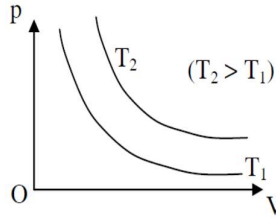


CHƯƠNG MỞ ĐẦU: THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

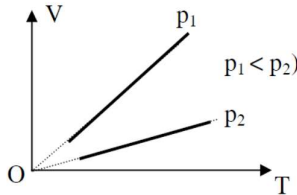
1. Định luật Boyle – Mariotte (cho quá trình đẳng nhiệt, $T = \text{const}$)

$$pV = \text{const}; p_1 V_1 = p_2 V_2$$



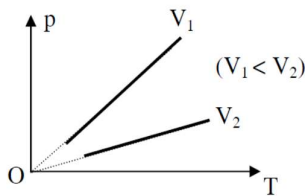
2. Định luật Gay – Lussac (cho quá trình đẳng áp, $p = \text{const}$)

$$\frac{V}{T} = \text{const}; \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$



3. Định luật Charles (cho quá trình đẳng tích, $V = \text{const}$)

$$\frac{p}{T} = \text{const}; \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$



4. Phương trình trạng thái khí lý tưởng

- Phương trình Mendeleev – Clapayron (cho 1 mol khí): $pV = RT$

- Phương trình trạng thái khí lý tưởng: $pV = \frac{m}{\mu} RT$, trong đó:

p , V , T , m , μ : áp suất, thể tích, nhiệt độ tuyệt đối, khối lượng, khối lượng mol

$R = 8,31 \left(\frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \right)$: Hằng số khí lý tưởng.

- Khối lượng riêng của khối khí: $pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow p = \frac{m}{V} \frac{RT}{\mu} \rightarrow p = \rho \frac{RT}{\mu} \rightarrow \rho = \frac{\mu p}{RT}$

5. Phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử

- Phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử: $p = \frac{2}{3} n_0 \overline{W}$, trong đó:

n_0 là mật độ phân tử khí;

\overline{W} là động năng tịnh tiến trung bình của phân tử.

- Đối với 1 mol khí lý tưởng: $\overline{W} = \frac{3}{2} kT$, trong đó $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \left(\frac{\text{J}}{\text{K}} \right)$ - là hằng số Boltzmann.

6. Nội năng khí lý tưởng

- Định luật phân bố đều năng lượng theo bậc tự do: *Động năng trung bình của các phân tử được phân bố đều*

cho các bậc tự do của các phân tử và có giá trị bằng: $\epsilon_0 = \frac{kT}{2}$

- Nội năng của một mol khí: $U_0 = N_A \frac{i k T}{2} = \frac{i}{2} RT$

- Nội năng của một lượng khí bất kỳ: $U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT$

7. Các định luật phân bố phân tử

- Phân bố theo vận tốc (phân bố Maxwell)

+ vận tốc xác suất cực đại: $v_{xs} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$

+ vận tốc trung bình: $\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}}$

+ vận tốc căn quân phương (vận tốc trung bình toàn phương): $v_c = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$

- Công thức khí áp: $p_h = p_0 \exp\left(\frac{-mgh}{kT}\right)$

- Phân bố hạt theo độ cao: $n = n_0 \exp\left(\frac{-mgh}{kT}\right)$

- Phân bố theo thế năng: $n = n_0 \exp\left(\frac{-W_t}{kT}\right)$

Các bài tập cần giải: 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6.

Bài 0.1. Có 40g khí Oxy chiếm thể tích 3 lít, áp suất 10 at.

a) Tính nhiệt độ của khối khí;

b) Cho khối khí giãn nở đẳng áp đến thể tích 4 lít. Hỏi nhiệt độ của khối khí sau khi giãn nở?

Tóm tắt:

$$m = 40g = 4 \cdot 10^{-2} \text{ (kg)} - O_2$$

$$V = 3 \text{ (lit)} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3\text{)}$$

$$p = 10 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$a) T = ?$$

$$b) V' = 4 \text{ (lit)} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3. T' = ?$$

Bài giải:

$$a) \text{ Phương trình trạng thái khí lý tưởng: } pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow T = \frac{pV\mu}{mR} = \frac{9,81 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 32}{40 \cdot 8,31} = 283K = 10^\circ C$$

b) Đối với quá trình đẳng áp (định luật Gay – Lussac):

$$\frac{V}{T} = \frac{V'}{T'} \rightarrow T' = T \frac{V'}{V} = 283 \cdot \frac{4}{3} = 377K = 104^\circ C$$

Bài 0.2. Có 10g khí hidro ở áp suất 8,2 at đựng trong một bình có thể tích 20 lít.

a) Tính nhiệt độ của khối khí;

b) Hơ nóng đẳng tích khối khí này đến khi áp suất của nó bằng 9 at. Tính nhiệt độ của khối khí sau khi hơ nóng.

