



# Основные положения Молекулярно-кинетической теории (МКТ)



**Преподаватель Юридического колледжа  
Валентина Владимировна Киреева**

# *Молекулярно-кинетическая теория (МКТ)*

**- теория, объясняющая строение и свойства тел движением и взаимодействием частиц, из которых состоят тела**

# Основатель атомизма –

**Левкипп (500-440 г. до н. э.)**



Ввел в философию понятие атома, как мельчайшей невидимой частицы и понятие абсолютной пустоты, в которой движутся атомы.



## **Демокрит:**

**все существующее состоит из атомов и пустоты.**

**Атомы - это неделимые плотные частицы. Они различаются между собой формой. Атомы неизменны и неуничтожимы.**

**Атомы соединяются между собой и образуются вещи**

# Михаил Васильевич Ломоносов

(1711-65)



Из коллекции [www.eduspb.com](http://www.eduspb.com)

- Развивал атомно-молекулярные представления о строении вещества. В период господства теории теплорода утверждал, что теплота обусловлена движением корпускул.
- Предположил, что молекула может быть однородной и разнородной и находиться в хаотическом движении.

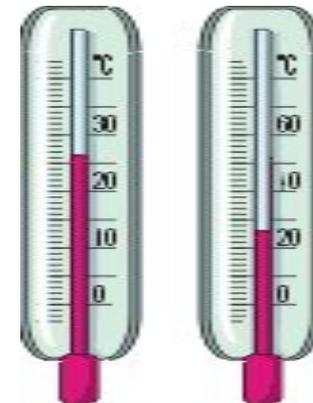
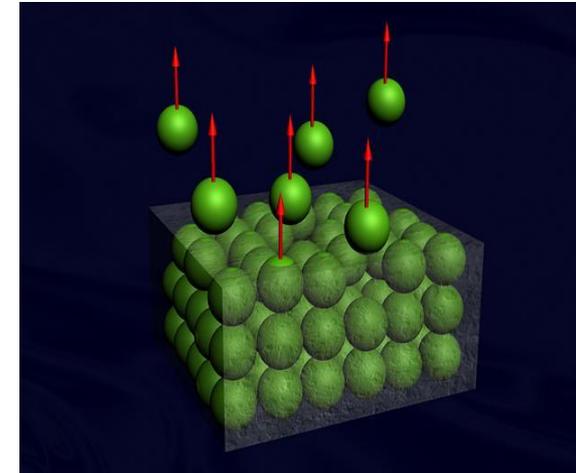
**Основные представления, высказанные Ломоносовым, были в дальнейшем развиты Л.Больцманом, Р.Клазиусом, Д.Максвеллом, Л.Гей-Люссаком, А.Авогадро и др. В начале XX в. над теорией молекулярного строения работали А.Эйнштейн, Ж. Перрен, О.Штерн. В результате работ этих ученых была создана молекулярно - кинетическая теория (МКТ).**

## **Основные положения МКТ:**

- 1. все тела состоят из частиц, разделенных промежутками;**
- 2. частицы вещества находятся в непрерывном хаотическом движении;**
- 3. частицы взаимодействуют между собой: притягиваются и отталкиваются**

