

# **Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы**

**Занятие №13**

# Уравнение состояния идеального газа

На основе зависимости давления газа от его температуры  $p=nkT$  получим уравнение, связывающее макроскопические параметры *давление*  $p$ , *температуру*  $T$  и *объём*  $V$ , характеризующее состояние разреженного газа данной массы. Это уравнение называют уравнением состояния идеального газа.

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

уравнение Менделеева-Клапейрона

$R$  - универсальная газовая постоянная

$$R = kN_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} = \\ = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

# Уравнение Клапейрона

**Из уравнения состояния вытекает связь между давлением, объемом и температурой идеального газа, который может находиться в двух любых состояниях.**

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

**уравнение Клапейрона**

# Равновесное состояние. Равновесный процесс.

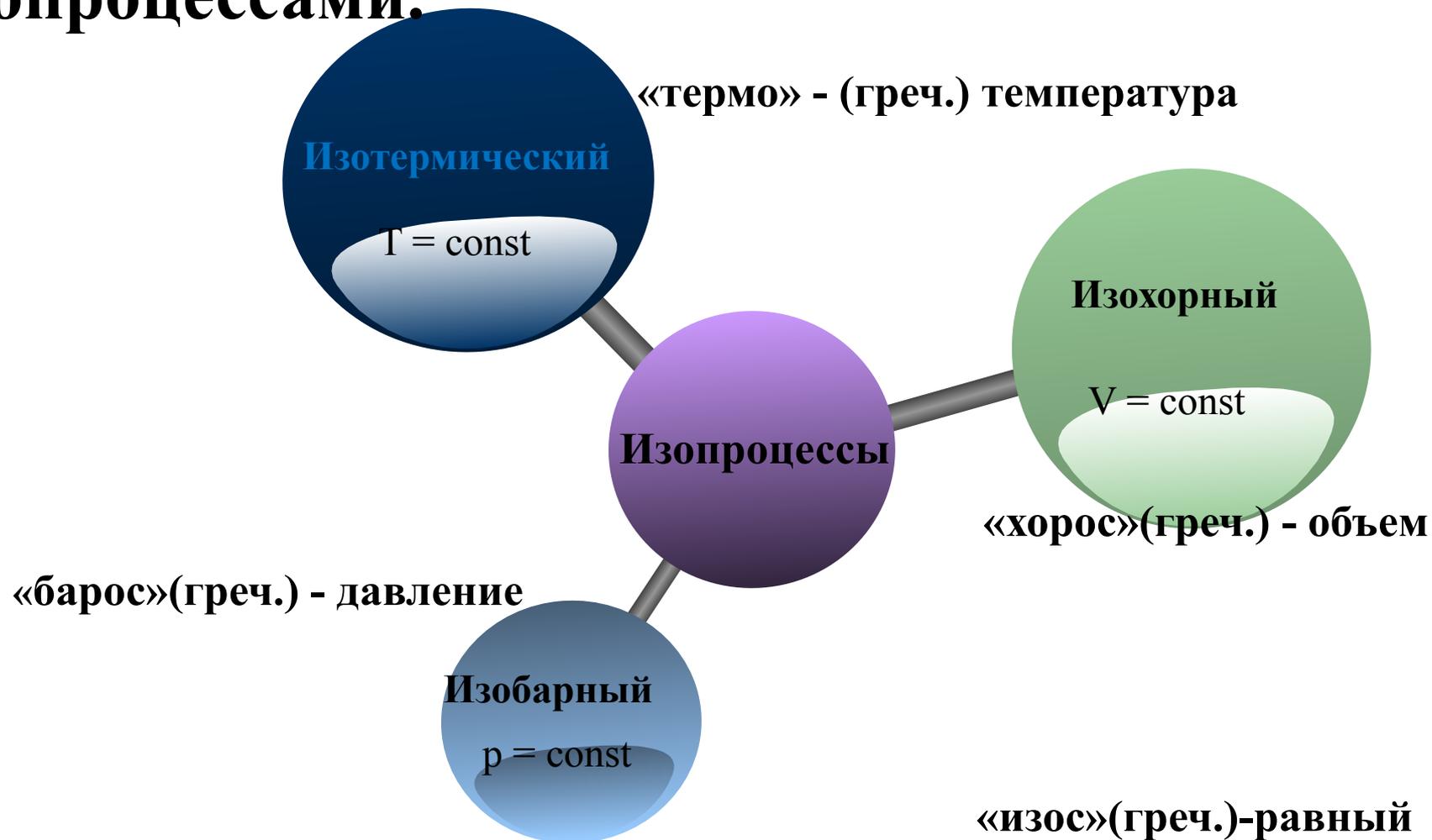
- Равновесное состояние - это состояние, при котором температура и давление во всех точках объема одинаковы.
- Процесс, при котором все промежуточные состояния газа являются равновесными, называют равновесным процессом.

