

ĐỀ CHÍNH THỨC

Thời gian làm bài: 180 phút (không kể thời gian giao đề)  
(Đề thi có 02 trang, gồm 06 câu)

**Câu 1 (2,0 điểm):**

Một vật có khối lượng 100g được thả không vận tốc đầu từ độ cao 31,25m so với mặt đất nằm ngang. Gia tốc trọng trường là  $g = 10\text{m/s}^2$ . Chọn trục Oy thẳng đứng, hướng xuống dưới, gốc O tại vị trí thả vật. Chọn gốc thời gian là lúc thả vật.

1. Bỏ qua lực cản không khí. Xác định:

a. Thời gian rơi của vật (tính từ lúc thả đến ngay lúc vật chạm đất).

b. Quãng đường vật đi được trong giây cuối cùng.

c. Độ lớn vận tốc của vật ngay khi vật tới vị trí có độ cao 8m so với mặt đất.

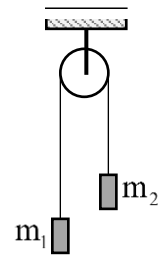
2. Giả sử lực cản không khí tác dụng lên vật là  $\vec{F}_C = -0,2\vec{v}$  (với  $\vec{v}$  là vận tốc của vật). Xác định giá trị vận tốc  $v$  của vật theo thời gian  $t$ .

**Câu 2 (1,5 điểm):**

Hai vật 1, 2 có khối lượng tương ứng  $m_1 = 200\text{g}$ ,  $m_2 = 300\text{g}$  được nối với nhau bằng một sợi dây nhẹ không giãn vắt qua một ròng rọc cố định gắn vào trần của một thang máy đang đứng yên. Gia tốc trọng trường là  $g = 10\text{m/s}^2$ . Bỏ qua ma sát, lực cản, khối lượng của ròng rọc. Các vật được giữ đứng yên.

1. Thả nhẹ cho các vật chuyển động theo phương thẳng đứng. Xác định gia tốc của mỗi vật.

2. Cho thang máy đi lên nhanh dần đều với độ lớn gia tốc bằng  $1,5\text{m/s}^2$ . Thả nhẹ cho các vật chuyển động theo phương thẳng đứng. Xác định gia tốc của mỗi vật đối với đất.



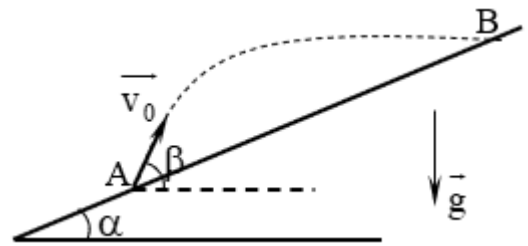
**Câu 3 (1,5 điểm):**

Một vật nhỏ được ném từ điểm A trên mặt phẳng nghiêng với vận tốc  $\vec{v}_0$  hợp với mặt phẳng ngang một góc  $\beta = 60^\circ$ , biết mặt phẳng nghiêng hợp với mặt phẳng ngang góc  $\alpha = 30^\circ$ . Bỏ qua sức cản của không khí. Gia tốc trọng trường là  $g$ . Gọi B là vị trí vật chạm mặt phẳng nghiêng.

a. Tính khoảng cách từ điểm ném A đến điểm B.

b. Tìm góc  $\varphi$  hợp bởi giữa phương của vec tơ vận tốc  $\vec{v}_B$  của vật và phương nằm ngang ngay khi vật chạm mặt phẳng nghiêng.

c. Xác định bán kính chính khúc của quỹ đạo tại điểm B.

