

Mục lục

PHẦN I HỌC KỲ 1

Bài 1. BÀI TẬP KHÍ LÍ TƯỞNG

3



PHẦN

HỌC KỲ 1

A. ÔN TẬP LÝ THUYẾT

1 Phương trình trạng thái

Phương trình trạng thái khí lý tưởng:

$$\frac{pV}{T} = \text{hằng số.}$$

2 Phương trình Clapeyron - Mendeleev

$$pV = nRT$$

với:

- ☑ p : áp suất khí, đơn vị trong hệ SI là Pa;
- ☑ V : thể tích khí, đơn vị trong hệ SI là m^3 ;
- ☑ n : số mol khí, đơn vị trong hệ SI là mol;
- ☑ $R \approx 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$: hằng số khí lý tưởng;
- ☑ T : nhiệt độ tuyệt đối của khí, đơn vị trong hệ SI là K.

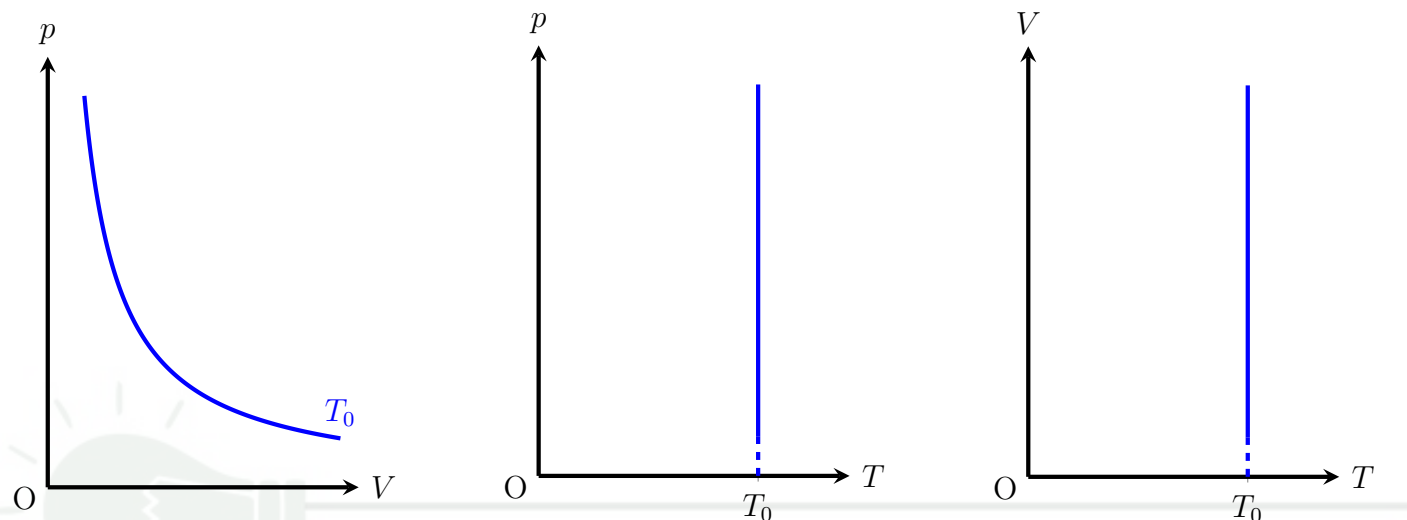
3 Các đẳng quá trình

Đẳng nhiệt ($T = \text{const}$)	Đẳng tích ($V = \text{const}$)	Đẳng áp ($p = \text{const}$)
$pV = \text{const} \Rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2$	$\frac{p}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	$\frac{V}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

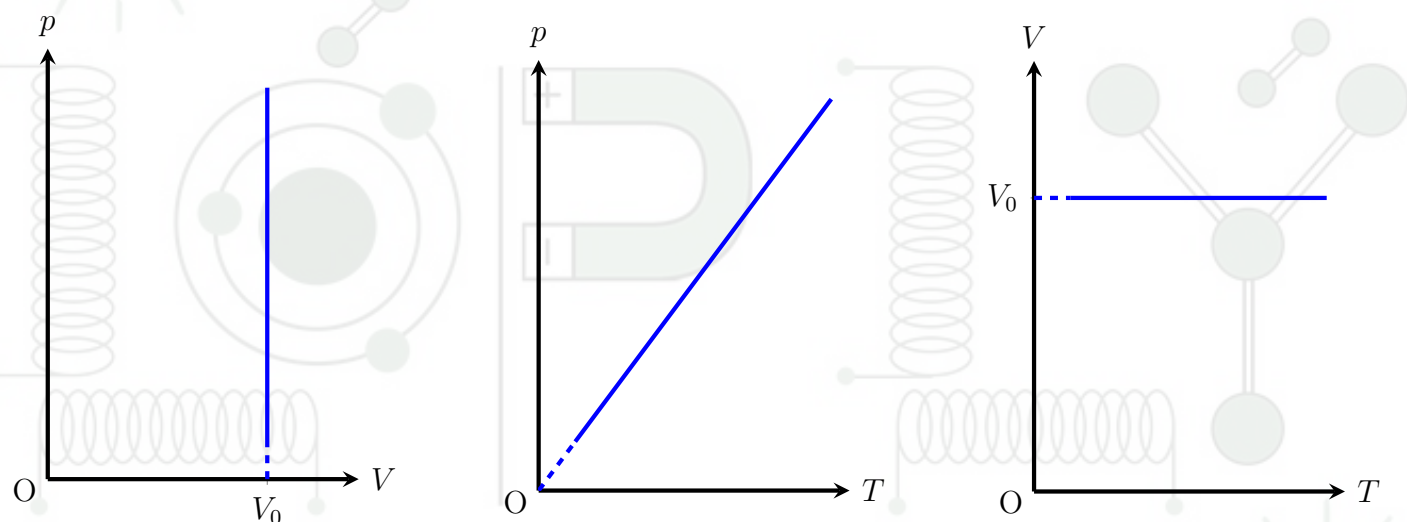
4 Đồ thị biểu diễn các đẳng quá trình trong các hệ tọa độ



