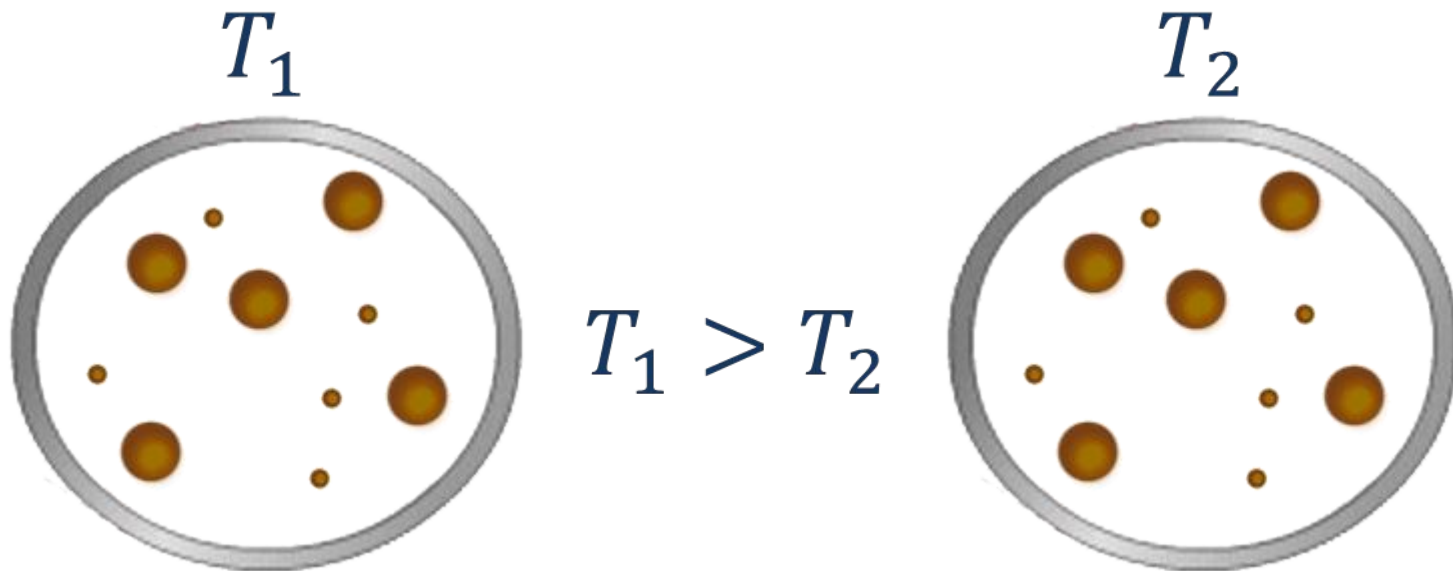
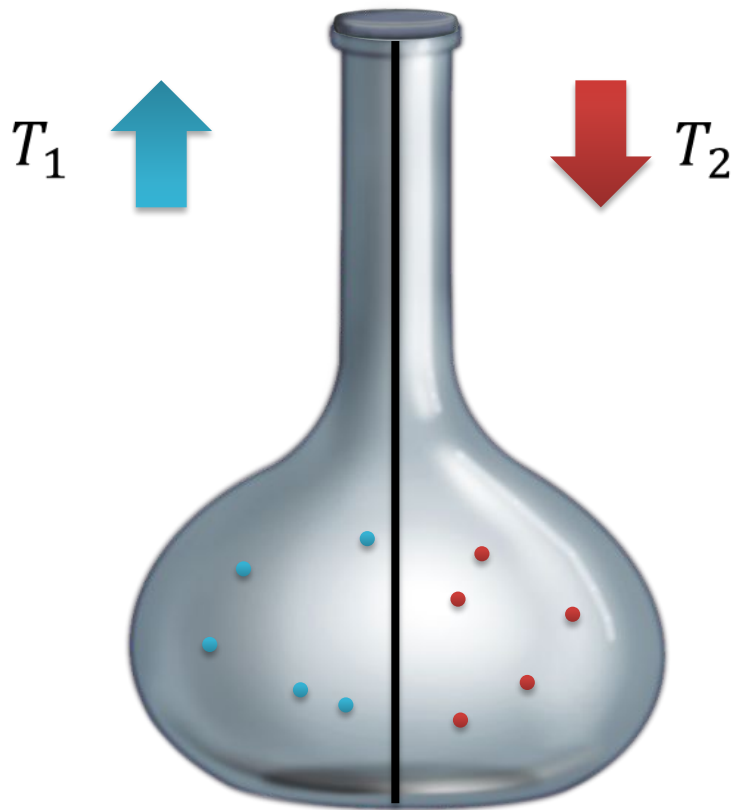


