

## **Повторение**

- **Сформулируйте основные положения МКТ.**
- **Рассказать о строении и свойстве газов, жидкостей, твердых тел.**
- **Что такое идеальный газ?**
- **Сформулировать и записать основное уравнение МКТ.**



# Температура

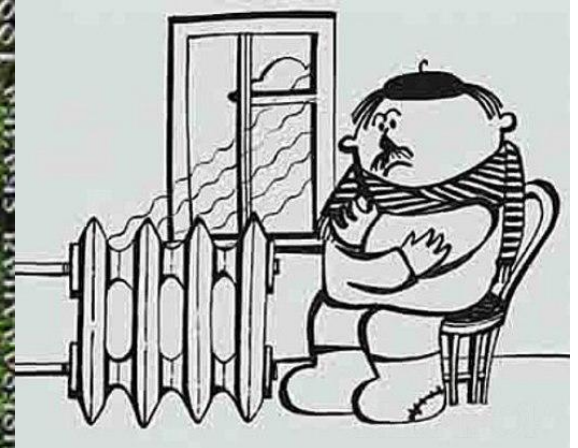
- Для описания процессов в газах и других макроскопических телах используют физические величины, относящиеся не к отдельным молекулам, а ко всем молекулам в целом, слагающим тела.

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

**$V, p, t$**

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

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



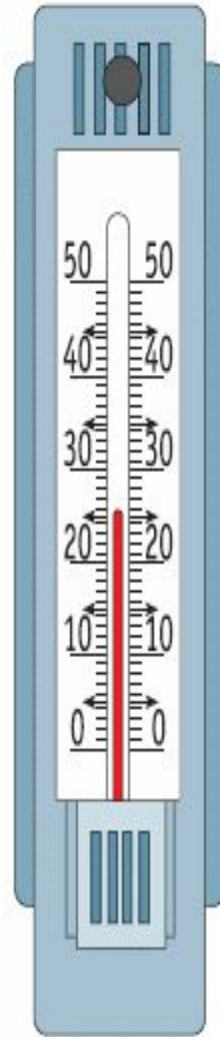
# Температура

**Зависит  
от скорости  
движения молекул**

**Физическая величина**

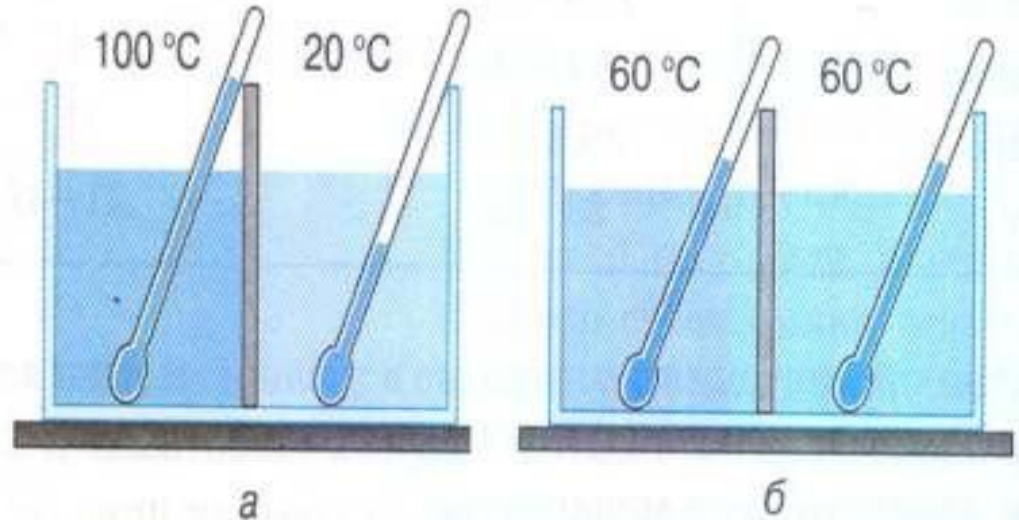
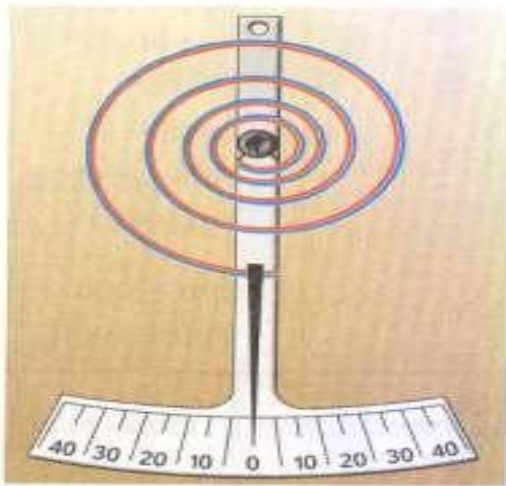
**=>**