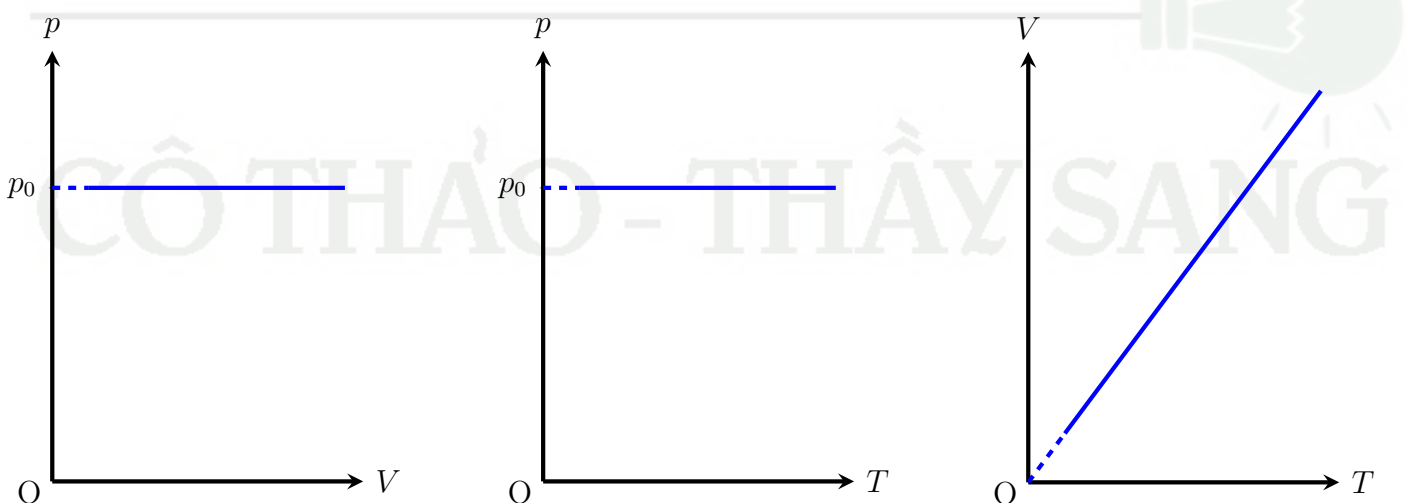
4.1. Quá trình đẳng nhiệt



4.2. Quá trình đẳng tích



4.3. Quá trình đẳng áp



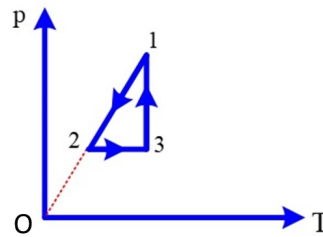
B. VÍ DỤ MINH HOẠ

DẠNG
1

Về lại được đồ thị biến đổi trạng thái trong các hệ toạ độ

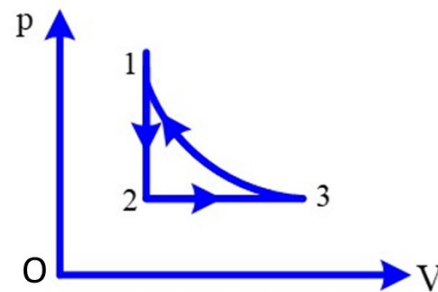
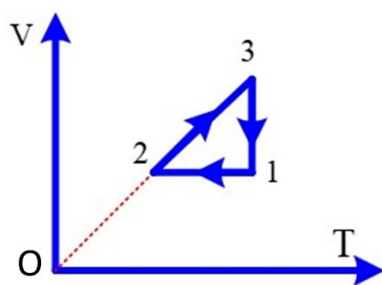
⚡ VÍ DỤ 1

Hình bên là đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng xác định trong hệ trục toạ độ OpT . Hãy biểu diễn các quá trình trên trong hệ trục toạ độ OpV và OVT .



💬 Lời giải.

- ☑ Quá trình (1) đến (2) là quá trình đẳng tích: T giảm, p giảm.
- ☑ Quá trình (2) đến (3) là quá trình đẳng áp: T tăng, V tăng.
- ☑ Quá trình (3) đến (1) là quá trình đẳng nhiệt: V giảm, p tăng.

DẠNG
2

Dựa vào đồ thị xác định được các thông số trạng thái của khối khí

⚡ VÍ DỤ 2

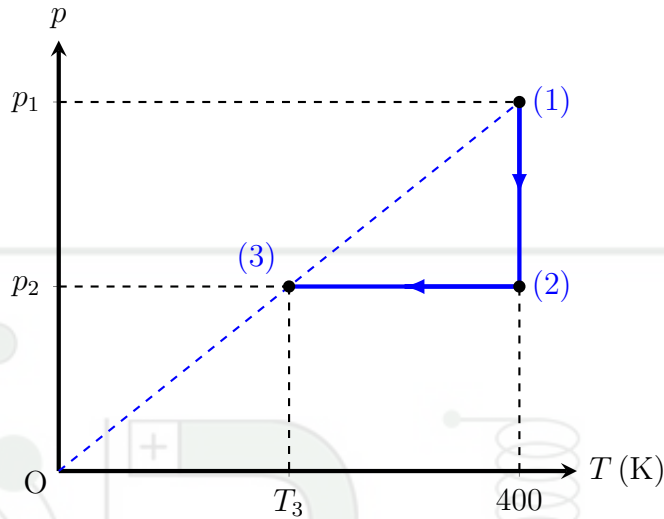
Một lượng khí helium ($\mu = 4 \text{ g/mol}$) có khối lượng $m = 1,0 \text{ g}$, nhiệt độ $t_1 = 127^\circ\text{C}$ và thể tích $V_1 = 4,0 \text{ lít}$ biến đổi qua hai giai đoạn:

- ☑ Đẳng nhiệt, thể tích tăng gấp hai lần.
 - ☑ Đẳng áp, thể tích trở về giá trị ban đầu.
- a) Vẽ đồ thị biểu diễn các quá trình biến đổi trong hệ toạ độ (p, T) .
- b) Tìm nhiệt độ và áp suất thấp nhất trong quá trình biến đổi.

💬 Lời giải.

a) Các quá trình biến đổi:

- ☑ Quá trình (1) → (2): quá trình đẳng nhiệt, áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích. Thể tích tăng gấp 2 lần ($V_2 = 2V_1$) thì áp suất giảm 2 lần, $p_1 = 2p_2$.
- ☑ Quá trình (2) → (3): quá trình đẳng áp sao cho $V_3 = V_1$. Như vậy, (3) → (1) là đường đẳng tích.



b) Trong quá trình biến đổi (1) → (2) → (3): nhiệt độ thấp nhất là T_3 và áp suất thấp nhất là p_2 .

