

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.

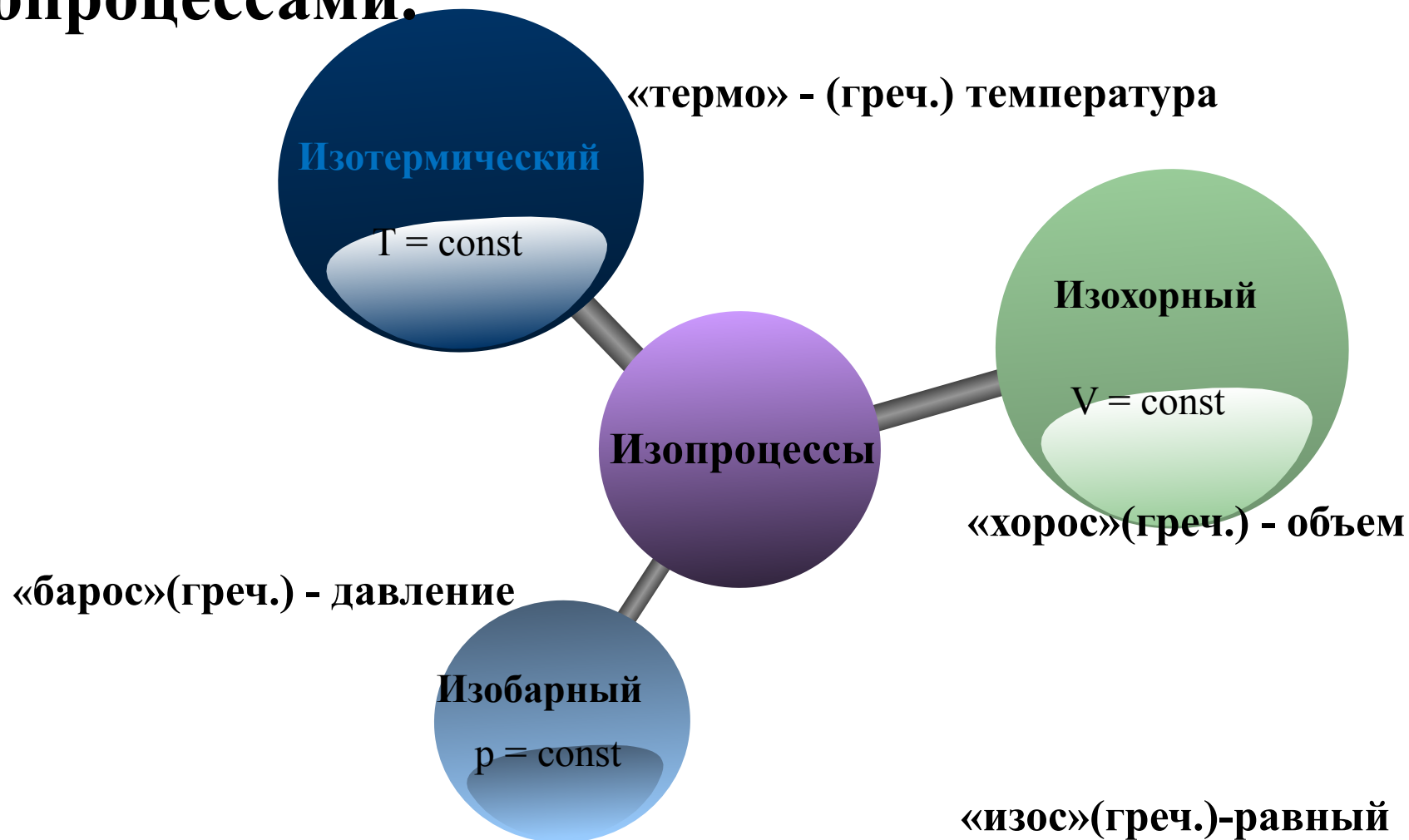
- Равновесное состояние - это состояние, при котором температура и давление во всех точках объема одинаковы.
- Процесс, при котором все промежуточные состояния газа являются равновесными, называют равновесным процессом.

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.



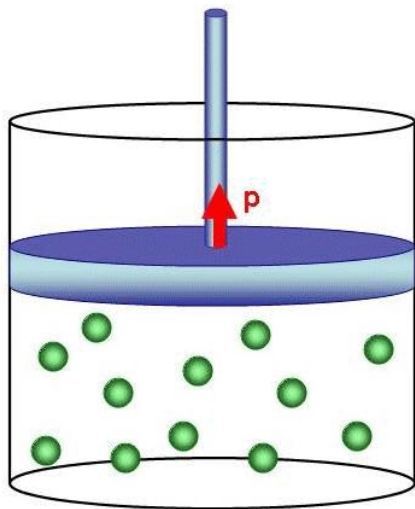
Изотермический процесс

-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).