**МОЖНО  
измерить**



**Термометр  
показывает  
собственную  
температуру**

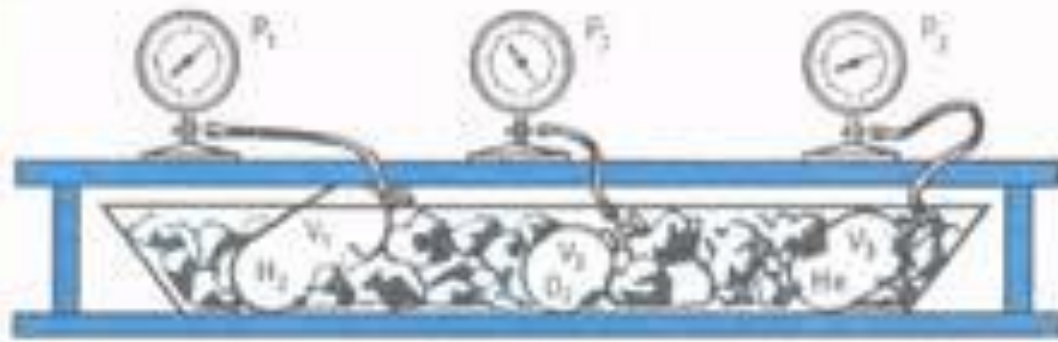
**Температура  
термометра  
равна измеряемой  
температуре**



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

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

Опыт – великая сила, великая вещь !!!



Оказалось, что:

при  $0^{\circ}\text{C}$

при  $100^{\circ}\text{C}$

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

$\swarrow$   $\swarrow$   $\swarrow$   
 $N$   $N$   $N$   
 $\text{H}_2$   $\text{O}_2$   $\text{He}_2$

$$\frac{P \cdot V}{N} = \frac{P \cdot V}{N} = \frac{P \cdot V}{N} = 5,14 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$$

$\swarrow$   $\swarrow$   $\swarrow$   
 $N$   $N$   $N$   
 $\text{H}_2$   $\text{O}_2$   $\text{He}_2$

То есть  $\frac{P \cdot V}{N} = Q = kT$

Не зависит:

- От рода газа
- От  $V$ , от  $P$ , от  $N$
- От формы сосуда

пропорциональна  $t^{\circ}\text{C}$ , поэтому эту величину можно считать естественной мерой температуры.

Но применять её не удобно: слишком мала и люди привыкли измерять температуру в градусах!



