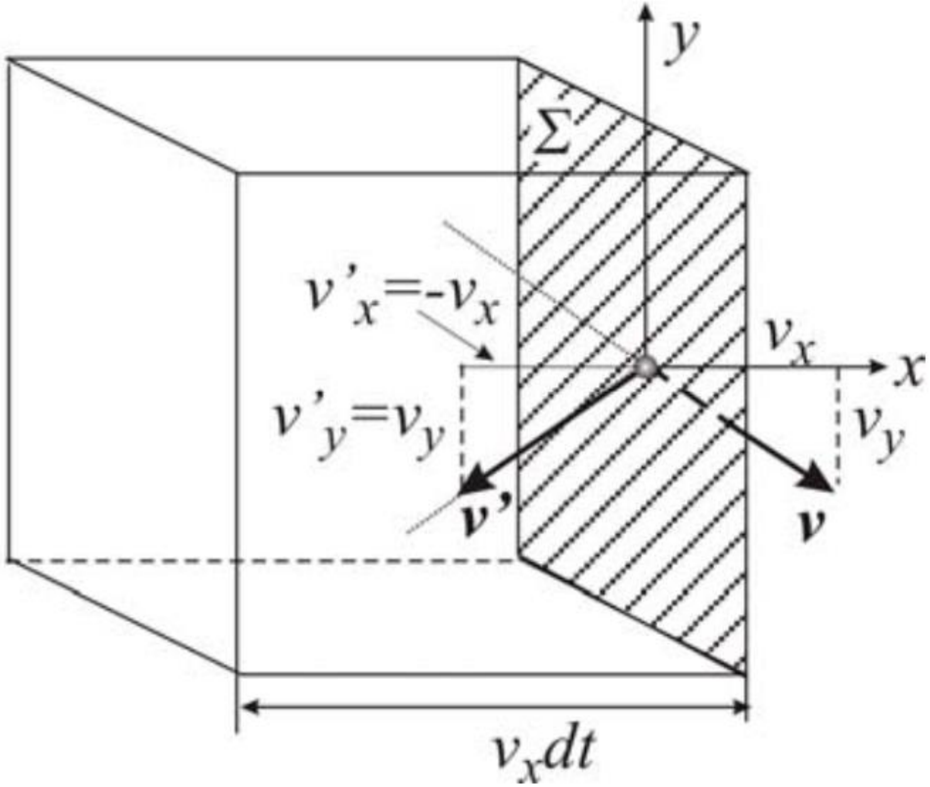
Экспериментальная проверка распределения Максвелла



$$h = \frac{g}{2}\left(\frac{L}{v}\right)^2$$

В 1947 г. И. Эстерманом, О. Симпсоном и О. Штерном были выполнены эксперименты по измерению отклонения вниз горизонтальных молекулярных пучков в поле силы тяжести. В эксперименте пучок атомов цезия вылетал через отверстие в печи с некоторой скоростью ***v*** и, пройдя диафрагму, под действием силы тяжести начинал двигаться по параболе.

Частота ударов молекул о стенку



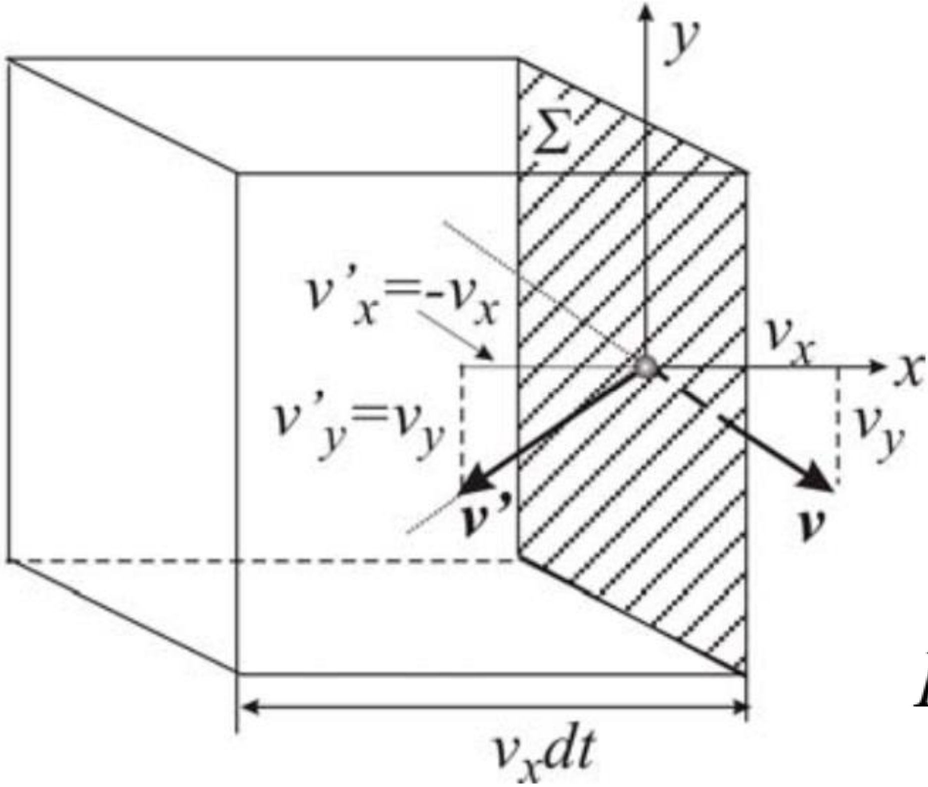
Вычислим **количество ударов молекул о стенку** единичной площади за единицу времени при их тепловом движении.

$$dV = v_x \Sigma dt$$

$$dw(v_x) = \frac{dN(v_x)}{dt \cdot \Sigma} = v_x \cdot n(v_x) = v_x n_0 f(v_x) dv_x$$

$$w = \int_0^\infty dw(v_x) = n_0 \sqrt{\frac{m}{2\pi k_B T}} \int_0^\infty v_x \exp\left(-\frac{mv_x^2}{2k_B T}\right) dv_x = n_0 \sqrt{\frac{k_B T}{2\pi m}}$$

Уравнение Менделеева – Клапейрона



Вычислим давление p идеального газа при температуре T и концентрации молекул n_0 .

$$dV = v_x \Sigma dt$$

$$p = \int_0^\infty 2mv_x^2 \left\{ n_0 dP(v_x) \right\}$$

$$p = nk_{\mathrm{B}}T$$