

# Chương 8:

## Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động lực học

$$\Delta U = A + Q$$

$\Delta U$ ,  $A$ ,  $Q$  có thể “+” hoặc “-”

Quy ước:

$A > 0$ : Hệ nhận công  
 $Q > 0$ : Hệ nhận nhiệt

$A < 0$ : Hệ sinh công  
 $Q < 0$ : Hệ tỏa nhiệt

$A'$ : Công mà hệ sinh ra,  $A' = -A$   
 $Q'$ : Nhiệt mà hệ tỏa ra,  $Q' = -Q$

<i>Quá trình</i>	<i>Phương trình</i>	<i>A</i>	<i>Q</i>	$\Delta U = A + Q$
<i>Đẳng tích</i>	$\frac{P}{T} = const$	<i>O</i>	$Q = \frac{M}{\mu} C_V \Delta T$	$\Delta U = \frac{M}{\mu} C_V \Delta T$
<i>Đẳng áp</i>	$\frac{V}{T} = const$	$A = P(V_1 - V_2)$	$Q = \frac{M}{\mu} C_P \Delta T$	$\Delta U = \frac{M}{\mu} C_V \Delta T$
<i>Đẳng nhiệt</i>	$PV = const$	$A = \frac{M}{\mu} RT \ln \frac{V_1}{V_2}$ $A = \frac{M}{\mu} RT \ln \frac{P_2}{P_1}$	$Q = \frac{M}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ $Q = \frac{M}{\mu} RT \ln \frac{P_1}{P_2}$	<i>O</i>

Quá trình	Phương trình	A	Q	$\Delta U = A + Q$
Đoạn nhiệt	$PV^\gamma = const$	$A = \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{\gamma - 1}$	0	$\Delta U = \frac{M}{\mu} C_V \Delta T$
	$TV^{(\gamma-1)} = const$	$A = \frac{P_1V_1}{\gamma - 1} \left\{ \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{1-\gamma} - 1 \right\}$		
	$TP^{\frac{(1-\gamma)}{\gamma}} = const$	$A = \frac{M}{\mu} \frac{RT_1}{\gamma - 1} \left\{ \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{1-\gamma} - 1 \right\}$		
		$A = \frac{M}{\mu} \frac{RT_1}{(\gamma - 1)} \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right]$		

Nhiệt dung phân tử đẳng tích:

$$C_V = \frac{i}{2} R$$

Nhiệt dung phân tử đẳng áp:

$$C_P = \frac{i+2}{2} R$$

$$\gamma = \frac{C_P}{C_v} = \frac{i+2}{i}$$

$$C_P - C_V = R$$

$$PV = \frac{M}{\mu} RT$$

## Bài tập 8.4 (trang 89)

### Đề bài

- Một bình kín chứa 14 g khí  $\text{N}_2$  ở áp suất 1 at và nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ . Sau khi hơi nóng áp suất trong bình lên tới 5 at.. Hỏi:
  - a, Nhiệt độ của khí sau khi hơi nóng
  - b, Thể tích của bình
  - c, Độ tăng nội năng của khí

## Bài tập 8.4

$$\bullet \left\{ \begin{array}{l} p_1 = 1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \\ V_1 = V \\ T_1 = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K} \\ \text{Khí N}_2 : i = 5 \\ M = 14g \end{array} \right. \xrightarrow{\text{Đẳng tích}} \left\{ \begin{array}{l} p_2 = 5 \text{ at} = 49,05 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \\ V_2 = V_1 = V \\ T_2 \end{array} \right. \begin{array}{l} a) T_2 = ? \\ b) V = ? \\ c) \Delta U = ? \end{array}$$

• a, Nhiệt độ của khí sau khi hơi nóng

$$\bullet \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Leftrightarrow T_2 = T_1 \frac{P_2}{P_1} = 1500 \text{ K}$$

• b, Thể tích của bình

$$P_1 V_1 = \frac{M}{\mu} R T_1 \Rightarrow V_1 = \frac{M}{\mu} \frac{R T_1}{P_1} = \frac{14 \cdot 8,31 \cdot 300}{28 \cdot 9,81 \cdot 10^4} \approx 1,27 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

• c, Độ tăng nội năng của khí

$$\Delta U = \frac{M}{\mu} \frac{i}{2} R \Delta T = \frac{14 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot (1500 - 300)}{28 \cdot 2} = 12465 \text{ J}$$

# Bài tập 8.12 (trang 90)

## Đề bài

- Một khối khí  $\text{CO}_2$  được hơ nóng đẳng áp cho tới khi nhiệt độ tăng thêm  $50^\circ\text{C}$ . Biết rằng số mol của khối khí đó  $n = 2 \text{ kmol}$ . Tìm:
- a, Độ biến thiên nội năng của khối khí
- b, Công do khí giãn nở sinh ra
- c, Nhiệt lượng truyền cho khối khí