# Газовые законы

- **Количественные зависимости между двумя параметрами газа при фиксированном значении третьего называют газовыми законами.**
- **При получении газовых законов в уравнении состояния количество вещества является фиксированной величиной:  $\nu = m/M = \text{const}$**

# Изопроцессы в газах

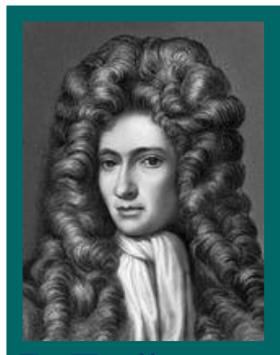
Процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров, называют изопроцессами.



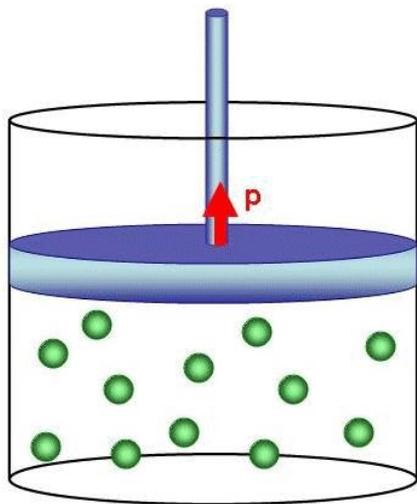
# Изотермический процесс

-это процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянной температуре.

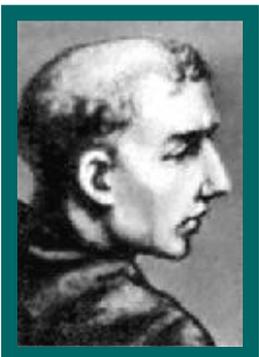
Из уравнения состояния  $pV = m/M \cdot RT$  следует: для газа данной массы при постоянной температуре  $T = const$  произведение давления газа на его объем постоянно  $pV = const$  (закон Бойля – Мариотта).



