

MỘT SỐ DẠNG TOÁN ỨNG DỤNG ĐỊNH LUẬT CHARLES

DẠNG 1: Khai thác phương trình đẳng áp

- Xác định trạng thái khí (1) : p_1, V_1, T_1
- Xác định trạng thái khí (2) : p_2, V_2, T_2
- Áp dụng công thức : $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

Lưu ý:

- Nếu đề cho $t^\circ\text{C}$ cần chuyển sang $T(\text{K}) = t^\circ\text{C} + 273,15$ (thường làm tròn 273)
- Có thể sử dụng tính chất dãy tỷ số : $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_2 - V_1}{T_2 - T_1} = \frac{\Delta V}{\Delta T}$

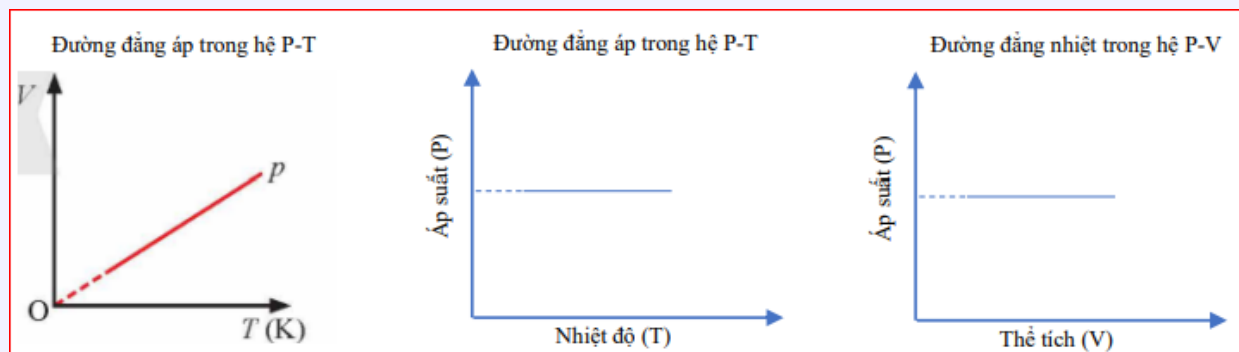
DẠNG 2: Chuyển đồ thị

Cho đồ thị trong hệ tọa độ VOT chuyển sang hệ tọa độ POV và POT

Cần nhớ :

- VOT đường đẳng áp là đường thẳng đi qua gốc tọa độ (nếu trục nhiệt độ là Kelvin).
- POV đường đẳng áp là đường thẳng vuông góc OP (song song với OV).
- POT đường đẳng áp là đường thẳng vuông góc OP (song song với OT).

Thể tích tỷ lệ thuận với nhiệt độ : $V \sim T$



DẠNG 3: CÂN BẰNG ÁP SUẤT TRONG XY LANH KÍN

Di chuyển pittong đến khi cân bằng áp suất. Xét khí trong xy lanh, ngăn cách bằng pittong cách nhiệt. Khi pittong cân bằng thì sự cân bằng áp suất hai bên ($P'_1 = P'_2$).

- Từ phương trình trạng thái khí lí tưởng $PV = nRT$, ta có $P = \frac{nRT}{V}$.
- Lúc sau, khi cân bằng: $P'_1 = P'_2 \implies \frac{n_1 RT'_1}{V'_1} = \frac{n_2 RT'_2}{V'_2}$.
- Nếu ban đầu cũng có cân bằng áp suất ($P_1 = P_2$) thì $\frac{n_1 RT_1}{V_1} = \frac{n_2 RT_2}{V_2}$.
- Lập tỉ lệ hai phương trình trên, ta có kết quả:

$$\frac{V'_1 T_1}{V_1 T'_1} = \frac{V'_2 T_2}{V_2 T'_2}$$

DẠNG 4: CÂN BẰNG GIỌT THUỶ NGÂN TRONG ỐNG THUỶ TINH

Giả sử ống có tiết diện S không đổi, chiều dài cột khí là l . Thể tích khí $V = S \cdot l$. **Dạng 1: Ống thủy tinh nằm ngang hở 1 đầu**

- Trước di chuyển : $V_1 = S \cdot l_1$, T_1 . Áp suất $p_1 = p_0$ (áp suất khí quyển).
- Sau di chuyển : $V_2 = S \cdot l_2$, T_2 . Áp suất $p_2 = p_0$ (vì ống vẫn nằm ngang).
- Phương trình đẳng áp : $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \implies \frac{S \cdot l_1}{T_1} = \frac{S \cdot l_2}{T_2} \implies \frac{l_1}{T_1} = \frac{l_2}{T_2}$

MỘT SỐ VÍ DỤ ĐIỂN HÌNH

Câu 1

Đun nóng đẳng áp một khối lượng khí lên đến 47°C thể tích khí tăng thêm $1/10$ thể tích khí lúc đầu. Tìm nhiệt độ ban đầu của khí.