### Bài tập 8.12

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = p \\ V_1 \\ T_1 \\ n_{CO_2} = 2 \text{ kmol} \end{array} \right. \xrightarrow{\text{Đẳng áp}} \left\{ \begin{array}{l} p_2 = p_1 = p \\ V_2 \\ T_2 = T_1 + 50^\circ \text{K} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} a) \Delta U = ? \\ b) A' = ? \\ c) Q = ? \end{array}$$

- a, Độ biến thiên nội năng của khối khí

$$\Delta U = \frac{M}{\mu} \frac{i}{2} R \Delta T = 2 \cdot \frac{6}{2} \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot 50 = 2493 \cdot 10^3 \text{ J}$$

- b, Công do khí giãn nở sinh ra

$$A = P(V_1 - V_2) \rightarrow A' = P(V_2 - V_1) = \frac{M}{\mu} R(T_2 - T_1) = \frac{M}{\mu} R \Delta T$$
$$A' = 2 \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot 50 = 831 \cdot 10^3 \text{ J}$$

- c, Nhiệt lượng truyền cho khối khí

$$\Delta U = A + Q \Rightarrow Q = \Delta U + A' = 3324 \text{ kJ}$$

## **Bài tập 8.14**

- Có 10 g khí oxy ở áp suất 3 at và nhiệt độ  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  được đun nóng đẳng áp và giãn nở đến thể tích 10 lít. Tìm:
- a, Nhiệt lượng cung cấp cho khối khí
- b, Độ biến thiên nội năng của khối khí
- c, Công do khí sinh ra khi giãn nở

## Bài tập 8.14

- Có 10 g khí oxy ở áp suất 3 at và nhiệt độ 10 °C được đun nóng đẳng áp và giãn nở đến thể tích 10 lít. Tìm:
- a, Nhiệt lượng cung cấp cho khối khí
- b, Độ biến thiên nội năng của khối khí
- c, Công do khí sinh ra khi giãn nở

$$O_2 \quad (i = 5)$$

$$M = 10g$$

$$P_1 = 3at = 29,43 \cdot 10^4 \text{ N} / \text{m}^2$$

$$T_1 = 293K$$

**Đẳng áp**



$$V_2 = 10l = 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$a) Q = ?$$

$$b) \Delta U = ?$$

$$c) A' = ?$$

$$P_1 V_1 = \frac{M}{\mu} RT_1 \quad \Rightarrow \quad V_1 = \frac{M}{\mu} \frac{RT_1}{P_1} = 2,59 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1} = 1133K$$

### Bài tập 8.14

$$O_2 \quad (i = 5)$$

$$M = 10g$$

$$P_1 = 3at = 29,43 \cdot 10^4 \text{ N / m}^2$$

$$T_1 = 293K$$

$$V_1 = \frac{M}{\mu} \frac{RT_1}{P_1} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Đẳng áp



$$V_2 = 10l = 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1} = 1133K$$

$$a) Q = ?$$

$$b) \Delta U = ?$$

$$c) A' = ?$$

$$a) Q = \frac{M}{\mu} C_p \Delta T = \frac{M}{\mu} \frac{i+2}{2} R \Delta T = \frac{10 \cdot 7,8,31 \cdot (1133 - 283)}{32,2} = 7725,7J$$

$$b) \Delta U = \frac{M}{\mu} \frac{i}{2} R \Delta T = \frac{10 \cdot 5 \cdot 7,8,31 \cdot (1133 - 283)}{32,2} = 5518,4J$$

$$c) \Delta U = A + Q \Rightarrow A' = -A = Q - \Delta U = 2207,3J$$

### **Bài tập 8.17**

- Một khối khí  $N_2$  ở áp suất  $p_1 = 1$  at có thể tích  $V_1 = 10$  lít được giãn nở tới thể tích gấp đôi. Tìm áp suất cuối cùng và công do khí sinh ra nếu quá trình giãn nở đó là:
  - a, Đẳng áp
  - b, Đẳng nhiệt
  - c, Đoạn nhiệt

### Bài tập 8.17

- Một khối khí  $N_2$  ở áp suất  $p_1 = 1$  at có thể tích  $V_1 = 10$  lít được giãn nở tới thể tích gấp đôi. Tìm áp suất cuối cùng và công do khí sinh ra nếu quá trình giãn nở đó là:
  - a, Đẳng áp
  - b, Đẳng nhiệt
  - c, Đoạn nhiệt

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = 1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \\ V_1 = 10 \text{ lít} = 10^{-2} \text{ m}^3 \\ N_2 : i = 5 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{a. Đẳng áp}} \left\{ \begin{array}{l} p_2 \\ V_2 = 2V_1 = 20 \text{ lít} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \end{array} \right.$$

