

Тема 6 МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

Оглавление

1 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕОРІЇ.....	1
2 Рівняння Менделєєва – Клапейрона	1
3 Експериментальні газові закони.....	1
4 Закон Дальтона.....	2
5 Парціальний тиск.....	2
6 Основне рівняння молекулярно – кінетичної теорії ідеальних газів	3
7 Середня повна кінетична енергія молекули	3
8 Швидкість молекул.....	3

1 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕОРІЇ

Кількість речовини однорідного газу (в молях):

$$\nu = \frac{N}{N_A} \quad \text{чи} \quad \nu = \frac{m}{M},$$

де N –число молекул газу; N_A –стала Авогадро; m –маса газу; M –молярна маса (маса одного, 1моль) газу.

Якщо система являє суміш декількох газів, то кількість речовини системи визначається як:

$$\nu = \nu_1 + \nu_2 + \dots + \nu_n = \frac{N_1}{N_A} + \frac{N_2}{N_A} + \dots + \frac{N_n}{N_A}$$

або

$$\nu = \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \dots + \frac{m_n}{M_n},$$

де ν_i, N_i, m_i, M_i –відповідно кількість речовини, число молекул, маса, молярна маса i -го компонента суміші.

2 Рівняння Менделєєва – Клапейрона

Рівняння Менделєєва – Клапейрона (рівняння стану ідеального газу):

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

де p, V, T – параметри стану; m –маса газу; M –молярна маса газу; $\nu = m/M$ –кількість речовини; $R = 8,31$ Дж/моль·К – універсальна газова стала; T – термодинамічна температура.

3 Експериментальні газові закони

Дослідні (експериментальні) газові закони, які є частковим випадком рівняння Менделєєва – Клапейрона для ізопроцесів:

а) закон Бойля–Маріотта (ізотермічний процес $T = \text{const}$, $m = \text{const}$):

$$pV = \text{const} \quad , \quad \text{чи для двох станів газу: } p_1 V_1 = p_2 V_2 ;$$

б) закон Гей – Люсака (ізобарний процес – $p = \text{const}$, $m = \text{const}$) :

$$\frac{V}{T} = \text{const} \quad , \quad \text{чи для двох станів: } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} ;$$

в) закон Шарля (ізохорний процес – $V = \text{const}$, $m = \text{const}$):

$$\frac{p}{T} = \text{const} \quad , \quad \text{чи для двох станів: } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} ;$$

г) об'єднаний газовий закон ($m = \text{const}$):

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \quad , \quad \text{або} \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} ,$$

де p_1, V_1, T_1 – тиск, об'єм та температура газу в початковому стані;

p_2, V_2, T_2 – те ж саме, в кінцевому стані.

4 Закон Дальтона

Закон Дальтона, який визначає тиск суміші газів:

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n ,$$

де p_1 – парціальні тиски компонентів суміші; n – число компонентів суміші.

5 Парціальний тиск

Парціальний тиск є тиск газу, який створював би цей газ, якби він один знаходився в ємності, яку займає суміш.

Молярна маса суміші газів:

$$M = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{\nu_1 + \nu_2 + \dots + \nu_n} ,$$

де m_i – маса i -го компонента суміші; $\nu_i = \frac{m_i}{M_i}$ – кількість речовини i -го

компонента суміші; n – число компонентів суміші.

Масова доля ω_i i -го компонента суміші газу (в долях одиниці чи відсотках):

$$\omega_i = \frac{m_i}{m} ,$$

де m – маса суміші.

Концентрація молекул:

$$n = \frac{N}{V} = \frac{N_A \rho}{M} ,$$

де N —число молекул, які містить дана система; ρ —густина речовини;

V —об'єм системи. Формула дійсна не тільки для газів, але і для будь - якого агрегатного стану речовини.

6 Основне рівняння молекулярно – кінетичної теорії ідеальних газів

Тиск ідеального газу p прямо пропорційний концентрації n молекул газу і середній кінетичній енергії поступального руху $\langle \varepsilon_n \rangle$ молекули газу:

$$p = \frac{2}{3} n \langle \varepsilon_n \rangle \quad (1)$$

Відповідно до експериментальних газових законів і висновків молекулярно-кінетичної теорії газів встановлено, що

$$\langle \varepsilon_n \rangle = \frac{3}{2} kT, \quad (2)$$

де $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К—стала Больцмана, T —термодинамічна температура.

Тоді рівняння (1) можна записати у вигляді залежності тиску газу від концентрації молекул та температури:

$$p = nkT. \quad (3)$$

7 Середня повна кінетична енергія молекули

Середня повна кінетична енергія молекули:

$$\langle \varepsilon_i \rangle = \frac{i}{2} kT, \text{ де } i\text{—число ступенів свободи молекули, що дорівнює 3, 5}$$

та 6 для одно -, двоатомного та три чи більш атомного газу.

8 Швидкість молекул

Швидкість молекул :

$$\langle V_{\text{кв}} \rangle = \sqrt{\frac{3kT}{m_1}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (\text{середня квадратична});$$

$$\langle V \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_1}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \quad (\text{середня арифметична});$$

$$V_{\text{ім}} = \sqrt{\frac{2kT}{m_1}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}} \quad (\text{найбільш ймовірна}),$$

де m_1 —маса однієї молекули.

Відносна швидкість молекули:

$$u = \frac{V}{V_{\text{ім}}},$$

де V —швидкість даної молекули.

Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу записується ще й так:

$$p = \frac{1}{3} n m_1 V_{\kappa 6}^2 \cdot$$