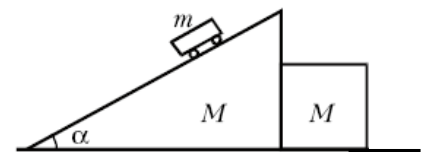


**Câu 4 (1,5 điểm):**

Một hệ vật gồm: Một cái nêm nhẵn khối lượng  $M$ , góc đáy  $\alpha$  đặt trên một mặt sàn nằm ngang nhẵn; khối lập phương khối lượng  $M$  nằm tiếp xúc với nêm trên sàn mặt này; trên nêm người ta đặt một vật khối lượng  $m$  ở đỉnh nêm. Ban đầu hệ được giữ đứng yên. Thả nhẹ vật  $m$ , sau đó vật  $m$  chuyển động dọc theo mặt nêm, nêm và vật  $M$  cùng chuyển động trên mặt bàn nằm ngang. Bỏ qua mọi ma sát, lực cản. Gia tốc trọng trường là  $g$ .

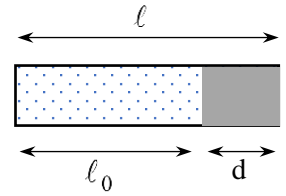
1. Tìm gia tốc của vật  $m$  đối với nêm.

2. Tìm gia tốc của nêm đối với đất.



**Câu 5 (1,5 điểm):**

Một ống nhỏ dài  $\ell = 30\text{cm}$ , tiết diện đều chứa khí lí tưởng. Khí trong ống được ngăn cách với khí quyển bên ngoài bằng cột thủy ngân có chiều dài  $d = 5\text{cm}$ . Khi ống nằm ngang phần không khí bị nhốt trong ống có chiều dài là  $\ell_0 = 25\text{cm}$ . Biết khối lượng riêng của thủy ngân là  $D = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ , áp suất khí quyển là  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Coi nhiệt độ của khí trong ống không đổi và bỏ qua mọi ma sát. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Tìm chiều dài của phần không khí bị nhốt trong ống khi cột thủy ngân ở trạng thái cân bằng trong trường hợp:



1. Ống đặt thẳng đứng, miệng ống ở trên.
2. Ống đặt thẳng đứng, miệng ống ở dưới.

**Câu 6 (2,0 điểm):**

Một mol khí lí tưởng đơn nguyên tử thực hiện một chu trình C: 1 – 2 – 3 – 1 – 4 – 5 – 1, gồm hai chu trình là  $C_1$ : 1 – 2 – 3 – 1 và  $C_2$ : 1 – 4 – 5 – 1 được biểu diễn trên đồ thị

$p - V$  như hình vẽ. Các quá trình

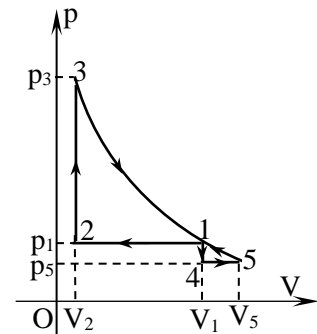
3 – 1 và 5 – 1 là đẳng nhiệt.

1 – 2 và 4 – 5 là đẳng áp.

2 – 3 và 1 – 4 là đẳng tích.

Áp suất khí ở trạng thái (5) là  $p_5 = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ , ở trạng thái (3) là

$p_3 = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ . Thể tích khí ở trạng thái (5) là  $V_5 = 10 \text{ lít}$ , ở trạng thái



(1) là  $V_1 = 8 \text{ lít}$ . Biết hằng số khí là  $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$ .

1. Tính áp suất  $p_1$  ở trạng thái (1) và nhiệt độ  $T_4$  ở trạng thái (4).
2. Xét chu trình  $C_1$ 
  - a. Tính công của chất khí trong chu trình.
  - b. Tính nhiệt lượng mà chất khí nhận được trong chu trình.
3. Xét cả chu trình C: Tính hiệu suất của chu trình.

-----Hết-----

- Thí sinh không được sử dụng tài liệu.
- Giám thị không giải thích gì thêm.

## ĐÁP ÁN

### Câu 1 (2,0 điểm):

Một vật có khối lượng 100g được thả không vận tốc đầu từ độ cao 31,25m so với mặt đất nằm ngang. Gia tốc trọng trường là  $g = 10\text{m/s}^2$ . Chọn trục Oy thẳng đứng, hướng xuống dưới, gốc O tại vị trí thả vật. Chọn gốc thời gian là lúc thả vật.