# Обоснование I положения МКТ

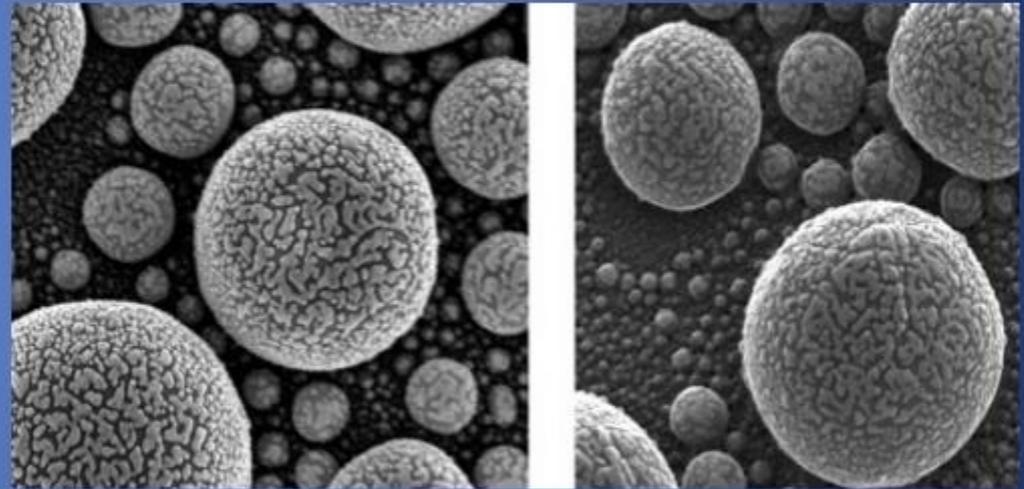
1. Дробление вещества
2. Растворение веществ
3. Испарение жидкостей
4. Расширение тел при нагревании
5. Сжатие, растяжение



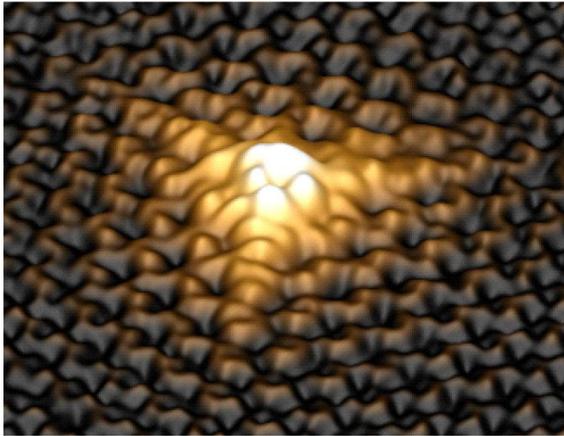


- **Современный растровый электронный микроскоп увеличивает объект в 1 000 000 раз.**

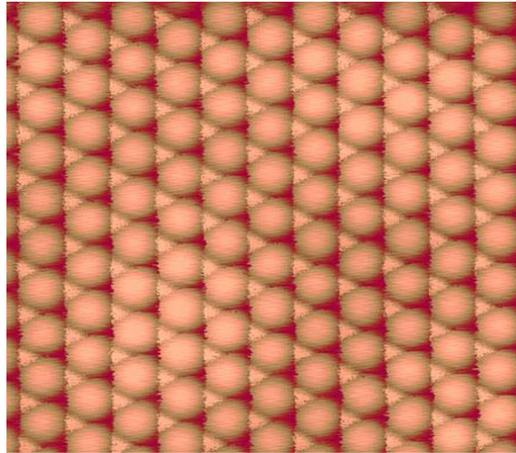
Ионный микроскоп, в котором для получения изображения применяется создаваемый источником пучок ионов



