

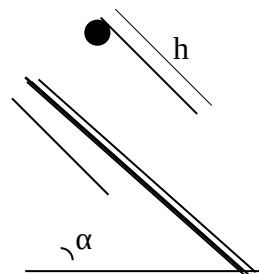
KỶ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 - 4 LẦN THỨ XXII

ĐỀ THI ĐỀ NGHỊ MÔN: VẬT LÝ; LỚP: 10

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO LÂM ĐỒNG
TRƯỜNG : THPT CHUYÊN BẢO LỘC

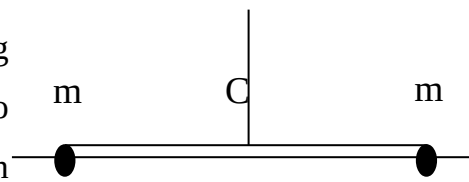
Bài 1 (Động học chất điểm -5 điểm):

Một cọc hình trụ, đáy phẳng, cao $h = 0,1\text{m}$ trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 45^\circ$. Tại thời điểm cọc bắt đầu trượt thì có vật nhỏ rơi từ miệng của cọc và va chạm đàn hồi với đáy cọc. Tìm quãng đường cọc trượt được đến lần va chạm thứ $n = 5$ giữa vật và đáy cọc.



Câu 2 (Động lực học chất điểm -5 điểm):

Hai chất điểm giống nhau cùng khối lượng m được xuyên qua một que đàn nhẵn nằm ngang và nối với nhau bằng một sợi dây nhẹ, không giãn chiều dài $2L$. Người ta kéo điểm chính giữa C của dây bằng một lực F để C chuyển động thẳng đều với vận tốc v không đổi dọc theo hướng vuông góc với que đàn. Biết rằng tại thời điểm ban đầu, các hạt sợi dây căng dọc theo que đàn. Tìm sự phụ thuộc của F theo thời gian.



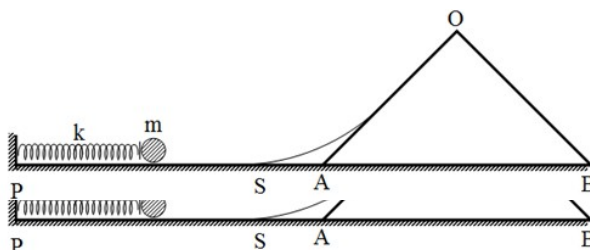
Câu 3 (Tĩnh học vật rắn -5 điểm):

Thanh đồng chất nằm trong một chỏm cầu nhám, hệ số ma sát μ , độ dài thanh bằng bán kính chỏm cầu. Hỏi thanh có thể tạo với đường nằm ngang góc lớn nhất bao nhiêu mà vẫn cân bằng? Biết thanh nằm trong mặt phẳng thẳng đứng qua tâm chỏm cầu.



Câu 4 (Định luật bảo toàn -5 điểm):

Một máy bắn bóng dùng lò xo: Quả bóng khối lượng $m = 100\text{g}$ được ép vào lò xo có độ cứng $k = 1\text{N/cm}$, đang bị nén một đoạn Δl . Sau



khi được thả ra, quả bóng chuyển động với hệ số ma sát $\mu=0,1$ trên đoạn đường nằm ngang PS. Khi đến S thì lò xo ở trạng thái tự nhiên, quả bóng rời lò xo và được định hướng chuyển động không ma sát lên một mặt AO của nêm cố định, nêm AOB có dạng một tam giác vuông cân tại O, cạnh $OB=l=\sqrt{2}$ m. Cơ hệ được mô tả trên hình 4. Lấy $g=10\text{m/s}^2$

