

# **УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ**

## Закон Авогадро

*в равных объёмах газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул*

**Уравнение состояния идеального газа.**  
(уравнение Менделеева - Клайперона)

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

$$\text{т.к. } \nu = \frac{m}{M} \Rightarrow pV = \nu RT$$

$$k \cdot N_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}} = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$R = 8,31 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К})$  - универсальная газовая постоянная.

## Объединенный газовый закон

*при переходе из одного состояния в другое данной массы газа произведение давления на объем, деленное на абсолютную температуру, есть величина постоянная*

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

уравнение Клайперона

**Нормальные условия:**

$$p_0 \approx 10^5 \text{ Па}$$

$$T_0 \approx 273 \text{ К}$$

$$V_m \approx 10^{-5} \text{ Па}$$

## **Изопроцессы**

*процессы, протекающие в системе с неизменной массой при постоянном значении одного из макроскопических параметров газа (температуры, давления или объема)*

## **Газовые законы**

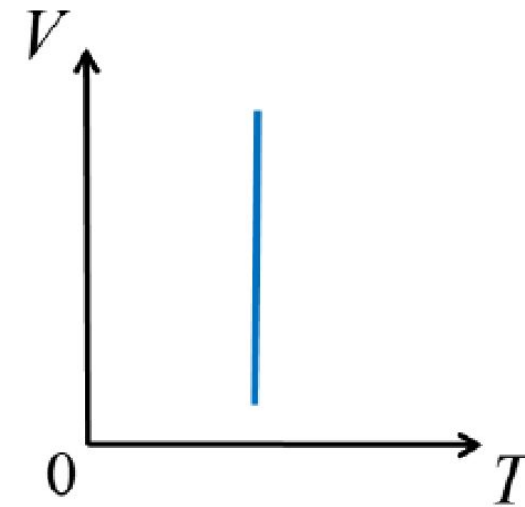
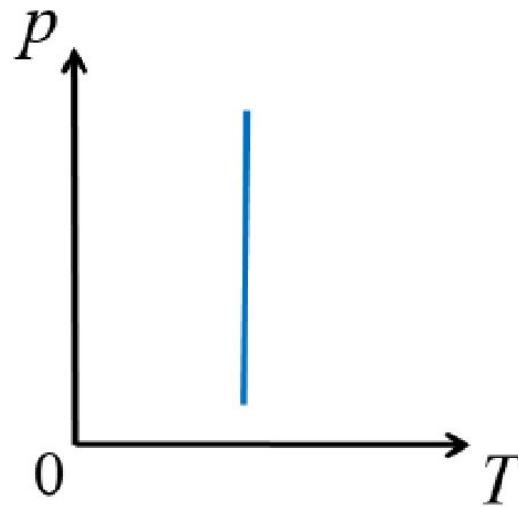
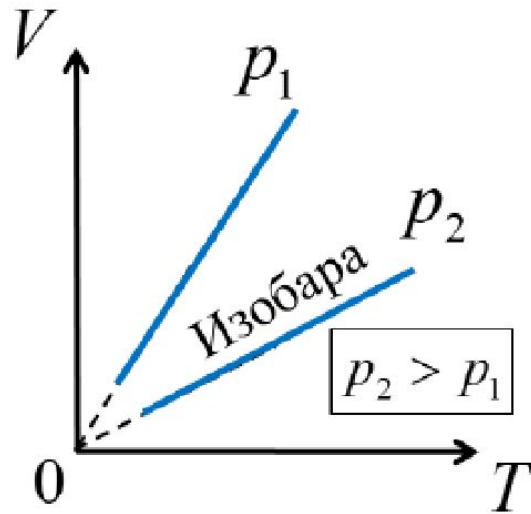
*количественные зависимости между двумя макроскопическими параметрами газа при неизменной массе и постоянстве третьего параметра*

**1. Изотермический процесс** - процесс изменения состояния системы, происходящий при постоянной температуре.

## Закон Бойля – Мариотта:

для газа данной массы при постоянной температуре произведение давление газа на его объем постоянно