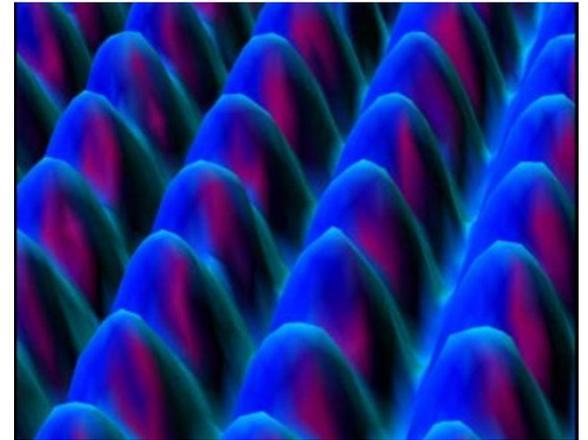
Изображение атомов золота на олове



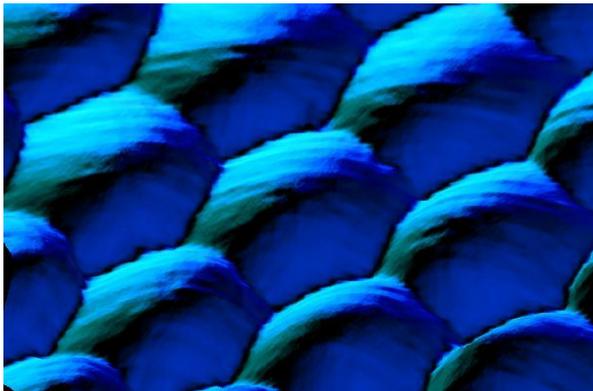
**АТОМЫ ЗОЛОТА**



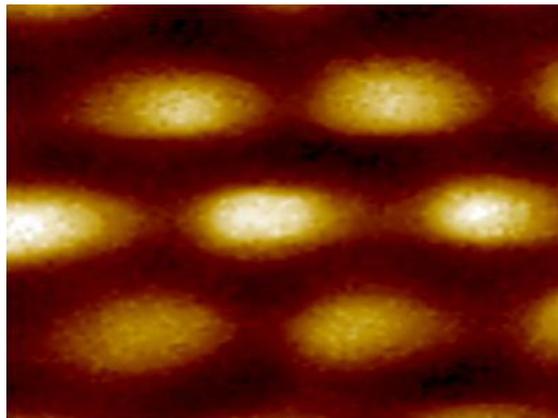
**АТОМЫ КОБАЛЬТА**



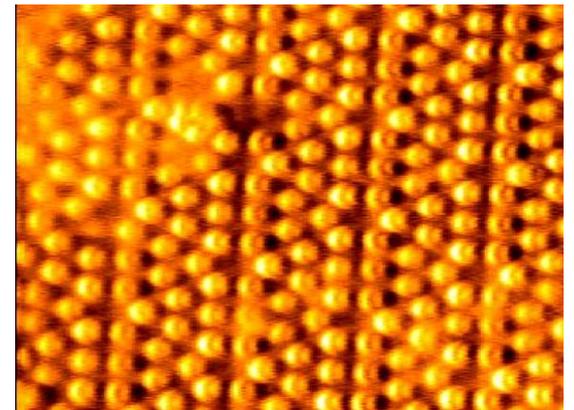
**АТОМЫ НИКЕЛЯ**



**АТОМЫ  
ПЛАТИНЫ**



**АТОМЫ  
УГЛЕРОДА**



**АТОМЫ  
КРЕМНИЯ**



***Атом*** - мельчайшая частица химического элемента.

Размеры атома -  $10^{-10}$  м.

**Атом электрически нейтрален. Атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.**

# Самые распространенные атомы

**Во Вселенной:**

атомы Н, атомы He (99%)

**В земной коре:**

атомы О, атомы Si

**В воде:**

атомы О, атомы Н

**В атмосфере Земли:**

атомы N и O



***Молекула*** – наименьшая устойчивая частица данного вещества, обладающая его химическими свойствами. Размеры молекул  $10^{-10}$ – $10^{-7}$  м. Молекулы электрически нейтральны

**Моль** – это количество вещества, содержащее столько же частиц (молекул), сколько содержится атомов в 0,012 кг углерода  $^{12}\text{C}$ .