# Определение температуры. Абсолютная температура





**Гипотеза:** температура — это средняя кинетическая энергия молекул.

**Цель:** доказать, что температура и средняя кинетическая энергия молекул обладают одинаковыми свойствами.

$$n = \frac{N}{V}$$

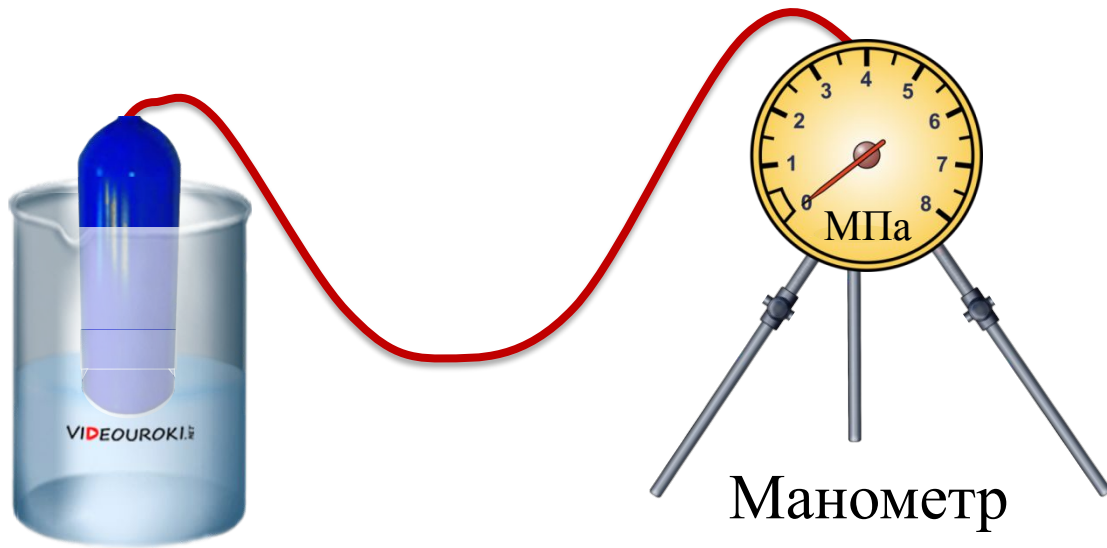
$$P = \frac{2}{3} n \overline{E_K}$$

$$\frac{2}{3} \overline{E_K} = \frac{PV}{N}$$

$$N = \nu N_A$$

$$\nu = \frac{m}{M}$$

$$N = \frac{m}{M} N_A$$



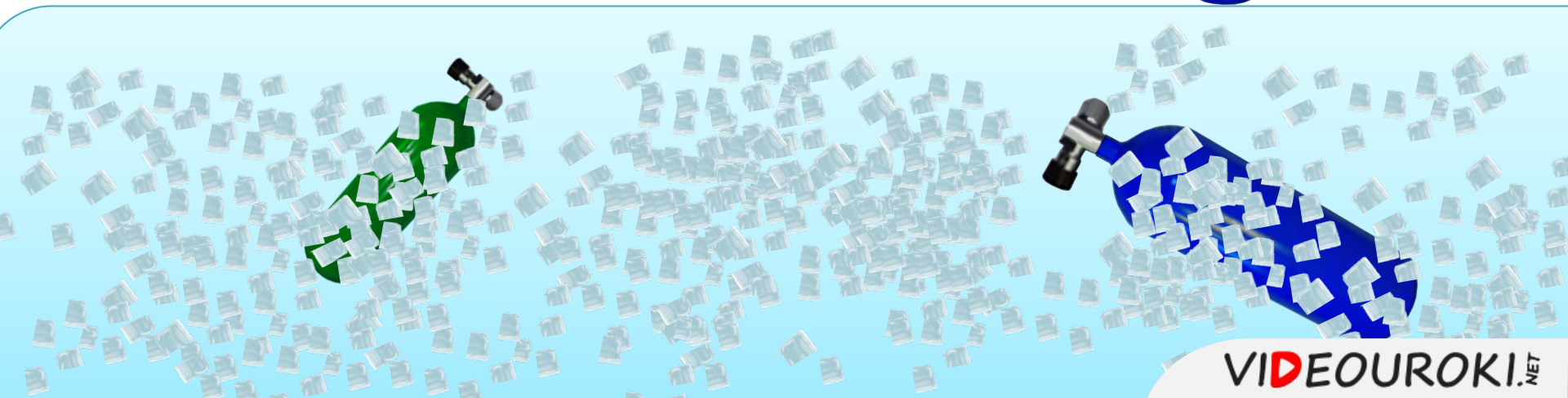
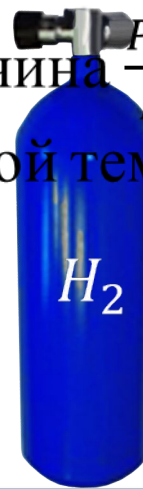
Манометр

