

ĐỀ THI CHỌN HSG VÙNG DUYÊN HẢI ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ LẦN THỨ IV.

Môn VẬT LÝ. Lớp 10.

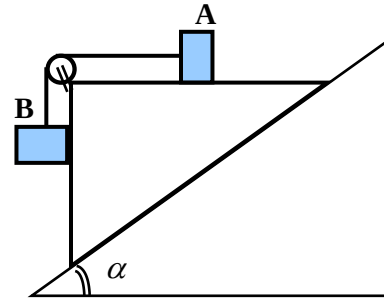
Thời gian làm bài: 180 phút.

Bài 1: Động học, động lực học.

1. Sợi xích nhỏ khối lượng m chiều dài ℓ được khoắc vào hình nón tròn xoay nhọn với góc ở đỉnh là 2α . Hình nón cùng với sợi xích nhỏ quay tròn với tốc độ góc ω quanh trục thẳng đứng trùng với trục đối xứng của hình nón. Mặt phẳng của dây xích nằm ngang. Tìm sức căng của dây xích?

2. Trong cơ hệ như hình vẽ H1. Mặt phẳng nghiêng H 1

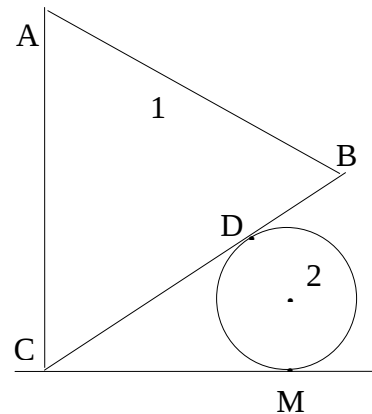
có góc nghiêng α . Nệm có mặt trên nằm ngang và có thể trượt không ma sát theo mặt phẳng nghiêng. Các vật A và B có cùng khối lượng m và hệ số ma sát giữa chúng với nệm là k . Khối lượng của dây, của ròng rọc và ma sát ở ổ trục ròng rọc có thể bỏ qua. Tìm giá trị nhỏ nhất của k để hai vật A và B không bị dịch chuyển đối với nệm.



Bài 2: Tĩnh học.

Vật 1 là khối lăng trụ có tiết diện thẳng là tam giác đều ABC. Vật 2 là một khối trụ. Khối lượng các vật lần lượt là $m_1 = 10 \text{ kg}$; $m_2 = 5 \text{ kg}$. Các vật được đặt trên sàn nằm ngang, vật 1 kê trên vật 2 như hình vẽ H2. Cạnh AC thẳng đứng. Hệ số ma sát giữa vật 1 với sàn, giữa vật 2 với sàn đều bằng k . Hệ số ma sát giữa vật 1 và vật 2 bằng K . Cho $CD = \frac{2CB}{3}$. Tìm

H 2



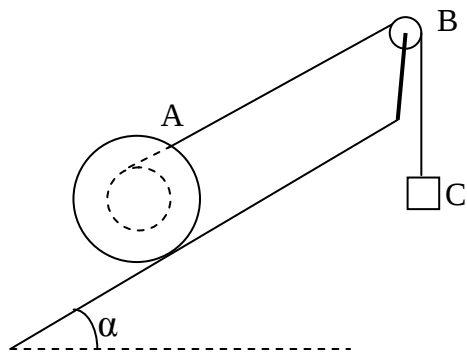
- Hệ số ma sát k , K .
- Áp lực ở mọi chỗ tiếp xúc.

Bài 3: Các định luật bảo toàn.

Có hai quả cầu bi-a cùng khối lượng m , một quả lúc đầu đứng yên bị va chạm đàn hồi “lệch”. Đường nối tâm hai quả cầu khi va chạm tạo góc 60° so với phương chuyển động ban đầu của quả cầu chuyển động. Trong thời gian va chạm các quả cầu bị biến dạng và một phần động năng của quả cầu chuyển động chuyển thành thế năng của biến dạng đàn hồi của các quả cầu mà khi các quả cầu bay tách ra lại chuyển thành động năng. Hãy xác định phần năng lượng lớn nhất của quả cầu được chuyển thành năng lượng biến dạng đàn hồi trong quá trình va chạm. Các quả cầu được coi là tuyệt đối nhẵn.