В **одном моле** любого вещества содержится  **$6 \cdot 10^{23}$  моль $^{-1}$**

Это число называется **постоянной Авогадро  $N_A$**

# МАССА МОЛЕКУЛЫ

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

$m_0$  – масса  
молекулы

$M$  – молярная  
масса

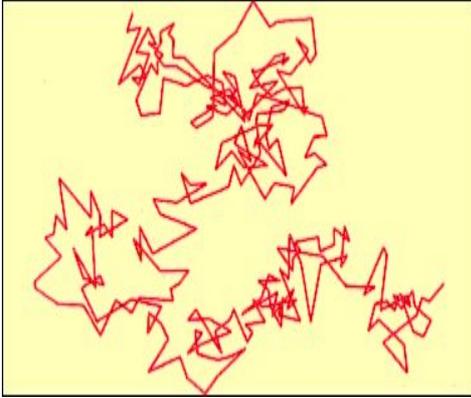
$N_A$  – число  
Авогадро

**Рассчитать массу молекулы  $H_2SO_4$**

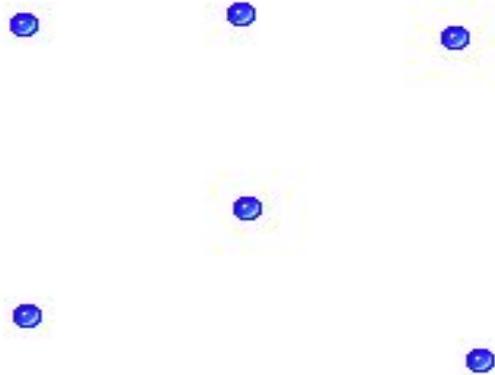
$$M(H_2SO_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 16 \cdot 4 = 98 \text{ г/моль}$$
$$= 98 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

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

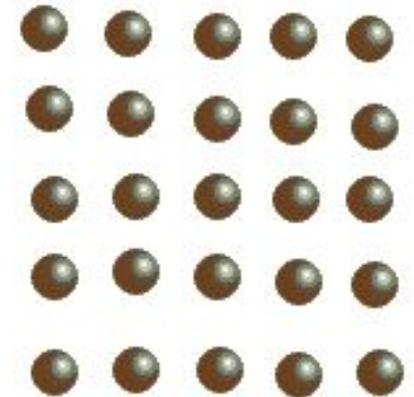
$$m_0 = \frac{98 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}}{6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 1,6 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$$