$a) P = \text{const}$

$b) T = \text{const}$

$c) Q = 0$

$P_2 = ?$   
 $A' = ?$

$$\bullet p_2 = p_1 \Rightarrow p_2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

$$\bullet A' = P(V_2 - V_1) = 9,81 \cdot 10^4 \cdot (2 \cdot 10^{-2} - 10^{-2}) \Rightarrow A' = 981 \text{ J}$$

## Bài tập 8.17

- Một khối khí  $N_2$  ở áp suất  $p_1 = 1 \text{ at}$  có thể tích  $V_1 = 10 \text{ lít}$  được giãn nở tới thể tích gấp đôi. Tìm áp suất cuối cùng và công do khí sinh ra nếu quá trình giãn nở đó là:
- a, Đẳng áp
- b, Đẳng nhiệt  $V_1 = 10 \text{ lít} = 10^{-2} m^3$
- c, Đoạn nhiệt

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = 1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \\ V_1 = 10 \text{ lít} = 10^{-2} m^3 \\ N_2 : i = 5 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{b. Đẳng nhiệt}} \left\{ \begin{array}{l} p_2 \\ V_2 = 2V_1 = 20 \text{ lít} = 2 \cdot 10^{-2} m^3 \end{array} \right.$$

$a) P = \text{const} \quad P_2 = ?$   
 $b) T = \text{const} \quad A' = ?$   
 $c) Q = 0$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{9,81 \cdot 10^4 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow p_2 \approx 4,905 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

$$A' = nRT \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = p_1 V_1 \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = 9,81 \cdot 10^4 \cdot 10^{-2} \cdot \ln \left( \frac{2}{1} \right) \approx 680 \text{ J}$$

### Bài tập 8.17

- Một khối khí  $N_2$  ở áp suất  $p_1 = 1 \text{ at}$  có thể tích  $V_1 = 10 \text{ lít}$  được giãn nở tới thể tích gấp đôi. Tìm áp suất cuối cùng và công do khí sinh ra nếu quá trình giãn nở đó là:
  - a, Đẳng áp
  - b, Đẳng nhiệt  $V_1 = 10 \text{ lít} = 10^{-2} m^3$
  - c, Đoạn nhiệt

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = 1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \\ V_1 = 10 \text{ lít} = 10^{-2} m^3 \\ N_2 : i = 5; \gamma = \frac{i+2}{i} = 1,4 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{c. Đoạn nhiệt}} \left\{ \begin{array}{l} p_2 \\ V_2 = 2V_1 = 20 \text{ lít} = 2 \cdot 10^{-2} m^3 \end{array} \right.$$

$a) P = const \quad P_2 = ?$   
 $b) T = const \quad A' = ?$   
 $c) Q = 0$

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \Rightarrow p_2 = p_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma = 9,81 \cdot 10^4 \cdot \left( \frac{1}{2} \right)^{1,4} \approx 3,7173 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

$$A' = -\frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\gamma - 1} = -\frac{3,7173 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-2} - 9,81 \cdot 10^4 \cdot 10^{-2}}{1,4 - 1} \approx 593,9 \text{ J}$$



# Bài tập 8.18 (trang 90)

## Đề bài

- Nén 10 g khí oxy từ điều kiện tiêu chuẩn đến thể tích 4 lít.
- Tìm:
- a, Áp suất và nhiệt độ của khối khí sau mỗi quá trình nén đẳng nhiệt và đoạn nhiệt
- b, Công cần thiết để nén khí trong mỗi trường hợp trên. Từ đó suy ra nên nén khí theo cách nào thì lợi hơn.

## Bài tập 8.18

- Nén 10 g khí oxy từ điều kiện tiêu chuẩn đến thể tích 4 lít.
- Tìm:
- a, Áp suất và nhiệt độ của khối khí sau mỗi quá trình nén đẳng nhiệt và đoạn nhiệt
- b, Công cần thiết để nén khí trong mỗi trường hợp trên. Từ đó suy ra nên nén khí theo cách nào thì lợi hơn.

$$O_2 \quad (i = 5)$$

$$M = 10g$$

$$P_1 = 1atm = 1,013 \cdot 10^5 N / m^2$$

$$T_1 = 273K$$

$$V_1 = \frac{10}{32} \cdot 22,4 = 7lit$$

Đẳng nhiệt



$$V_2 = 4lit$$

$$P_2$$

$$T_2$$

$$a) P_2 = ?$$

$$T_2 = ?$$

$$b) A = ?$$

$$a) T_2 = T_1 = 273K$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 7}{4} = 1,77 \cdot 10^5 N / m^2$$

$$b) A = \frac{M}{\mu} RT \ln \frac{V_1}{V_2} = 419,2 J$$

### Bài tập 8.18

$$O_2 \quad (i = 5)$$

$$M = 10g$$

$$P_1 = 1atm = 1,013 \cdot 10^5 N / m^2$$

$$T_1 = 273K$$

$$V_1 = \frac{10}{32} \cdot 22,4 = 7lit$$

Đoạn nhiệt



$$V_2 = 4lit$$

$$P_2$$

$$T_2$$

$$a) P_2 = ?$$

$$T_2 = ?$$

$$b) A = ?$$

$$a) \quad T_1 V_1^{(\gamma-1)} = T_2 V_2^{(\gamma-1)} \Rightarrow T_2 = T_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{(\gamma-1)} = 331K$$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \Rightarrow P_2 = P_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma = 21,5 \cdot 10^4 N / m^2$$