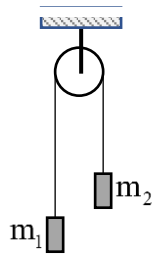
1. Bỏ qua lực cản không khí. Xác định :

- Thời gian rơi của vật (tính từ lúc thả đến ngay lúc vật chạm đất).
- Quãng đường vật đi được trong giây cuối cùng.
- Độ lớn vận tốc của vật ngay khi vật tới vị trí có độ cao 8m so với mặt đất.

2. Giả sử lực cản không khí tác dụng lên vật là  $\vec{F}_C = -0,2\vec{v}$  (với  $\vec{v}$  là vận tốc của vật). Xác định vận tốc  $v$  của vật theo thời gian  $t$ .

### Câu 2 (1,5 điểm):

Hai vật 1, 2 có khối lượng tương ứng  $m_1 = 200\text{g}$ ,  $m_2 = 300\text{g}$  được nối với nhau bằng một sợi dây nhẹ không giãn vắt qua một ròng rọc cố định gắn vào trần của một thang máy đang đứng yên. Gia tốc trọng trường là  $g = 10\text{m/s}^2$ . Bỏ qua ma sát, lực cản, khối lượng của ròng rọc. Các vật được giữ đứng yên.

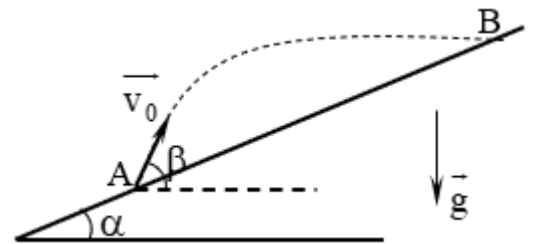


1. Thả nhẹ cho các vật chuyển động theo phương thẳng đứng. Xác định gia tốc của mỗi vật.

2. Cho thang máy đi lên nhanh dần đều với độ lớn gia tốc bằng  $1,5\text{m/s}^2$ . Thả nhẹ cho các vật chuyển động theo phương thẳng đứng. Xác định gia tốc của mỗi vật đối với đất.

### Câu 3 (1,5 điểm):

Một vật nhỏ được ném từ điểm A trên mặt phẳng nghiêng với vận tốc  $\vec{v}_0$  hợp với mặt phẳng ngang một góc  $\beta = 60^\circ$ , biết mặt phẳng nghiêng hợp với mặt phẳng ngang góc  $\alpha = 30^\circ$ . Bỏ qua sức cản của không khí. Gia tốc trọng trường là  $g$ . Gọi B là vị trí vật chạm mặt phẳng nghiêng.



a. Tính khoảng cách từ điểm ném A đến điểm B.

b. Tìm góc  $\varphi$  hợp bởi giữa phương của vec tơ vận tốc  $\vec{v}_B$  của vật và phương nằm ngang ngay khi vật chạm mặt phẳng nghiêng.

c. Xác định bán kính quỹ đạo của vật tại điểm B.

BG:

a.

Chọn hệ trục Oxy gắn O trùng với A và trục Ox song song với phương ngang Trong quá trình chuyển động lực tác dụng duy nhất là trọng lực  $\vec{P}$ .