**Траектория движения  
одной частицы**



**Движение молекул газа**

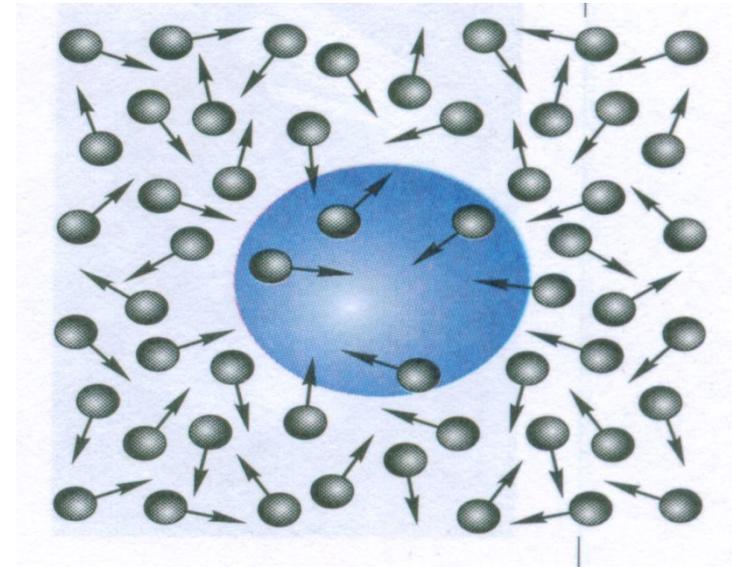


**Движение частиц твердого тела**

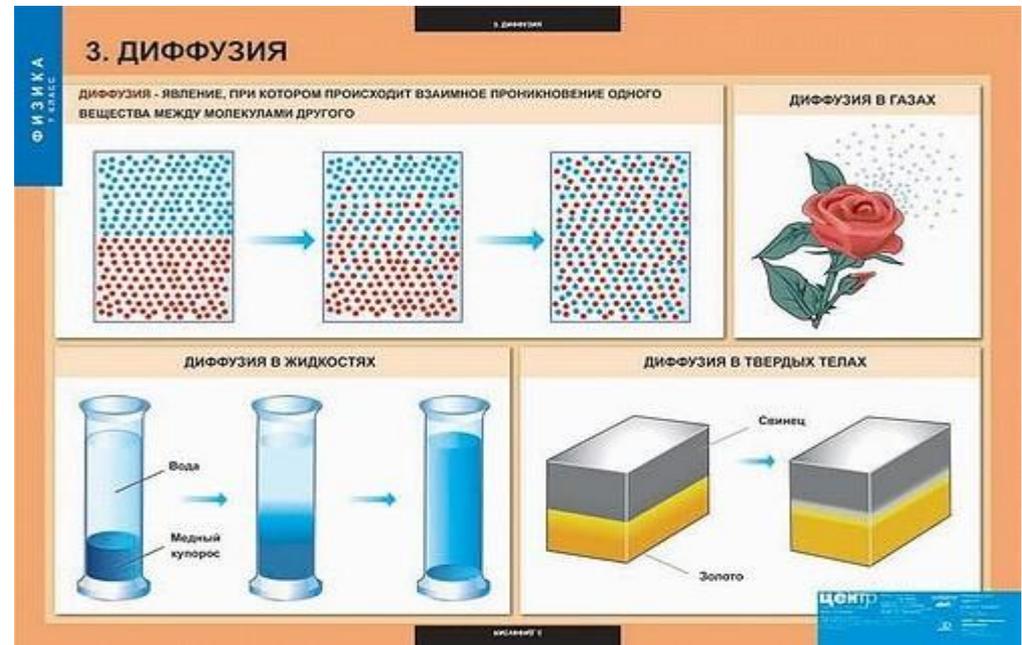
## Доказательство 2 положения МКТ

- 1. Броуновское движение** – тепловое *движение* взвешенных в жидкости или газе частиц под влиянием ударов молекул среды.

Теория броуновского движения была создана в 1905 г. А. Эйнштейном и М. Смолуховским.



## 2. **Диффузия** — процесс самопроизвольного распространения вещества из области с высокой концентрацией в область с низкой концентрацией



**Молекулы (атомы) вещества всегда находятся в **постоянном беспорядочном движении**. Такое движение называют **тепловым**.**

**Скорость теплового движения частиц, их кинетическая энергия увеличиваются с ростом температуры.**

**Тепловым движением объясняется давление газа на стенки сосуда, теплопроводность веществ**

## **Обоснование 3 положения МКТ**

**На расстоянии  $10^{-9}$  м молекулы притягиваются. На меньшем расстоянии дальнейшее сближение станет невозможным, и возникнут силы отталкивания.**

- для разрыва тела требуется усилие;**
- две капли жидкости могут сливаться в одну;**
- существование сил отталкивания между молекулами подтверждается тем, что твердые тела и жидкости невозможно сжать;**
- существование различных агрегатных состояний вещества объясняется тем, как молекулы взаимодействуют друг с другом.**

# **Строение и свойства газообразных, жидких и твердых тел**

## СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ, ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ ТЕЛ

Состояние вещества	Расположение частиц	Характер движения частиц	Энергия взаимодействия	Некоторые свойства
<b>Газообразное</b>	Расстояния больше размеров частиц (между молекулами воздуха $10^{-8}$ м при н. у.).	Скорости большие (у водорода 1760 м/с). Двигаются прямолинейно от столкновения до столкновения.	Силы взаимодействия малы $E_k \gg E_p$	Нет постоянной формы и объема. Легко сжимаемы.
<b>Жидкое</b>	Расположены близко друг к другу.	Колеблются около положения равновесия, изредка скачком перескакивая в другое положение.	$E_k = E_p$ . Силы взаимодействия удерживают частицы друг около друга, но не удерживают в определенных точках пространства.	Сохраняют объем, не сохраняют форму. Мало сжимаемы. Текучи.
<b>Твердое</b>	Расстояния сравнимы с размерами частиц.	Колеблются около положения равновесия	Силы взаимодействия большие. $E_p \gg E_k$	Сохраняют форму и объем. Противодействуют сжатию



# **Переход вещества из одного состояния в другое**





# **Молекулярно-кинетическая теория газов**

Для выяснения закономерностей, которым подчиняется вещество в газообразном состоянии, было введено понятие *идеального газа*.