$$b) \quad A = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1} = 433 J$$

Nén đẳng nhiệt lợi hơn

# Bài tập 8.22

## Đề bài

- Một khối không khí có khối lượng  $m = 1 \text{ kg}$  ở nhiệt độ  $30^\circ\text{C}$  và áp suất  $1,5 \text{ at}$  được giãn đoạn nhiệt đến áp suất  $1 \text{ at}$ . Hỏi:
  - a, Thể tích không khí tăng lên bao nhiêu lần
  - b, Nhiệt độ của không khí sau khi giãn nở
  - c, Công của khối khí sinh ra khi giãn nở

## Bài tập 8.22

$KK \quad (i = 5)$

$$M = 1kg$$

$$P_1 = 1,5at$$

$$T_1 = 303K$$

Đoạn nhiệt



$$P_2 = 1at$$

$$T_2$$

$$V_2$$

$$a) \frac{V_2}{V_1} = ?$$

$$b) T_2 = ?$$

$$c) A' = ?$$

$$P_1 V_1 = \frac{M}{\mu} RT_1 \Rightarrow V_1 = \frac{M}{\mu} \frac{RT_1}{P_1}$$

$$V_1 = \frac{1.8,32 \cdot 10^3 \cdot 303}{29.1,5.9,8 \cdot 10^4} \simeq 0,59 m^3$$

$$a) P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \Rightarrow V_2 = V_1 \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{1/\gamma} = 0,79 m^3 \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 1,335$$

$$b) T_1 V_1^{(\gamma-1)} = T_2 V_2^{(\gamma-1)} \Rightarrow T_2 = T_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{(\gamma-1)} = 270K$$

$$c) A' = -A = - \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1} = 23,3 \cdot 10^3 J$$

# Bài tập 8.27 (trang 92)

## Đề bài

- Một chất khí lượng nguyên tử có thể tích  $V_1 = 0,5$  lít ở áp suất  $p_1 = 0,5$  at. Tiến hành nén đoạn nhiệt khối khí đó tới thể tích  $V_2$  và áp suất  $p_2$ . Sau đó, khối khí được giữ nguyên thể tích  $V_2$  và làm lạnh đến nhiệt độ ban đầu thì áp suất của khối khí là  $p_o = 1$  at.
- a, Vẽ đồ thị của quá trình đó
- b, Tích thể tích  $V_2$  và áp suất  $p_2$

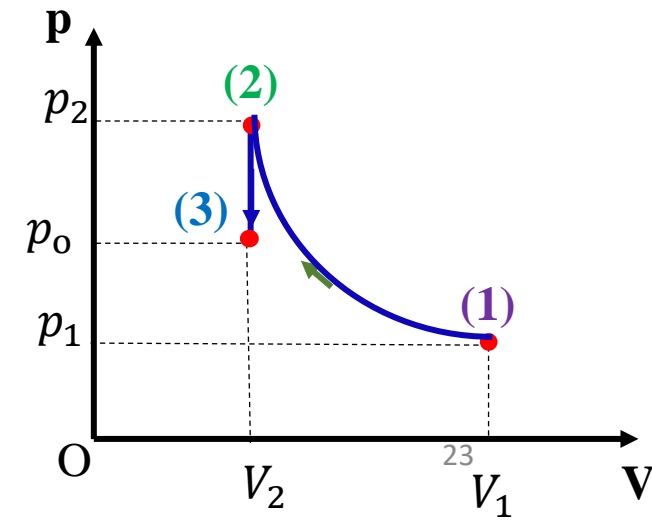
## Bài tập 8.27

- Một chất khí lưỡng nguyên tử có thể tích  $V_1 = 0,5$  lít ở áp suất  $p_1 = 0,5$  at. Tiến hành nén đoạn nhiệt khối khí đó tới thể tích  $V_2$  và áp suất  $p_2$ . Sau đó, khối khí được giữ nguyên thể tích  $V_2$  và làm lạnh đến nhiệt độ ban đầu thì áp suất của khối khí là  $p_o = 1$  at.
- a, Vẽ đồ thị của quá trình đó
- b, Tính thể tích  $V_2$  và áp suất  $p_2$

$$\begin{cases} p_1 = 0,5 \text{ at} = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \\ V_1 = 0,5 \text{ lít} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ T_1 \end{cases} \xrightarrow[\text{Đoạn nhiệt}]{\text{Nén}} \begin{cases} p_2 \\ V_2 \\ T_2 \end{cases} \xrightarrow[\text{Đẳng tích}]{\text{Làm lạnh}} \begin{cases} p_3 = p_o = 1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \\ V_3 = V_2 \\ T_3 = T_1 \end{cases}$$

$$a) T_1 = T_3 \Rightarrow P_1 V_1 = P_3 V_3 \Rightarrow V_3 = \frac{P_1}{P_3} V_1 = 0,25 \text{ l} = V_2$$

