

# Идеальный газ

## Основное уравнение

## МКТ

Задание по физике:

1. Разобрать материал, предложенный в презентации;
2. оформить конспект в тетради

Основное уравнение  
молекулярно -  
кинетической  
теории.

$$m_0, \bar{U}, p$$

$m_0$  **масса атома**

$P$  **давление газа**

$\bar{v}$  **средняя квадратичная  
скорость движения  
молекул**

## Положения кинетической теории:

1. Газы состоят из маленьких твердых частиц, находящихся в постоянном, быстром и беспорядочном движении.
2. Частицы движутся по прямым линиям. На их движения влияют лишь столкновения с другими частицами или со стенками сосуда в котором содержится газ. Силами притяжения между молекулами можно пренебречь.
3. Все столкновения абсолютно упруги.
4. Время, которое частицы находятся в соприкосновении друг с другом весьма мало и им можно пренебречь.
5. Собственный объем молекул весьма мал в сравнении с пространством в котором они движутся.
6. Кинетическая энергия молекул много больше потенциальной энергии взаимодействия.
7. Газы способны неограниченно расширяться и занимать весь предоставленный им объем.
8. Смесь газов оказывает на стенки сосуда давление равное сумме давлений каждого отдельно взятого газа (закон Дальтона):  
давление в смеси химически невзаимодействующих газов равно сумме их парциальных давлений
$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$$
9. Справедливы газовые законы (Бойля - Мариотта, Шарля).

**Идеальный газ – теоретическая модель газа, в которой пренебрегают размерами и взаимодействием частиц газа, а учитывают лишь их упругие столкновения.**

- **Размеры молекул малы по сравнению с расстояниями между ними.**
- **Число молекул очень велико.**
- **Молекулы распределены по всему объему равномерно.**
- **Молекулы газа движутся хаотично, то есть в любом направлении движется одинаковое число молекул**
- **Скорости молекул могут принимать любые значения.**
- **Силы взаимодействия проявляются только в момент соударений.**
- **Соударения абсолютно упругие.**
- **Для отдельно взятой молекулы справедливы законы Ньютона.**

**Реальный газ можно  
считать идеальным,  
если он сильно  
разрежен и хорошо  
нагрет**

**водород**

**гелий**

## Среднее значение квадрата скорости молекул

В различных газах молекулы имеют разные скалярные скорости, но средняя кинетическая энергия остается величиной постоянной. Ек молекул зависит от квадрата скорости, поэтому....

Пусть  $V_1, V_2, V_3, \dots, V_N$ ,  
модули скоростей молекул

$$\overline{v} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_N}{N} = 0$$

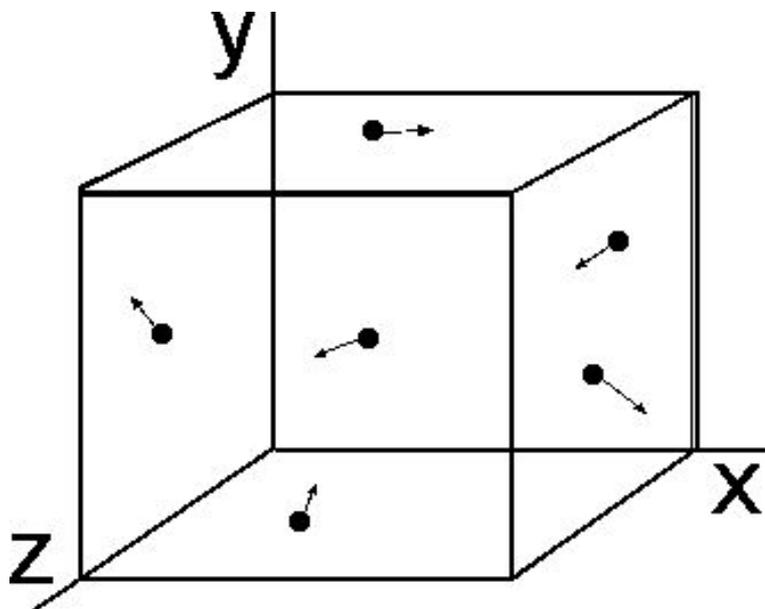
$$v_x^2 + v_y^2 + v_z^2 = v^2.$$

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}.$$

# Средняя квадратичная скорость движения молекул

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}}$$

# Средняя квадратичная скорость движения молекул



$\frac{N}{3}$  — молекул  
движется по  
каждой оси.