Bài 4: Cơ học vật rắn.

Một khối trụ đồng chất khối lượng M , bán kính R , có mômen quán tính đối với trục là $I = MR^2/2$, được đặt lên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$. Giữa chiều dài khối trụ có một khe hẹp trong đó có lõi có bán kính $R/2$. Một sợi dây nhẹ không giãn được quấn nhiều vòng vào lõi rồi vắt qua ròng rọc B (khối lượng không đáng kể). Đầu còn lại của dây mang một vật C khối lượng $m = M/5$ (hình H 3). Phần dây AB song song với mặt phẳng nghiêng. Hệ số ma sát nghỉ cực đại (cũng là hệ số ma sát trượt) là μ .



H 3

a. Tìm điều kiện về μ để khối trụ lăn không trượt trên mặt phẳng nghiêng. Tính gia tốc a_0 của trục khối trụ và gia tốc a của m khi đó.

b. Giả sử α không thỏa mãn điều kiện trên. Tìm gia tốc a_0 của trục khối trụ và gia tốc a của m .

Bài 5: Nhiệt học.

Một mol khí lý tưởng thực hiện chu trình thuận nghịch 1231 được biểu diễn trên hình vẽ H4. Biết:

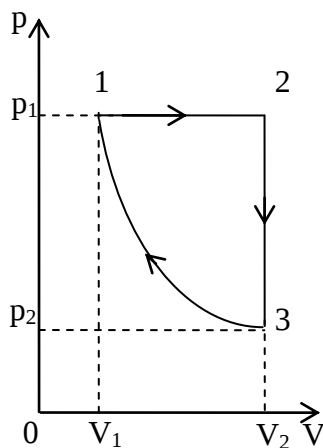
- Nội năng U của một mol khí lý tưởng có biểu thức $U = kRT$. Trong đó k là hệ số có giá trị tùy thuộc vào loại khí lý tưởng ($k = 1,5$ với khí đơn nguyên tử; $k = 2,5$ với khí lưỡng nguyên tử); R là hằng số khí; T là nhiệt độ tuyệt đối.

- Công mà khí thực hiện trong quá trình đẳng áp 1-2 gấp n lần công mà ngoại lực thực hiện để nén khí trong quá trình đoạn nhiệt 3-1.

a. Tìm hệ thức giữa n , k và hiệu suất h của chu trình.

b. Cho biết khí nói trên là khí lưỡng nguyên tử và hiệu suất $h = 25\%$. Hãy tính n .

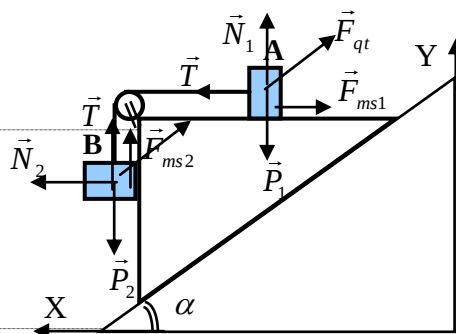
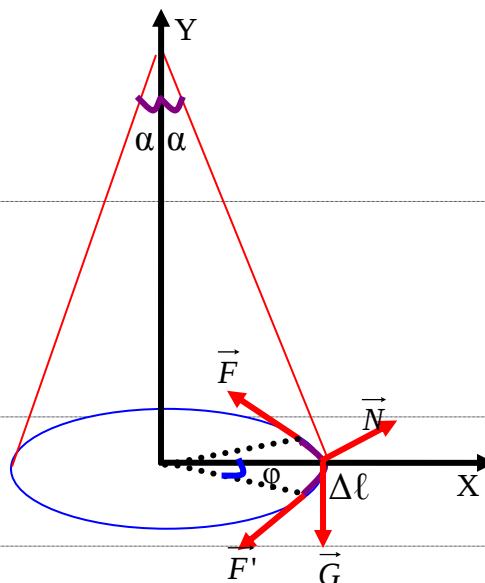
c. Giả sử khối khí lưỡng nguyên tử trên thực hiện một quá trình thuận nghịch nào đó được biểu diễn trong mặt phẳng pV bằng một đoạn thẳng có đường kéo dài đi qua gốc tọa độ. Tính nhiệt dung của khối khí trong quá trình đó.



