

# Основные формулы МКТ

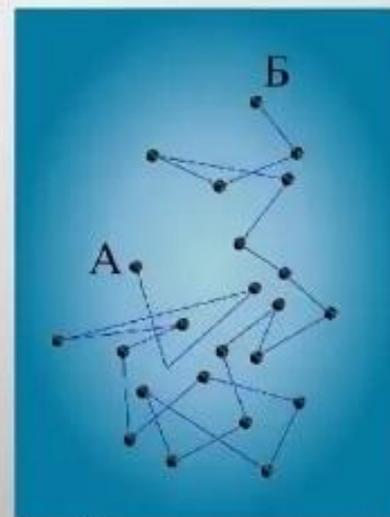
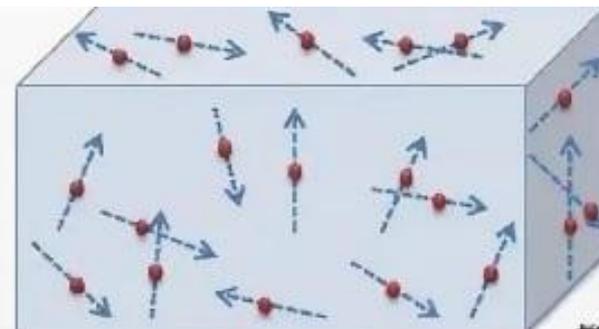
---

|  |  |
|--|--|
| Количество вещества (через число частиц) |  |
| Количество вещества (через массу тела)   |  |
| Масса одной молекулы                     |  |
| Концентрация молекул                     |  |

Свойства жидкостей, твёрдых тел и газов

# МОДЕЛЬ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

- РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ БОЛЬШЕ РАЗМЕРОВ МОЛЕКУЛ
- МОЛЕКУЛЫ – УПРУГИЕ ШАРЫ
- СИЛЫ ПРИТЯЖЕНИЯ СТРЕМЯТСЯ К НУЛЮ.
- ОТТАЛКИВАНИЕ – ТОЛЬКО ПРИ УДАРАХ
- ДВИЖЕНИЕ ОТДЕЛЬНО ВЗЯТОЙ МОЛЕКУЛЫ – ПО ЗАКОНАМ НЬЮТОНА.
- ДВИЖЕНИЯ В РАЗНЫЕ СТОРОНЫ РАВНОПРАВНЫ.



# Основное уравнение МКТ

---

# Основное уравнение МКТ

---

Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа отражается в основном уравнении МКТ

$$p = \frac{2}{3} n E_k$$

Давление газа равно 2/3 средней кинетической энергии поступательного движения молекул, содержащихся в единице объёма.

$n = \frac{N}{V}$  концентрация молекул (т.е. число молекул  $N$  в единице объёма  $V$ )

$E_k$  - средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа.

# Основное уравнение МКТ

---

- Основное уравнение МКТ может быть записано в нескольких формах:
- $p = \frac{2}{3}nE_k = \frac{1}{3}\rho v^2 = nkT$
- Где  $\rho$  – плотность вещества
- $v$  – среднеквадратичная скорость молекул
- $k$  – постоянная Больцмана

# Нормальные условия

---

Атмосферное давление  $p = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Температура  $t = 0^\circ\text{C}$ , или  $T=273 \text{ К}$

Концентрация молекул идеального газа при нормальных условиях – постоянная Лошмидта:  $n \simeq 2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$

Среднее расстояние между молекулами идеального газа при нормальных условиях более чем на порядок превышает размер молекул.