1. Cho $\Delta l=20\text{cm}$. Hãy xác định:

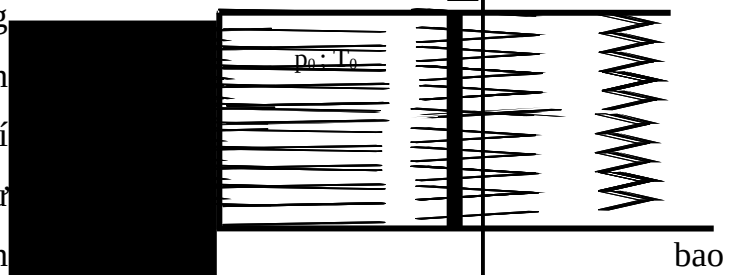
a. Vectơ vận tốc của quả bóng tại đỉnh O của nêm.

b. Tốc độ lớn nhất của quả bóng trong toàn bộ quá trình chuyển động.

2. Xác định Δl để quả bóng sau khi vượt qua đỉnh O của mặt nêm thì chạm mặt OB đúng một lần tại điểm B.

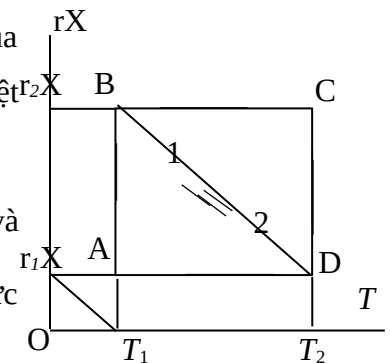
Câu 5 (Nhiệt học - 5 điểm):

Hệ xi lanh và pít tông có khối lượng M, xi lanh dài $2L$, đặt nằm ngang trên sàn. Pít tông tiết diện S được nối với tường bằng một lò xo có độ cứng k. Ban đầu pít tông nằm giữa xi lanh, khí lí tưởng ở áp suất p_0 , nhiệt độ T_0 như hình vẽ. Hỏi phải tăng nhiệt độ lên bao nhiêu để thể tích khí tăng lên gấp đôi. Hệ số ma sát giữa xi lanh và sàn là μ . Ban đầu lò xo bị nén. Cho áp suất khí quyển là p_A .



Câu 6 (Nhiệt học -5 điểm) :

Một chất khí lí tưởng đơn nguyên tử, ban đầu hoạt động theo chu trình 1(ABCA), rồi sau đó hoạt động theo chu trình 2(ACDA). Đồ thị của hai chu trình biểu diễn sự phụ thuộc khối lượng riêng ρ của khí theo nhiệt độ T như hình 6.



Hình 6

Gọi hiệu suất chu trình 1 và hiệu suất chu trình 2 lần lượt là η_1 và η_2 . Biết hiệu suất của hai chu trình thỏa mãn hệ thức $(3 - \eta_1)(1 - \eta_2) = 1$.

1. Cho biết khối lượng khí là m , khối lượng mol khí là μ . Hãy tính công mà khí sinh ra trong mỗi chu trình theo m , μ , T_1 và T_2 .

2. Hãy xác định tỉ số $\frac{T_2}{T_1}$.

-----HẾT-----

ĐÁP ÁN CÂU 1:

- Trong HQC gắn đất, gia tốc của cốc trên mặt phẳng nghiêng có độ lớn $a = g \sin \alpha$ 0,5

- Trong HQC gắn với cốc, gia tốc tổng hợp của vật là: $\vec{g}' = \vec{g} - \vec{a}$ 0,5

+ Từ (1) và (2) $\vec{g}'$ vuông góc với mặt phẳng nghiêng, tức là song song với thành ống. Vậy trong HQC gắn cốc, vật “rơi tự do” từ độ cao h với gia tốc $g' = g \cos \alpha$ 1.0

+ Vì va chạm là đàn hồi nên vật chỉ rơi xuống và nảy lên liên tục tại cùng một điểm của cốc. 0,5

+ Thời gian rơi từ khi thả đến khi chạm cốc lần thứ nhất là: $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g'}} = \sqrt{\frac{2h}{g \cos \alpha}}$ 0,5

