

Лекция 11. Уравнения состояния термодинамической системы.

Изобарический процесс. $P = \text{const}$

Изобарическим процессом наз. процесс, протекающий при постоянном давлении P .

Поведение газа при изобарическом процессе, подчиняется закону Гей-Люссака: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \frac{m}{m_0}, \frac{V}{T} = \text{const}$

Изотермический процесс. $T = \text{const}$

Изотермическим процессом наз. процесс, протекающий при постоянной температуре T .

Поведение идеального газа при изотермическом процессе подчиняется закону Бойля-Мариотта:

$$PV = \text{const}; P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Уравнение изотермы: $P_1 V_1 = P_2 V_2$

Объединенный газовый закон (Закон Клайперона)
Совместив законы Гей-Люссака и Бойля-Мариотта, можно получить, что для данной массы газа:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \text{ или } \frac{PV}{T} = \text{const} - \text{Объед. газовый закон Клайперона}$$

Уравнение Менделеева - Клайперона

- объединяю все эти законы (+ законы Авогадро, Вульфа)

$PV = \frac{m}{\mu} RT$, где μ - число молей. Для одного моля можно записать: $PV_m = RT$

Запись через плотность газа: $P = \frac{\rho}{\mu} RT (= \frac{m}{\mu V} RT)$

Закон Дальтона

Давление смеси ~~идеальных~~ идеальных газов равно сумме парциальных давлений P_i входящих в неё газов

$$P_{\text{см}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

(P_i - давление, которое оказывал бы отдельный газ из смеси, если бы он занимал весь объём)

$$P_{\text{см}} = \frac{m_1 RT}{M_1 V} + \frac{m_2 RT}{M_2 V} = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right)$$

Так как согласно закону Дальтона: $P = P_1 + P_2 + \dots + P_n$

$$\text{Можно записать: } PV = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \dots + \frac{m_n}{M_n} \right) RT$$

это уравнение Менделеева-Клапейрона для смеси газов

Термодинамика. Единицы измерения температуры

Из-за невозможности выражения температуры как средней кин. энергии пост. движения молекул газа, для определения температуры идеального газа используют уравнение

$$PV = \left(\frac{m}{M} \right) RT$$

В физике за абсолютную температуру принята шкала Кельвина

(всегда ≥ 0 , т.к. $\frac{mv^2}{2} \geq 0$)

Температура не аддитивна.

Основное уравнение МКТ через температуру (молекулярно-кинетической теории)

с прошлой лекции: $p = \frac{2}{3} n \langle E_{\text{пост}} \rangle$ кин. эн.

Осн. ур-ние МКТ газов иллюстрирует:
давление газов определяется ср. кин. энергией пост. движения молекул и их плотностью

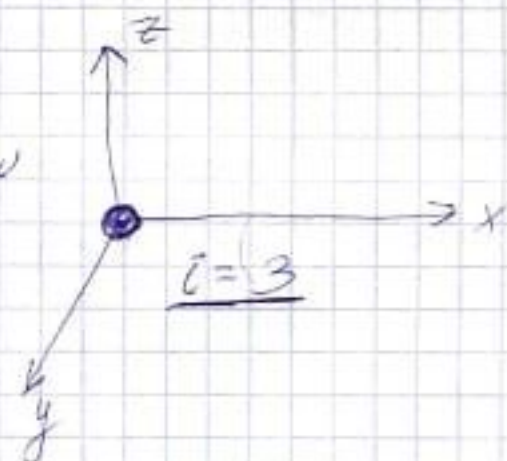
$$p = \frac{2}{3} n \langle E_k \rangle, \quad \langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT, \quad \text{отсюда:}$$

$p = nkT$ - другая запись осн. ур-ния МКТ через температуру
(иногда так)

Равномерное распределение энергии молекул по степеням свободы

Малым степеней свободы наз. циклоз. переменная, опис. положение тела в пр-ве и абзр. i

Положение м.т. (одноатомной молекулы) $i=3$:
зад. 3-мя к-ми, поэтому она имеет три степени свободы, $i=3$.



Малые простейших молекулы



O_2 - 2-атомная молекула
5 степеней свободы ($i=5$)

Гипотеза о равномерном распредел. энергии по степеням своб.
Выводим, что ср. энергия на одну степень свободы:

$$\langle E_k \rangle = \frac{1}{2} kT$$