

- 1. Температура и тепловое равновесие.**
- 2. Определение температуры.**
- 3. Абсолютная температура.**
- 4. Температура – мера средней кинетической энергии молекул.**

Задача молекулярно-кинетической теории состоит в том, чтобы установить связь между микроскопическими (масса, скорость, кинетическая энергия молекул) и макроскопическими параметрами (давление, объем, температура).

Макроскопические параметры – величины, характеризующие состояние макроскопических тел без учета молекулярного строения тел.

V, p, t

Макроскопические параметры

Масса системы

Объем системы

Температура системы

*Количество вещества
в системе*

*Давление системы на
внешние тела*

*Внутренняя энергия
системы*

Микроскопические параметры

Масса частицы

Объем частиц

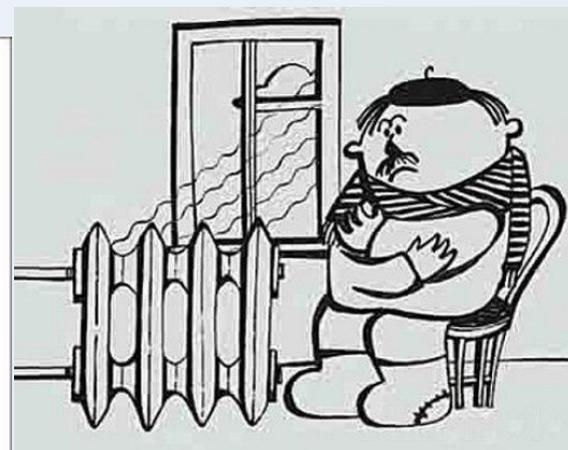
Концентрация частиц

Количество частиц

Скорость частиц

Энергия частицы

Температура характеризует степень **нагретости тела** (холодное, теплое, горячее).



Температура тел, находящихся в тепловом контакте, т. е. образующих изолированную систему, выравниваются■

Тепловое равновесие



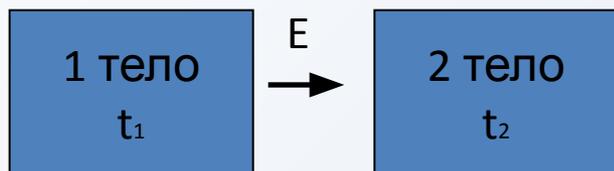
Любое макроскопическое тело или система макроскопических тел при неизменных внешних условиях самопроизвольно переходит в состояние **теплового равновесия**.

Тепловое равновесие – состояние, при котором все макроскопические параметры сколь угодно долго остаются неизменными.

$V, p, t - \text{const}$

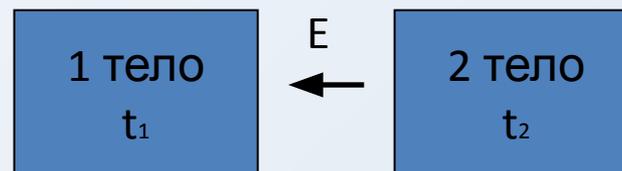
Все тела, находящиеся друг с другом в тепловом равновесии, имеют одну и ту же температуру.