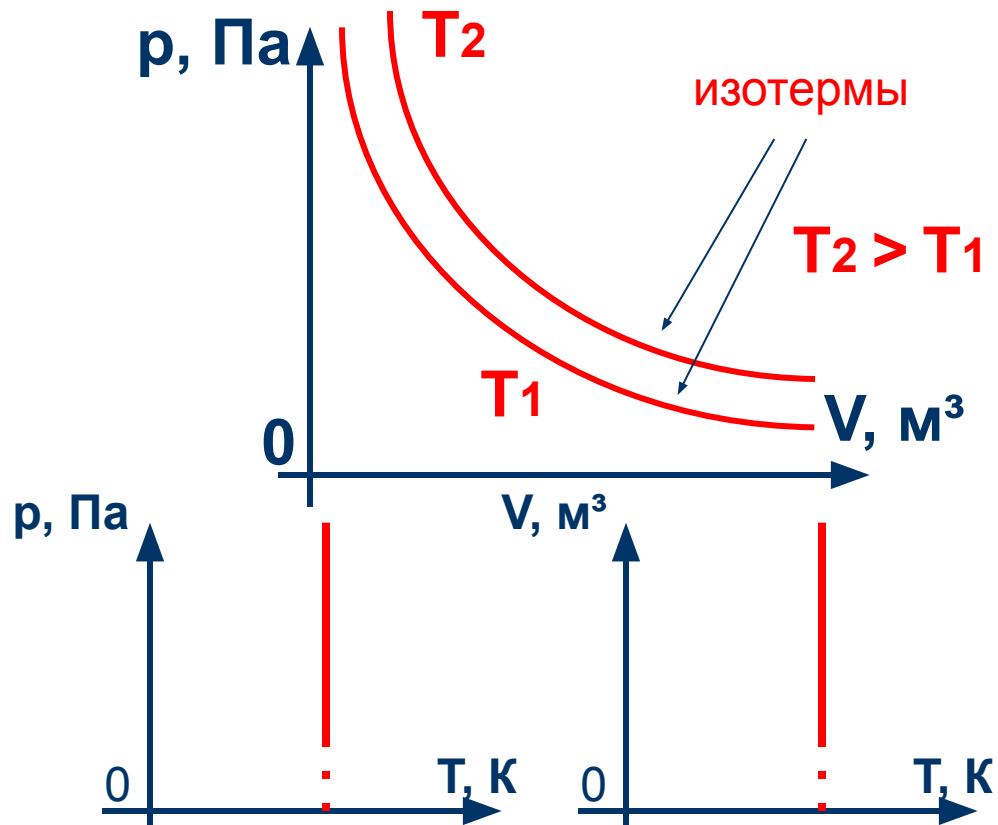
Р. Бойль



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



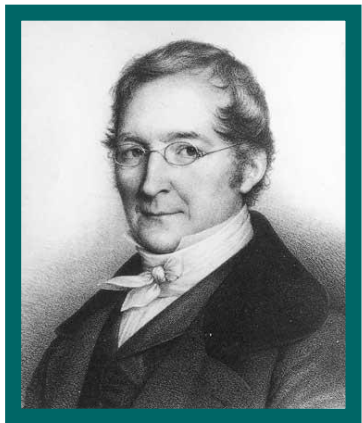
Э. Мариотт



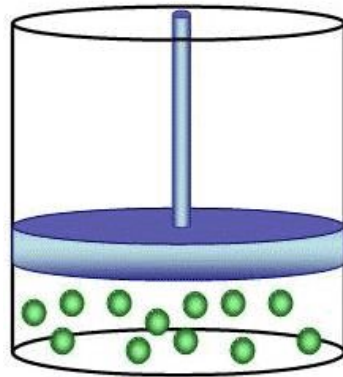
3. Изобарный процесс

процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном давлении.