при  $T = \text{const}$   $p_1V_1 = p_2V_2 = \text{const}$

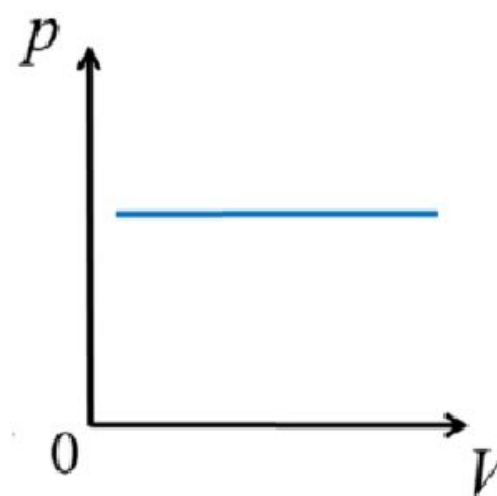
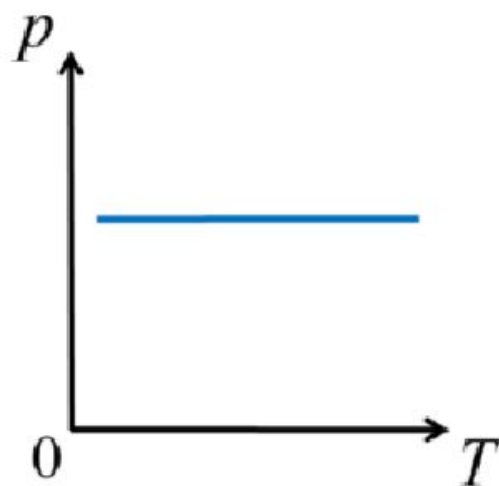
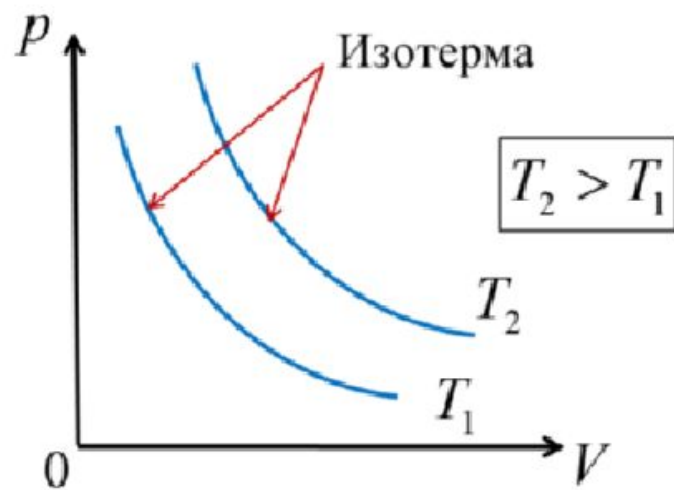


**2. Изобарный процесс** - процесс изменения состояния системы, происходящий при постоянном давлении.

**Закон Гей - Люссака:**

*для газа данной массы отношения объема к температуре постоянно, если давление не меняется*

при  $p = \text{const}$  
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{const}$$