$$t_1 > t_2$$



теплообмен

$$t_1 < t_2$$



теплообмен

$$t_1 = t_2$$



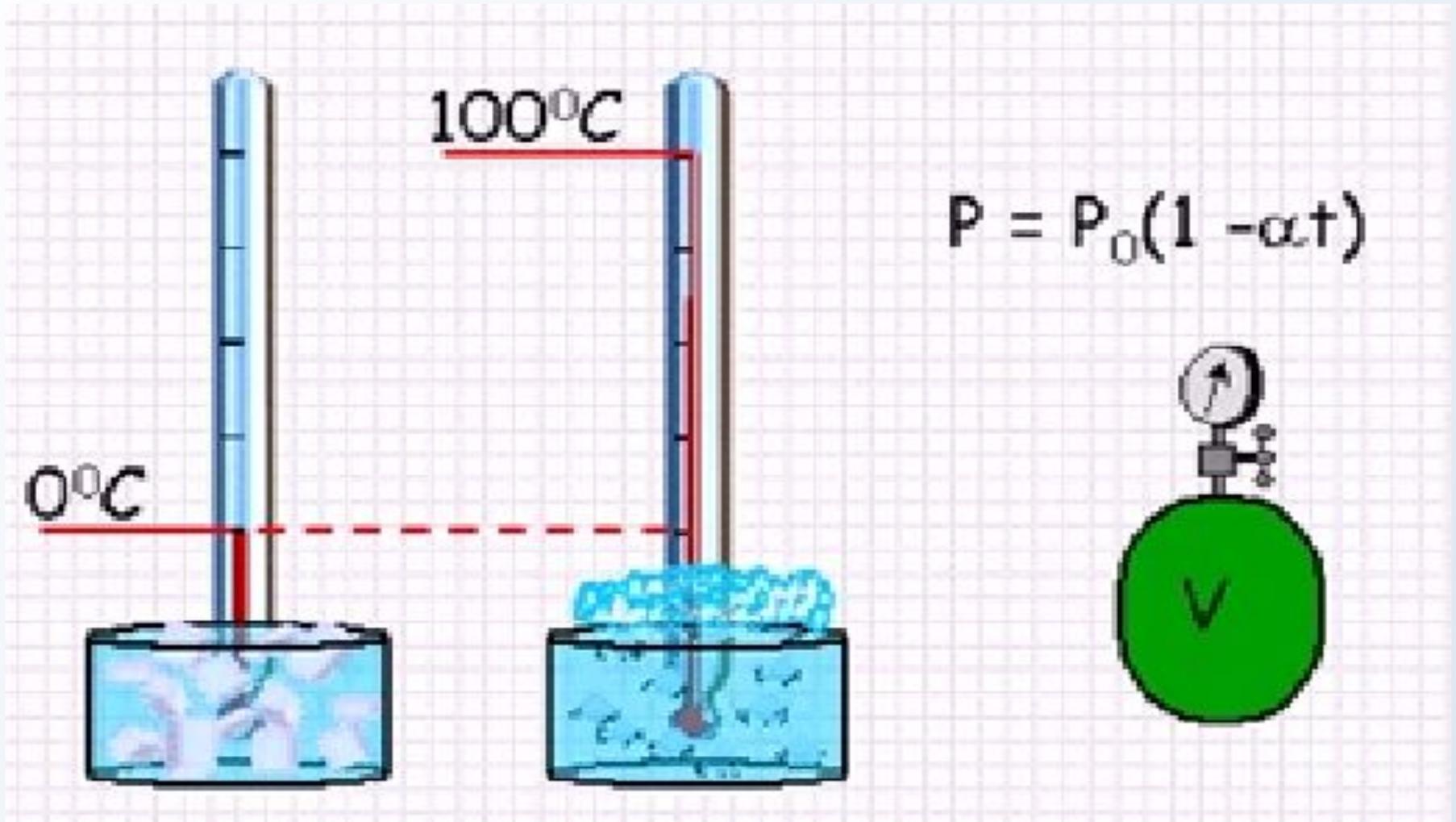
тепловое равновесие

Можно ли определить
температуру с помощью органов
чувств?



Температура характеризуют степень нагретости тел (холодное, теплое, горячее).

Термометры



Термометры.

жидкостные

- ртутные

(от **-35°C** до **+750°C**)

- спиртовые

(от **-80°C** до **+70°C**)