Lời giải chi tiết

Gọi trạng thái ban đầu là (1) và trạng thái sau khi đun nóng là (2).

- Trạng thái 1: V_1, T_1 (cần tìm).
- Trạng thái 2: $t_2 = 47^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_2 = 47 + 273 = 320 \text{ K}$.
Thể tích tăng thêm $1/10$ so với lúc đầu, vậy: $V_2 = V_1 + \frac{1}{10}V_1 = 1,1V_1$.

Áp dụng phương trình của quá trình đẳng áp (Định luật Charles):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$
$$\Rightarrow T_1 = T_2 \cdot \frac{V_1}{V_2} = 320 \cdot \frac{V_1}{1,1V_1} = \frac{320}{1,1} \approx 290,9 \text{ K}$$

Vậy nhiệt độ ban đầu của khí là $290,9 \text{ K}$ (tương đương $17,9^{\circ}\text{C}$).

Câu 2

Đun nóng một lượng không khí trong điều kiện đẳng áp thì nhiệt độ tăng thêm 5 K , còn thể tích tăng thêm 2% so với thể tích ban đầu. Tính nhiệt độ ban đầu của khí?

Lời giải chi tiết

- Trạng thái 1: V_1, T_1 (cần tìm).
- Trạng thái 2: Nhiệt độ tăng thêm 5 K : $T_2 = T_1 + 5 \text{ K}$.
Thể tích tăng thêm 2% : $V_2 = V_1 + 0,02V_1 = 1,02V_1$.

Áp dụng phương trình đẳng áp:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{1,02V_1}{T_1 + 5}$$
$$\frac{1}{T_1} = \frac{1,02}{T_1 + 5} \Rightarrow T_1 + 5 = 1,02T_1$$
$$5 = 1,02T_1 - T_1 = 0,02T_1$$
$$T_1 = \frac{5}{0,02} = 250 \text{ K}$$

Vậy nhiệt độ ban đầu của khí là 250 K (tương đương -23°C).

Câu 3

20 g khí chiếm thể tích 10 lít ở 7°C . Sau khi đun nóng đẳng áp khối lượng riêng của khí là 1 g/lít. Tìm nhiệt độ của khí sau khi nung.

Lời giải chi tiết

- Trạng thái 1: $m = 20 \text{ g}$, $V_1 = 10 \text{ lít}$, $t_1 = 7^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_1 = 7 + 273 = 280 \text{ K}$.
- Trạng thái 2: Khối lượng không đổi $m = 20 \text{ g}$. Khối lượng riêng $D_2 = 1 \text{ g/lít}$.

Thể tích của khí sau khi nung:

$$V_2 = \frac{m}{D_2} = \frac{20 \text{ g}}{1 \text{ g/lít}} = 20 \text{ lít}$$

Áp dụng phương trình đẳng áp:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

$$T_2 = 280 \cdot \frac{20}{10} = 280 \cdot 2 = 560 \text{ K}$$

Nhiệt độ sau khi nung là 560 K. Nếu đổi sang độ C: $t_2 = 560 - 273 = 287^{\circ}\text{C}$.

Câu 4

Một lượng khí có thể tích $V = 2 \text{ lít}$, biến đổi đẳng áp đến khi nhiệt độ tuyệt đối tăng 5%. Thể tích V_2 của khối khí bằng bao nhiêu?

Lời giải chi tiết

- Trạng thái 1: $V_1 = 2 \text{ lít}$, T_1 .
- Trạng thái 2: Nhiệt độ tăng 5%: $T_2 = T_1 + 0,05T_1 = 1,05T_1$.

Áp dụng phương trình đẳng áp:

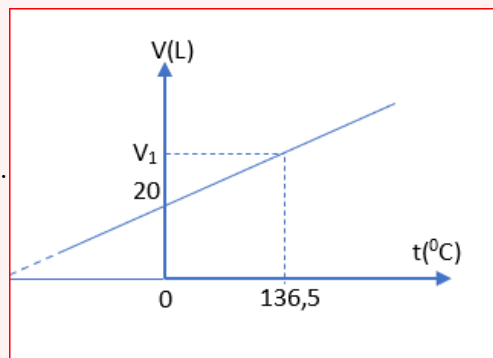
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$V_2 = 2 \cdot \frac{1,05T_1}{T_1} = 2 \cdot 1,05 = 2,1 \text{ lít}$$

Vậy thể tích của khối khí sau khi biến đổi là 2,1 lít.