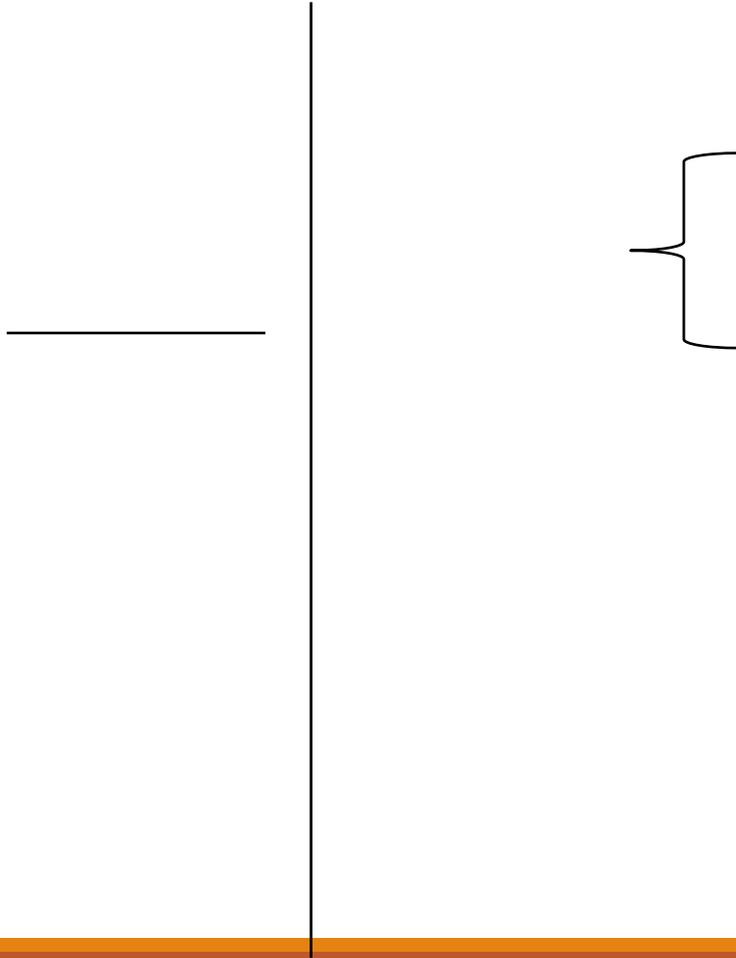
---

При понижении температуры газа в запаянном сосуде давление газа уменьшается. Это уменьшение давления объясняется тем, что уменьшается энергия теплового движения молекул газа.

# Задача:

Концентрацию молекул одноатомного идеального газа уменьшили в 5 раз. Одновременно в 2 раза увеличили среднюю энергию хаотичного движения молекул газа. Как в результате этого изменилось давление газа в сосуде?

---



# Абсолютная температура

Температура – величина. Которая характеризует тепловое состояние тела, или иначе мера «нагретости» тела.

Чем выше температура тела, тем большую в среднем энергию имеют его атомы и молекулы.

Для измерения температуры используются физические приборы – термометры.

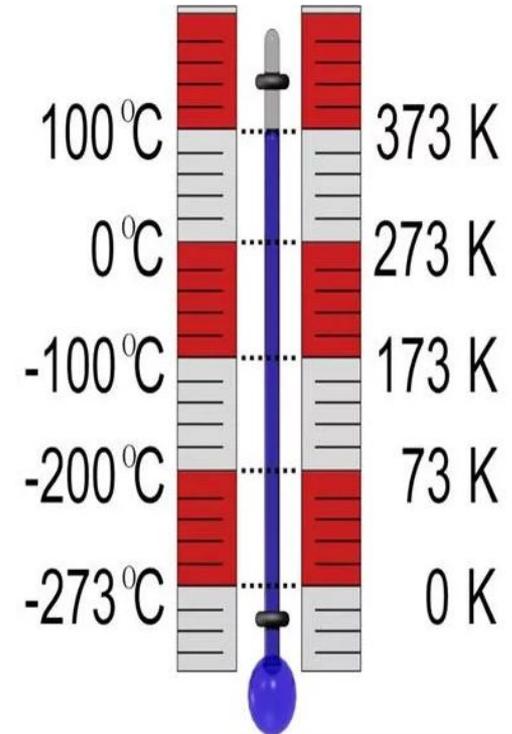
В системе СИ единица измерения температуры – Кельвин (K)

$$T_k = t_c + 273,15$$

Где  $t_c$  - температура газа по шкале Цельсия

$T_k$  - температура газа по шкале Кельвина

Температурная шкала Кельвина называется абсолютной шкалой температур.



# Температура – мера средней кинетической энергии молекул

---

Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа прямо пропорциональна абсолютной температуре:

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

$k$  – постоянная Больцмана

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

## Задача:

При нагревании идеального газа его абсолютная температура увеличилась в 2 раза. Как изменилась при этом средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа?

---

## Ответ:

Поскольку средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа прямо пропорциональна температуре, то она увеличится во столько же раз – в 2 раз.

# Задача:

В комнате в одном сосуде находится водород, а в другом – азот. Какие параметры у этих газов одинаковы, если средние значения кинетической энергии поступательного движения молекулы водорода и молекулы азота одинаковы?

---

Ответ:

В данном случае у этих газов одинаковы значения температуры.

# Уравнение $p = nkT$

---

Поскольку давление газа связано со средней кинетической энергией теплового движения молекул газа

$$p = \frac{2}{3} nE_k,$$

а средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа прямо пропорциональна температуре

$$E_k = \frac{3}{2} kT,$$

То давление газа связано с температурой:

$$p = nkT$$

где  $n$  - концентрация молекул (то есть число молекул  $N$  в единице объёма  $V$ )

$k$  – постоянная Больцмана

$T$  – абсолютная температура.

# Задача:

как изменится давление разреженного одноатомного газа, если при увеличении концентрации молекул газа в 3 раза его абсолютная температура увеличится в 2 раза?

---



# Домашнее задание

---

Презентация

§ 60-65