

Распределение, характеризующее вероятность того, что молекула имеет длинный импульс и находится в данном элементе объёма.

$$dw = \frac{1}{(2\pi mkT)^{3/2}} \exp \left[ -\frac{\vec{p}^2}{2mkT} \right] d\vec{p} * \frac{\exp \left[ -\frac{U(V)}{kT} \right] dV}{\int \exp \left[ -\frac{U(V)}{kT} \right] dV}$$

Где дробь - Распределение Больцмана, а остальная часть - распределение Максвелла.

### 11 Формула Планка для равновесного излучения

$$\rho_v = \frac{8\pi v^2}{c^3} < E(v) > = \frac{8\pi v^2 h}{c^3} \frac{1}{e^{hv/kt} - 1} - \text{спектр плотности энергии равновесного излучения}$$

### 12 Третье начало термодинамики

При стремлении температуры к абсолютному нулю энтропия всякой равновесной системы стремится к одному и тому же для всех систем конечному значению, которое можно положить равным нулю.

$$\lim_{T \rightarrow 0} [S(T, x_2) - S(T, x_1)] = 0, \text{ или } \lim_{T \rightarrow 0} \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right) |_T = 0$$

$x_1, x_2$  - набор макроскопических (внешних) параметров, от которых зависит состояние системы

**Следствия** (при  $T \rightarrow 0K$ ):

\*  $C_p \rightarrow 0, C_v \rightarrow 0$

\* Термические коэффициенты расширения  $\alpha$  и давления  $\gamma$ :

$$\alpha = \frac{1}{V_0} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \rightarrow 0, \quad \gamma = \frac{1}{p_0} \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \rightarrow 0$$

\* Недостижимость абсолютного нуля температуры

### 13 Распределение Бозе-Эйнштейна

$$< N_{\vec{k}} > = \frac{1}{\exp \left[ \frac{\mathcal{E}_{\vec{k}} - \mu}{kT} \right] - 1}$$

Этому распределению подчиняются системы частиц с целым спином - бозоны

$< N_{\vec{k}} >$  - число частиц,  $\mu$  - химический потенциал, отнесенный к одной частице

### 14 Распределение Ферми-Дирака

$$< N_{\vec{k}} > = \frac{1}{\exp \left[ \frac{\mathcal{E}_{\vec{k}} - \mu}{kT} \right] + 1}$$

Этому распределению подчиняются системы частиц с полуцелым спином - фермионы

Для фермионов справедлив принцип Паули - 2 фермиона в одном квантовом состоянии находиться не могут

### 15 Критерий невырожденности идеального газа

Невырожденность - это отсутствие квантовых связей

$$\text{Критерий невырожденности: } \frac{(2\pi\hbar)^3 N}{V(2\pi mkT)^{\frac{2}{3}}} \ll 1 \text{ эквивалентен условию } T \gg T_{\text{выр}} = \frac{\hbar^2}{mk} \left( \frac{N}{V} \right)^{\frac{2}{3}}$$

### 16 Энергия Ферми

$$\mathcal{E}_{\text{max}} = \frac{p_m^2 ax}{2m} = \left( \frac{3N}{8\pi V} \right)^{\frac{2}{3}} \frac{h^2}{2m} - \text{граничная энергия (вырождения) Ферми газа}$$