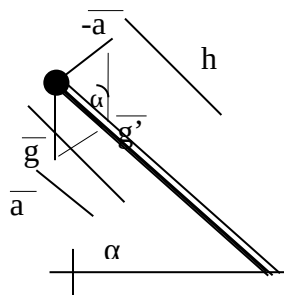
+ Thời gian rơi từ khi thả đến khi chạm cốc lần thứ n là:

$$t_n = t_1 + (n - 1)2t_1 = (2n - 1)t_1 \quad 0,5$$

- Trong HQC gắn đất, quãng đường cốc trượt được trong thời gian t_n là:

$$S = \frac{at_n^2}{2} = (2n - 1)^2 \cdot h \cdot \tan \alpha \quad 0,5$$

- Với n = 5, có S = 8,1m. 0,5



ĐÁP ÁN CÂU 2:

+ Giả sử tại thời điểm t, góc giữa dây và que đan là α , dụng vào A là T_1 . Do tính đối xứng hai vật cùng động về phía trung điểm O với cùng độ lớn gia Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ. 0,5

Ta có $F = 2T_1 \sin \alpha$ (1)

Áp dụng định luật II Niu-tơn cho vật A:

$$T_1 \cos \alpha = ma \quad (2) \quad 0,5$$

(1) và (2) suy ra: $F = 2ma \cdot \tan \alpha$ (3) 0,5

$$\tan \alpha = \frac{y_C}{|x_A|} = \frac{vt}{\sqrt{L^2 - (vt)^2}} \quad (4) \quad 0,5$$

Trong đó: 0,5

$$\text{Tọa độ của vật A: } x_A = -\sqrt{L^2 - v^2 t^2}$$

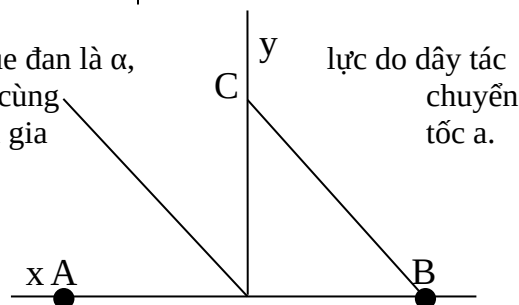
$$v_A = x'_A = \frac{v^2 t}{\sqrt{L^2 - v^2 t^2}} \quad 0,5$$

→ Vận tốc của A:

Gia tốc của A:

$$a = v'_A = \frac{v^2 \sqrt{L^2 - v^2 t^2} + \frac{v^4 t^2}{\sqrt{L^2 - v^2 t^2}}}{L^2 - v^2 t^2} = \frac{v^2 L^2}{(L^2 - v^2 t^2)^{3/2}} \quad (5) \quad 0,5$$

Thay (4) và (5) vào (3) suy ra: 0,5



$$F = \frac{2mv^3 L^2 t}{(L^2 - v^2 t^2)^2} \quad 0,5$$

ĐÁP ÁN CÂU 3:

- Các lực tác dụng lên thanh: trọng lực P , các phản lực Q_1, Q_2 , các lực ma sát F_{ms_1}, F_{ms_2}

- Thanh cân bằng khi: $P + Q_1 + Q_2 + F_{ms_1} + F_{ms_2} = 0$ (1) 0,5

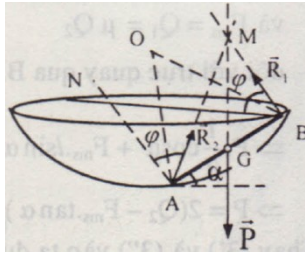
$$\Rightarrow P + R_1 + R_2 = 0 \quad (R_1 = Q_1 + F_{ms_1}; R_2 = Q_2 + F_{ms_2})$$

- Vẽ hai mặt nón ma sát MAN và MBN tại hai đầu A và B của thanh với nửa góc ở đỉnh φ sao cho $\tan \varphi = \mu$. Lúc đó: 0,5

+ hợp lực tác dụng lên thanh nằm trong mặt nón ma sát thì thanh cân bằng.

