Распределение Максвелла

- Распределение Максвелла по компонентам скоростей
- Распределение Максвелла по абсолютным значениям скоростей
- Распределение Максвелла при различных температурах
- Характерные скорости распределения Максвелла
- Распределение по энергиям
- Экспериментальная проверка распределения Максвелла

Распределение Максвелла по скоростям

- **Распределение Максвелла по скоростям** — это распределение по скоростям молекул газа, находящегося в состоянии термодинамического равновесия, названное по имени английского физика Дж. Максвелла, установившего это распределение в 1859 г.

- **Распределение Максвелла по скоростям** не зависит от конкретного вида взаимодействия между молекулами и справедливо не только для газов, но и для жидкостей, если для них возможно классическое описание. Важно только, чтобы ***взаимодействие молекул не зависело от их скоростей и описывалось потенциальной энергией, зависящей только от координат молекул***.

Распределение Максвелла по скоростям

Распределение Максвелла по компонентам скоростей:

$$dP(v_x, v_y, v_z) = \left(\frac{m}{2\pi k_\text{B} T}\right)^{3/2} \exp\left(-\frac{mv_x^2 + mv_y^2 + mv_z^2}{2k_\text{B} T}\right) dv_x dv_y dv_z$$

Плотность вероятности:

$$f(v_x, v_y, v_z) = \left(\frac{m}{2\pi k_\text{B} T}\right)^{3/2} \exp\left(-\frac{mv_x^2 + mv_y^2 + mv_z^2}{2k_\text{B} T}\right)$$

В силу независимости каждой из компонент скоростей, получаем:

$$dP(v_x) = \sqrt{\frac{m}{2\pi k_\text{B} T}} \exp\left(-\frac{mv_x^2}{2k_\text{B} T}\right) dv_x$$

$$f(v_x) = \sqrt{\frac{m}{2\pi k_\text{B} T}} \exp\left(-\frac{mv_x^2}{2k_\text{B} T}\right)$$

Распределение Максвелла по скоростям

Распределение Максвелла по абсолютным значениям скоростей:

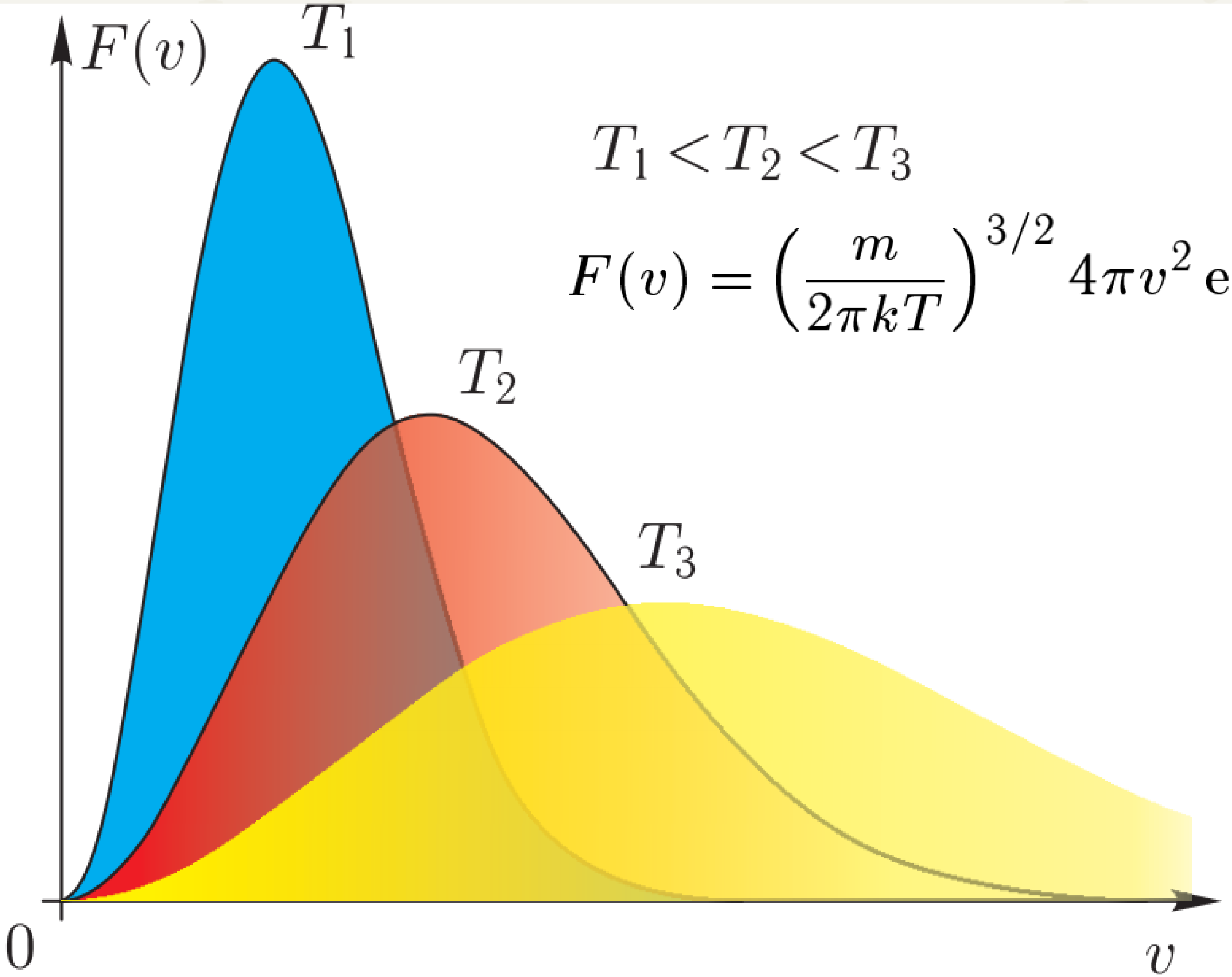
$$dP(v) = \left(\frac{m}{2\pi k_{\mathrm{B}} T}\right)^{3/2} \exp\left(-\frac{mv^2}{2k_{\mathrm{B}} T}\right) 4\pi v^2 dv$$

Плотность вероятности:

$$F(v) = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} 4\pi v^2 \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right)$$

Число частиц, модуль скорости которых находится в интервале ($v;v+dv$): $dN=NdP(v)$