газовые



0

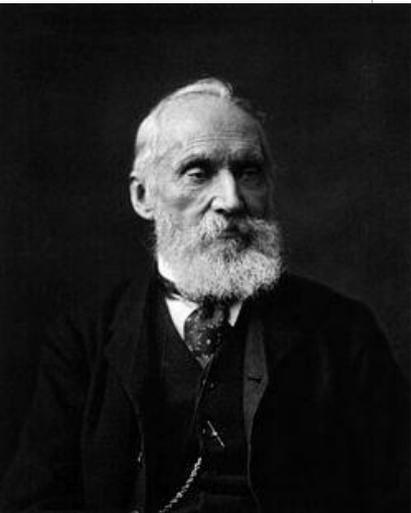
0

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

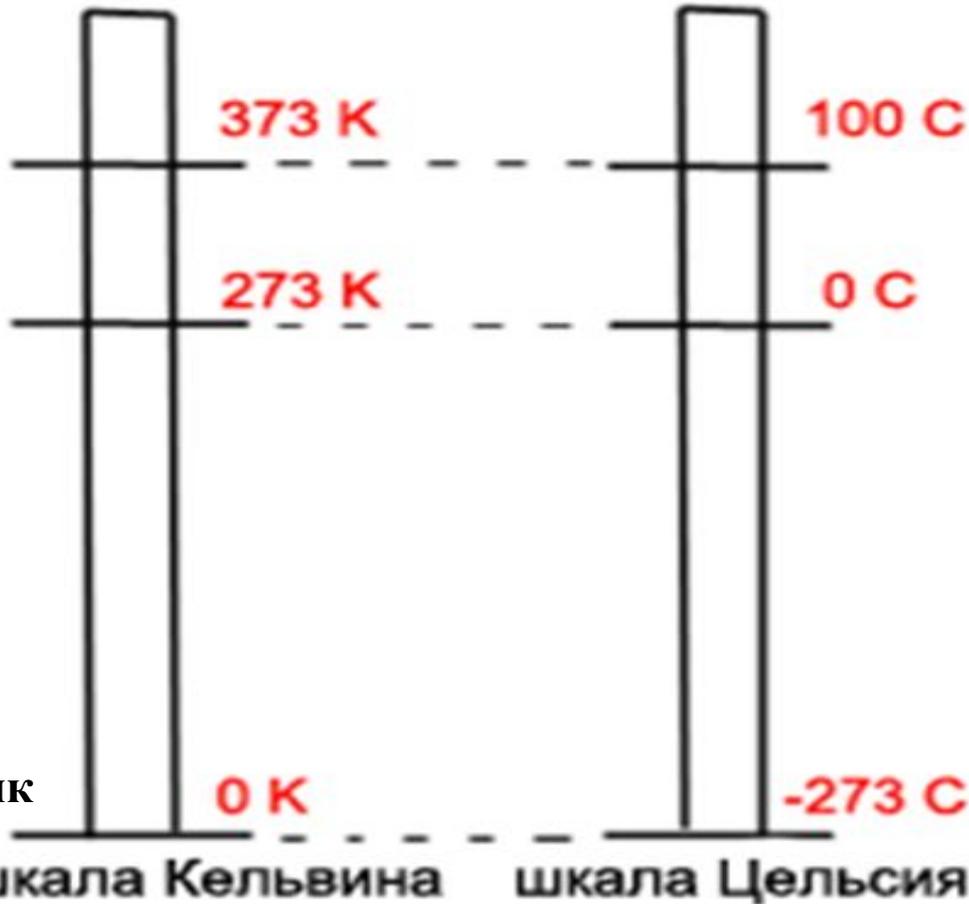
от **-271°C** до **+1027°C**.

