

Термодинамические параметры

I. Давление газа: $p = \frac{F_{\perp}}{S}$ $[p] = \frac{H}{M^2} =$

F_{\perp} - суммарная сила, действующая по нормали к поверхности

S - площадь поверхности

II. Объём газа: $v [M] =$ ³

III. Абсолютная температура: $T [K] =$

$$T = t + 273,15K$$

$$1^{\circ}C = 1K$$

Эмпирические газовые законы (1)

Изопроцессы – процессы, протекающие в системе с постоянной массой газа при каком-либо фиксированном термодинамическом параметре.

I. $p = \text{const}$

Закон Гей-Люссака: $V = V_0 (1 + \alpha_v t^\circ\text{C})$,

$$V = V_0 (t = 0^\circ\text{C})$$

температурный коэффициент объемного

расширения:

$$\alpha_v = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_v = \frac{1}{273}$$

Эмпирические газовые законы (2)

II. $V = \text{const}$

Закон Шарля: $p = p_0 (1 + \alpha_p t^{\circ}\text{C})$,

$$p = p_0 (t = 0^{\circ}\text{C})$$

температурный коэффициент объемного

расширения:

$$\alpha_p = \frac{1}{p_0} \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V = \frac{1}{273}$$

III. $T = \text{const}$

Закон Бойля-Мариотта : $pV = \text{const}$

Закон Авогадро

Равные объёмы различных газов при одинаковых давлениях и температурах содержат одно и то же число молекул.

Количество вещества

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

$$[\nu] = \text{МОЛЬ}$$

N_A - число Авогадро

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{МОЛЬ}}$$

M - молярная масса

Уравнение Менделеева-Клапейрона

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

уравнение состояния идеального газа

P - давление газа

V - объём газа

m - масса газа

M - молярная масса газа

T - абсолютная температура газа

R - универсальная газовая постоянная

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

P, V, T – параметры состояния системы

Закон Дальтона

$$p_{\text{смеси}} = \sum_i p_i$$

Давление смеси газов равно сумме их парциальных давлений.

p_i - парциальное давление – давление, которое данный газ создавал бы в отсутствие остальных

$$\sum_i p_{i\text{смеси}} \left(\sum_i n_i \right)_{\text{смеси}} kT = n \quad kT = p$$

Получим связь давления идеального газа с его концентрацией и температурой

$$p = \frac{\overbrace{m}^M}{\underbrace{\nu}} \frac{RT}{V} = \frac{\overbrace{\nu N_A}^V}{\underbrace{n}} kT = nkT$$

