

**Chuyên:**

- ☑ Nhận dạy kèm môn Vật lý từ lớp 6 đến lớp 12
- ☑ Luyện thi THPT Quốc Gia môn Vật lý
- ☑ Luyện thi học sinh giỏi, thi chuyên môn Vật lý
- ☑ Giới thiệu gia sư dạy kèm tại nhà tất cả các môn

www.thaytruong.vn

0978.013.019 (Th.Trường)

thaytruongcdspgialai

Trên con đường thành công không có dấu chân của kẻ lười biếng!

CHỦ ĐỀ 6. PHƯƠNG TRÌNH CLAPÊ-RÔN – MEN-ĐÊ-LÊ-ÉP**TÓM TẮT LÝ THUYẾT****1. Phương trình Clapêrôn – Mendêlêep:**

Ta có, phương trình trạng thái khí lý tưởng: $\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0}$

với $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $T_0 = 273 \text{ K}$; $V_0 = \nu \cdot 0,0224 \text{ m}^3 / \text{mol}$ (ở điều kiện chuẩn)

Do đó: $\frac{p_0V_0}{T_0} = \nu \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 0,0224}{273} = 8,31\nu \left(\frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right)$ hoặc $\frac{p_0V_0}{T_0} = \nu \frac{1(\text{atm} / \text{mol}) \cdot 22,4(\ell)}{273(\text{K})} \approx 0,082\nu \left(\frac{\text{atm} \cdot \ell}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right)$

Đặt $R = 8,31(\text{J} / \text{mol} \cdot \text{K})$: hằng số chất khí; Chú ý: $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3 = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$

Từ đó, ta có phương trình Clapêrôn – Mendêlêep:

$$pV = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT \quad \text{hay} \quad pV = nRT = \frac{m}{M} RT = \frac{DV}{M} RT = \frac{N}{N_A} RT$$

2. Chú ý:

+ m (kg hay g): khối lượng khí.

+ $\mu = M$ (kg/mol hay g/mol): khối lượng mol.

+ R là hằng số khí: Khi lấy $R = 0,082(\text{atm} \cdot \ell / \text{mol} \cdot \text{K})$ thì đơn vị của: $p(\text{atm})$ và $V(\text{lít})$

Khi lấy $R = 8,31(\text{J} / \text{mol} \cdot \text{K})$ thì đơn vị của: $p(\text{Pa})$ và $V(\text{m}^3)$

+ $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$: hằng số A-vô-ga-đrô

+ $\nu = n$ (mol): số mol chất khí.

+ N : số ng/tử hoặc phân tử.

+ p (Pa hay N/m^2): áp suất khối khí;

+ V (m^3): Thể tích khối khí

+ D (kg/m^3 hoặc g/m^3): khối lượng riêng của khối khí.

** PT Clapêrôn – Mendêlêep được dùng để tính khối lượng, số mol, khối lượng mol của chất khí hoặc dùng khi khối lượng khí thay đổi.*

VÍ DỤ MINH HỌA

Câu 1. Một bình có dung tích $V = 10$ lít chứa một lượng khí hiđrô bị nén ở áp suất $p = 50\text{atm}$ và nhiệt độ 7°C . Khi nung nóng bình, do bình hở nên có một phần khí thoát ra; phần khí còn lại có nhiệt độ 17°C và vẫn dưới áp suất như cũ. Tính khối lượng khí đã thoát ra.

Giải

Gọi m_1, m_2 là khối lượng khí trong bình trước và sau khi nung nóng bình.

Áp dụng phương trình Mendêlêep - Clapêrôn ta có: $pV = \frac{m_1}{\mu} RT_1, pV = \frac{m_2}{\mu} RT_2$

$$\Rightarrow m_2 - m_1 = \frac{pV\mu}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \text{ Với } p = 50\text{atm}, V = 10 \text{ lít}, \mu = 2\text{g}$$

$$R = 0,082(\text{atm}/\text{mol}.\text{K}) \text{ mà } T_1 = 273 + 7 = 280\text{K}; T_2 = 273 + 17 = 290\text{K}$$

$$\Rightarrow m_2 - m_1 = \frac{50.10.2}{0,082} \left(\frac{1}{280} - \frac{1}{290} \right) = 1,502(\text{g})$$

Câu 2. Trong một bình thể tích 10 lít chứa 20g hidro ở 27°C . Tính áp suất khí trong bình.