Áp dụng phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1 \Rightarrow p_1 = \frac{m R T_1}{M V_1} = \frac{(1 \text{ g}) \cdot \left(8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right) \cdot (400 \text{ K})}{(4 \text{ g/mol}) \cdot (4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)} = 207\,750 \text{ Pa}.$$

Áp dụng định luật Boyle cho quá trình biến đổi (1) → (2):

$$p_2 = \frac{p_1}{2} = 103\,875 \text{ Pa}.$$

Áp dụng định luật Charles cho quá trình biến đổi (2) → (3):

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$$

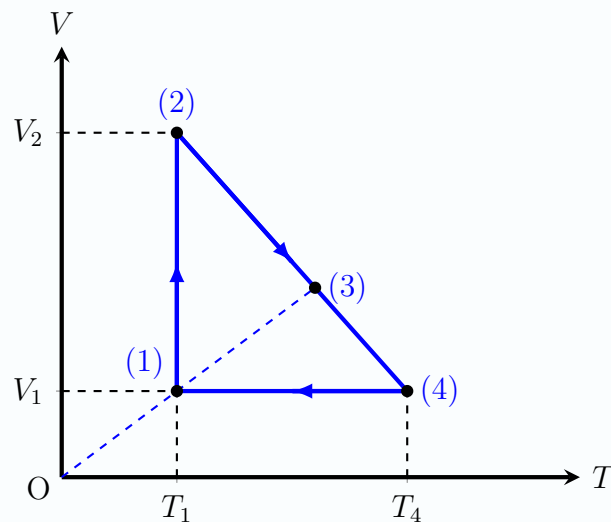
Mà $V_3 = V_1$ và $V_2 = 2V_1$:

$$\Rightarrow T_3 = \frac{T_2}{2} = \frac{400 \text{ K}}{2} = 200 \text{ K}.$$

Vậy: Trong quá trình biến đổi trạng thái của khối khí thì áp suất thấp nhất trong quá trình biến đổi là $p_{\min} = p_2 = 103\,875 \text{ Pa}$, nhiệt độ thấp nhất là $T_{\min} = T_3 = 200 \text{ K}$.

❗ VÍ DỤ 3

Một lượng khí (khí lí tưởng xác định) biến đổi theo chu trình được biểu diễn bởi đồ thị sau:



Cho biết:

$p_1 = p_3$; $V_1 = 1 \text{ m}^3$; $V_2 = 4 \text{ m}^3$; $T_1 = 100 \text{ K}$; $T_4 = 300 \text{ K}$. Hãy tìm V_3 .

Lời giải.

☑ Quá trình (1) \rightarrow (3) là quá trình đẳng áp, phương trình đường thẳng (1) \rightarrow (3):

$$(d_{13}) : V = aT$$

Khi $T_1 = 100 \text{ K}$ thì $V_1 = 1 \text{ m}^3$ nên:

$$a = \frac{V_1}{T_1} = 0,01 \text{ m}^3/\text{K} \Rightarrow (d_{13}) : V = 0,01T \quad (\text{K}, \text{m}^3).$$

☑ Quá trình (2) \rightarrow (4) có phương trình $V(T)$ dạng:

$$(d_{24}) : V = bT + c$$

Ta có:

$$\begin{cases} V_2 = bT_2 + c \\ V_4 = bT_4 + c \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 100b + c = 4 \\ 300b + c = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = -\frac{3}{200} \text{ m}^3/\text{K} \\ c = \frac{11}{2} \text{ m}^3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow (d_{24}) : V = -\frac{3}{200}T + \frac{11}{2} \quad (\text{K}, \text{m}^3).$$

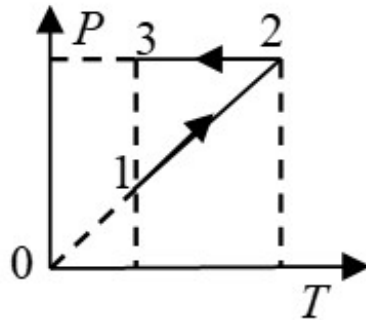
Điểm (3) là giao điểm của (d_{13}) và (d_{24}) :

$$\begin{aligned} \frac{V_3}{0,01} &= \frac{200}{3} \cdot \left(\frac{11}{2} - V_3 \right) \\ \Rightarrow V_3 &= 2,2 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Vậy: $V_3 = 2,2 \text{ m}^3$.

C. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

Câu 1. Quá trình biến đổi trạng thái của một khối khí lý tưởng qua các trạng thái 1 – 2 – 3 được thể hiện như hình bên. Mô tả nào sau đây **đúng** về 2 quá trình đó?



- (A) Nung nóng đẳng tích sau đó giãn đẳng áp. (B) Nung nóng đẳng tích sau đó nén đẳng áp.
 (C) Nung nóng đẳng áp sau đó giãn đẳng nhiệt. (D) Nung nóng đẳng áp sau đó nén đẳng nhiệt.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) ☐

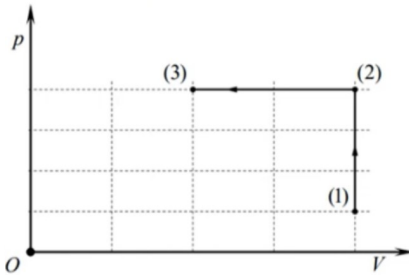
Câu 2. Từ dữ kiện câu trên. Thực hiện quá trình duy nhất nào để từ trạng thái 3 về trạng thái 1?

- (A) Nén đẳng nhiệt. (B) Giãn đẳng nhiệt. (C) Nén đẳng áp. (D) Giãn nở đẳng áp.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) ☐

Câu 3. Một lượng khí xác định biến đổi trạng thái (1) sang trạng thái (3) bằng hai đẳng quá trình: đẳng quá trình (1) → (2), đẳng quá trình (2) → (3) như hình vẽ. Biết nhiệt độ của khí ở trạng thái (1) là $T_1 = 200 \text{ K}$. Nhiệt độ của chất khí ở trạng thái (3) là



- (A) 200 K. (B) 400 K. (C) 600 K. (D) 300 K.

Lời giải.

Trạng thái 1	$V = \text{const}$	Trạng thái 2	$p = \text{const}$	Trạng thái 3
$T_1 = 200 \text{ K}$		T_2		$T_3 = ?$
$V_1 = 4$		$V_2 = 4$		$V_3 = 2$
$p_1 = 1$		$p_2 = 4$		$p_3 = 4$

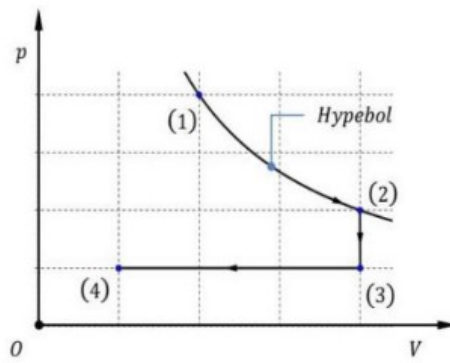
Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$\Rightarrow T_3 = 400 \text{ K.}$$

Chọn đáp án (B) ☐

Câu 4. Một lượng khí lí tưởng xác định đã thực hiện quá trình biến đổi trạng thái (1) – (2) – (3) – (4) như hình vẽ. Biết nhiệt độ của chất khí ở trạng thái (1) là $T_1 = 600 \text{ K}$. Nhiệt độ của chất khí này ở trạng thái (4) là



A 75 K.