термоэлектрические

Связь абсолютной шкалы со шкалой Цельсия



Уильям Томсон,
лорд Кельвин
-британский физик
и механик.
1824 - 1907



Андерс Цельсий —
шведский астроном,
геолог и метеоролог.
1701 - 1744

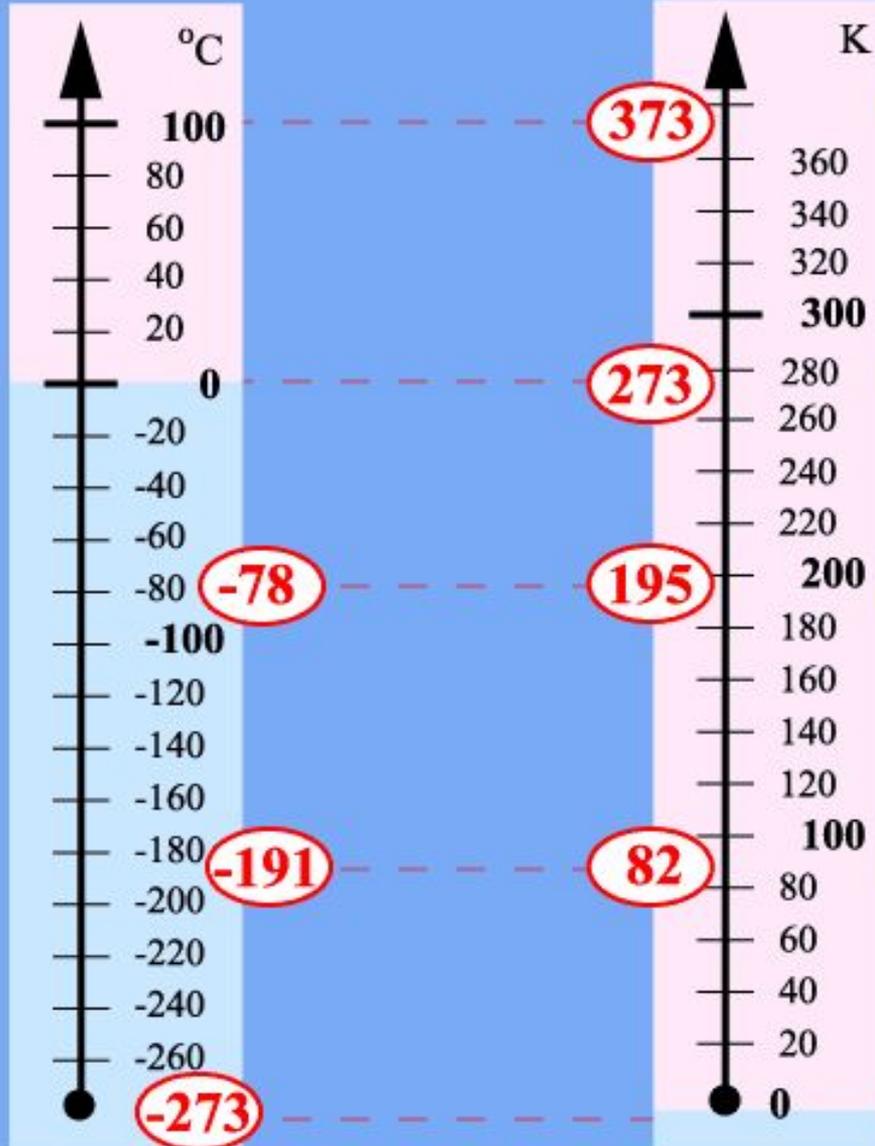
Шкала Цельсия

Термодинамическая шкала

$$\Delta T = \Delta t$$

$$t = T - 273$$

$$T = t + 273$$



кипение воды

$$T = t + 273$$

плавление льда

сухой лед (CO₂)

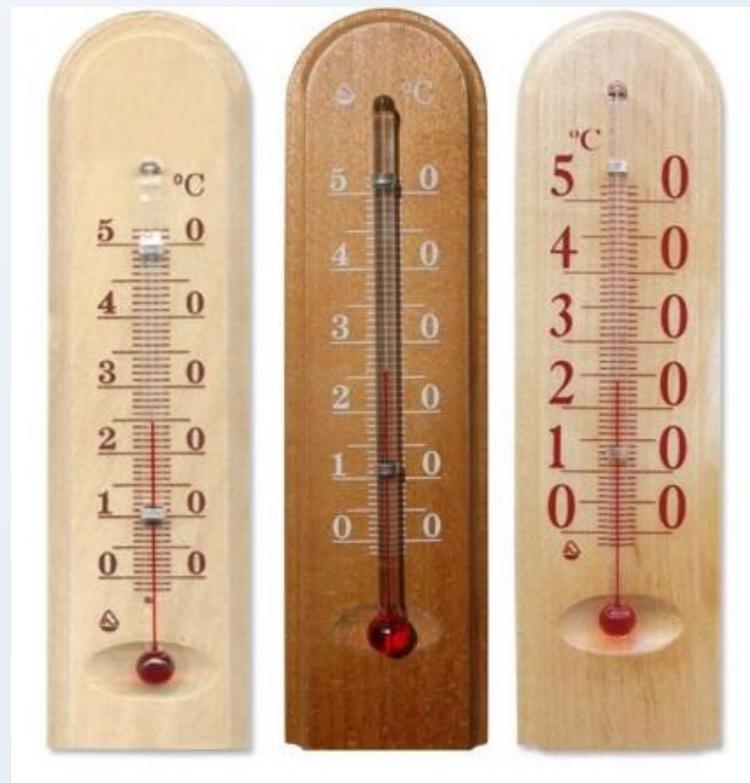
жидкий воздух

абсолютный ноль



Любопытно, что

...на самом деле шведский астроном и физик **Цельсий** предложил шкалу, в которой точка кипения воды была обозначена числом **0**, а точка плавления льда – числом **100**. Несколько позднее шкале Цельсия придал современный вид его соотечественник **Штрёмер**.