$\frac{N}{6}$  — молекул  
движутся в одном  
направлении вдоль  
каждой оси

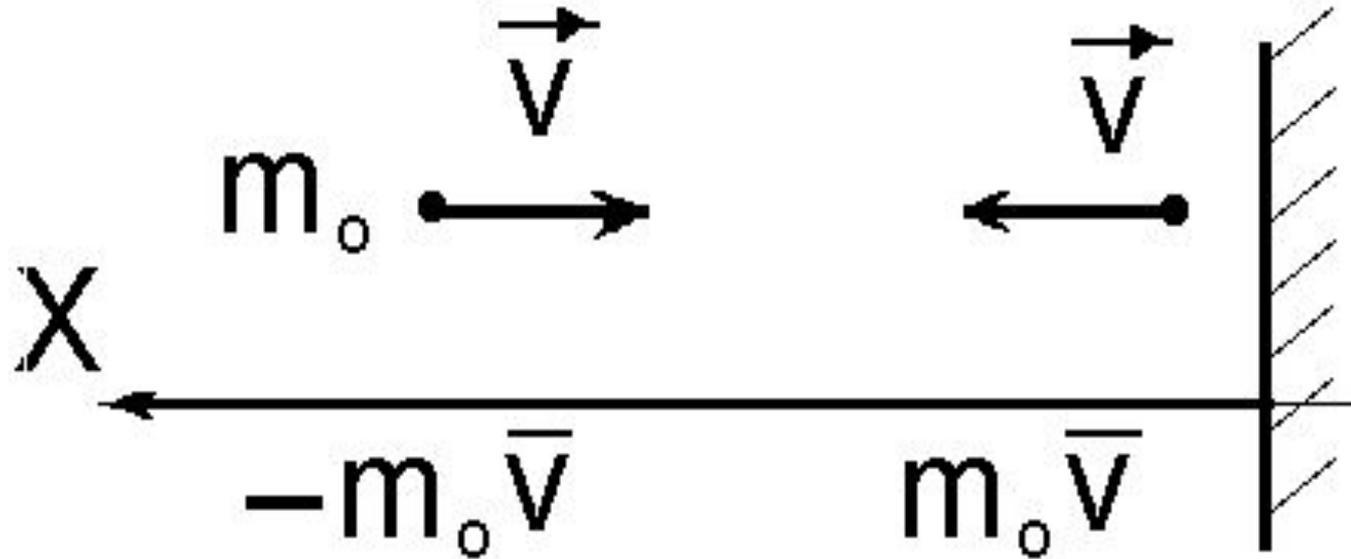
## Давление газа

создается ударами молекул



- **малые силы отдельных ударов складываются в постоянную силу давления**

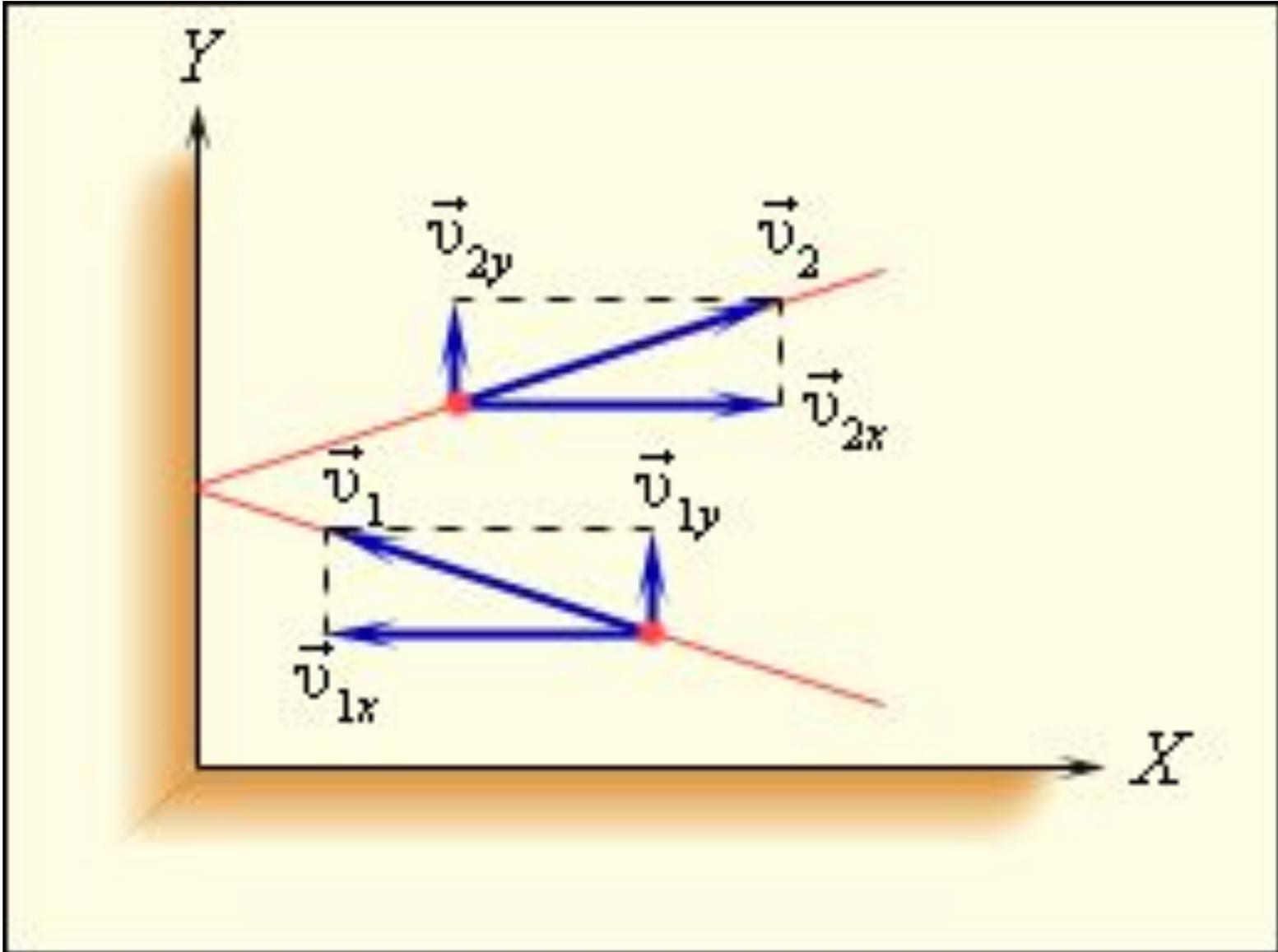
## Изменение импульса молекул



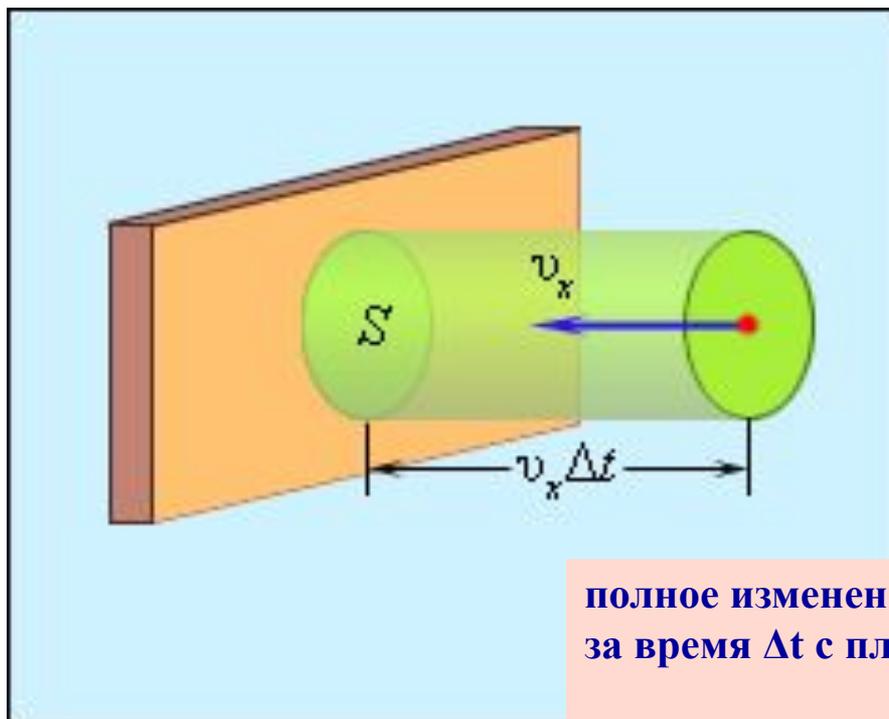
импульс молекулы  
до соударения

импульс молекулы  
после соударения

$$m_0 \bar{v} - (-m_0 \bar{v}) = 2m_0 \bar{v}$$



# Вывод основного уравнения МКТ



Пусть  $Z$  – число столкновений всех молекул со стенкой за 1 с. Эта величина пропорциональна: концентрации частиц в единице объема, скорости молекул, площади стенки, следовательно

$$Z = \frac{1}{2} n S v_x \Delta t.$$

полное изменение импульса всех молекул, столкнувшихся за время  $\Delta t$  с площадкой  $S$ , равно

$$2 m m_0 v_x^2 S \Delta t.$$

$$p = \frac{\overline{F}}{S}$$

— давление, создаваемое ударами молекул

Согласно третьему закону Ньютона

$$F \Delta t = n m_0 v_x^2 S \Delta t.$$

$$p = \frac{F}{S} = n m_0 v_x^2$$

$$p = n m_0 v_x^2$$

# Основное уравнение МКТ

$$p = \frac{1}{3} m_0 \overline{v^2} \cdot n$$

$$p = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \overline{E_{k_0}} \quad p = \frac{1}{3} \rho \cdot \overline{v^2}$$