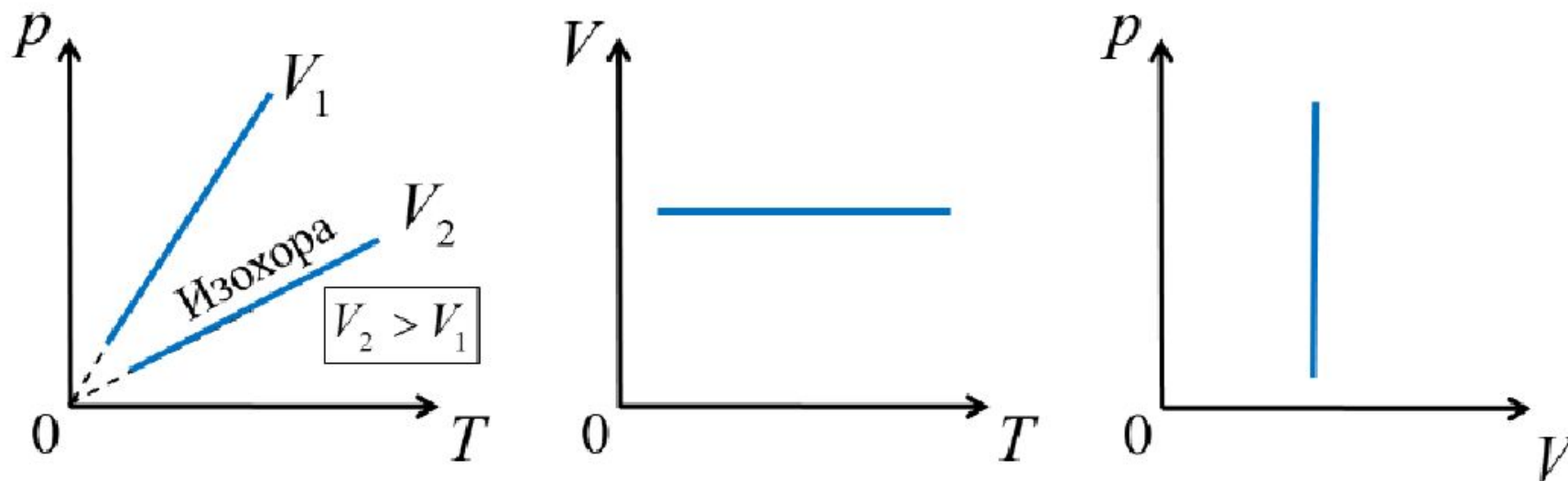
**3. Изохорный процесс** - процесс изменения состояния системы, происходящий при постоянном объеме.

### Закон Шарля:

*для газа данной массы отношения давления к температуре постоянно, если объем не меняется*

при  $V = \text{const}$

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



**Внутренняя энергия тела ( $U$ )** - это суммарная потенциальная и кинетическая энергия всех частиц, входящих в тело.

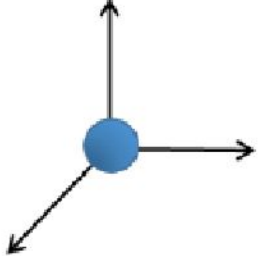
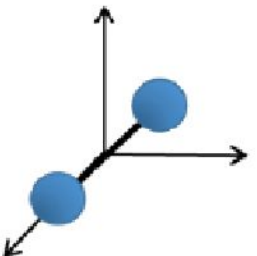
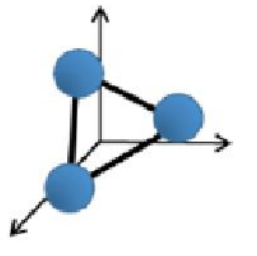
$$U = \sum E_{\text{к}} + \sum E_{\text{п}}$$

$E_{\text{к}}$  - кинетическая энергия беспорядочного движения всех молекул или атомов тела

$E_{\text{п}}$  - потенциальные энергии взаимодействия всех молекул друг с другом

**Степень свободы ( $i$ )** - это число возможных независимых движений частиц



Модель молекулы	Газ		
	одноатомный	двухатомный	трехатомный
			
Число степеней свободы	$i = 3$	$i = 5$	$i = 6$
Примеры	He, Ne, Ar	O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>

**Внутренняя энергия идеального одноатомного газа** равна средней кинетической энергии одного атома, умноженной на число атомов:

$$U = N \cdot \bar{E}_k, \text{ т.к. } (E_{\text{п}} \rightarrow 0)$$

**Внутренняя энергия идеального одноатомного газа** прямо пропорциональна его абсолютной температуре:

$$\boxed{U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT} \text{ т.е. } U = f(T)$$

**Внутренняя энергия многоатомного газа** зависит от степени свободы:

$$\boxed{U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT}$$

**Внутренняя энергия реальных газов** зависит и от объёма, поскольку при сжатии расстояние между молекулами уменьшается, а, следовательно, увеличивается потенциальная энергия:  $U = f(T, V)$