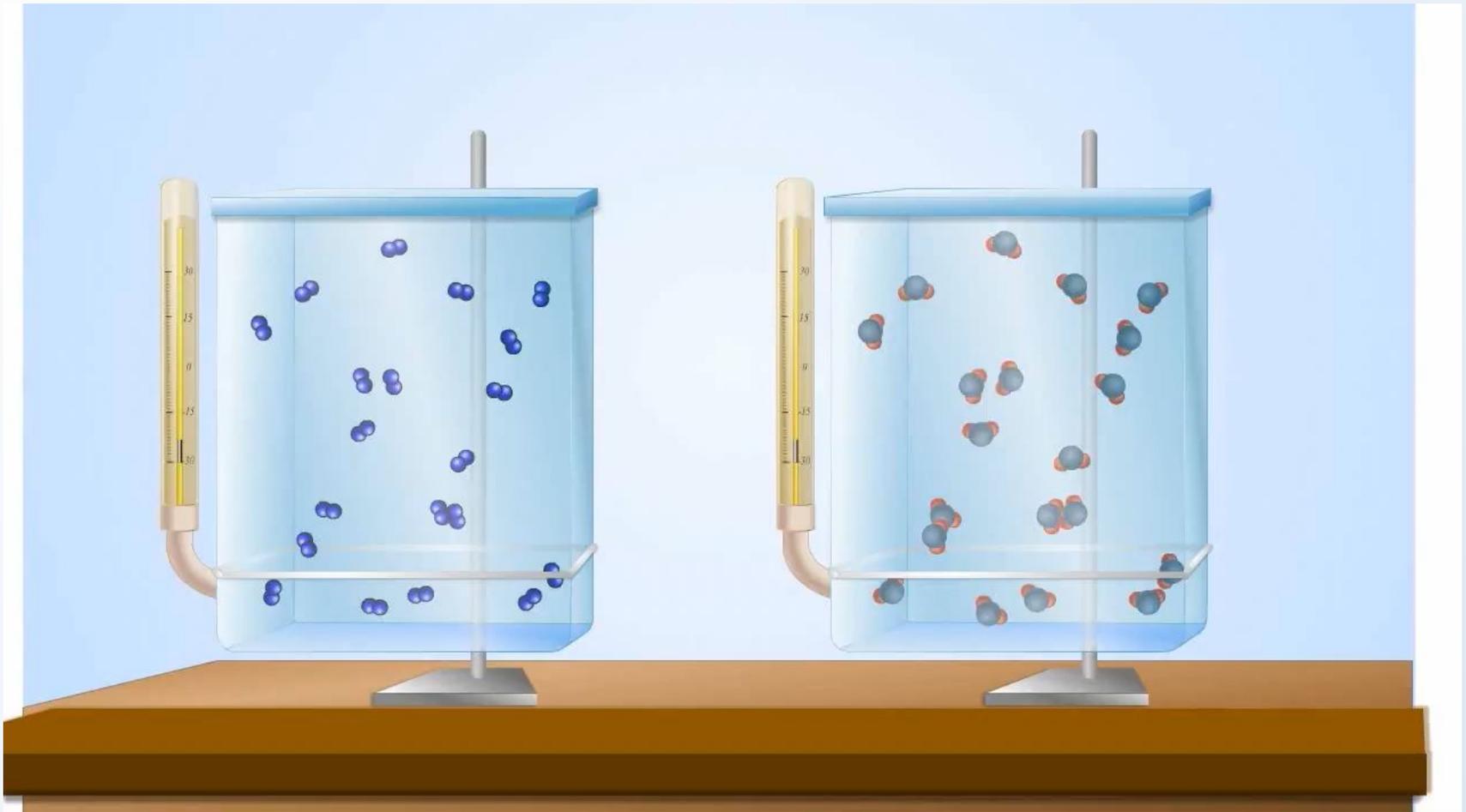


Запомни!

В формулах абсолютная температура обозначается буквой «Т», а температура по шкале Цельсия буквой «t».