B 40 K.

C 60 K.

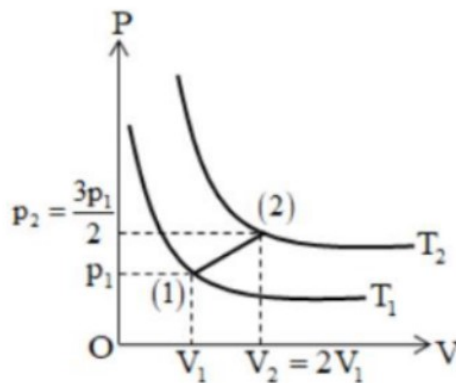
D 90 K.

Lời giải.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_4 V_4}{T_4} \Leftrightarrow \frac{4 \cdot 2}{600} = \frac{1 \cdot 1}{T_4} \Rightarrow T_4 = 75 \text{ K.}$$

Chọn đáp án **A** □

Câu 5. Cho đồ thị biến đổi trạng thái của một lượng khí lý tưởng từ trạng thái (1) đến trạng thái (2) như hình bên. Tỉ số T_2/T_1 là



A 1,5.

B 2.

C 3.

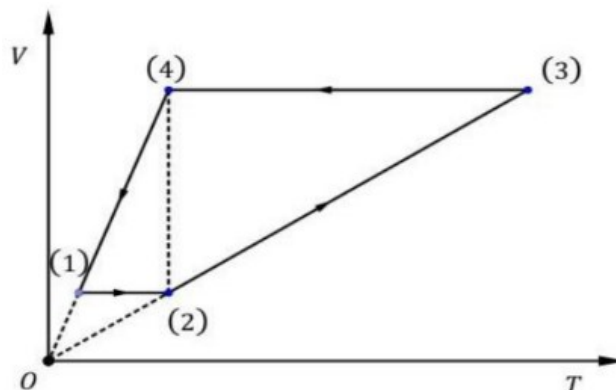
D 4.

Lời giải.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = 3.$$

Chọn đáp án **C** □

Câu 6. Một khí lý tưởng đã thực hiện chu trình biến đổi trạng thái (1) → (2) → (3) → (4) → (1) như hình vẽ. Với (1) → (2) song song với (3) → (4) và song song với OT. Biết nhiệt độ của khí tại các trạng thái (1) và (3) lần lượt là T_1 và T_3 . Nhiệt độ của chất khí này tại trạng thái (2) là



(A) $\frac{T_1 + T_3}{2}$.

(B) $\sqrt{T_1 T_3}$.

(C) $\frac{T_1 - T_3}{2}$.

(D) $\frac{T_1 T_3}{T_1 + T_3}$.

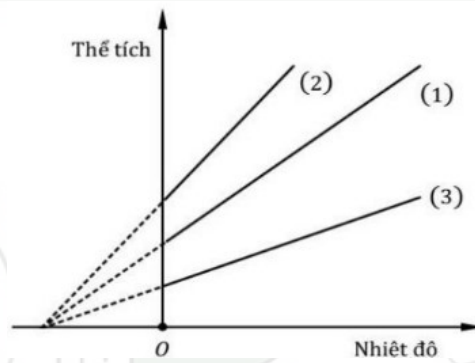
Lời giải.

Các quá trình (4) \rightarrow (1) và (2) \rightarrow (3) là đẳng áp:

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_2} \\ \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{V_1}{T_2} = \frac{V_4}{T_3} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow T_2 = \sqrt{T_1 T_3}.$$

Chọn đáp án (B) ☐

Câu 7. Quá trình giãn nở của một lượng khí lí tưởng khối lượng m ở áp suất p được biểu diễn bằng đường (1) như hình vẽ. Quá trình giãn nở của cùng một loại khí lí tưởng trên, nhưng khối lượng $2m$ và áp suất $2p$ được biểu diễn bằng đường



(A) (1).

(B) (2).

(C) (3).

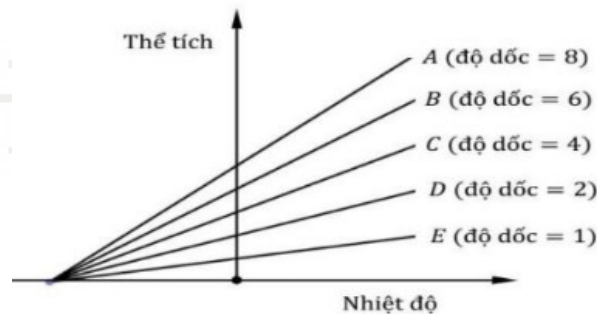
(D) Không đáp án nào đúng.

Lời giải.

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow V = \frac{mR}{p\mu} \cdot T \rightarrow \text{nếu cùng tăng } m \text{ và } p \text{ lên gấp đôi thì hệ số góc không đổi.}$$

Chọn đáp án (A) ☐

Câu 8. Sự giãn nở của một lượng khí lí tưởng có khối lượng m ở áp suất không đổi p được biểu diễn bằng đường thẳng D. Quá trình giãn nở của cùng một loại khí lí tưởng có khối lượng $2m$ và áp suất $\frac{p}{2}$ được thể hiện bởi đường thẳng



(A) E.

(B) C.

(C) B.

(D) A.

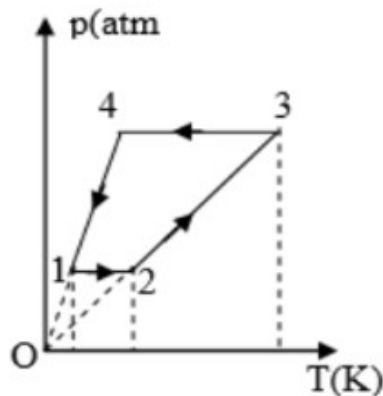
Lời giải.