Giải

+ Áp dụng phương trình Mendêlêep- Clapêrôn: $pV = \frac{m}{\mu_{\text{H}_2}} RT$ với

$$\mu_{\text{H}_2} = 2\text{g}/\text{mol}; T = 300^\circ\text{K}$$

$$P = \frac{mRT}{\mu V} = \frac{20.0,082.300}{2.10} = 24,6\text{atm}$$

Câu 3. Người ta bơm khí ôxi vào một bình có thể tích 5000 lít. Sau nửa giờ bình chứa đầy khí ở nhiệt độ 24°C và áp suất 765mmHg. Xác định khối lượng khí bơm vào trong mỗi giây. Coi quá trình bơm khí diễn ra đều đặn.

Giải

+ Sau khi bơm xong ta có: $pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{pV\mu}{RT}$

Vì áp suất 760mmHg tương đương với 1atm nên áp suất 765mmHg tương đương với $\frac{765}{760}$ atm

$$\Rightarrow m = \frac{765}{760} \cdot 5000 \cdot 32}{8,2 \cdot 10^{-2} \cdot 297} = 6613\text{g}$$

Lượng khí bơm vào trong mỗi giây là: $\Delta m = \frac{m}{t} = \frac{6613}{1800} = 3,7(\text{g}/\text{s})$

Câu 4. Một bình chứa khí ở nhiệt độ 27°C và áp suất 40atm. Hỏi khi một nửa lượng khí thoát ra ngoài thì áp suất của nó còn lại trong bình là bao nhiêu? Biết nhiệt độ của bình khi đó là 12°C .

Giải

+ Khi khí chưa thoát ra ngoài ta có: $p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT_1$ (1)

+ Khi một nửa lượng khí đã thoát ra ngoài ta có:

$$p_2 V_2 = \frac{m_2}{\mu} RT_2 \text{ với } V_1 = V_2; m_2 = \frac{m_1}{2} \Rightarrow p_2 V_1 = \frac{m_1}{2\mu} RT_2$$
 (2)

$$\xrightarrow{(1):(2)} p_2 = \frac{p_1 T_2}{2T_1} = \frac{40.285}{2.300} = 19\text{atm}$$

Câu 5. Một phòng có kích thước $8\text{m} \times 5\text{m} \times 4\text{m}$. Ban đầu không khí trong phòng ở điều kiện tiêu chuẩn, sau đó nhiệt độ của không khí tăng lên tới 10°C trong khi áp suất là 78 cmHg. Tính thể tích của lượng khí đã thoát ra khỏi phòng ở điều kiện tiêu chuẩn và khối lượng không khí còn lại ở trong phòng. Khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn là $\rho_0 = 1,293 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Giải

+ Khi không khí chưa thoát ra khỏi phòng: $p_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} RT \Rightarrow m_0 = \frac{p_0 V_0 \mu}{RT_0}$ (1)

+ Khi không khí đã thoát ra khỏi phòng thì với lượng không khí còn lại trong phòng:

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT \Rightarrow m_1 = \frac{p_1 V_1 \mu}{RT_1} = \frac{p_1 V_0 \mu}{RT_1} \quad (2)$$

+ Từ (1) và (2): $m_1 = m_0 \frac{T_0 p_1}{T_1 p_0} = \rho_0 \cdot V_0 \cdot \frac{T_0 p_1}{T_1 p_0} \Rightarrow m_1 = 1,293 \cdot 4,5 \cdot 8 \cdot \frac{273,78}{283,76} = 204,82 \text{ (kg)}$

+ Thể tích khí thoát ra ở điều kiện chuẩn là:

$$\Delta V_0 = \frac{\Delta m}{\rho_0} = \frac{m_0 - m_1}{\rho_0} = \frac{206,88 - 204,82}{1,293} = 1,59 \text{ m}^3$$

Câu 6. Khối lượng không khí trong một phòng có thể tích $V = 30 \text{ m}^3$ sẽ thay đổi đi bao nhiêu khi nhiệt độ trong phòng tăng từ 17°C đến 27°C . Cho biết áp suất khí quyển là $p_0 = 1 \text{ atm}$ và khối lượng mol của không khí $\mu = 29 \text{ g}$.