$$\frac{P_{O_2} V_{O_2}}{N_{O_2}} = \frac{P_{H_2} V_{H_2}}{N_{H_2}} = \Theta_0$$



Для идеального газа величина  $\frac{PV}{N}$  остается постоянной при постоянной температуре.

$$T = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$





$$\bar{E}_{кH_2} = \frac{P_{H_2} V_{H_2}}{N_{H_2}} = \frac{101325 \times 0,01}{6,02 \times 10^{23}} = 1,68 \times 10^{-21} \text{ Дж}$$

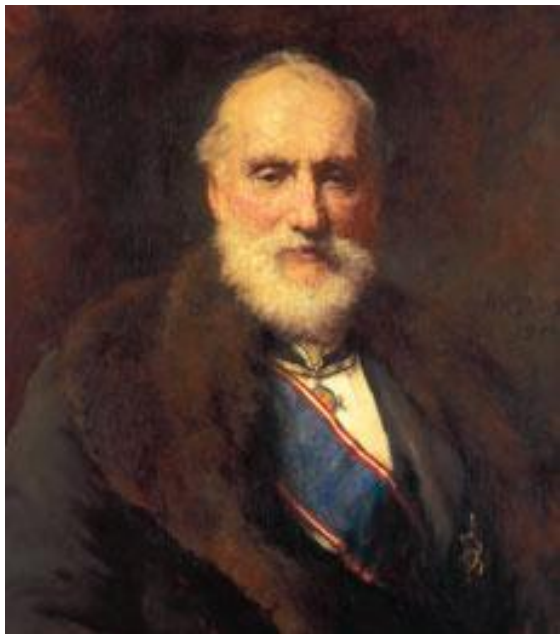
$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$V = 0,01 \text{ м}^3$$

$$P = 101325 \text{ Па}$$

$$\Theta \text{ (Дж)} \xrightarrow{\text{?}} T \text{ (}^\circ\text{C, }^\circ\text{F, }^\circ\text{N, }^\circ\text{R ...)}$$

# Абсолютная температура



Уильям Томсон (лорд Кельвин)  
1824 — 1907

$$\Theta = kT \qquad \Theta = \frac{PV}{N}$$

$$T \geq 0 \qquad T = 0 \Rightarrow P = 0$$

$$P = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2}$$
$$1 \text{ } ^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$$