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow V = \frac{mR}{p\mu} \cdot T \rightarrow \text{nếu tăng } m \text{ lên 2 lần và giảm } p \text{ đi 2 lần thì hệ số góc của đường } V(T) \text{ tăng 4 lần.}$$

Chọn đáp án (D) ☐

Câu 9. ${}_{92}^{235}\text{U}$ **Lời giải.**

Câu 10. Một mol khí lý tưởng đã thực hiện chu trình biến đổi trạng thái 1 – 2 – 3 – 4 – 1 như hình vẽ bên. Trong đó: $V_1 = 32 \text{ L}$; $T_1 = 546 \text{ K}$; $T_2 = 650 \text{ K}$; $T_3 = 1300 \text{ K}$. Áp suất của khối khí ở trạng thái 3 là

**A** 0,7 atm.**B** 2,8 atm.**C** 2 atm.**D** 1,4 atm.**Lời giải.**

Quá trình biến đổi 1 – 2 là đẳng áp:

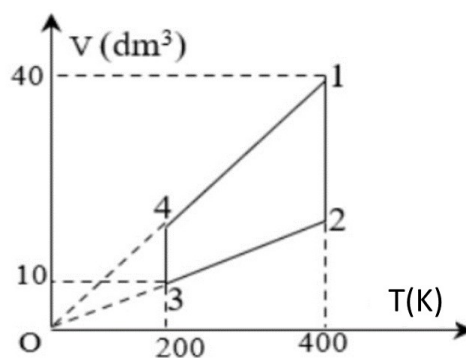
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{800}{21} \text{ L}$$

Áp dụng phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$p_3 = \frac{\nu RT_3}{V_2} \approx 2,8 \text{ atm.}$$

Chọn đáp án **B** □

Câu 11. Một mol khí lý tưởng đã thực hiện một chu trình biến đổi trạng thái 1 – 2 – 3 – 4 – 1 (hình vẽ). Áp suất p_1, p_2, p_3, p_4 lần lượt nhận các giá trị là

**A** $p_1 = p_4 = 0,83 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $p_2 = p_3 = 1,66 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.**B** $p_1 = p_4 = 1,66 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $p_2 = p_3 = 0,83 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.**C** $p_1 = p_4 = 0,38 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $p_2 = p_3 = 6,16 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.**D** $p_1 = p_4 = 8,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $p_2 = p_3 = 6,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.**Lời giải.**

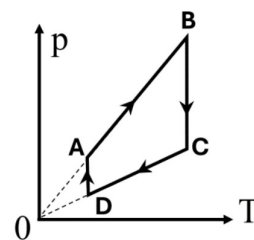
$$p = \frac{nRT}{V} \Rightarrow \begin{cases} p_1 = \frac{nRT_1}{V_1} = 83\,140 \text{ Pa} \\ p_2 = \frac{nRT_2}{V_2} = 166\,280 \text{ Pa} \end{cases}$$

Chọn đáp án **A** ☐

D. TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

Câu 1.

Các quá trình biến đổi của một lượng khí lí tưởng được biểu diễn ở hình bên. Trong đó các đoạn thẳng BC và DA vuông góc với trục OT , các đoạn thẳng AB và CD đi qua gốc tọa độ.

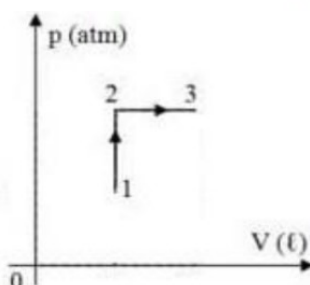


Phát biểu	Đ	S
a) Trong quá trình BC khí giãn nở đẳng nhiệt.	X	
b) Trong quá trình CD khí nhận công từ vật khác.		X
c) Trong quá trình DA nội năng của khí không đổi.	X	
d) Trong quá trình AB khí truyền nhiệt lượng cho vật khác.		X

Lời giải.

 Chọn đáp án **a đúng | b sai | c đúng | d sai** ☐

Câu 2. Đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng được thể hiện như hình bên.

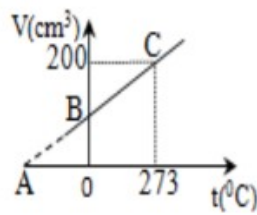


- a) Từ (1) sang (2) là quá trình đẳng tích.
- b) Từ (2) sang (3) là quá trình đẳng áp.
- c) Từ (1) sang (2) nhiệt độ khí giảm.
- d) Từ (2) sang (3) nhiệt độ khí giảm.

Lời giải.

- a) Đúng.
- b) Đúng.
- c) Sai.
- d) Sai.

Câu 3. Đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa thể tích khối khí lý tưởng với nhiệt độ được thể hiện như hình bên.



- a) Trong quá trình biến đổi, áp suất của khối khí không đổi.
- b) Ở trạng thái B khối khí có thể tích 100 cm^3 .
- c) Khối khí có thể tích bằng 150 cm^3 khi nhiệt độ khối khí bằng 130°C .
- d) Trạng thái A khối khí có nhiệt độ -273°C .

Lời giải.

a) Đúng.

b) Đúng.

c) Sai.

d) Đúng.

$$\frac{V_B}{0 + 273} = \frac{200}{273 + 273} \Rightarrow V_B = 100 \text{ cm}^3.$$

$$\frac{150}{130 + 273} \neq \frac{200}{273 + 273}.$$

Câu 4. Một khối khí lý tưởng ở trạng thái (1) được xác định bởi các thông số $p_1 = 1 \text{ atm}$; $V_1 = 4 \text{ L}$; $T_1 = 300 \text{ K}$. Người ta cho khối khí biến đổi đẳng áp tới trạng thái (2) có nhiệt độ $T_2 = 600 \text{ K}$ và thể tích V_2 . Cuối cùng, biến đổi đẳng nhiệt tới trạng thái (3) có thể tích $V_3 = 2 \text{ L}$.

- a) Áp suất khối khí tại trạng thái (2) là 2 atm .
- b) Thể tích của khối khí tại trạng thái (2) là 8 L .
- c) Áp suất của khối khí tại trạng thái (3) là 4 atm .
- d) Trong hệ toạ độ (p, V) , đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của khối khí từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) là một đoạn thẳng đi qua gốc toạ độ, từ trạng thái (2) sang trạng thái (3) là một hyperbol.

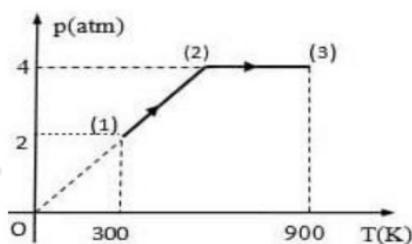
Lời giải.