Câu 5

1 mol khí O₂ biến đổi đẳng áp có đồ thị như hình (H3).
Khối lượng riêng tại thể tích V₁.



Lời giải chi tiết

Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thể tích V vào nhiệt độ $t(^{\circ}C)$. Đây là một đường thẳng, kéo dài sẽ cắt trục hoành tại $-273^{\circ}C$. Ta có thể xác định V_1 bằng cách sử dụng tính đồng dạng hoặc phương trình đường thẳng. Phương trình đẳng áp có dạng: $\frac{V}{T} = \text{hằng số} \Rightarrow \frac{V}{t+273} = \text{hằng số}$. Từ đồ thị ta có hai điểm:

- Điểm 1: t_1 (tương ứng với V_1), V_1 .
- Điểm 2: $t_2 = 136,5^{\circ}C$, $V_2 = 20$ lít.

Từ đồ thị, ta thấy V_1 ứng với $t_1 = 0^{\circ}C$. Ta có:

$$\frac{V_1}{t_1 + 273} = \frac{V_2}{t_2 + 273}$$

$$\frac{V_1}{0 + 273} = \frac{20}{136,5 + 273} \Rightarrow V_1 = 273 \cdot \frac{20}{409,5} \approx 13,33 \text{ lít}$$

Khối lượng của 1 mol khí O₂ là: $m = n \cdot M = 1 \cdot 32 = 32$ g. Khối lượng riêng của khí tại trạng thái 1 là:

$$D_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{32 \text{ g}}{13,33 \text{ lít}} \approx 2,4 \text{ g/lít}$$

Câu 6

Một xilanh nằm ngang được ngăn cách khí trong xilanh với bên ngoài nhờ một pittông cách nhiệt. Ở nhiệt độ 27°C pittông cách đáy một đoạn $l_1 = 5\text{cm}$. Hỏi khi nhiệt độ của khí trong xilanh tăng lên thêm 60°C thì pittông di chuyển về phía nào một đoạn bao nhiêu? Bỏ qua ma sát giữa xilanh và pittông.

Lời giải chi tiết

Vì pittông có thể di chuyển tự do và không có ma sát, áp suất của khí trong xilanh luôn bằng áp suất khí quyển bên ngoài. Do đó, đây là quá trình đẳng áp. Thể tích khí tỉ lệ với chiều dài cột khí: $V = S \cdot l$.

- Trạng thái 1: $t_1 = 27^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_1 = 27 + 273 = 300\text{ K}$. $l_1 = 5\text{ cm}$.
- Trạng thái 2: Nhiệt độ tăng thêm 60°C , tức $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$. Do đó $t_2 = t_1 + \Delta t = 27 + 60 = 87^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_2 = 87 + 273 = 360\text{ K}$. Chiều dài cột khí là l_2 .

Áp dụng phương trình đẳng áp cho chiều dài cột khí:

$$\frac{l_1}{T_1} = \frac{l_2}{T_2} \Rightarrow l_2 = l_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$l_2 = 5 \cdot \frac{360}{300} = 5 \cdot 1,2 = 6\text{ cm}$$

Khi nhiệt độ tăng, khí giãn nở làm pittông di chuyển ra ngoài. Đoạn đường pittông di chuyển là: $\Delta l = l_2 - l_1 = 6 - 5 = 1\text{ cm}$.

Câu 7

Bình kín được ngăn làm hai phần bằng nhau (phần A, phần B) bằng tấm cách nhiệt có thể dịch chuyển được. Biết mỗi bên có chiều dài 30cm và nhiệt độ của khí trong bình là 27°C , xác định khoảng dịch chuyển của tấm cách nhiệt khi nung nóng phần A thêm 10°C và làm lạnh phần B đi 10°C .

Lời giải chi tiết

Ban đầu hai phần giống hệt nhau (cùng áp suất, thể tích, nhiệt độ), nên lượng khí (số mol) ở hai bên bằng nhau: $n_A = n_B$. Tấm ngăn có thể dịch chuyển nên áp suất ở hai bên luôn bằng nhau: $P'_A = P'_B$.

- Trạng thái ban đầu (1): $L_{A1} = L_{B1} = 30 \text{ cm}$. $t_1 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_{A1} = T_{B1} = 300 \text{ K}$.
- Trạng thái sau (2): Phần A: $t_{A2} = 27 + 10 = 37^\circ\text{C} \Rightarrow T_{A2} = 310 \text{ K}$. Phần B: $t_{B2} = 27 - 10 = 17^\circ\text{C} \Rightarrow T_{B2} = 290 \text{ K}$.