Giải

Gọi m_1 và m_2 là khối lượng không khí trong phòng ở nhiệt độ $t_1 = 17^\circ\text{C}$ và $t_2 = 27^\circ\text{C}$

Vậy: $T_1 = 290 \text{ K}$ và $t_2 = 27^\circ\text{C}$ vậy $T_2 = 300 \text{ K}$.

Áp dụng phương trình trạng thái ta có: $p_0 V = \frac{m_1}{\mu} RT_1$ (1)

Và $p_0 V = \frac{m_2}{\mu} RT_2$ (2), trong đó $V = 30 \text{ m}^3 = 30000 \text{ lít}$; $R = 0,082 \text{ atm/mol.K}$.

Từ (1) và (2) suy ra: $\Delta m = \frac{1.30000.29}{0,082.290} - \frac{1.30000.29}{0,082.300} = 1219,5 \text{ (gam)}$

Do đó khối lượng không khí đã di chuyển ra khỏi phòng khi nhiệt độ tăng từ 17°C lên 27°C là $\Delta m = 1219,5 \text{ g}$.

Câu 7. Làm thí nghiệm người ta thấy bình chứa 1 kg khí nitơ bị nổ ở nhiệt độ 350°C . Tính khối lượng khí hiđrô có thể chứa trong bình cùng loại nếu nhiệt độ tối đa bị nổ là 50°C và hệ số an toàn là 5, nghĩa là áp suất tối đa chỉ bằng 1/5 áp suất gây nổ. Cho $H = 1$; $N = 14$; $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$.

Giải

+ Gọi V là thể tích của bình và p_n là áp suất gây nổ.

+ Đối với khí nitơ ta có: $p_n V = \frac{m_N}{\mu_N} RT_N$ (1)

Đối với khí hiđrô ta có: $\frac{p_n}{5} V = \frac{m_H}{\mu_H} RT_H$ (2)

Từ (1) và (2): $m_H = \frac{m_N \cdot T_N \cdot \mu_H}{5 \cdot T_H \cdot \mu_N} = 27,55$

Câu 8. Một bình có thể tích $V = 20 \text{ lít}$ chứa một hỗn hợp hiđrô và hêli ở nhiệt độ $t = 20^\circ\text{C}$ và áp suất $p = 2,0 \text{ atm}$. Khối lượng của hỗn hợp là $m = 5,9 \text{ g}$. Tìm khối lượng hiđrô và khối lượng hêli trong hỗn hợp.

Giải

Áp dụng phương trình Clapêrôn – Mendêlêep:

$$p_1 V = \frac{m_1}{M_1} RT \Rightarrow p_1 = \frac{m_1 RT}{VM_1} = \frac{m_1 \cdot 8,31 \cdot 293}{20 \cdot 10^{-3} \cdot 2} = 60870,75 m_1 \text{ (Pa)}$$

Tương tự: $p_2 = \frac{m_2 RT}{VM_2} = \frac{m_2 \cdot 8,31 \cdot 293}{20 \cdot 10^{-3} \cdot 4} = 30435,375 m_2 \text{ (Pa)}$

$$\text{Ta có } p = p_1 + p_2 \Leftrightarrow 2.1.013.10^5 = 60870,75.m_1 + 30435,375.m_2 \quad (1)$$

$$m = m_1 + m_2 \Leftrightarrow 5,9 = m_1 + m_2 \quad (2)$$

Giải hệ phương trình (1) và (2), ta được: $m_1 \approx 0,75(g); m_2 \approx 5,14(g)$

* **Hoặc bài này có thể giải như sau:** $pV = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) RT \Rightarrow 2m_1 + m_2 = 6,66(g) \quad (3)$




Giải hệ phương trình (3) và (2), ta được: $m_1 \approx 0,75(g); m_2 \approx 5,14(g)$

-----HẾT-----



Chuyên:

- Nhận dạy kèm môn Vật lý từ lớp 6 đến lớp 12
- Luyện thi THPT Quốc Gia môn Vật lý
- Luyện thi học sinh giỏi, thi chuyên môn Vật lý
- Giới thiệu gia sư dạy kèm tại nhà tất cả các môn

 thaytruong.vn
 **0978.013.019 (Th.Trường)**
 [thaytruongcdspgialai](https://www.facebook.com/thaytruongcdspgialai)

Trên con đường thành công không có dấu chân của kẻ lười biếng!