+ hợp lực phải có giá đồng quy thì thanh mới cân bằng. 0,5

+ góc α lớn nhất khi ba lực P, R_1, R_2 có giá đồng quy tại giao điểm M của hai nón ma sát.



- Áp dụng định lí hàm sin cho:

$$\frac{\sin \angle MAG}{MG} = \frac{\sin \angle AMG}{AG}$$

+ tam giác MAG ta có: 0,5

($OA = OB = AB = R$, $\triangle OAB$ đều)

$$\Rightarrow \frac{\sin(90^\circ - (\alpha + \angle MAG))}{\frac{AB}{2}} = \frac{\cos(\alpha + 60^\circ - \varphi)}{\frac{R}{2}} \quad (2) \quad 0,5$$

$$\frac{\sin \angle MBG}{MG} = \frac{\sin \angle BMG}{BG}$$

+ tam giác MBG có:

$$\Rightarrow \frac{\sin(60^\circ + \varphi)}{MG} = \frac{\cos(180^\circ - (60^\circ + \alpha + \angle MBG))}{\frac{AB}{2}} = \frac{\sin(180^\circ - (60^\circ + \varphi + 90^\circ - \alpha))}{\frac{AB}{2}}$$

$$\Rightarrow \frac{\sin(60^\circ + \varphi)}{MG} = \frac{\sin(90^\circ - (60^\circ + \varphi - \alpha))}{\frac{AB}{2}} = \frac{\cos(\alpha - 60^\circ - \varphi)}{\frac{R}{2}} \quad (3) \quad 0,5$$

$$\frac{\sin(60^\circ - \varphi)}{\sin(60^\circ + \varphi)} = \frac{\cos(\alpha + 60^\circ - \varphi)}{\sin(\alpha - 60^\circ - \varphi)}$$

- chia (2) cho (3) ta được:

$$\Rightarrow \sin(60^\circ - \varphi) \cos(\alpha - 60^\circ - \varphi) = \sin(60^\circ + \varphi) \cos(\alpha + 60^\circ - \varphi)$$

$$\Rightarrow \tan(60^\circ - \varphi) = \frac{1}{3} \tan \varphi \Rightarrow \frac{\tan \alpha - \tan \varphi}{1 + \tan \alpha \tan \varphi} = \frac{1}{3} \tan \varphi \quad 0,5$$

$$\Rightarrow 3 \tan \alpha - 3 \tan \varphi = \tan \varphi + \tan \alpha \cdot \tan^2 \varphi$$

$$\Rightarrow \tan \alpha (3 - \tan^2 \varphi) = 4 \tan \varphi \Rightarrow \tan \alpha = \frac{4 \tan \varphi}{3 - \tan^2 \varphi} = \frac{4k}{3 - k^2} \quad 0,5$$

$$\Rightarrow \alpha = \arctan \left(\frac{4k}{3 - k^2} \right)$$

Vậy thanh có thể tạo với đường nằm ngang góc lớn nhất là $\Rightarrow \alpha = \arctan \left(\frac{4k}{3 - k^2} \right)$ để thanh vẫn cân bằng.

ĐÁP ÁN CÂU 4

1/ Chọn mốc thế năng ở mặt phẳng chứa AB 0,25

Gọi v là vận tốc của quả bóng khi lên đến đỉnh nêm, v_0 là vận tốc của bóng tại chân nêm S

a. Bảo toàn năng lượng cho quá trình chuyển động của bóng từ Vị trí ban đầu đến đỉnh nêm O:

$$\frac{k\Delta l^2}{2} = \mu mg \Delta l + mg \frac{l}{\sqrt{2}} + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{k\Delta l^2}{m} - 2\mu g \Delta l - gl\sqrt{2}} \quad (*) ; \quad 1$$