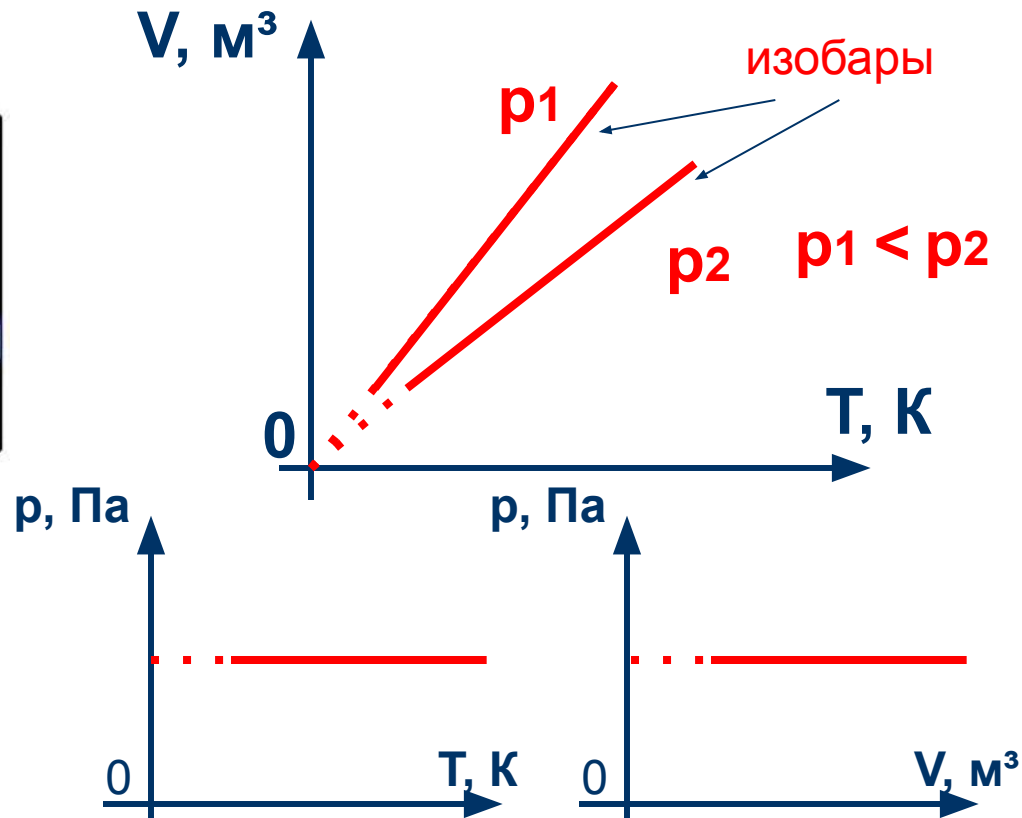
Из уравнения состояния $pV = m/M \cdot RT$ следует: для газа данной массы при постоянном давлении $p = const$ отношение объема газа к его температуре постоянно: $V/T = const$ (закон Гей-Люссака).



Ж. Гей-Люссак



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



Изохорный процесс

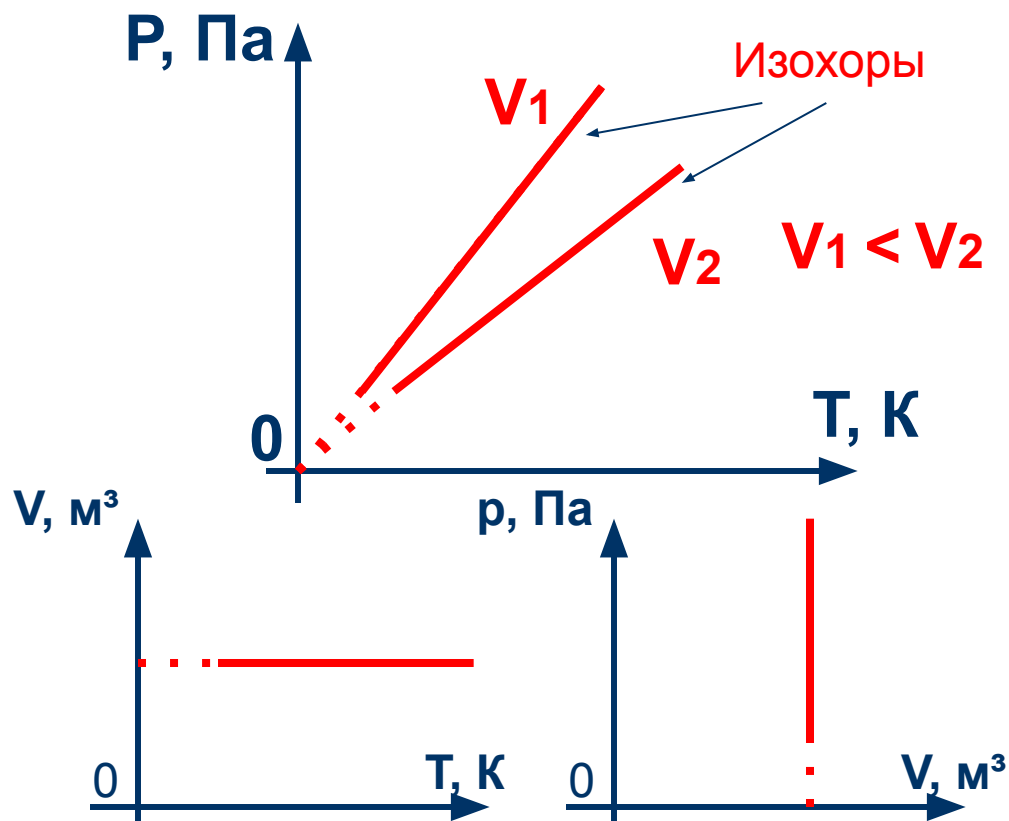
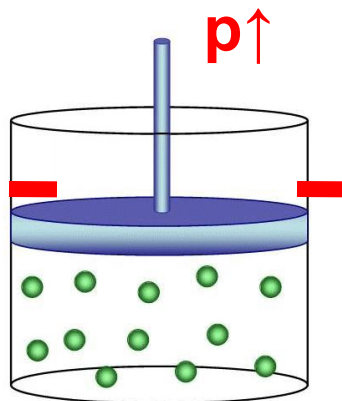
процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном объеме.

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

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

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

$$T = \text{const}$$

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

$$V = \text{const}$$

$$P = \text{const}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

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

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

изотермический

изобарный

изохорный