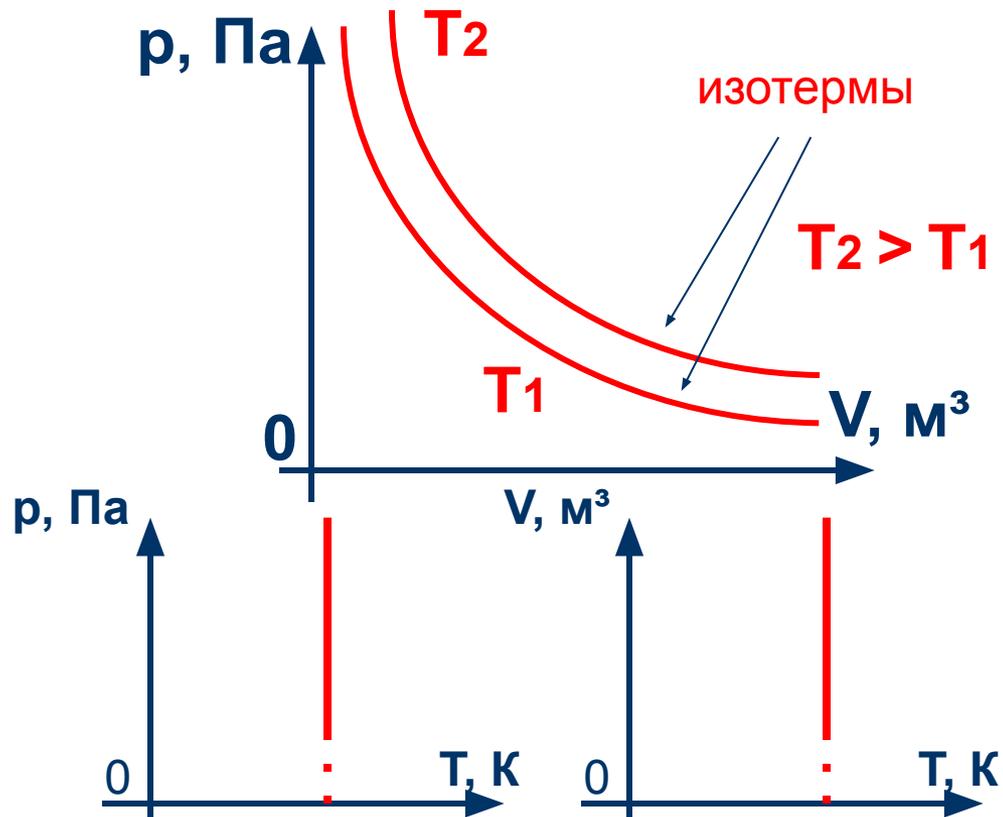
Р. Бойль



Если  $T = const$ , то  
при  $V \downarrow p \uparrow$ ,  
и наоборот  $V \uparrow p \downarrow$



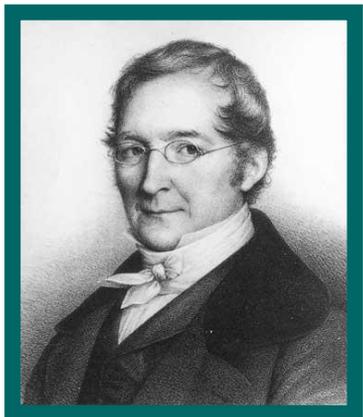
Э. Мариотт



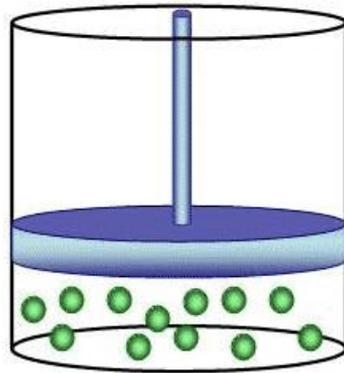
# 3. Изобарный процесс

процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном давлении.

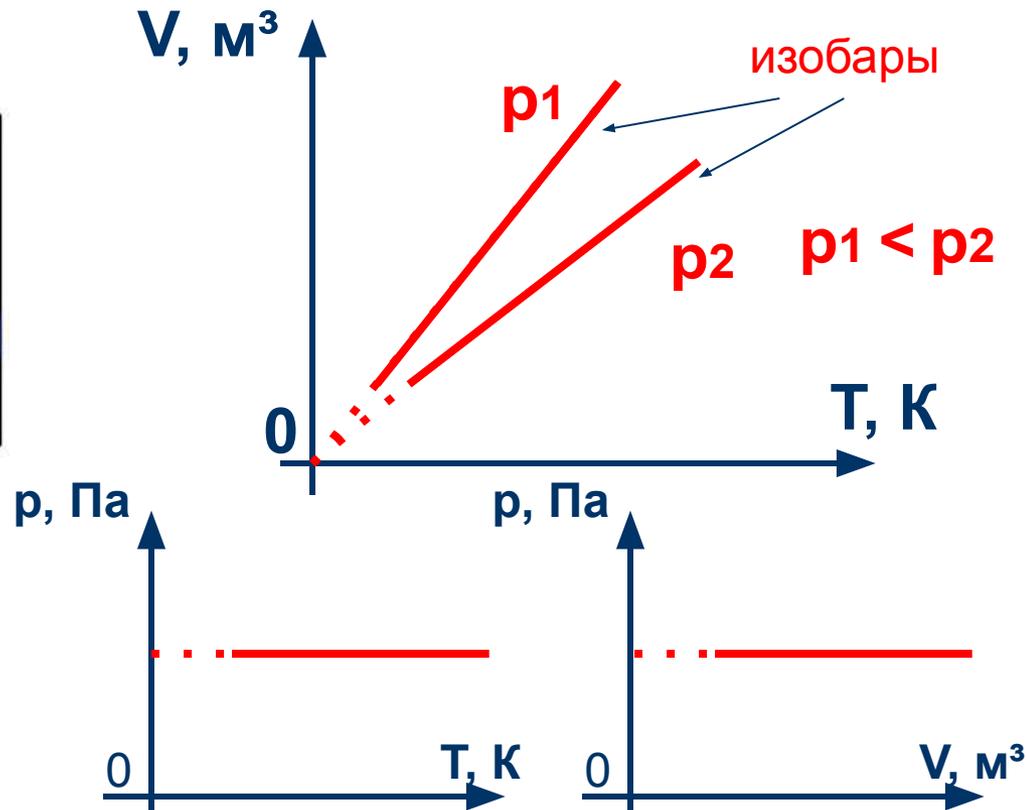
Из уравнения состояния  $pV = m/M \cdot RT$  следует: для газа данной массы при постоянном давлении  $p = const$  отношение объема газа к его температуре постоянно:  $V/T = const$  (закон Гей-Люссака).