Theo định luật II Newton:

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

Chiều lên:

$$\text{Ox: } 0 = ma_x \Rightarrow a_x = 0$$

$$\text{Oy: } -P = ma_y \quad a_y = -g$$

- Phương trình chuyển động của vật theo hai trục Ox và Oy:

$$\begin{cases} x = v_0 \cos \beta \cdot t & (1) \\ y = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 & (2) \end{cases}$$

- Khi vật rơi xuống mặt phẳng nghiêng:

$$\begin{cases} x = AB \cos \alpha & (3) \\ y = AB \sin \alpha & (4) \end{cases}$$

Thế (3) vào (1) ta rút ra t thế vào (2) và đồng thời thế (4) vào (2) ta rút ra :

$$AB = \frac{-2v_0^2 \cos \beta \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot \cos \alpha)}{g \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$AB = \frac{-2v_0^2 \cos \beta \cdot \sin(\alpha - \beta)}{g \cos^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow AB = \frac{2v_0^2}{3g}$$

b. Tại B vận tốc của vật theo phương Ox là:

$$v_x = v_0 \cos \beta = \frac{v_0}{2}$$

Khi vật chạm mặt phẳng nghiêng :

$$x = l \cos \alpha = \frac{2v_0^2}{3g} \cos \alpha$$

$$\text{hay} \quad v_0 \cos \beta \cdot t = \frac{2v_0^2}{3g} \cos \alpha ;$$

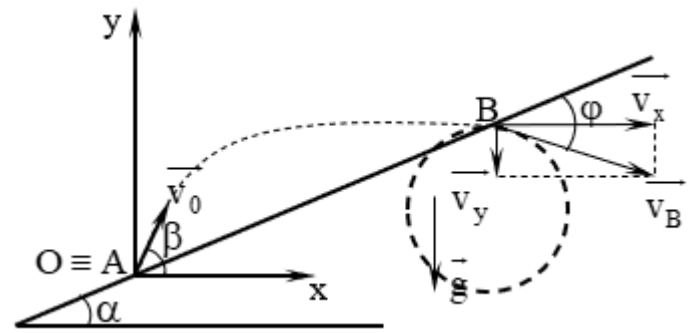
Suy ra thời gian chuyển động của vật:

$$t = \frac{2v_0 \cos \alpha}{3g \cos \beta} = \frac{2v_0}{g\sqrt{3}}$$

- Vận tốc theo phương Oy tại B:

$$v_y = v_0 \sin \beta - gt$$

$$v_y = v_0 \sin \beta - \frac{2v_0}{\sqrt{3}} = -\frac{v_0}{2\sqrt{3}}$$



$$\Rightarrow \tan \varphi = \frac{|v_y|}{|v_x|} = \frac{\left| -\frac{v_0}{2\sqrt{3}} \right|}{\left| \frac{v_0}{2} \right|} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = 30^\circ$$

do  $v_y = -\frac{V_0}{2\sqrt{3}} < 0$  nên lúc chạm mặt phẳng nghiêng  $\vec{v}$  hướng xuống.

Lực hướng tâm tại B:

$$F_{ht} = mg \cos \varphi = m \frac{v^2}{R}$$

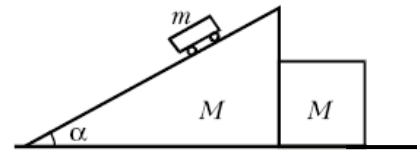
$$\Rightarrow R = \frac{v^2}{g \cos \varphi}$$

$$\text{Với: } v^2 = v_x^2 + v_y^2 = \frac{v_0^2}{4} + \frac{v_0^2}{12} = \frac{v_0^2}{3}$$

$$\Rightarrow R = \frac{2v_0^2}{3\sqrt{3}.g}$$

#### Câu 4 (1,5 điểm):

Một hệ vật gồm: Một cái nêm nhẵn khối lượng  $M$ , góc đáy  $\alpha$  đặt trên một mặt sàn nằm ngang nhẵn; khối lập phương khối lượng  $M$  nằm tiếp xúc với nêm trên sàn mặt này; trên nêm người ta đặt một vật khối lượng  $m$  ở đỉnh nêm. Ban đầu hệ được giữ đứng yên. Thả nhẹ vật  $m$ , sau đó vật  $m$  chuyển động dọc theo mặt nêm, nêm và vật  $M$  cùng chuyển động trên mặt bàn nằm ngang. Bỏ qua mọi ma sát, lực cản. Gia tốc trọng trường là  $g$ .



