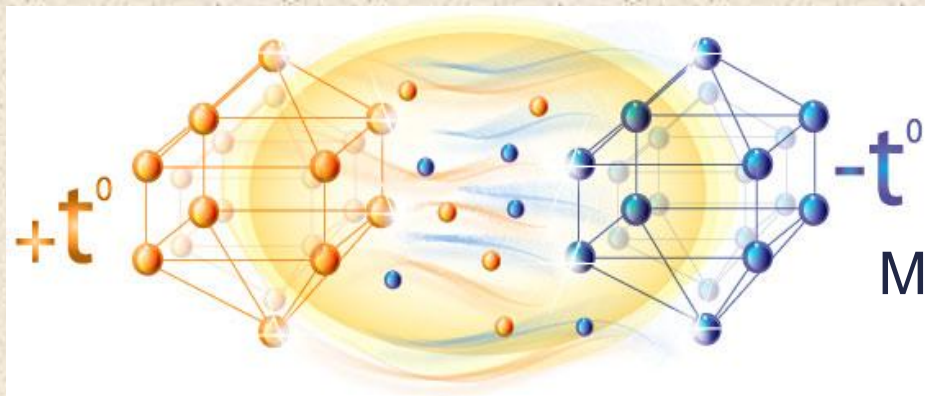


# Молекулярная физика и термодинамика



Учитель ВКК  
Гудова Г.Н.  
МКОУ Калачеевская  
СОШ №1

# Основные понятия

- 0 **Молекула** - мельчайшая частица вещества, обладающая всеми его свойствами
- 0 **Атом** - частица вещества микроскопических размеров и массы, наименьшая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств.
- 0 **Идеальный газ** - теоретическая модель газа.  
Пренебрегается взаимодействием частиц **газа** (средняя кинетическая энергия частиц много больше энергии их взаимодействия)



# Основные понятия

- 0 **Диффузия** - процесс взаимного проникновения молекул или атомов одного вещества между молекулами или атомами другого при взаимном соприкосновении.
- 0 **Броуновское движение** - беспорядочное движение микроскопических видимых, взвешенных в жидкости или газе частиц твердого вещества, вызываемое тепловым движением частиц жидкости или газа.

# Основные понятия

- **Количество вещества** ( $\nu$ ) — физическая величина, характеризующая количество однотипных структурных единиц, содержащихся в веществе. Под структурными единицами понимаются любые частицы, из которых состоит вещество.
- **1 моль** — это количество вещества, содержащее столько молекул, атомов, ионов, электронов или других структурных единиц, сколько содержится атомов в 12 граммах углерода



# Основные понятия

- 0 **1 моль**— это количество вещества, содержащее столько молекул, атомов, ионов, электронов или других структурных единиц, сколько содержится атомов в 12 граммах углерода
- 0 **Молекулярная масса**- ( $M_r$ ) – это число, показывающее во сколько раз масса данного вещества больше массы  $1/12$  атома углерода.
- 0 **Молярная масса**- масса 1 моля вещества

# Основные понятия

- o **Абсолютный нуль температуры** – минимальный теоретический предел температуры, который может иметь физическое тело.
- o  $t = -273,15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  соответствует  $T = 0 \text{ K}$
- o  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$ , (число Авогадро)
- o  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$  (пост. Больцмана)
- o  $R = 8,31 \text{ Дж/моль K}$  (газовая постоянная)



# Молекулярная физика

## Основные положения МКТ:

- o 1. Все тела (вещества) состоят из частиц между которыми есть промежутки.
- o 2. Частицы находятся в постоянном, беспорядочном движении.
- o 3. Частицы вещества взаимодействуют друг с другом: притягиваются на небольших расстояниях и отталкиваются, когда эти расстояния уменьшаются

# Молекулярная физика

8 **Масса:**  $m_0 = \frac{M}{N_A}$  (масса молекулы)

$$m = \frac{N}{N_A} \cdot M \quad (\text{масса вещества})$$

o **Количество вещества:**

$$\nu = \frac{m}{M}, \quad \nu = \frac{N}{N_A}$$

o **Концентрация** (количество молекул в единице

объема):  $n = \frac{N}{V}$



# Молекулярная физика

0 Связь температурных шкал:  $T=273+t$



# Молекулярная физика

- Давление газа создается ударами беспорядочно движущихся молекул о дно и стенки сосуда:

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

- $p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2},$

- $p = n k T,$

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

- Диаметр молекулы:  $a = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho \cdot N_A}}$



# Молекулярная физика

Скорость движения молекул:

$$v = \sqrt{\frac{3 k T}{m_0}}, \quad v = \sqrt{\frac{3 R T}{M}}.$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Энергия теплового движения молекул:

$$E = \frac{m_0 v^2}{2}, \quad E = \frac{2}{3} k T.$$

# Молекулярная физика

- Уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$p = \frac{\rho RT}{M}$$

$$pV = \nu RT$$

- Уравнение Клапейрона:

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

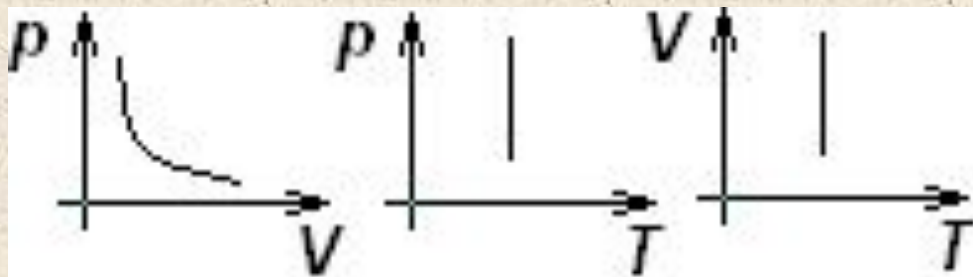


# Газовые законы

o Бойля-Мариотта

o  $T = \text{const}; \quad p_1 V_1 = p_2 V_2$

o Изотермический

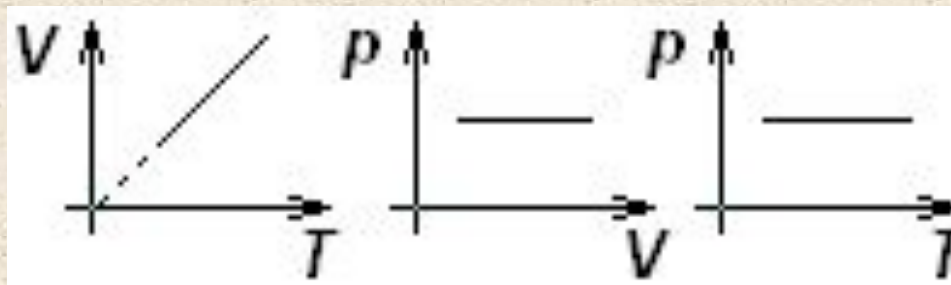


# Газовые законы

○ Гей - Люссака

○  $p = \text{const}; \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

○ Изобарный



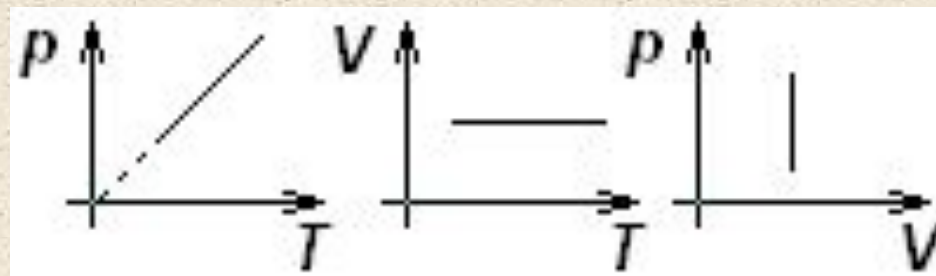


# Газовые законы

o Шарля

$$V = \text{const}; \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

o Изохорный



# Термодинамика

- **Внутренняя энергия** - тела это суммарная энергия теплового движения его частиц (кинетическая) плюс потенциальная энергия их взаимодействия друг с другом.

- $$U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} RT$$
 (для одноатомного газа)

- **Работа** при постоянном давлении:  $A = p \cdot \Delta V$



# Термодинамика

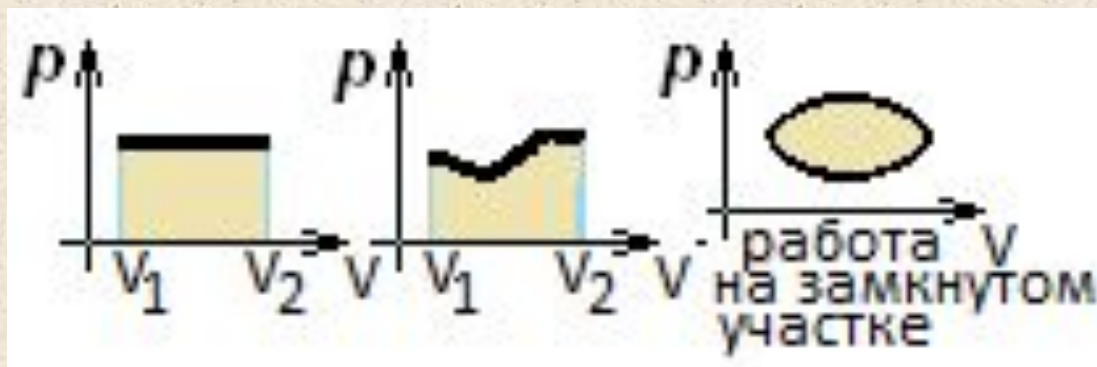
## 1 закон термодинамики:

- 0  $\Delta U = Q + A$  Внутреннюю энергию можно изменить передачей теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение) или совершением работы.
- 0  $Q = \Delta U + A'$  Количество теплоты, переданное системе идет на изменение внутренней энергии и на совершение работы.