Tóm tắt:

$$m = 10g = 10^{-2} \text{ (kg)} - H_2$$

$$p = 8,2 \text{ at} = 8,2 \cdot 9,81 \cdot 10^4 = 0,8 \cdot 10^6 \text{ (Pa)}$$

$$V = 20 \text{ (lit)} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$a) T = ?$$

$$b) p' = 9 \text{ at} = 9 \cdot 9,81 \cdot 10^4 = 0,883 \cdot 10^6 \text{ (Pa)}$$

$$T' = ?$$

Bài giải:

$$a) \text{ Phương trình trạng thái khí lý tưởng: } pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow T = \frac{pV\mu}{mR} = \frac{0,8 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 2}{10 \cdot 8,31} = 387K = 114^\circ C$$

$$b) \text{ Quá trình đẳng tích: } \frac{p}{T} = \frac{p'}{T'} \rightarrow T' = T \frac{p'}{p} = 387 \cdot \frac{9}{8,2} = 425K = 152^\circ C$$

Bài 0.3. Có 10kg khí đựng trong một bình, áp suất 10^7 N/m^2 . Người ta lấy ở bình ra một lượng khí cho tới khi áp suất của khí còn lại trong bình bằng $2,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. Coi nhiệt độ của khối khí không đổi. Tìm lượng khí đã lấy ra.

Tóm tắt:

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$p = 10^7 \text{ (N/m}^2\text{)}; p' = 2,5 \cdot 10^6 \text{ (Pa)}$$

$$T = \text{const}; \Delta m = ?$$

Bài giải:

Phương trình trạng thái khí lý tưởng cho 2 trạng thái trước và sau:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT; p'V = \frac{m'}{\mu} RT \rightarrow \frac{p}{m} = \frac{p'}{m'} = \frac{p - p'}{m - m'} = \frac{p - p'}{\Delta m} \rightarrow \Delta m = m \frac{p - p'}{p}$$

$$\text{Thay số vào ta có: } \Delta m = m \frac{p - p'}{p} = 10 \frac{(10^7 - 2,5 \cdot 10^6)}{10^7} = 7,5 \text{ (kg)}$$

Bài 0.4. Có 12g khí chiếm thể tích 4 lít ở nhiệt độ 70°C . Sau khi hơi nóng đẳng áp, khối lượng riêng của nó bằng $6 \cdot 10^{-4} \text{ (g/cm}^3\text{)}$. Tìm nhiệt độ của khối khí sau khi hơi nóng.

Tóm tắt:

$$m = 12 \text{ g} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ (kg)}$$

$$V = 4 \text{ (lit)} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3\text{)}; T = 70^\circ\text{C} = 280 \text{ K}$$

$$p = \text{const}; \rho' = 6 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^3 = 0,6 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$T' = ?$$

Bài giải:

$$\text{Phương trình trạng thái khí lý tưởng trước khi hơi nóng: } pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow \frac{p\mu}{R} = \frac{mT}{V} \quad (1)$$

$$\text{Phương trình trạng thái khí lý tưởng sau khi hơi nóng: } pV = \frac{m}{\mu} RT' \rightarrow T' = \frac{\mu p V'}{mR} = \frac{p\mu}{\rho' R} \quad (2)$$

$$\text{Thay (1) vào (2): } T' = \frac{p\mu}{\rho' R} = \frac{mT}{V\rho'} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 280}{4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6} = 1400 \text{ K}$$

Bài 0.5. Có 10g khí Ôxy ở 10°C , áp suất 3 at. Sau khi hơi nóng đẳng áp, khối khí chiếm thể tích 10 lít. Tìm:

- Thể tích khối khí trước khi giãn nở;
- Nhiệt độ khối khí sau khi giãn nở;
- Khối lượng riêng của khối khí trước khi giãn nở;
- Khối lượng riêng của khối khí sau khi giãn nở.

Tóm tắt:

$$m = 10 \text{ g} = 10^{-2} \text{ kg}$$

$$T = 10^\circ\text{C} = 283 \text{ K}; p = 3 \text{ at} = 29,43 \cdot 10^4 \text{ Pa} = \text{const}$$

$$V' = 10 \text{ (lit)} = 10^{-2} \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{a) } V = ?$$

$$\text{b) } T' = ?$$

$$\text{c) } \rho = ?$$

$$\text{d) } \rho' = ?$$

Bài giải:

$$\text{a) Phương trình trạng thái khí lý tưởng: } pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow V = \frac{mRT}{\mu p} = \frac{10 \cdot 8,31 \cdot 283}{32 \cdot 29,43 \cdot 10^4} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2,5 \text{ (lit)}$$

b) Đối với quá trình đẳng áp, áp dụng định luật Gay – Lussac:

$$\frac{V}{T} = \frac{V'}{T'} \rightarrow T' = T \frac{V'}{V} = 283 \cdot \frac{10}{2,5} = 1132 \text{ K}$$

$$c) pV = \frac{m}{\mu}RT \rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT} = \frac{29,43 \cdot 10^4 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 283} = 4 \text{ (kg / m}^3\text{)} \text{ hoặc } \rho = \frac{m}{V} = \frac{10^{-2}}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 4 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$d) \rho' = \frac{m}{V} = \frac{10^{-2}}{10^{-2}} = 1 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

Bài 0.6. Một bình chứa một chất khí nén ở nhiệt độ 27°C và áp suất 40 at. Tìm áp suất của khí khi đã có một nửa khối lượng khí thoát ra ngoài và nhiệt độ hạ xuống tới 12°C .

Tóm tắt:

$$T = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}; p = 40\text{at}$$

$$m' = \frac{1}{2}m; t' = 12^\circ\text{C} \rightarrow T' = 285\text{K}; p' = ?$$

Bài giải:

Phương trình trạng thái khí lý tưởng:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT; p'V = \frac{m'}{\mu}RT' \rightarrow \frac{p}{p'} = \frac{mT}{m'T'} \rightarrow p' = p \frac{m'T'}{mT} = 40 \frac{1}{2} \frac{285}{300} = 19\text{at}$$