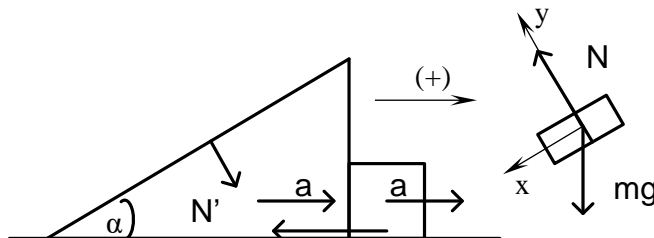
1. Tìm gia tốc của vật  $m$  đối với nêm.
2. Tìm gia tốc của nêm đối với đất.

**BG:**

Gọi  $a_1$  là gia tốc của vật  $m$  đối với đất.

$a_2$  là gia tốc của nêm và hình lập phương đối với đất.

$a_{12}$  là gia tốc của vật  $m$  đối với nêm.



Phương trình định luật II Niu-ton cho  $m$ :  $\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_1 = m(\vec{a}_{12} + \vec{a}_2)$

$$\xrightarrow{Ox} mg \sin \alpha = m(a_{12} - a_2 \cos \alpha) \quad (1)$$

$$\xrightarrow{Oy} N - mg \cos \alpha = -ma_2 \sin \alpha \quad (2)$$

Phương trình định luật II Niu-ton cho nêm và khối lập phương:  $\vec{N}' + M\vec{g} + M\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = (M + M)\vec{a}_2$

$$\xrightarrow{(+)} N' \sin \alpha = 2Ma_2 \Leftrightarrow N' = \frac{2M}{\sin \alpha} a_2 = N \quad (3)$$

Thay  $N = \frac{2M}{\sin \alpha} a_2$  vào phương trình (2)

$$\frac{2M}{\sin \alpha} a_2 - mg \cos \alpha = -ma_2 \sin \alpha \Leftrightarrow \left( \frac{2M}{\sin \alpha} + m \sin \alpha \right) a_2 = mg \cos \alpha$$

$$\Leftrightarrow a_2 = \frac{mg \sin \alpha \cos \alpha}{2M + m \sin^2 \alpha}$$

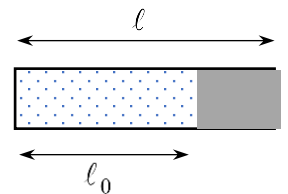
Thay vào (1)

$$\Leftrightarrow a_{12} = g \sin \alpha + a_2 \cos \alpha = g \sin \alpha + \frac{mg \sin \alpha \cos^2 \alpha}{2M + m \sin^2 \alpha}$$

$$\Leftrightarrow a_{12} = \frac{2M + m}{2M + m \sin^2 \alpha} g \sin \alpha$$

**Câu 5: (1,5 điểm)**

Một ống nhỏ dài  $\ell = 30\text{cm}$ , tiết diện đều chứa khí lí tưởng. Khí trong ống được ngăn cách với khí quyển bên ngoài bằng cột thủy ngân có chiều dài  $d = 5\text{cm}$ . Khi ống nằm ngang phần không khí bị nhốt trong ống có chiều dài là  $\ell_0 = 25\text{cm}$ . Biết khối lượng riêng của thủy ngân là  $D = 13,6 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$ , áp suất khí quyển là  $p_0 = 10^5 \text{Pa}$ . Coi nhiệt độ của khí trong ống không đổi và bỏ qua mọi ma sát. Lấy  $g = 10 \text{m/s}^2$ . Tìm chiều dài của phần không khí bị nhốt trong ống khi cột thủy ngân cân bằng.

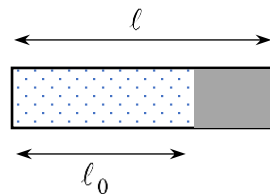


1. Ống đặt thẳng đứng, miệng ống ở trên.
2. Ống đặt thẳng đứng, miệng ống ở dưới.