*Идеальный газ – это газ, взаимодействие между молекулами которого пренебрежимо мало. ( $E_k \gg E_p$ )*

В 1857г. Р. Клаузиус установил соотношения между его микроскопическими (масса молекулы, ее скорость, импульс, кинетическая энергия) и макроскопическими (температура, объем, давление) параметрами идеального газа.

Для нахождения микроскопических параметров газа нужны измерения величины, связанной со средней кинетической энергией молекул – **температуры**

В Международной системе единиц принята абсолютная шкала температур.

За нулевую температуру принимают - **273, 15<sup>0</sup>С** - температуру, при которой должно прекращаться поступательное движение молекул, и, следовательно, кинетическая энергия движения молекул должна стать равной нулю. Эта температура получила название **абсолютного нуля**.

За единицу температуры на абсолютной шкале температур принят **Кельвин (1К)** в честь английского физика У. Томсона, которому за большие заслуги было присвоено звание лорда Кельвина

**Основное кинетическое уравнение МКТ устанавливает связь между макро- и микропараметрами газа.**

**Давление идеального газа - это совокупность всех ударов молекул о стенки сосуда**

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

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

**Давление идеального газа прямо пропорционально средней кинетической энергии поступательного движения молекул, содержащихся в единице объема газа**

**$p$  – давление молекул газа на границы емкости,**

**$m_0$  – масса одной молекулы,**

**$n$  - концентрация молекул, число частиц  $N$  в единице объема  $V$ ;**

**$v^2$  - средне квадратичная скорость молекул**

**$E$  – кинетическая энергия**

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

**Температура прямо пропорциональна средней кинетической энергии поступательного движения молекул**

**$E_k$  – кинетическая энергия**

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

**$T$  – абсолютная температура**

**Связь между абсолютной температурой и температурой по шкале Цельсия:**

$$T = 273 + t \quad \text{и} \quad t = T - 273$$

## Скорость молекул

$$E_k = \frac{3}{2} kT, \quad E_k = \frac{m_0 V^2}{2}$$

$$\frac{3}{2} kT = \frac{m_0 V^2}{2}$$

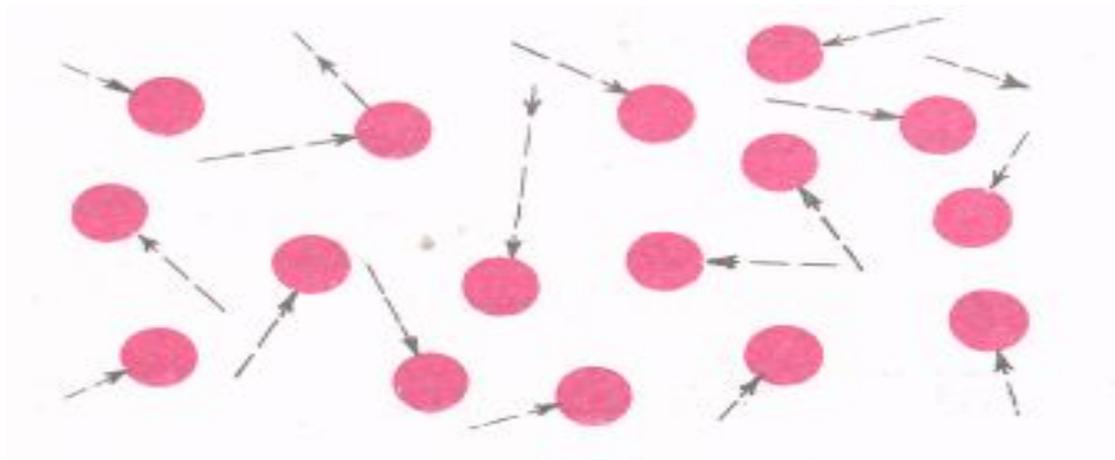
$$V^2 = \frac{3kT}{m_0} \quad - \text{средняя квадратичная скорость}$$