где  $A$  – работа, совершенная над газом (газ сжали),  $A'$  – работа газа (газ расширился)

# Термодинамика

Площадь фигуры под графиком давления численно равна работе





# Термодинамика

## Применение 1 закона термодинамики к изопроцессам:

- 0 1. **Изотермический:**  $T = \text{const}$ ,  $\Delta T = 0$ ,  
 $Q = A'$

(вся теплота идет на совершение работы)

- 0 2. **Изобарный:**  $p = \text{const}$ ,  
 $Q = 5/2 \nu RT$ ,  $Q = 5/2 p \Delta V$

- 0 3. **Изохорный:**  $V = \text{const}$ ,  $\Delta V = 0$ ,  $A' = 0$ ,  
 $Q = \Delta U$

(Вся теплота идет на изменение внутренней энергии).

- 0 4. **Адиабатный:** (процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой)  $Q = 0$ ,

$$A' = - \Delta U$$

(Работа совершается за счет уменьшения внутренней энергии)

# Термодинамика

- Кoeffициент полезного действия:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%$$

- $A = Q_1 - Q_2$

- $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$

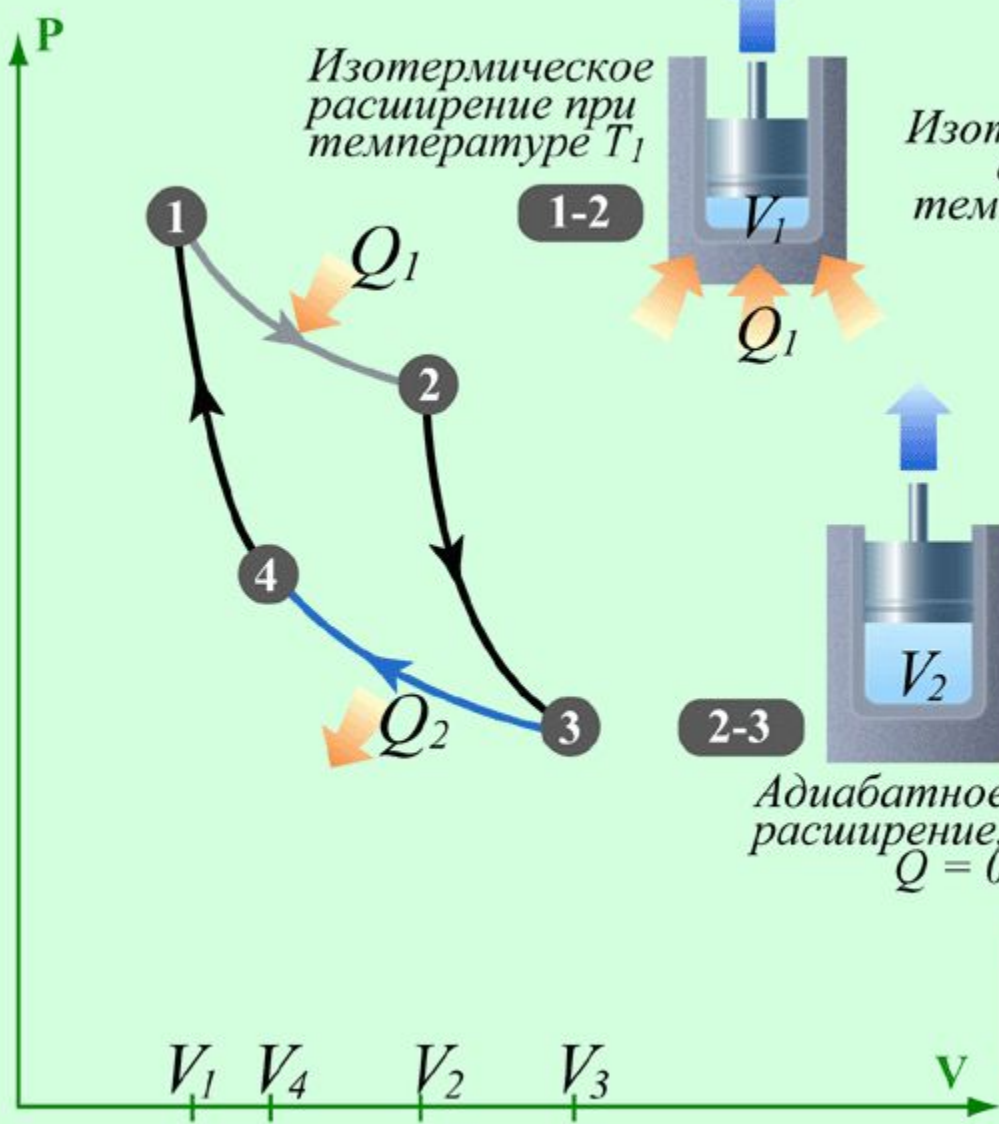
- Для идеального теплового двигателя:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%,$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