**Câu 5: (1,5 điểm)**

a.  
Ban đầu khi ống nằm ngang:  
Áp suất và thể tích của khối khí bị nhốt trong ống lần lượt  
 $p_1 = p_0 = 10^5 \text{Pa}$ ;  $V_1 = \ell_0 \cdot S$  với  $S$  là tiết diện của ống.

là:



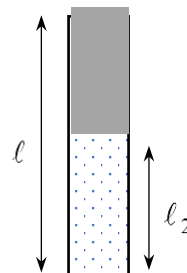
+) Khi ống dựng thẳng đứng và miệng ống ở trên:

$$p_2 = p_0 + Dgd = 106800 \text{Pa}$$

Thể tích là:  $V_2 = \ell_2 \cdot S$ .

Quá trình là đẳng nhiệt nên ta có:  $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

$$\Rightarrow \ell_2 = \frac{p_1 \ell_0}{p_2} \approx 23,4 \text{cm}$$



b.

Khi ống dựng thẳng đứng và miệng ống ở dưới. Gọi  $x$  là phần thủy ngân còn lại trong ống khi cân bằng.

Áp suất và thể tích của khối khí là:

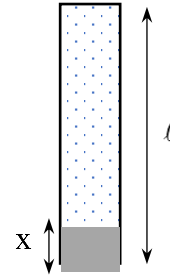
$$p_2 = p_0 - Dgx; V_2 = (l-x)S.$$

Quá trình là đẳng nhiệt nên ta có:  $p_0 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

$$\Leftrightarrow p_0 l_0 = (p_0 - Dgx)(l-x)$$

$$\Leftrightarrow 10^5 \cdot 0,25 = (10^5 - 13,6 \cdot 10^4 x)(0,3 - x)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x \approx 0,999(L) \\ x \approx 0,0368m \approx 3,68cm \end{cases}$$



Vậy chiều dài phần khí nhốt trong ống là:  $l_2 = 30 - x \approx 26,32cm$

**Câu 6 (2,0 điểm):**

Một mol khí lí tưởng đơn nguyên tử thực hiện một chu trình C: 1 – 2

– 3 – 1 – 4 – 5 – 1, gồm hai chu trình là  $C_1$ :

1 – 2 – 3 – 1 và  $C_2$ : 1 – 4 – 5 – 1 được biểu diễn trên đồ thị

$p - V$  như hình 2. Các quá trình

3 – 1 và 5 – 1 là đẳng nhiệt.

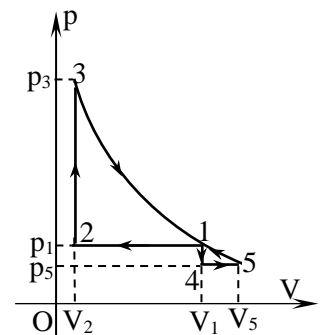
1 – 2 và 4 – 5 là đẳng áp.

2 – 3 và 1 – 4 là đẳng tích.

Áp suất khí ở trạng thái (5) là  $p_5 = 2.10^5 \frac{N}{m^2}$ , ở trạng thái (3) là  $p_3 =$

$2.10^6 \frac{N}{m^2}$ . Thể tích khí ở trạng thái (5) là  $V_5 = 10\text{lít}$ , ở trạng thái (1) là  $V_1$

$= 8\text{ lít}$ . Biết hằng số khí là  $R = 8,31 \frac{J}{\text{mol.K}}$ .



Hình 2

1. Tính áp suất  $p_1$  ở trạng thái (1) và nhiệt độ  $T_4$  ở trạng thái (4).

2. Xét chu trình  $C_1$

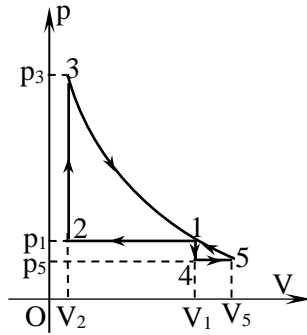
a. Tính công của chất khí trong chu trình.

b. Tính nhiệt lượng mà chất khí nhận được trong chu trình.