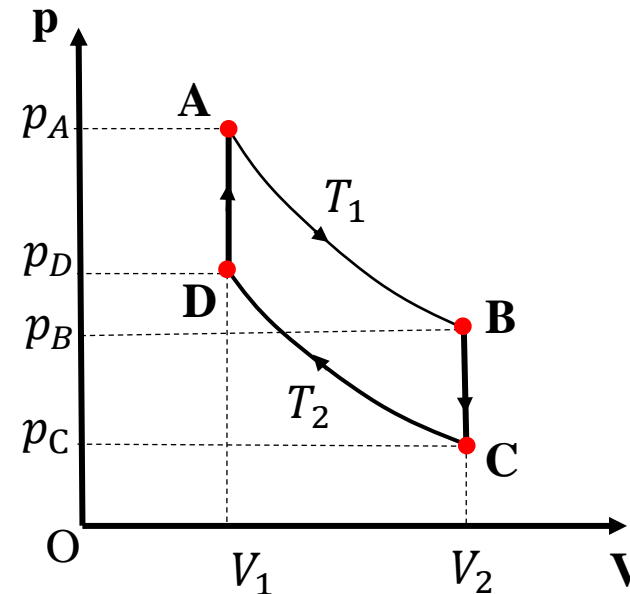
$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \Rightarrow P_2 = P_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma \simeq 12,94 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$



# Bài tập 8.30 (trang 90)

## Đề bài

- Một kmol khí thực hiện chu trình như trên hình 8-2. Trong đó AB và CD là hai quá trình đẳng nhiệt ứng với nhiệt độ  $T_1$  và  $T_2$ . BC và DA là hai quá trình đẳng tích ứng với thể tích  $V_1$  và  $V_2$ , biết khối lượng của một kmol khí đó là  $\mu$ .
- a, Chứng minh rằng  $\frac{P_A}{P_B} = \frac{P_D}{P_C}$
- b, Tính công và nhiệt của chu trình



Hình 8-2: Sơ đồ chu trình nhiệt của quá trình



### Bài tập 8.30)

- a, Chứng minh rằng  $\frac{p_A}{p_B} = \frac{p_D}{p_C}$

$$\bullet \left\{ \begin{array}{l} p_A \\ V_A \\ T_A = T_1 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{Đẳng nhiệt}} \left\{ \begin{array}{l} p_B \\ V_B \\ T_B = T_1 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{Đẳng tích}} \left\{ \begin{array}{l} p_C \\ V_C = V_B \\ T_C = T_2 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{Đẳng nhiệt}} \left\{ \begin{array}{l} p_D \\ V_D \\ T_D = T_2 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{Đẳng tích}} \left\{ \begin{array}{l} p_A \\ V_A = V_D \\ T_A = T_1 \end{array} \right.$$

- B  $\Rightarrow$  C là đẳng tích:

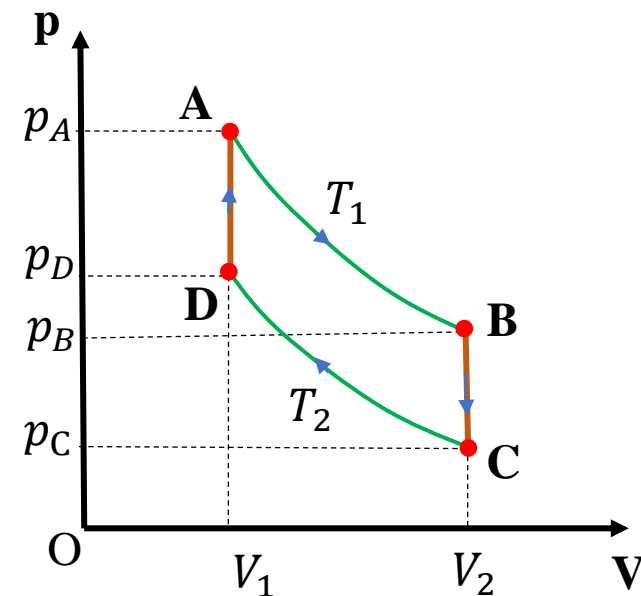
$$\Rightarrow \frac{p_B}{T_1} = \frac{p_C}{T_2} \Rightarrow \frac{p_B}{p_C} = \frac{T_1}{T_2} \quad (1)$$

- D  $\Rightarrow$  A là đẳng tích:

$$\Rightarrow \frac{p_D}{T_2} = \frac{p_A}{T_1} \Rightarrow \frac{p_A}{p_D} = \frac{T_1}{T_2} \quad (2)$$