Thay số: $v = 4,43 \text{ m/s}$

v : Hướng lên dọc theo mặt nêm hợp với phương ngang góc 45°

b. Trong quá trình chuyển động trên đoạn đường ma sát, ban đầu lực đàn hồi lớn hơn lực ma sát nên bóng chuyển động nhanh dần, đến thời điểm $F_{dh} = F_{ms}$ vật chuyển động đều, và ngay sau đó $F_{dh} > F_{ms}$ nên vận tốc cực đại của bóng đạt 0,5

$$F_{ms} = F_{dh} \Leftrightarrow \mu mg = kx \Rightarrow x = \frac{\mu mg}{k}$$

được tại vị trí $F_{dh} = F_{ms}$:

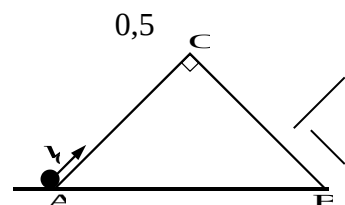
$$+ \text{Bảo toàn năng lượng: } \frac{1}{2} k\Delta l^2 = \frac{1}{2} mv_{\max}^2 + \frac{1}{2} kx^2 + F_{ms} \cdot S \quad 0,5$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} k\Delta l^2 = \frac{1}{2} mv_{\max}^2 + \frac{1}{2} kx^2 + \mu mg(\Delta l - x) \quad (1)$$

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{k\Delta l^2}{m} - 2\mu g(\Delta l - x) - \frac{kx^2}{m}} = 6,29 \text{ m/s} \quad 0,25$$

Trục Oxy chọn như hình vẽ

v



$$+ \text{ Theo trục Oy: } a_y = -\frac{g\sqrt{2}}{2} = \text{const} ; v_y = v - \frac{g\sqrt{2}}{2}t ; y = vt - \frac{g\sqrt{2}}{4}gt^2$$

$$\frac{2\sqrt{2}v}{g}$$

$$\text{Khi chạm B: } y = 0 \Rightarrow t = \frac{2\sqrt{2}v}{g}$$

0,25

0,25

$$+ \text{ Theo trục Ox: } a_x = \frac{g\sqrt{2}}{2} = \text{const} ; v_{0x} = 0 ; x = \frac{1}{2} a_x t^2 :$$

0,5

$$+ \text{ Khi chạm B : } x = \frac{1}{2} a_x t^2 = l \Rightarrow l = \frac{1}{2} g \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\frac{2\sqrt{2}}{g} v \right)^2 \Rightarrow l = \frac{2\sqrt{2}}{g} v^2$$

1

Thay (*) vào ta có phương trình : $50\Delta l^2 - 0,1\Delta l - 1,25 = 0$; suy ra : $\Delta l = 0,1591\text{m} = 15,91\text{cm}$.

ĐÁP ÁN CÂU 5:

Ban đầu lò xo nén được Δl_0 ,

0,5đ

$$\text{Pít tông cân bằng} \Leftrightarrow p_0 S = p_A \cdot S + k\Delta l_0 \Rightarrow \Delta l_0 = \frac{(p_0 - p_A)S}{k}$$

Trường hợp 1: khi lực ma sát lớn thì Xi lanh đứng yên .

0,5

Áp dụng phương trình trạng thái cho lượng khí ở hai trạng thái trên ta có:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 2V_0}{T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{2p_1 T_0}{p_0} \quad (1)$$

Phương trình cân bằng lực cho pít tông ở vị trí sau

0,75

$$p_1 S = p_A \cdot S + k(\Delta l_0 + L) \Rightarrow p_1 = p_A + \frac{k}{S}(\Delta l_0 + L) \quad (2)$$

$$\text{Thay (2) vào (1) ta có } T_1 = \frac{2T_0}{p_0} \left[p_A + \frac{k}{S}(\Delta l_0 + L) \right] = 2T_0 \left(\frac{kL}{Sp_0} + 1 \right)$$

0,5

Trường hợp 2: Khi pít tông nén đoạn ($\Delta l_0 + x$) thì đứng yên còn xi lanh bắt đầu trượt trên sàn cho đến khi thể tích là $2V_0$.