3. Xét cả chu trình C: Tính hiệu suất của chu trình.

Ý	Nội dung đáp án
1	<p>1.</p> <p>- Ở quá trình đẳng nhiệt 5 – 1:</p> $p_1 V_1 = p_5 V_5 \Leftrightarrow p_1 \cdot 8 = 2.10^5 \cdot 10 \Leftrightarrow p_1 = 2,5.10^5 \text{ N/m}^2$
	<p>- Ở trạng thái 4:</p> $p_4 V_4 = RT_4$ <p>Trong đó <math>p_4 = p_5 = 2.10^5 \text{ N/m}^2</math> và <math>V_4 = V_1 = 8\text{ lít}</math>.</p> $\Rightarrow T_4 = 192,54 \text{ K}.$

2



Hình 2

- Ta có  
lít.

$$V_2 = V_3 = \frac{p_5 V_5}{p_3} = 1$$

- Công ở quá trình đẳng áp 1 – 2 là:

$$\begin{aligned} A_{12} &= p_1 (V_2 - V_1) = 2,5 \cdot 10^5 \cdot (-7 \cdot 10^{-3}) \\ &= -1750 \text{ J.} \end{aligned}$$

- Công ở quá trình đẳng nhiệt 3 – 1 là:

$$A_{31} = \int_{V_3}^{V_1} p \cdot dV.$$

Với

$$p = \frac{RT}{V} \quad (T \text{ là nhiệt độ ở quá trình đẳng nhiệt}).$$

$$\Rightarrow A_{31} = RT \int_{V_3}^{V_1} \frac{dV}{V} \quad \text{với } RT = p_1 V_1.$$

$$\Rightarrow A_{31} = p_1 V_1 \ln \frac{V_1}{V_3} = 2,5 \cdot 10^5 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot \ln 8 = 4158,88 \text{ J}$$

- Công cả hệ thực hiện sau chu trình  $C_1$ :

$$A_1 = A_{12} + A_{31} = 4158,88 - 1750 = 2408,88 \text{ J}$$

- Ở quá trình 2 – 3, hệ nhận nhiệt lượng:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} = C_v \cdot \Delta T_{23} = \frac{3}{2} R \cdot \Delta T_{23} = \frac{3}{2} V_2 (p_3 - p_2) = 2625 \text{ J.}$$

- Ở quá trình 3 – 1, hệ nhận nhiệt lượng:

$$Q_{31} = A_{31} = 4158,88 \text{ J.}$$

- Nhiệt lượng cả hệ nhận ở chu trình  $C_1$  là:

$$Q_1 = Q_{23} + Q_{31} = 6783,88 \text{ J.}$$

3

Công thực hiện ở chu trình  $C_2$  là:

$$A_2 = A_{45} + A_{51}$$

Với:

$$A_{45} = p_5 (V_5 - V_4) = 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 400 \text{ J.}$$



$$A_{51} = p_1 V_1 \ln \frac{V_1}{V_5} = 2,5 \cdot 10^5 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot \ln 0,8 = -446,29 \text{ J}$$

$$\Rightarrow A_2 = -46,29 \text{ J.}$$

- Nhiệt cả hệ nhận ở chu trình  $C_2$  là:

$$Q_2 = Q_{45} = A_{45} + \Delta U_{45} = p_5 (V_5 - V_4) + \frac{3}{2} p_5 (V_5 - V_4) = 1000 \text{ J}$$

- Nhiệt nhận được ở cả chu trình C là:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 7783,88 \text{ J.}$$

- Công thực hiện ở cả chu trình C là:

$$A = A_1 + A_2 = 2362,59 \text{ J.}$$

- Hiệu suất của chu trình

$$H = \frac{A}{Q} \cdot 100\% = 30,35\%$$