- Từ (1) và (2):

$$\Rightarrow \frac{p_B}{p_C} = \frac{p_A}{p_D} \Rightarrow \frac{p_A}{p_B} = \frac{p_D}{p_C} \quad \text{đpcm}$$



### Bài tập 8.30)

- **b, Công của cả chu trình: ( $n=1\text{kmol}$ )**

$$\bullet \left\{ \begin{array}{l} p_A \\ V_A \\ T_A = T_1 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} p_B \\ V_B \\ T_B = T_1 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} p_C \\ V_C = V_B \\ T_C = T_2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} p_D \\ V_D \\ T_D = T_2 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} p_A \\ V_A = V_D \\ T_A = T_1 \end{array} \right.$$

- **b, Công của cả chu trình:**

$$\bullet A_{AB} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_A}{V_B}\right) \Rightarrow A_{AB} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) \quad (4)$$

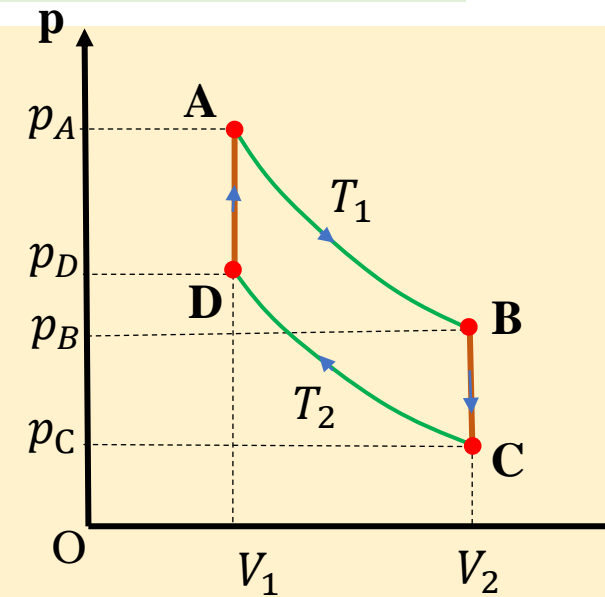
$$\bullet A_{CD} = nRT_2 \ln\left(\frac{V_C}{V_D}\right) \Rightarrow A_{CD} = nRT_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \quad (5)$$

$$\bullet A = A_{AB} + A_{CD} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) + nRT_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$\bullet \Rightarrow A = nR(T_1 - T_2) \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) \Rightarrow A' = -A = nR(T_1 - T_2) \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

- Nhiệt trao đổi trong cả chu trình:

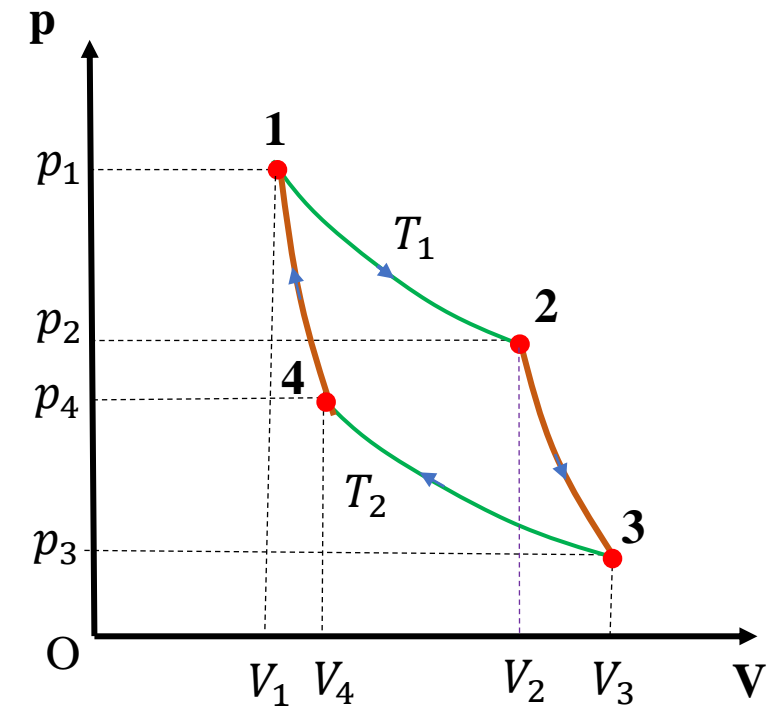
$$\bullet \Delta U = A + Q = 0 \Rightarrow Q = A' \Rightarrow Q = nR(T_1 - T_2) \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$



# Bài tập 8.31 (trang 90)

## Đề bài

- Một khối khí  $N_2$  thực hiện một chu trình như trên hình 8-3, trong đó quá trình 1-2 và 3-4 là hai quá trình đẳng nhiệt ứng với nhiệt độ  $T_1$  và  $T_2$ . Hai quá trình 2-3 và 4-1 là các quá trình đoạn nhiệt. Cho biết  $V_1 = 2$  lít;  $T_1 = 400$  K;  $V_2 = 5$  lít;  $p_1 = 7$  at;  $V_3 = 8$  lít. Tìm:
- a,  $p_2$ ;  $p_3$ ;  $p_4$ ;  $V_4$ ;  $T_3$
- b, Công cho khối khí thực hiện trong từng quá trình và trong cả chu trình
- c, Nhiệt mà khối khí nhận được hay tỏa ra trong từng quá trình đẳng nhiệt.