Trạng thái	p	V	T
(1)	1 atm	4 L	300 K
(2)	1 atm	V_2	600 K
(3)	p_3	2 L	600 K

- a) Sai. $p_2 = 1 \text{ atm}$.

- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Sai. Trong hệ trục tọa độ (p, V) , đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của khối khí từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) song song với trục OV .

Câu 5. Một khối khí lí tưởng trong cylanh biến đổi trạng thái qua các giai đoạn như đồ thị hình bên.



- a) Từ (1) sang (2) là quá trình đẳng tích.
- b) Từ (2) sang (3) là quá trình đẳng áp.
- c) Nhiệt độ ở trạng thái (2) là 600 K.
- d) Nếu thể tích ban đầu ở trạng thái (1) của khối khí là 12 L thì thể tích của khí ở trạng thái (3) là 18 L.

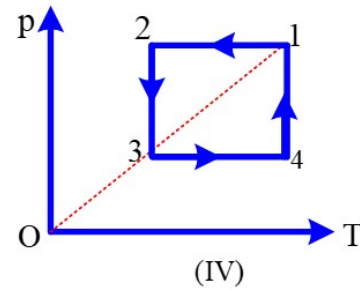
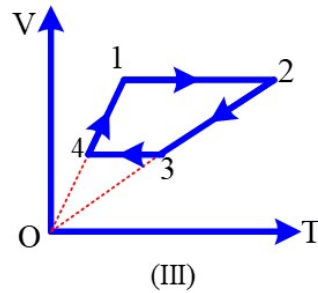
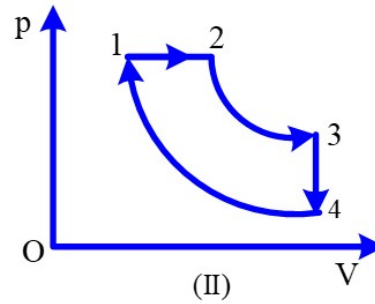
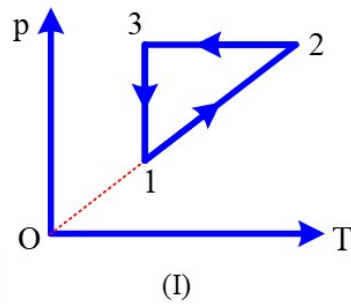
Lời giải.

Trạng thái	p	V	T
(1)	2 atm	12 L	300 K
(2)	4 atm	12 L	T_2
(3)	4 atm	V_3	900 K

- a) Đúng.
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Đúng.

E. BÀI TẬP TỰ LUYỆN

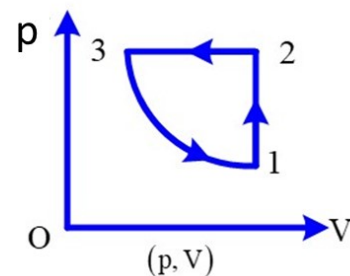
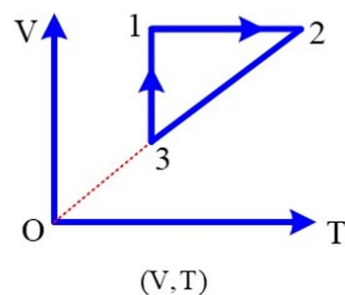
Câu 1. Cho các đồ thị sau đây biểu diễn chu trình biến đổi trạng thái của các khối khí lí tưởng xác định.



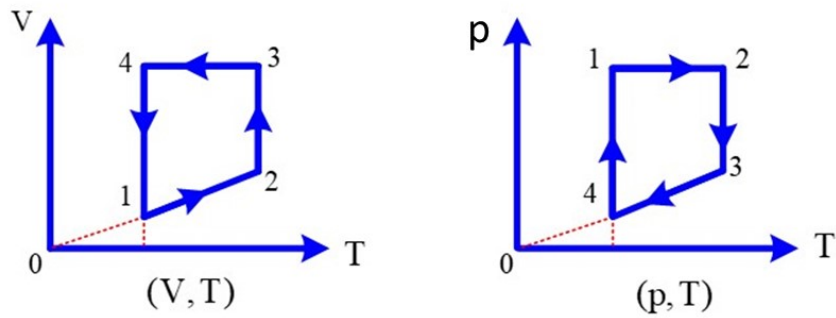
- Vẽ lại đồ thị (I) trong các hệ toạ độ (V, T) , (p, V) .
- Vẽ lại đồ thị (II) trong các hệ toạ độ (V, T) , (p, T) .
- Vẽ lại đồ thị (III) trong các hệ toạ độ (p, V) , (p, T) .
- Vẽ lại đồ thị (IV) trong các hệ toạ độ (p, V) , (V, T) .

Lời giải.

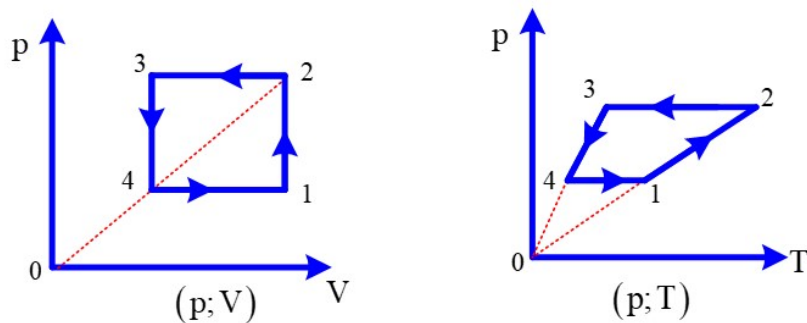
- (1) đến (2) là quá trình đẳng tích, p tăng, T tăng.
 - (2) đến (3) là quá trình đẳng áp, T giảm, V giảm.
 - (3) đến (1) là quá trình đẳng nhiệt, p giảm, V tăng.



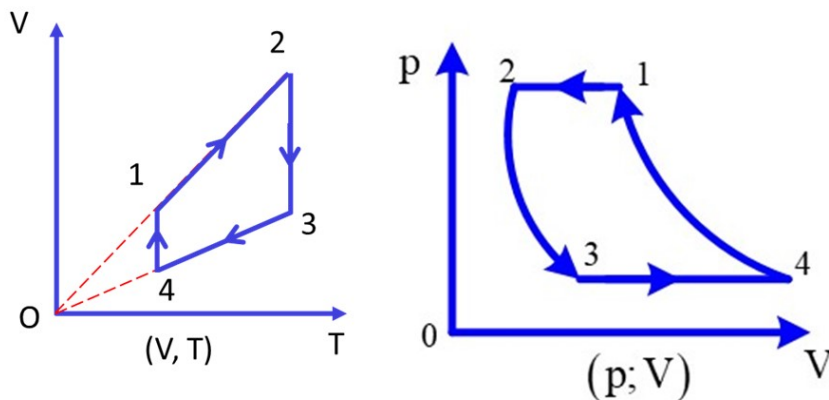
- (1) đến (2) là quá trình đẳng áp, V tăng, T tăng.
 - (2) đến (3) là quá trình đẳng nhiệt, p giảm, V tăng.
 - (3) đến (4) là quá trình đẳng tích, p giảm, T giảm.
 - (4) đến (1) là quá trình đẳng nhiệt, p tăng, V giảm.