$$T = T_{\text{C}} + 273$$

$$-273 \text{ } ^\circ\text{C} = 0 \text{ K}$$

# Определение температуры



Людвиг Больцман  
1844 — 1906

$$\frac{PV}{N} = \frac{2}{3} \overline{E_K}$$

$$\frac{PV}{N} = kT$$

$$\frac{2}{3} \overline{E_K} = kT$$

$$\overline{E_K} = \frac{3}{2} kT$$

$$k = 1,38 \times 10^{-21} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

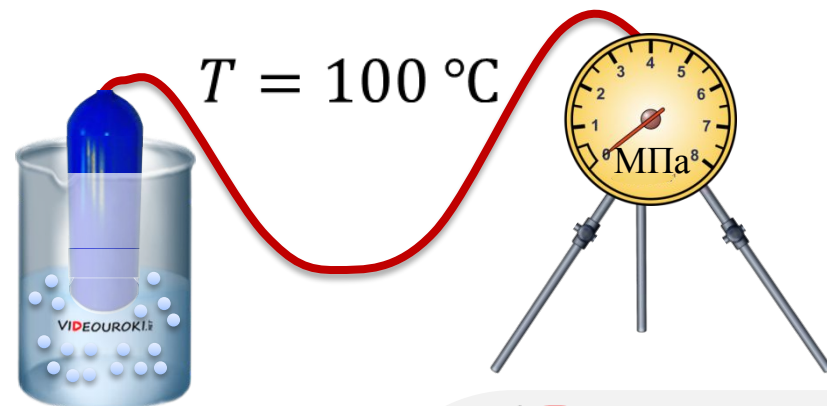
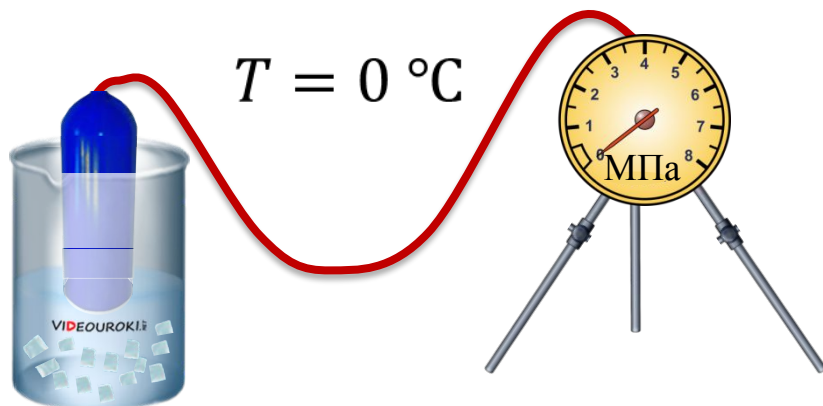
$$\overline{E_K} = \frac{3}{2} kT$$

# Постоянная Больцмана

$$\Theta = \frac{PV}{N}$$

$$\Theta_{100} - \Theta_0 = k(T_{100} - T_0)$$

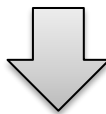
$$k = \frac{\Theta_{100} - \Theta_0}{T_{100} - T_0}$$





Постоянная Больцмана:  $k = 1,38 \times 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

Определение температуры:  $T = \frac{2\overline{E_{\text{к}}}}{3k}$



Верно не только для газов, но и для жидкостей и твердых тел.

Верно для любых тел, подчиняющимся законам механики Ньютона.

# Закон Авогадро



Амедео Авогадро  
1776 — 1856

$$P = \frac{2}{3} n \overline{E_K}$$

$$\overline{E_K} = \frac{3}{2} kT$$

$$P = nkT$$

$$P = \frac{N}{V} kT$$

$$N = \frac{PV}{kT}$$

В одинаковых объёмах газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое количество молекул.

0,5 моль идеального газа, поместили в сосуд ёмкостью 20 л. Через некоторое время, температура газа достигла 30 °С. Каково давление газа при этой температуре?

Дано:

	СИ
$\nu = 0,5$ моль	
$V = 20$ л	0,02 м <sup>3</sup>
$T = 30$ °С	303 К
$P - ?$	

$$T = T_{\text{°C}} + 273$$

$$P = nkT$$

$$n = \frac{N}{V}$$

$$N = \nu N_A$$

$$P = \frac{\nu N_A}{V} kT$$



$$P = \frac{0,5 \times 6,02 \times 10^{23}}{0,02} \times 1,38 \times 10^{-23} \times 303 = 63 \text{ кПа}$$

При температуре  $200\text{ К}$  средняя скорость молекул одного моля неизвестного газа равна  $500\text{ м/с}$ . Считая этот газ идеальным, определите его молярную массу.

Дано:

$T = 200\text{ К}$
$\bar{v} = 500\text{ м/с}$
$\nu = 1\text{ моль}$
$M - ?$

$$\overline{E_K} = \frac{3}{2} kT$$

$$\overline{E_K} = \frac{m_0 \overline{v^2}}{2}$$

$$m_0 \overline{v^2} = 3kT$$

$$M = m_0 N_A$$

$$\frac{M}{N_A} \overline{v^2} = 3kT$$

$$m_0 = \frac{M}{N_A}$$

$$M = \frac{3kTN_A}{\overline{v^2}} = 0,02 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} = 20 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$



# Основные выводы

- **Температура** — это мера средней кинетической энергии молекул тела.
- **Постоянная Больцмана:**

$$k = 1,38 \times 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

- **Абсолютная температурная шкала** — это шкала в которой за точку отсчета взята самая низкая температура.

# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Соотношение между температурой по шкале Кельвина и температурой по шкале Цельсия:

$$T = T_{\circ\text{C}} + 273$$

- Связь давления и температуры:

$$P = nkT$$