Hình 8-3: Sơ đồ chu trình nhiệt của quá trình

## Bài tập 8.31

$$\bullet \begin{cases} T_1 = 400 \text{ K} \\ V_1 = 2 \text{ lít} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_1 = 7 \text{ at} = 68,67 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \end{cases} \quad \begin{cases} V_2 = 5 \text{ lít} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_2 = ? \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_3 = 8 \text{ lít} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_3 = ? \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_4 = ? \\ p_4 = ? \end{cases}$$

• a) Tìm  $P_2; P_3; P_4; V_4; T_2$       Khí  $\text{N}_2 : i = 5 \Rightarrow \gamma = 1,4$

•  $1 \Rightarrow 2$  là đẳng nhiệt:

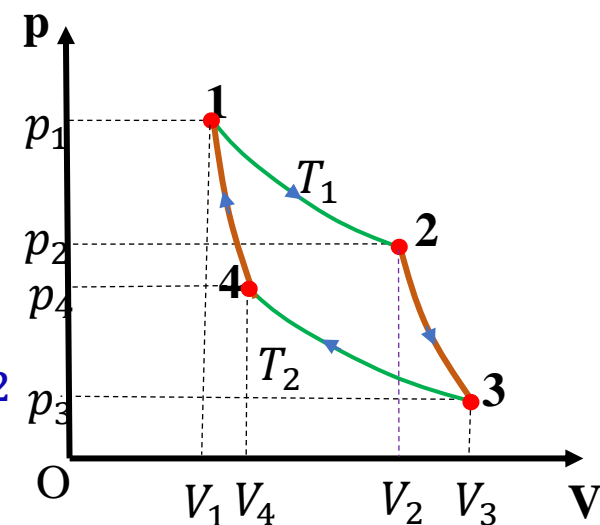
$$\Rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} \approx 27,468 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

•  $2 \Rightarrow 3$  là đoạn nhiệt:

$$\Rightarrow p_2 V_2^\gamma = p_3 V_3^\gamma$$

$$\Rightarrow p_3 = p_2 \left( \frac{V_2}{V_3} \right)^\gamma = 27,468 \cdot 10^4 \cdot \left( \frac{5 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-3}} \right)^{1,4} \approx 14,225 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

$$\bullet T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1 \left( \frac{V_2}{V_3} \right)^{\gamma-1} \approx 331 \text{ K}$$



## Bài tập 8.31

$$\bullet \begin{cases} T_1 = 400 \text{ K} \\ V_1 = 2 \text{ lít} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_1 = 7 \text{ at} = 68,67 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \end{cases} \quad \begin{cases} V_2 = 5 \text{ lít} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_2 = ? \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_3 = 8 \text{ lít} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_3 = ? \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_4 = ? \\ p_4 = ? \end{cases}$$

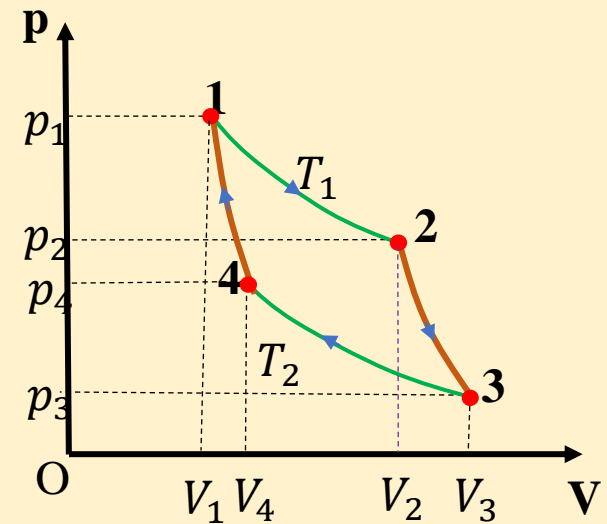
• a) Tìm  $P_2; P_3; P_4; V_4; T_2$

• (4)  $\Rightarrow$  (1) : đoạn nhiệt:  $\Rightarrow T_2 V_4^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1}$

$$\bullet \Rightarrow V_4 = V_1^{\gamma-1} \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[0,4]{\frac{400}{331}} \Rightarrow \mathbf{V_4 \approx 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$$