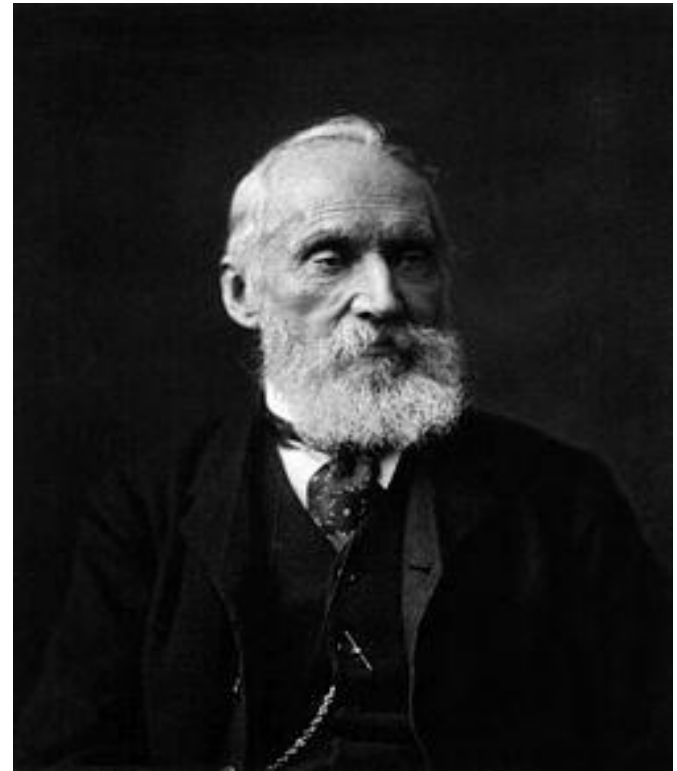
- Температура, определяемая формулой

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

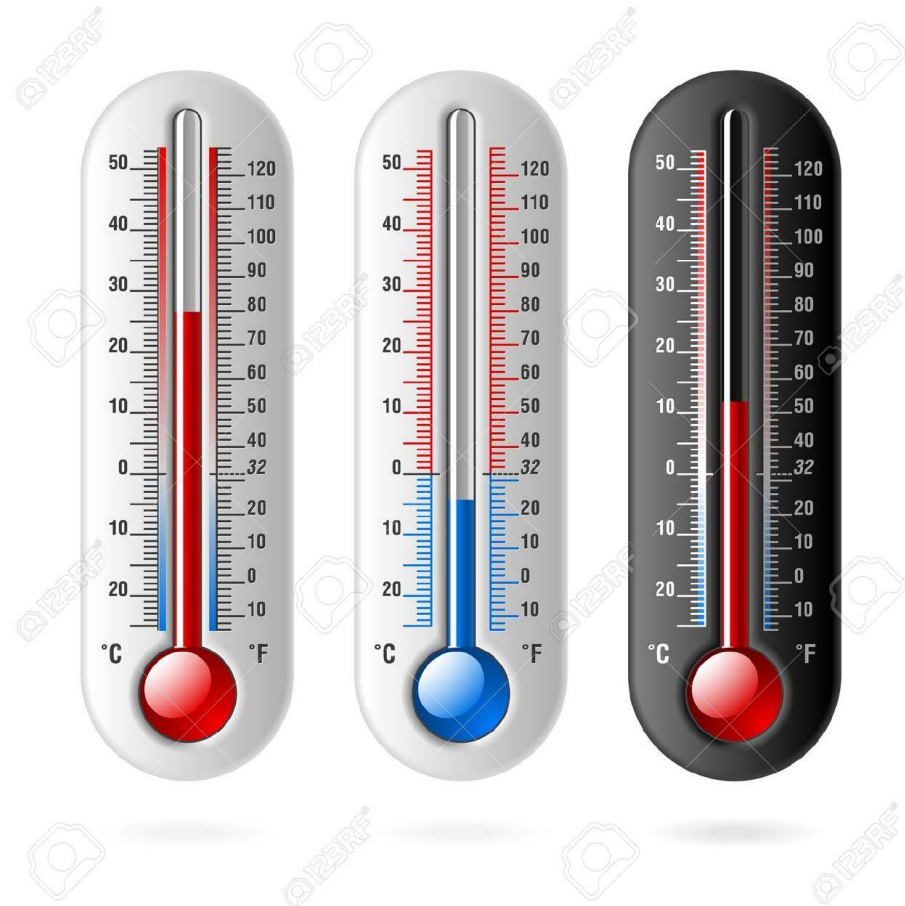
не может быть отрицательной, т. к.  $p > 0$ ,  
 $V > 0$ ,  $N > 0$ .

- Наименьшее значение температуры  
 $T = 0$ , если  $p = 0$  или  $V = 0$ .

- Предельную температуру, при которой давление идеального газа обращается в нуль при фиксированном объеме или объем идеального газа стремится к нулю при неизменном давлении, называют **абсолютным нулем температуры**.
- Эту температуру установил английский ученый Вильям Томсон ( лорд Кельвин)



- Единица термодинамической температуры в СИ называется **Кельвином ( K )**
- Обозначение **T**