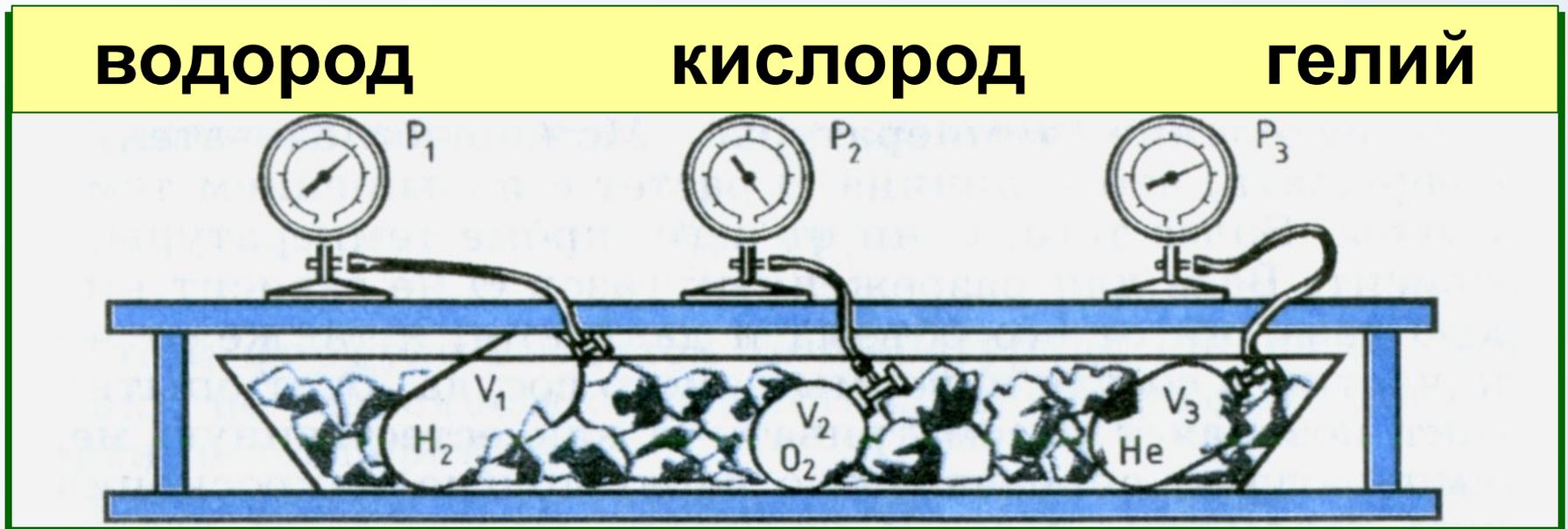
$$T = t + 273$$

Зависимость кинетической энергии от температуры



Предположим, что

при тепловом равновесии именно средние кинетические энергии молекул всех газов одинаковы



$$p = \frac{2}{3} n \bar{E} = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \bar{E}$$

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E} = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \bar{E}$$