0,75

$$\text{Ta có } k(\Delta l_0 + x) = \mu Mg \quad (3)$$

Áp dụng phương trình trạng thái cho lượng khí trong xi lanh ở hai trạng thái trên là

0,5đ

$$\frac{p_o V_o}{T_o} = \frac{p_2 2V_o}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{2p_2 T_o}{p_o} \quad (4)$$

Phương trình cân bằng lực cho pít tông ở vị trí sau

0,75

$$p_2 S = p_A S + k(\Delta l_o + x) \Rightarrow p_2 = p_A + \frac{k}{S}(\Delta l_o + x) \quad (5)$$

thay (3) vào $p_2 = p_A + \frac{\mu Mg}{S}$ thay p_2 vào (4) ta có

0,75

$$T_2 = \frac{2T_o}{p_o} \left(p_A + \frac{\mu Mg}{S} \right)$$

ĐÁP ÁN CÂU 6

1. Theo phương trình C-M $pV = \frac{m}{\mu} RT$, ta có $\rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT}$. 0.5

Từ hình vẽ suy ra: $\frac{\rho_1}{T_1} = \frac{\rho_2}{T_2} = c$ = hằng số. 0,25

Chuyển từ giản đồ T- ρ sang giản đồ p - V. Hai đoạn đẳng nhiệt, hai đoạn đẳng tích, còn đường chéo hình chữ nhật trong T - ρ sẽ chuyển thành đường cong $p = \frac{m^2 R}{c\mu V^2}$ 0.5

(bằng cách thay $\rho = \frac{m}{V}$, $T = \frac{\mu p V}{mR}$ vào phương trình $\rho = cT$).

Vì công mà khí thực hiện trong một quá trình có giá trị bằng diện tích nằm dưới đường mô tả quá trình đó. Vậy ta hãy đi tính các diện tích có liên quan.

Diện tích dưới đường đẳng nhiệt $T_1 = \text{const}$

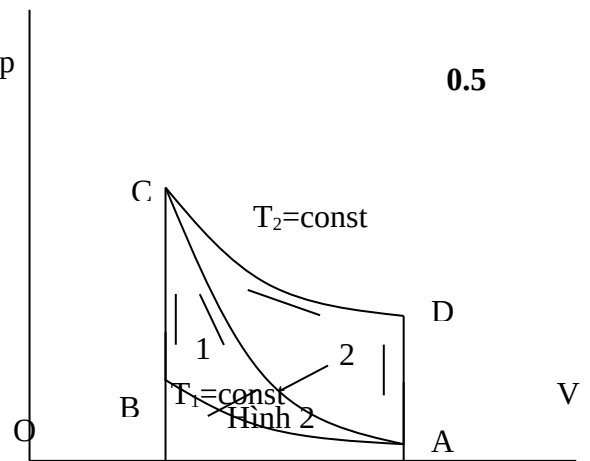
$$S_1 = \int_{\frac{m}{\rho_2}}^{\frac{m}{\rho_1}} \frac{mRT_1}{\mu V} dV = \frac{mRT_1}{\mu} \ln \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m}{\mu} RT_1 \ln \frac{T_2}{T_1} \quad 0,25$$

Diện tích dưới đường cong $p = \frac{m^2 R}{c\mu V^2}$

$$S_2 = \int_{\frac{m}{\rho_2}}^{\frac{m}{\rho_1}} \frac{m^2 R}{c\mu V^2} dV = \frac{m^2 R}{c\mu} \left(\frac{\rho_2}{m} - \frac{\rho_1}{m} \right) = \frac{mR}{\mu} (T_2 - T_1) \quad 0.5$$