# Связь абсолютной шкалы и шкалы Цельсия

$$T = t + 273$$

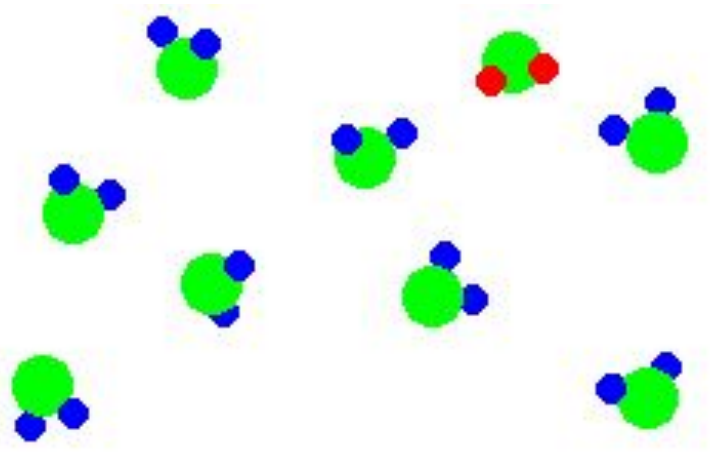
$$t = T - 273$$



# Температура – мера средней кинетической энергии молекул.

Средняя кинетическая энергия хаотического поступательного движения молекул газа пропорциональна абсолютной температуре.

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



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

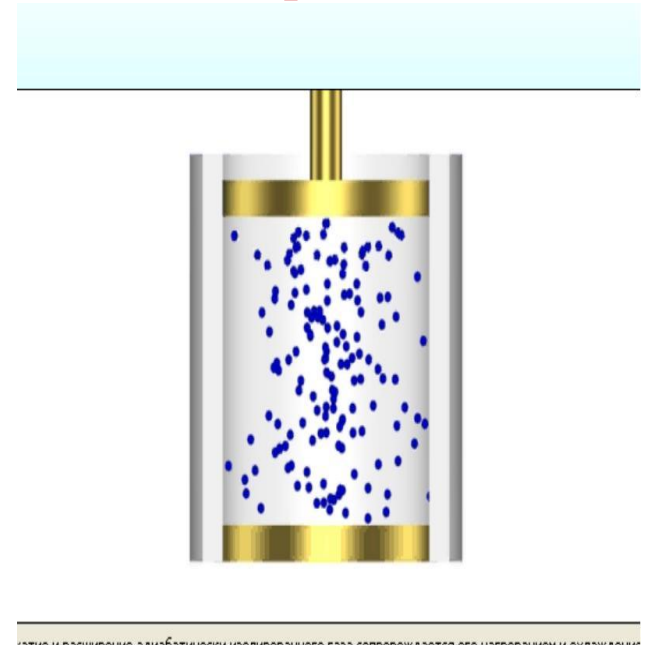
**При постоянном объеме и температуре давление газа прямо пропорционально его концентрации.**

$$p = nkT$$

***n***- концентрация

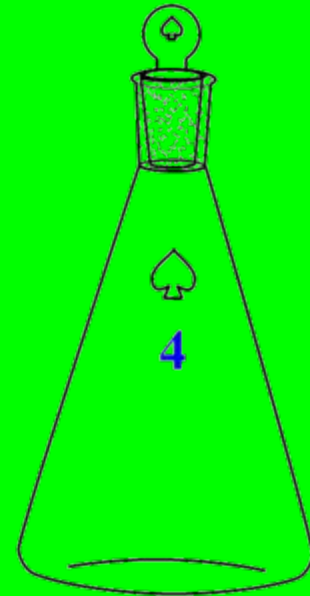
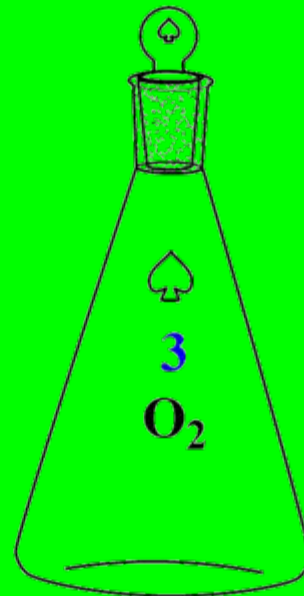
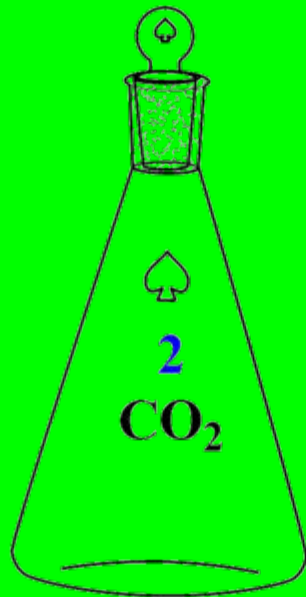
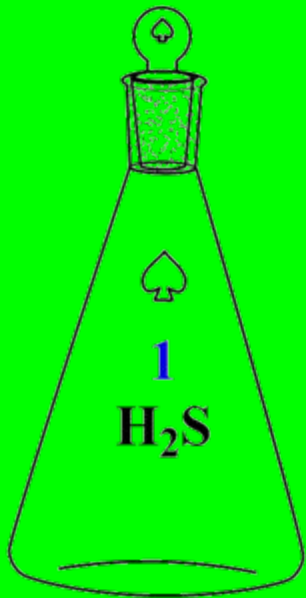
***k***- постоянная Больцмана