- c) (1) đến (2) là quá trình đẳng tích, T tăng, p tăng.
 (2) đến (3) là quá trình đẳng áp, T giảm, V giảm.
 (3) đến (4) là quá trình đẳng tích, T giảm, p giảm.
 (4) đến (1) là quá trình đẳng áp, T tăng, V tăng.



- d) (1) đến (2) là quá trình đẳng áp, T giảm, V giảm.
 (2) đến (3) là quá trình đẳng nhiệt, p giảm, V tăng.
 (3) đến (4) là quá trình đẳng áp, T tăng, V tăng.
 (4) đến (1) là quá trình đẳng nhiệt, p tăng, V giảm.



Câu 2. Một lượng khí oxygen ở nhiệt độ 130°C dưới áp suất 10^5 N/m^2 được nén đẳng nhiệt đến áp suất $1,3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Cần làm lạnh đẳng tích đến nhiệt độ nào để áp suất khí giảm bằng lúc đầu? Biểu diễn quá trình biến đổi trên trong các hệ tọa độ (p, V) , (p, T) , (V, T) .

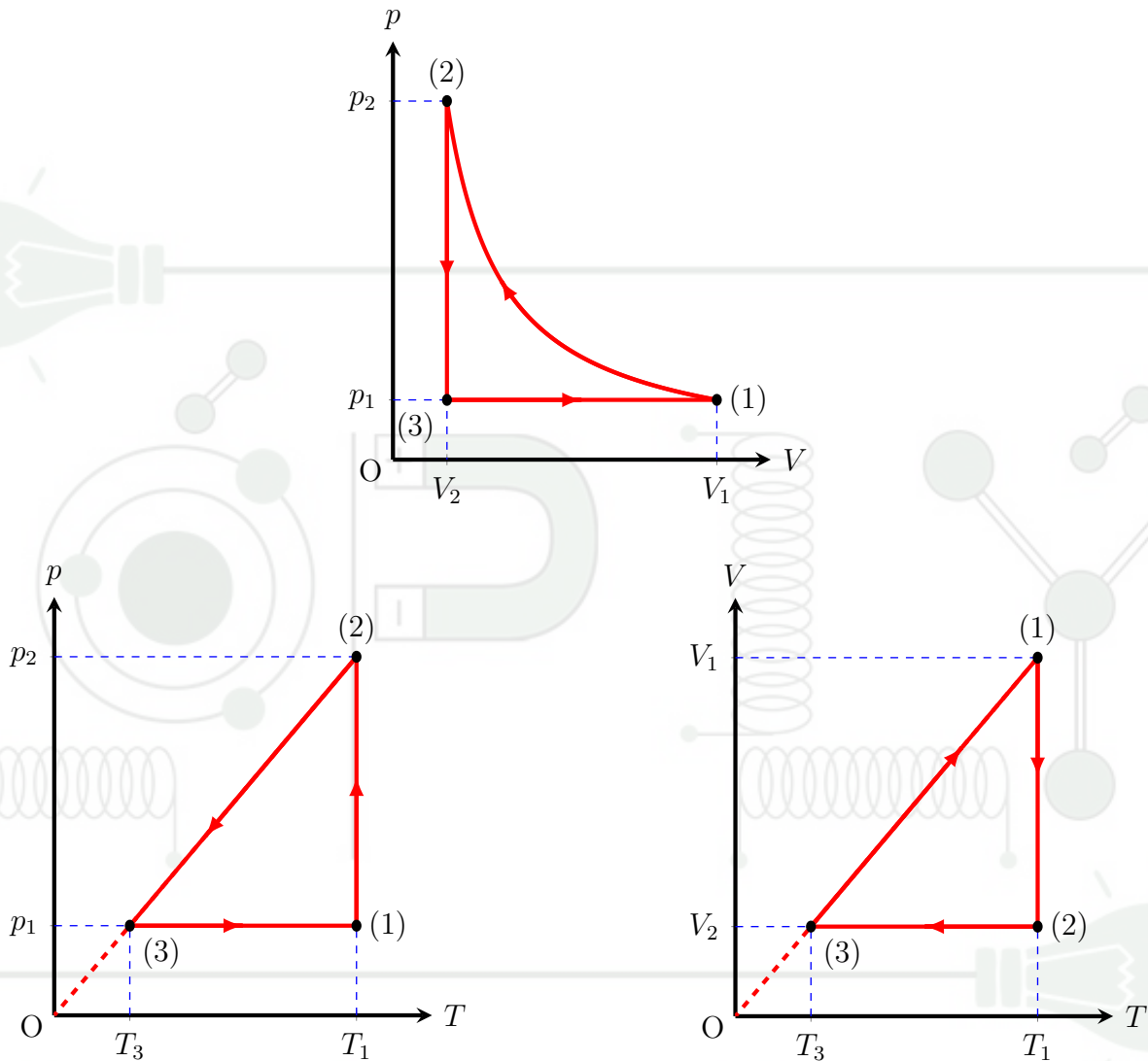
Lời giải.