Распределение Максвелла при различных температурах



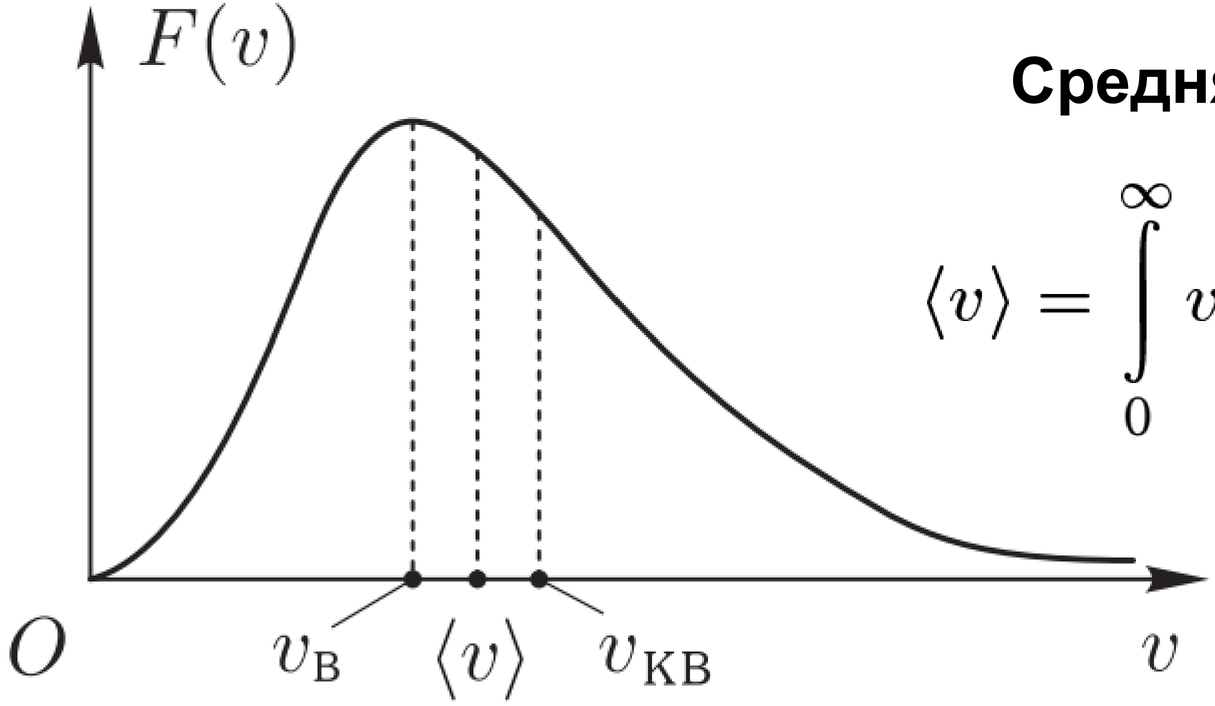
$$T_1 < T_2 < T_3$$

$$F(v) = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} 4\pi v^2 \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right)$$

Характерные скорости распределения Максвелла

Плотность вероятности:

$$F(v) = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} 4\pi v^2 \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right)$$



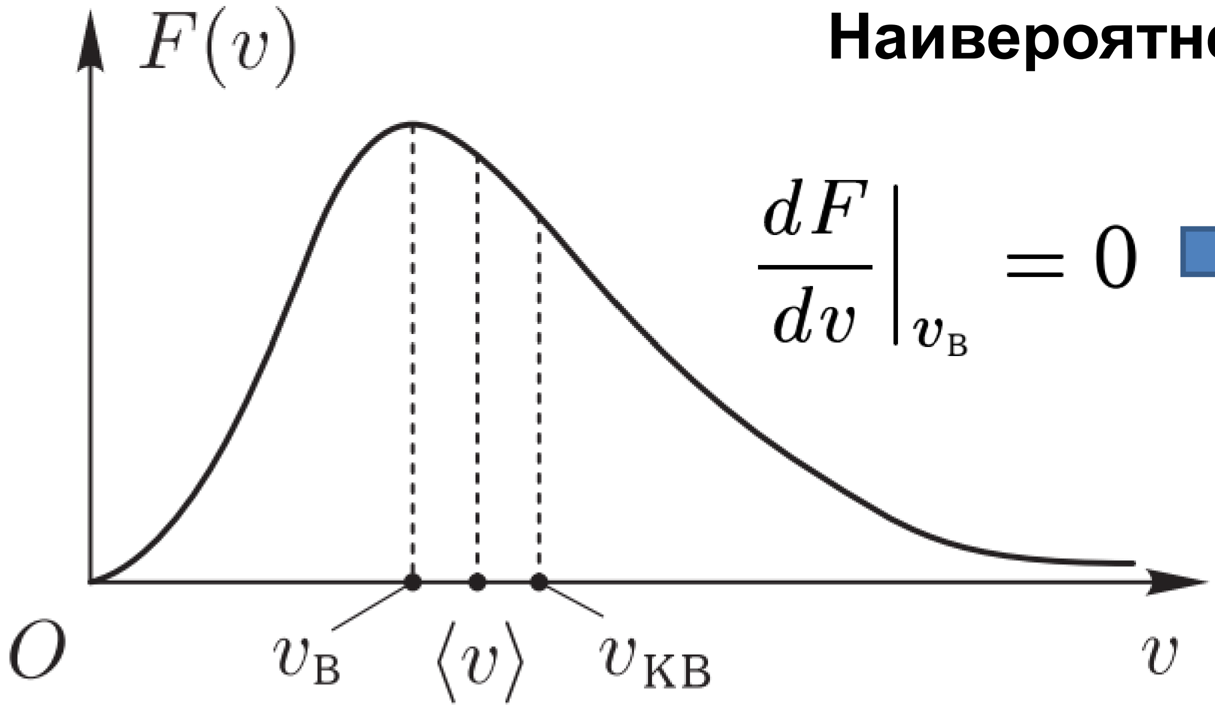
Средняя скорость:

$$\langle v \rangle = \int_0^\infty v \cdot F(v) \cdot dv = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