• 3  $\Rightarrow$  4 là đẳng nhiệt:  $P_4 V_4 = P_3 V_3$

$$\bullet \Rightarrow \mathbf{P_4 = \frac{P_3 V_3}{V_4} \approx 35,515 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2}$$



## Bài tập 8.31

- b, Công cho khối khí thực hiện trong từng quá trình và trong cả chu trình
- $1 \Rightarrow 2$  là đẳng nhiệt:

$$\Rightarrow A'_{12} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = p_1 V_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \approx 1300 \text{ J} \quad (1)$$

- $3 \Rightarrow 4$  là đẳng nhiệt:

$$\Rightarrow A'_{34} = nRT_3 \ln\left(\frac{V_4}{V_3}\right) = p_3 V_3 \ln\left(\frac{V_4}{V_3}\right) \approx -1076 \text{ J} \quad (2)$$

- $2 \Rightarrow 3$  là đoạn nhiệt:

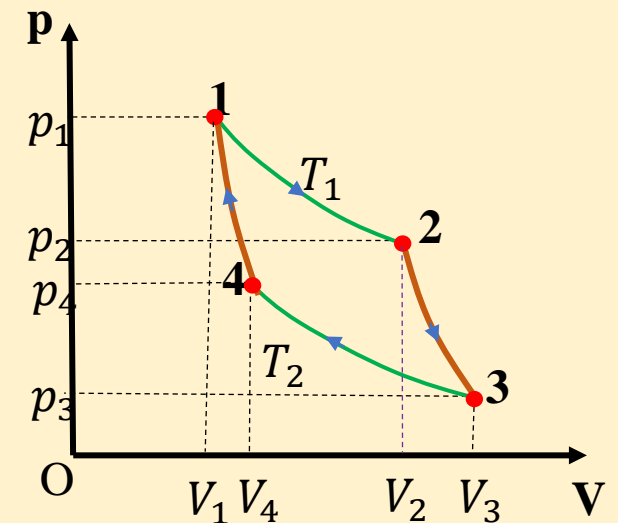
$$\Rightarrow A'_{23} = \frac{p_2 V_2 - p_3 V_3}{\gamma - 1} \approx 608 \text{ J} \quad (3)$$

- $4 \Rightarrow 1$  là đoạn nhiệt:

$$\Rightarrow A'_{41} = \frac{p_4 V_4 - p_1 V_1}{\gamma - 1} \approx -612 \text{ J} \quad (4)$$

- Công của cả chu trình:

$$\Rightarrow A' = A'_{12} + A'_{23} + A'_{34} + A'_{41} = 220 \text{ J} \quad (5)$$



## Bài tập 8.31

$$\bullet \begin{cases} T_1 = 400 \text{ K} \\ V_1 = 2 \text{ lít} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_1 = 7 \text{ at} = 68,67 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \end{cases} \quad \begin{cases} V_2 = 5 \text{ lít} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_2 = ? \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_3 = 8 \text{ lít} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_3 = ? \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_4 = ? \\ p_4 = ? \end{cases}$$

• c, Nhiệt mà khối khí nhận được hay tỏa ra trong từng quá trình đẳng nhiệt

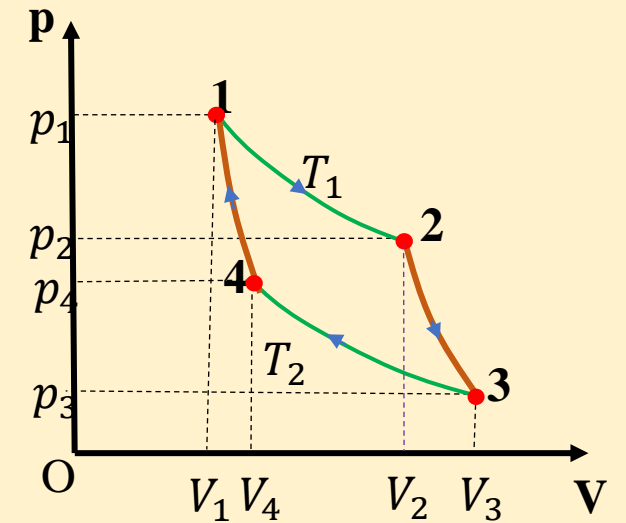
$1 \Rightarrow 2$  là đẳng nhiệt

$$\Rightarrow Q_{12} = -A_{12} = A'_{12} \approx 1300 \text{ J}$$

$3 \Rightarrow 4$  là đẳng nhiệt:

$$\Rightarrow Q_{34} = A'_{34} \approx -1076 \text{ J}$$

$$Q'_{34} \approx 1076 \text{ J}$$



# Bài tập về nhà

Bài tập Chương 9:

Nguyên lý thứ hai của nhiệt động lực học :9.1, 9.4, 9.6, 9.14, 9.17, 9.18, 9.19, 9.21, 9.22, 9.25, 9.26, 9.28, 9.29.

Bài thêm: 30, 31, 32, 36, 37, 39