***T***- термодинамическая температура



# Закон Авогадро

- В равных объемах газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул.

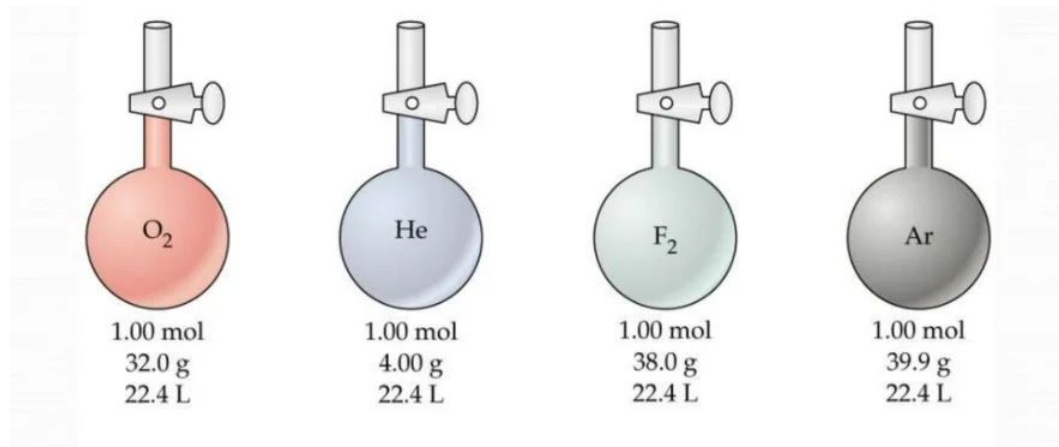


# Или

## Закон Авогадро

Один моль любого газа при одинаковых температуре и давлении занимает один и тот же объём при нормальных условиях, равный 22,4 л

(нормальные условия - это давление 1 атмосфера и температура 273,15 К.)







# Проверь себя

- **1. Чему равен абсолютный нуль температуры, выраженный по шкале Цельсия?**  
А.  $0^{\circ}\text{C}$       Б.  $100^{\circ}\text{C}$       В.  $273^{\circ}\text{C}$       Г.  $-273^{\circ}\text{C}$
- **2. За нуль градусов по шкале Цельсия приняли:**  
А. Температуру таяния льда.      Б. Температуру  $273^{\circ}\text{C}$ .  
В. Температуру  $-273^{\circ}\text{C}$ .  
Г. Нет правильного ответа.
- **3. Можно ли обычным термометром измерить температуру одной капли горячей воды?**  
А. Можно.      Б. Нет.      В. Можно, если термометр ртутный
- **4. Температура у любых тел, находящихся в состоянии теплового равновесия:**  
А. Неодинакова.      Б. Одинакова.  
В. Может быть одинаковой или нет, в зависимости от теплоемкости тела.
- **5. Какое существует соотношение между температурами по шкале Цельсия и Кельвина?**  
А.  $T = 273 + t$       Б.  $T = 273 - t$       В.  $t = 273 + T$
- **6. Какие физические параметры должны быть одинаковыми у тел, находящихся в тепловом равновесии?**  
А. Давление      Б. Концентрация      В. Температура      Г. Объем.

# Домашнее задание

- §64- §67