Diện tích dưới đường đẳng nhiệt $T_2 = \text{const}$

$$S_3 = \int_{\frac{m}{\rho_2}}^{\frac{m}{\rho_1}} \frac{mRT_2}{\mu V} dV = \frac{mRT_2}{\mu} \ln \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m}{\mu} RT_2 \ln \frac{T_2}{T_1}$$



Công khí sinh ra ở chu trình 1 là: $A_1 = S_2 - S_1$

0,25

0.5

Công khí sinh ra ở chu trình 2 là: $A_2 = S_3 - S_2$

2. Theo nguyên lí I: $dQ = Q + A$

Đối với chu trình 1: $Q_{T \rightarrow T_1} = -A_1 = -S_1 < 0$ Trên đường cong $p = \frac{m^2 R}{c\mu V^2}$, ta có:

$$\delta Q_{T_2 \rightarrow T_1} = dU_{T_2 \rightarrow T_1} + p dV = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R dT + \frac{m^2 R}{c\mu V^2} dV$$

$$p dV = \frac{m^2 R}{c\mu V^2} dV = \frac{m\rho^2}{c\mu} R d\left(\frac{1}{\rho}\right) = \frac{m\rho^2}{c\mu} R \left(-\frac{1}{\rho^2}\right) d\rho = -\frac{m}{\mu} R dT$$

Với i là số bậc tự do

$$\delta Q_{T_2 \rightarrow T_1} = \frac{i - 2}{2} \frac{m}{\mu} R dT < 0$$

Thay vào biểu thức trên ta được:

Vì đường cong nói trên trong chu trình 1 nhiệt độ giảm. Nghĩa là trong quá trình này khí tỏa nhiệt. Như vậy hệ chỉ nhận nhiệt trong quá trình đẳng tích. 0.5

$$Q_1 = \Delta U_{12} = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1)$$

Tương tự, với chu trình 2, khí tỏa nhiệt trong quá trình đẳng tích chuyển từ đường đẳng nhiệt này sang đường đẳng nhiệt khác, hai quá trình còn lại đều thu nhiệt. vậy 0.5

$$Q_2 = \frac{i - 2}{2} \frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1) + S_3 = \frac{i - 2}{2} \frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1) + \frac{m}{\mu} R T_2 \ln \frac{T_2}{T_1}$$

Khi đó các hiệu suất tương ứng bằng:

$$\eta_1 = \frac{A_1}{Q_1} = \frac{S_2 - S_1}{Q_1} = \frac{\frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1) - \frac{m}{\mu} R T_1 \ln \frac{T_2}{T_1}}{\frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R (T_2 - T_1)} = \frac{2}{i} \left(1 - \frac{T_1 \ln \frac{T_2}{T_1}}{T_2 - T_1} \right)$$

0.5

$$\eta_2 = \frac{A_2}{Q_2} = \frac{S_3 - S_2}{Q_2} = \frac{\frac{m}{\mu} RT_2 \ln \frac{T_2}{T_1} - \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)}{\frac{i-2}{2} \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1) + \frac{m}{\mu} RT_2 \ln \frac{T_2}{T_1}} = \frac{T_2 \ln \frac{T_2}{T_1} - (T_2 - T_1)}{\frac{i-2}{2} (T_2 - T_1) + T_2 \ln \frac{T_2}{T_1}}$$

Đặt $x = \frac{T_2}{T_1}$ Thay các biểu thức trên vào hệ thức: $(3 - \eta_1)(1 - \eta_2) = 1$ 0,25

$$\left(3 - \frac{2}{i} \left(1 - \frac{\ln x}{x-1} \right) \right) \left(1 - \frac{x \ln x - (x-1)}{x \ln x + \frac{i-2}{2} (x-1)} \right) = 1$$

$$(x-1)(\ln x - i) = 0$$
 0.5

Vì $T_1 \neq T_2$ nên $\ln x = i \Rightarrow x = e^i = e^3 \approx 20,08$

Vậy: $\frac{T_2}{T_1} = 20,08$

-----HẾT-----