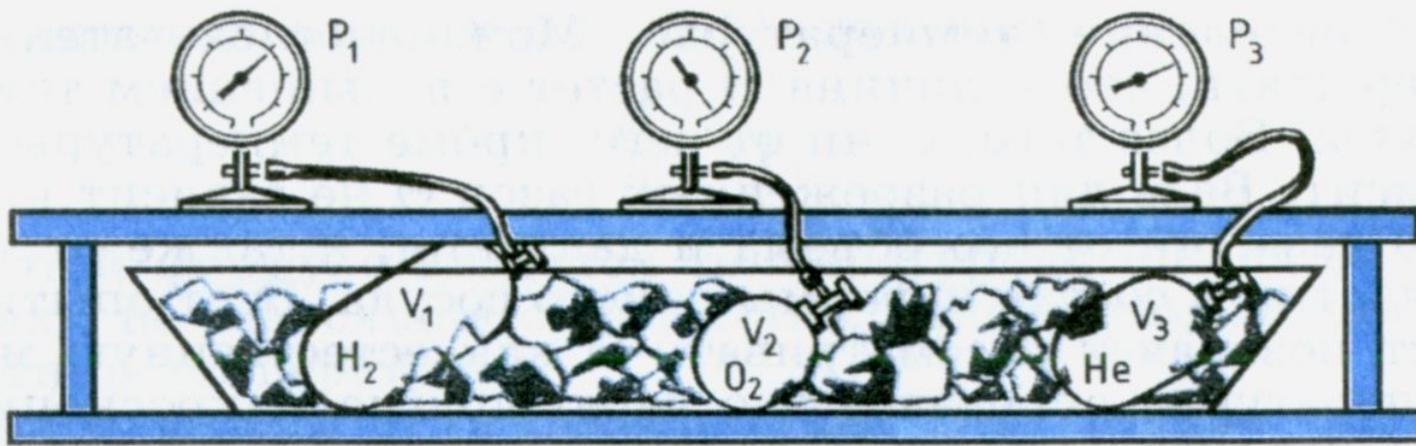
$$\frac{pV}{N} = \frac{2}{3} \bar{E}$$

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

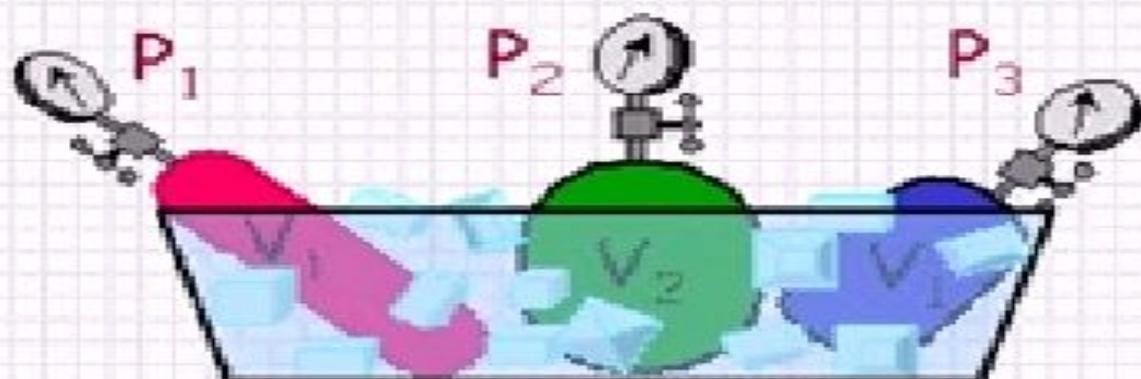
водород

кислород

гелий



$$P = \frac{2}{3} n \bar{E}$$



$$\frac{P_1 V_1}{N_1} = \frac{P_2 V_2}{N_2} = \frac{P_3 V_3}{N_3}$$

$$\frac{P V}{N} = \Theta(T) \quad \Rightarrow \quad \Theta(T) = k T$$

$$\frac{P V}{N} = k T$$

$$\frac{pV}{N} = \Theta_0 = 3,76 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$$

$$\frac{pV}{N} = \Theta_{100} = 5,14 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$$

Θ - температура в энергетических единицах

$$\Theta = kT$$

T- температура в градусах Кельвина

(абсолютная температура)

k- коэффициент

пропорциональности, постоянная Больцмана.

$$\Theta_{100} - \Theta_0 = kT_2 - kT_1 = k(T_2 - T_1)$$

Постоянная Больцмана

Постоянная Больцмана связывает температуру Q в энергетических единицах с температурой T в кельвинах.

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



Людвиг Больцман
(1844 – 1906)

$$\Theta_{100} - \Theta_0 = kT_2 - kT_1 = k(T_2 - T_1)$$

$$\begin{aligned} k &= \frac{\Theta_{100} - \Theta_0}{T_2 - T_1} = \\ &= \frac{(5,14 - 3,76) \cdot 10^{-21} \text{ Дж}}{100 \text{ К}} = \\ &= 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{ Дж}}{\text{ К}} \end{aligned}$$

Постоянная Больцмана связывает температуру в энергетических единицах с температурой в Кельвинах

$$\frac{pV}{N} = \frac{2}{3} \bar{E} = \Theta = kT$$

$$\frac{2}{3} \bar{E} = kT$$

$$\bar{E} = \frac{3}{2} kT$$

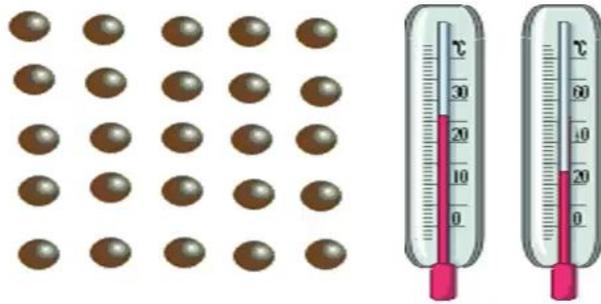
**температура – мера
средней
кинетической
энергии молекул.**

Зависимость давления газа от концентрации его молекул и температуры.

$$p = nkT$$

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

Повторение и обобщение



**Тепловое
движение.
Температура**

Д/з:

§ 64 - 66,

**№ 479, 483 (сборник
задач А.П.Рымкевич)**