Trạng thái 1	$\xrightarrow{T=\text{const}}$	Trạng thái 2	$\xrightarrow{V=\text{const}}$	Trạng thái 3
$T_1 = 403 \text{ K}$		$T_2 = 403 \text{ K}$		$T_3 = ?$
$p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$		$p_2 = 1,3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$		$p_3 = 10^5 \text{ N/m}^2$

Áp dụng định luật Charles cho quá trình biến đổi (2) → (3):

$$\frac{p_3}{T_3} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_3 = \frac{p_2 T_2}{p_3} = 310 \text{ K} \rightarrow t_3 = 37^\circ \text{C}.$$

Đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của khối khí trong các hệ trục tọa độ:



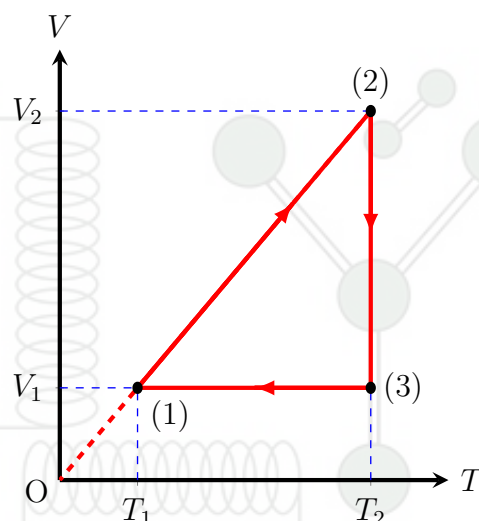
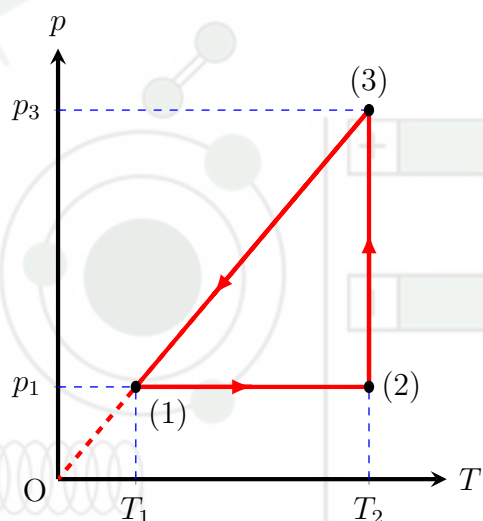
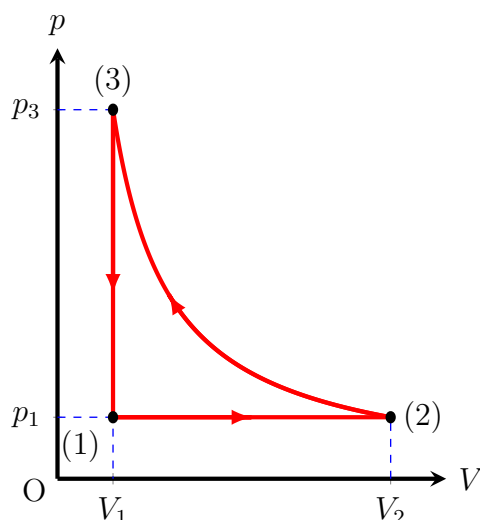
Câu 3. Một khối lượng $m = 1 \text{ g}$ khí helium trong cylanh, ban đầu có thể tích $V_1 = 4,2 \text{ L}$, nhiệt độ $t_1 = 27^\circ \text{C}$. Khí biến đổi trạng thái theo một chu trình kín gồm ba giai đoạn:

- ☑ *Giai đoạn 1:* Giảm nở đẳng áp, thể tích tăng lên đến $6,3 \text{ L}$.
- ☑ *Giai đoạn 2:* Nén đẳng nhiệt.
- ☑ *Giai đoạn 3:* Làm lạnh đẳng tích.

- a) Vẽ đồ thị biểu diễn chu trình trong các hệ tọa độ (p, V) , (V, T) , (p, T) .
- b) Tìm nhiệt độ và áp suất tính theo đơn vị at lớn nhất đạt được trong chu trình.

Lời giải.

- a) Đồ thị biểu diễn chu trình biến đổi trạng thái:



b) Quá trình (1)-(2) là đẳng áp nên:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = 450 \text{ K}.$$

Quá trình (2)-(3) là đẳng nhiệt nên:

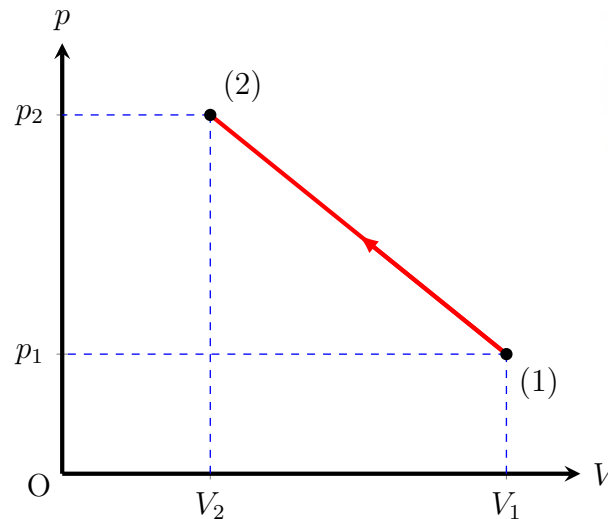
$$T_3 = T_2 = 450 \text{ K}.$$

Áp suất ở trạng thái (3):

$$p_3 = \frac{nRT_3}{V_3} \approx 222\,589,29 \text{ Pa} = 2,27 \text{ at}.$$

Vậy $T_{\max} = T_2 = 450 \text{ K}$ và $p_{\max} = p_3 = 2,27 \text{ at}$.

Câu 4. Có 20 g khí helium chứa trong cylanh đậy kín bởi piston biến đổi chậm từ (1) \rightarrow (2) theo đồ thị mô tả bởi hình bên.



Cho: $V_1 = 30 \text{ L}$; $p_1 = 5 \text{ atm}$; $V_2 = 10 \text{ L}$; $p_2 = 15 \text{ atm}$. Hãy tìm nhiệt độ cao nhất mà khí đạt được trong quá trình biến đổi trạng thái.

Lời giải.

Quá trình biến đổi trạng thái từ (1) \rightarrow (2) có dạng:

$$p = aV + b$$

Ta có:

$$\begin{cases} V_1 = 30 \text{ L} \Leftrightarrow p_1 = 5 \text{ atm} \\ V_2 = 10 \text{ L} \Leftrightarrow p_2 = 15 \text{ atm} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 30a + b = 5 \\ 10a + b = 15 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -0,5 \text{ atm/L} \\ b = 20 \text{ atm} \end{cases}.$$

Như vậy:

$$p = -0,5V + 20 \quad (1)$$

Theo phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$pV = nRT \quad (2)$$

Từ (1) và (2), ta thu được:

$$T = \frac{1}{nR} (-0,5V^2 + 20V).$$

Khối khí đạt nhiệt độ cực đại khi $V = 20 \text{ L}$:

$$T_{\max} = \frac{M}{mR} (-0,5V^2 + 20V) = \frac{(4 \text{ g/mol})}{(20 \text{ g}) \cdot \left(0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right)} \cdot [(-0,5 \text{ atm/L}) \cdot (20 \text{ L})^2 + (20 \text{ atm}) \cdot (20 \text{ L})] \approx 487,8$$