*(три кота на мясо).*

$$V = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

- 1. Почему броуновское движение особенно заметно у наиболее мелких взвешенных частичек, а у более крупных оно происходит менее интенсивно?**
- 2. Воздух состоит из молекул азота, кислорода, углекислого газа. Одинакова ли кинетическая энергия движения молекул этих газов при данной температуре?**
- 3. Сравните давления водяного пара и азота, находящихся в одинаковых сосудах, если количества молекул газов и кинетические энергии молекул газов равны.**
- 4. Воздух состоит из молекул кислорода и азота. Одинакова ли средняя скорость движения молекул этих газов при данной температуре?**

# Газовые законы



Всякое изменение параметров состояния тела ( $T$ ,  $P$ ,  $V$ ) называется **термодинамическим процессом**.

Процесс, при котором один из параметров сохраняется постоянным, а два других изменяются, называют **изопроцессом**.

# Изотермический процесс.

## Закон Бойля-Мариотта

*При постоянной температуре давление данной массы газа обратно пропорционально его объёму.*



$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

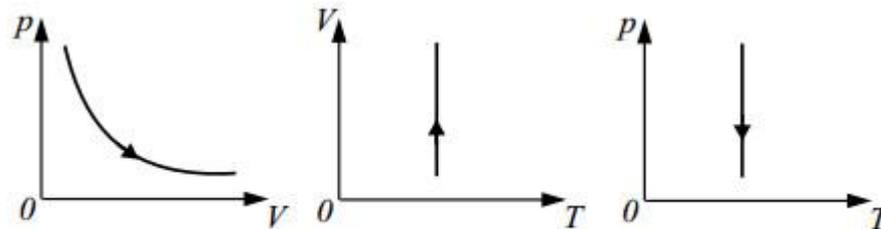


Рис. 4.



# Изобарный процесс Закон Гей - Люссака

*Объем данной массы газа при постоянном давлении прямо пропорционален температуре.*

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{V}{T} = const.$$

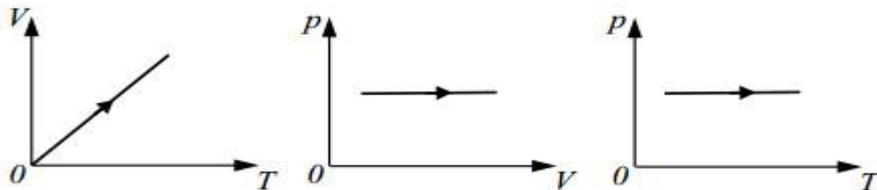


Рис. 6.



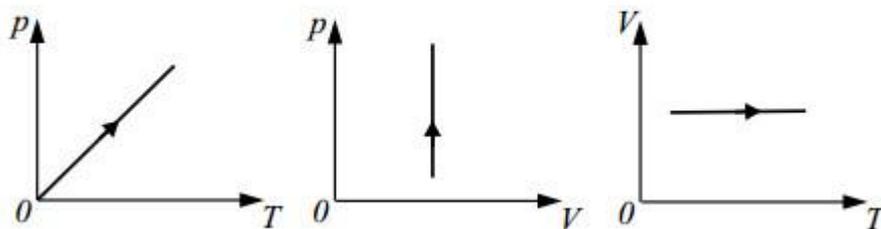
# Изохорный процесс

## Закон Шарля

*Давление данной массы газа при постоянном объёме прямо пропорционально температуре*

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{p}{T} = \text{const.}$$



## УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

- уравнение, связывающее  $P$ ,  $V$ ,  $T$  и характеризующее состояние данной системы газа.

Уравнение Клапейрона (1834г.) (для  $m = \text{const}$ )

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Уравнение Клапейрона-Менделеева (1874г.) (для произвольной массы газа)

$$PV = nRT \qquad PV = \frac{m}{M} RT$$

**Если бы в результате какой-то мировой катастрофы все накопленные научные знания оказались бы уничтожены, ...то наибольшую информацию принесло бы утверждение о том, из чего состоит вещество.**

**Р. Фейнман**



**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**