Характерные скорости распределения Максвелла

Плотность вероятности:

$$F(v) = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} 4\pi v^2 \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right)$$



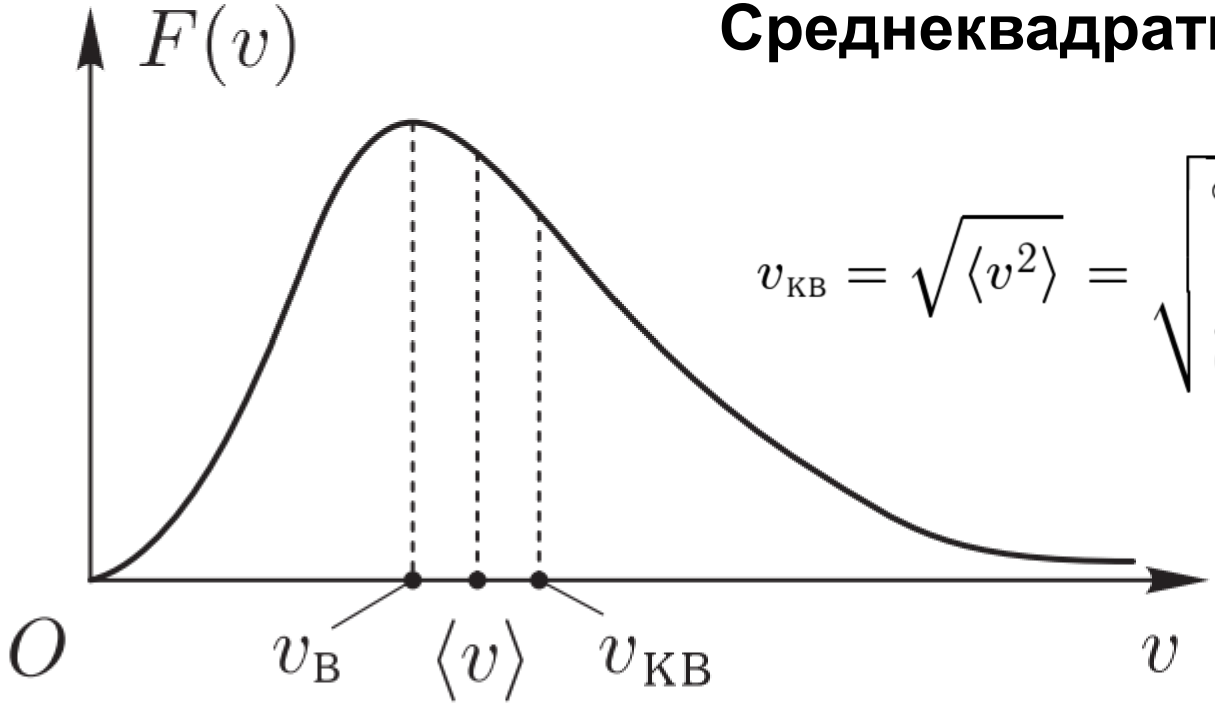
Наивероятнейшая скорость:

$$\left.\frac{dF}{dv}\right|_{v_{\text{в}}} = 0 \Rightarrow v_{\text{в}} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$

Характерные скорости распределения Максвелла

Плотность вероятности:

$$F(v) = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} 4\pi v^2 \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right)$$



Среднеквадратичная скорость:

$$v_\text{кв} = \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\int_0^\infty v^2 \cdot F(v) \cdot dv} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$