Ж. Гей-Люссак



Если  $p = const$ , то  
при  $T \downarrow V \downarrow$ ,  
и наоборот  $T \uparrow V \uparrow$



# Изохорный процесс

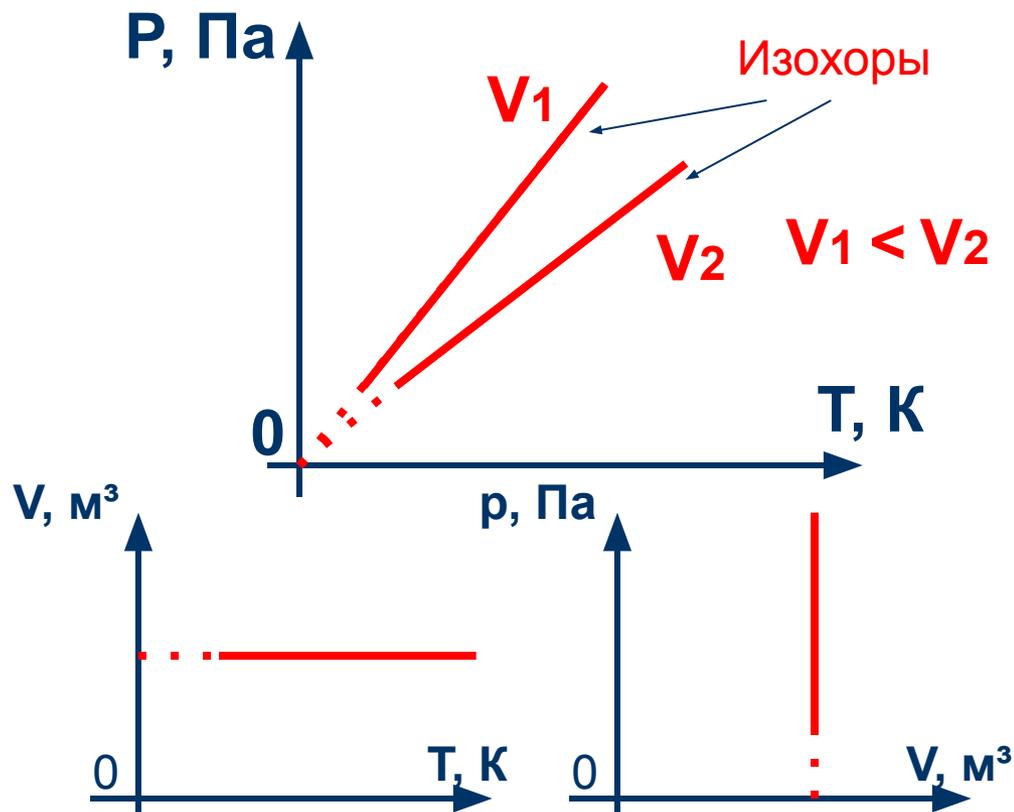
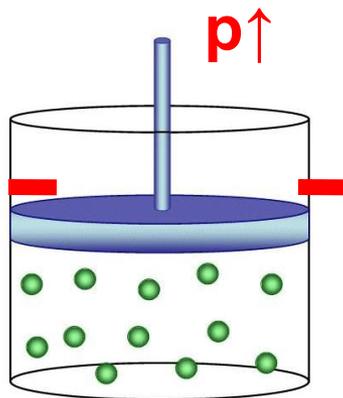
процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном объеме.

Из уравнения состояния  $pV = m/M \cdot RT$  следует: для газа данной массы при постоянном объеме  $V = const$  отношение давления к температуре не меняется  $p/T = const$  (закон Шарля).



Ж. Шарль

Если  $V = const$ , то  
при  $T \downarrow p \downarrow$ ,  
и наоборот  $T \uparrow p \uparrow$



# Уравнение Клапейрона для изопроцессов

$$PV = m/M \cdot RT$$

$$v = m/M$$
$$v = \text{const}$$

$$T = \text{const}$$

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

$$V = \text{const}$$

$$P = \text{const}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

изотермический

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

изобарный

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

изохорный