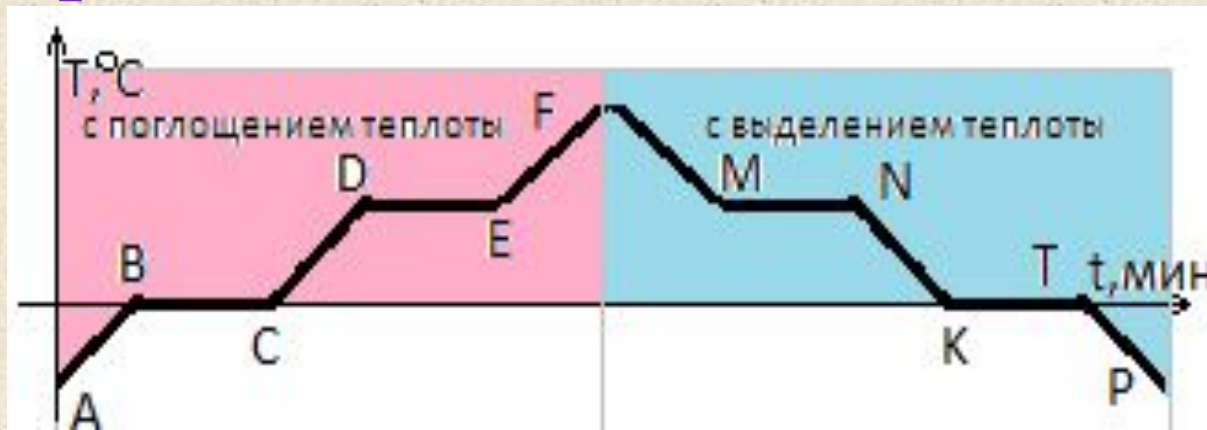






$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

# Агрегатные состояния вещества



АВ –нагревание твердого тела, в кристаллической решетке молекулы колеблются интенсивнее.

BC – плавление, разрушается кристаллическая решетка. CD- нагревание жидкости, молекулы жидкости движутся быстрее.

DE-испарение при кипении, молекулы покидают жидкость. EF- нагревание пара, молекулы пара движутся быстрее. FMNKTP – обратный процесс: остывание пара, конденсация, остывание жидкости, кристаллизация, остывание твердого тела.



# Агрегатные состояния вещества

## 0 Нагревание(остывание) ,

$$Q = cm \Delta t,$$

$c$  – удельная теплоемкость – количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг вещества на  $1^{\circ}\text{C}$  (1К)

## 0 Плавление (кристаллизация)

$$Q = \pm \lambda m ,$$

$\lambda$  – удельная теплота плавления – количество теплоты, необходимое для плавления 1 кг кристаллического вещества, взятого при температуре плавления

## Испарение (конденсация)

$$Q = \pm r m$$

$r$  - удельная теплота испарения – количество теплоты, необходимое для испарения 1 кг жидкости, взятой при температуре кипения

# Агрегатные состояния вещества

- **Влажность** – отношение парциального давления пара к давлению насыщенного пара при данной температуре

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{н}}} \cdot 100\%$$

- **Насыщенный пар** – пар, находящийся в термодинамическом равновесии со своей жидкостью (зависит только от температуры).
- **Точка росы** – температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе становится насыщенным.





# Психрометр

Психрометр — прибор для измерения относительной влажности воздуха и точки росы. Он состоит из двух термометров: сухого и влажного. Сухой термометр измеряет температуру воздуха, а влажный — температуру воздуха, насыщенного влагой. Разница между показаниями сухого и влажного термометров зависит от относительной влажности воздуха. Чем выше влажность, тем меньше разница. При 100% влажности показания обоих термометров совпадают.

Для измерения относительной влажности воздуха по показаниям психрометра используют психрометрические таблицы. В этих таблицах по известным значениям температуры сухого и влажного термометров находят относительную влажность воздуха. Также по психрометру можно определить точку росы — температуру, при которой воздух становится насыщенным влагой и начинает конденсироваться.

# Агрегатные состояния вещества

Кристаллическое	Аморфное
Есть определенная $t$ плавления	Нет определенной $t$ плавления
Анизотропны (физические свойства тела по всем направлениям различны)	Изотропны (физические свойства тела по всем направлениям одинаковы)
Дальний порядок расположения молекул	Ближний порядок расположения молекул



Спасибо за внимание!