Gọi x là độ dịch chuyển của tấm ngăn sang phía B. Chiều dài mới của hai phần là: $L_{A2} = 30 + x$; $L_{B2} = 30 - x$. Thể tích tương ứng là $V_{A2} = S(30 + x)$ và $V_{B2} = S(30 - x)$. Sử dụng phương trình trạng thái $PV = nRT$, vì $P'_A = P'_B$ và $n_A = n_B$, ta có:

$$\frac{V_{A2}}{T_{A2}} = \frac{V_{B2}}{T_{B2}}$$

$$\frac{S(30 + x)}{310} = \frac{S(30 - x)}{290}$$

$$290(30 + x) = 310(30 - x) \Rightarrow 29(30 + x) = 31(30 - x)$$

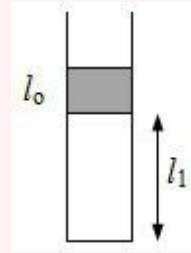
$$870 + 29x = 930 - 31x$$

$$60x = 60 \Rightarrow x = 1 \text{ cm}$$

Vậy tấm cách nhiệt dịch chuyển 1 cm về phía B.

Câu 8

Ống thủy tinh tiết diện S một đầu kín (hình vẽ), một đầu ngăn bởi giọt thủy ngân. Chiều dài cột không khí bên trong ống thủy tinh là $l_1 = 20\text{cm}$, nhiệt độ bên trong ống là 27°C . Tìm chiều cao của cột không khí bên trong ống khi nhiệt độ tăng chậm thêm 10°C , coi quá trình biến đổi trạng thái với áp suất là không đổi.



Lời giải chi tiết

Quá trình là đẳng áp. Ta có thể áp dụng trực tiếp định luật Charles cho chiều dài cột khí.

- Trạng thái 1: $l_1 = 20\text{ cm}$. $t_1 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 27 + 273 = 300\text{ K}$.
- Trạng thái 2: Nhiệt độ tăng thêm 10°C , vậy $t_2 = 27 + 10 = 37^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 37 + 273 = 310\text{ K}$. Chiều dài cột khí là l_2 .

Áp dụng phương trình:

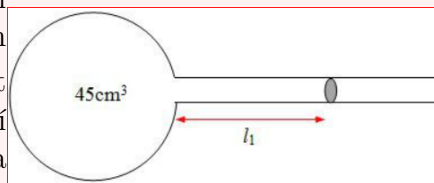
$$\frac{l_1}{T_1} = \frac{l_2}{T_2} \Rightarrow l_2 = l_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$l_2 = 20 \cdot \frac{310}{300} = \frac{62}{3} \approx 20,67\text{ cm}$$

Vậy chiều dài cột không khí sau khi tăng nhiệt độ là $20,67\text{ cm}$.

Câu 9

Một bình cầu thể tích 45cm^3 chứa khí lí tưởng được nối với một ống khí hình trụ tiết diện $0,1\text{cm}^2$, một đầu được chặn bởi giọt thủy ngân (hình vẽ). Ở nhiệt độ 20°C chiều dài cột khí trong ống là 10cm , xác định chiều dài của cột không khí trong ống khi nhiệt độ tăng đến 25°C biết rằng áp suất của khí quyển là không đổi.

**Lời giải chi tiết**

Quá trình là đẳng áp vì giọt thủy ngân có thể di chuyển tự do, áp suất bên trong luôn bằng áp suất khí quyển.

- Trạng thái 1: Nhiệt độ $t_1 = 20^\circ\text{C} \implies T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$. Thể tích ống: $V_{\text{ống},1} = S \cdot l_1 = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ cm}^3$. Tổng thể tích khí: $V_1 = V_{\text{bình}} + V_{\text{ống},1} = 45 + 1 = 46 \text{ cm}^3$.
- Trạng thái 2: Nhiệt độ $t_2 = 25^\circ\text{C} \implies T_2 = 25 + 273 = 298 \text{ K}$. Gọi chiều dài cột khí trong ống là l_2 . Thể tích ống: $V_{\text{ống},2} = S \cdot l_2 = 0,1l_2$. Tổng thể tích khí: $V_2 = V_{\text{bình}} + V_{\text{ống},2} = 45 + 0,1l_2$.

Áp dụng định luật Charles:

$$\begin{aligned}\frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ \frac{46}{293} &= \frac{45 + 0,1l_2}{298} \\ 45 + 0,1l_2 &= 46 \cdot \frac{298}{293} \approx 46,785 \\ 0,1l_2 &\approx 46,785 - 45 = 1,785 \\ l_2 &\approx 17,85 \text{ cm}\end{aligned}$$

Vậy chiều dài cột không khí trong ống là $17,85 \text{ cm}$.