n - концентрация газа

k - постоянная Больцмана

Количество вещества смеси газов

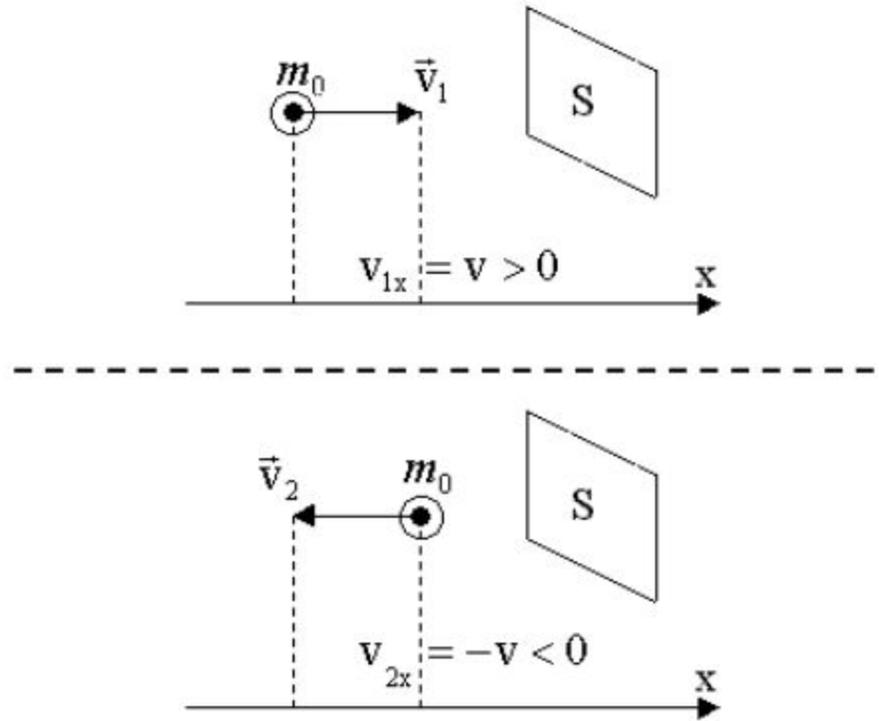
$$V_{\text{смеси}} = \sum_i V_i$$

V - количество вещества газов, входящих в состав смеси

Молярная масса смеси газов

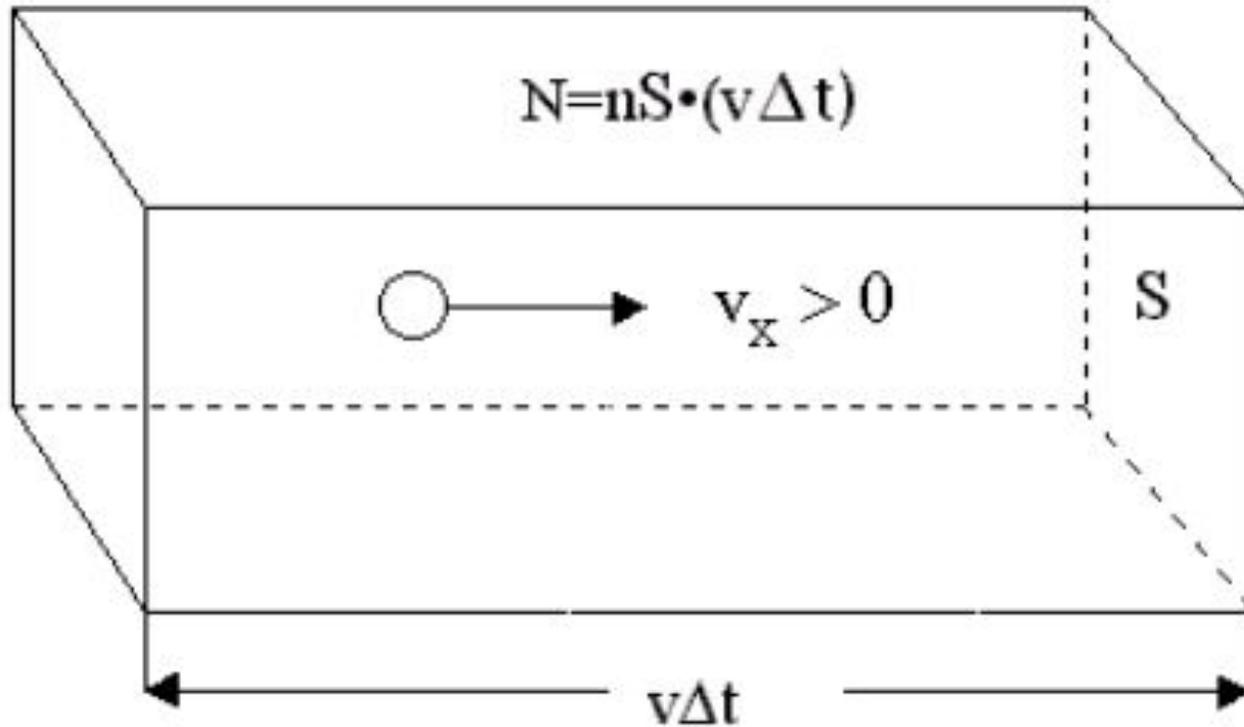
$$\mu_{\text{смеси}} = \frac{\sum_i m_i}{\sum_i \nu_i} = \frac{\sum_i m_i}{\sum_i \frac{m_i}{\mu_i}}$$

Основное уравнение МКТ



$$N_x = \frac{1}{6} n S v \Delta t$$

Основное уравнение МКТ



Основное уравнение МКТ

Средняя сила, действующая на стенку со стороны одной молекулы:

$$\langle F_x \rangle = -m_0 \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{2m_0 v}{\Delta t}$$

Число ударов молекул о стенку за время Δt :

$$N_x = \frac{1}{6} n S v \Delta t$$

Давление газа:

$$p = \frac{\langle F_x \rangle N_x}{S} = \frac{1}{3} n m_0 v^2 = \frac{2}{3} n \left(\frac{m_0 \langle v^2 \rangle}{2} \right) = \frac{2}{3} n \langle \varepsilon_{\text{пост}} \rangle$$

$\langle \varepsilon_{\text{пост}} \rangle$ - средняя кинетическая энергия поступательного движения одной молекулы

Физический смысл температуры T

Уравнение

Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

Основное уравнение
кинетической теории газа:

$$p = \frac{2}{3} n \left\langle \varepsilon_{1 \text{ пост}} \right\rangle$$

$$\frac{N}{N_A} RT = \frac{2}{3} N \left\langle \varepsilon_{1 \text{ пост}} \right\rangle$$

$$\left\langle \varepsilon_{1 \text{ пост}} \right\rangle = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T = \frac{3}{2} kT$$

$$\text{Дж } 1,38 \cdot 10^{-23} /$$