**Способы изменения  
внутренней энергии  $\Delta U$**

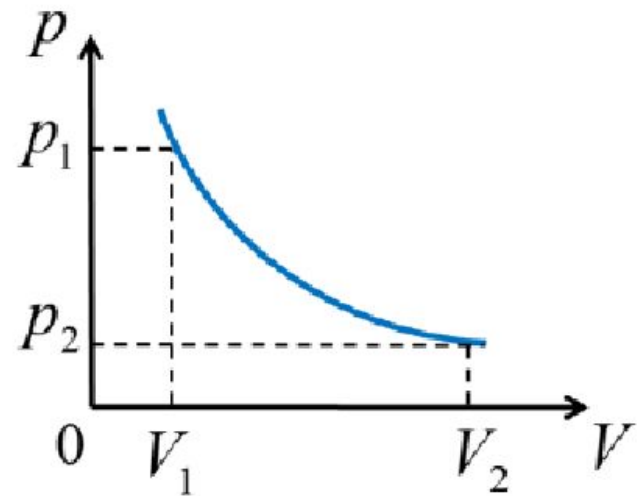
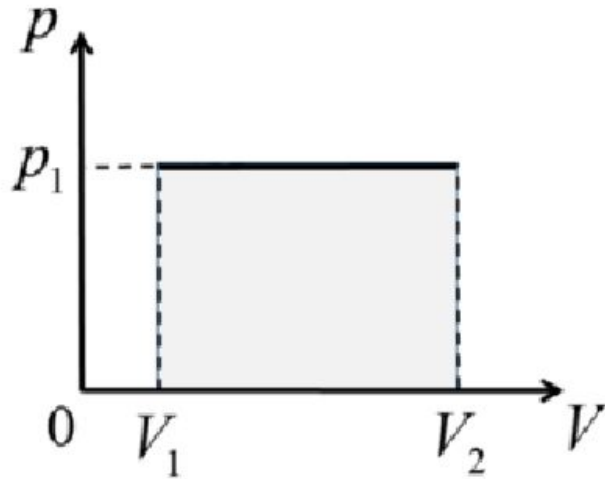
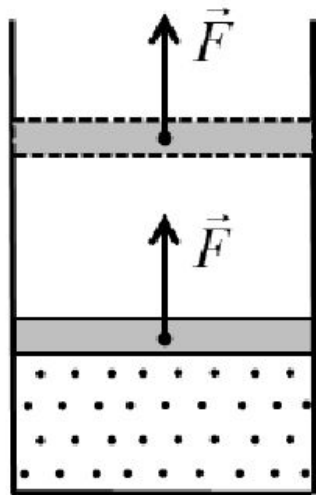
совершение  $A$

теплопередача:

- теплопроводность
- конвекция
- излучение

# РАБОТА ГАЗА. КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ

## 1. Работа в термодинамике



$$A = -A' = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$$

$A$  - работа газа;  $A'$  - работа внешних сил;  $\Delta V$  - изменение объема газа.

Расширение газа:  $\Delta V > 0 \Rightarrow A > 0$

Сжатие газа:  $\Delta V < 0 \Rightarrow A < 0$

## 2. Количество теплоты

**Теплообмен** - процесс передачи энергии от одного тела к другому без совершения работы.

**Количество теплоты ( $Q$ )** - количественная мера изменения внутренней энергии при теплообмене.

- При теплообмене происходит передача части внутренней энергии от горячего тела к холодному телу.
- Энергия при теплообмене не переходит из одной формы в другую.

**Нагревание и охлаждение:**

Количество теплоты, которое тело получает при нагревании или отдает при охлаждении:

$$Q = c \cdot m \cdot (T_2 - T_1)$$

$T_1$  - начальная температура тела,  $T_2$  - конечная температура тела,

$c$  - удельная теплоемкость.

**Удельная теплоёмкость ( $c$ )** - это количество теплоты, которое получает или отдает вещество массой 1 кг при изменении его температуры на 1 К.

$$\text{Единица измерения в СИ: } [c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$