H 4

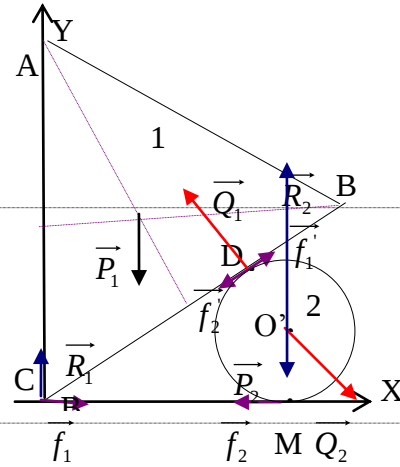
ĐÁP ÁN ĐỀ THI CHỌN HSG VÙNG DUYÊN HẢI ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ LẦN THỨ IV.
Môn VẬT LÝ Lớp 10.

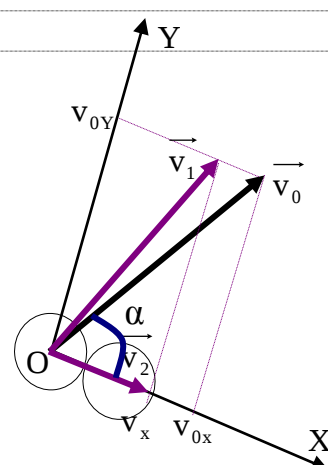
Bài 1		4,0đ
Câu 1		1,0đ
	Xét các lực tác dụng lên một phần nhỏ của dây xích có độ dài $\Delta\ell$: - Trọng lực $G = mg \Delta\ell/\ell$ - Phản lực của mặt nón N - Sức căng dây xích F, F' tác dụng lên phần $\Delta\ell$ từ các phần lân cận	0,25đ
	Tổng các lực tác dụng có hình chiếu lên trục thẳng đứng OY phải bằng không vì nói chung dây xích không dịch chuyển theo phương thẳng đứng $N\sin\alpha - G = 0 \quad (1)$	0,25đ
	Tổng các lực tác dụng có hình chiếu lên trục nằm ngang OX $2F\sin\varphi - N\cos\alpha = m\omega^2 r \Delta\ell/\ell \quad (2)$	0,25đ
	$r = \ell/2\pi$; $\sin\varphi = \Delta\ell/2r$ Từ (1) và (2) $\Rightarrow F = \frac{m}{2\pi} \left(\frac{g}{\tan\alpha} + \frac{\omega^2 \ell}{2\pi} \right)$	0,25đ
Câu 2		3,0đ
	- Xác định các lực tác dụng lên vật	0,25đ
	- Vì các vật không trượt trên nêm nên hệ các vật và nêm chuyển động với cùng gia tốc $a = g\sin\alpha$	0,25đ
	- Xét trong hệ quy chiếu gắn với nêm, viết phương trình ĐLH cho mỗi vật: $\vec{T} + \vec{P}_1 + \vec{N}_1 + \vec{F}_{ms1} + \vec{F}_{qt1} = 0 \quad (I)$ $\vec{T} + \vec{P}_2 + \vec{N}_2 + \vec{F}_{ms2} + \vec{F}_{qt2} = 0 \quad (II)$	0,25đ
	- Theo phương OX: $T - m\alpha\cos\alpha - F_{ms1} = 0 \quad (1)$ $N_2 - m\alpha\cos\alpha = 0 \quad (2)$	0,25đ
	- Theo phương OY: $N_1 + m\alpha\sin\alpha - mg = 0 \quad (3)$ $T + m\alpha\sin\alpha + F_{ms2} - mg = 0 \quad (4)$	0,25đ
	- Để hai vật không bị trượt thì $F_{ms1} \leq kN_1$; $F_{ms2} \leq kN_2$ (5)	0,25đ
	- Từ (1) và (4) tìm được	0,25đ
	$F_{ms1} + F_{ms2} = mg - m\alpha(\cos\alpha + \sin\alpha) = g\cos\alpha(\cos\alpha - \sin\alpha)$	
	- Từ (2) và (3) tìm được	0,25đ

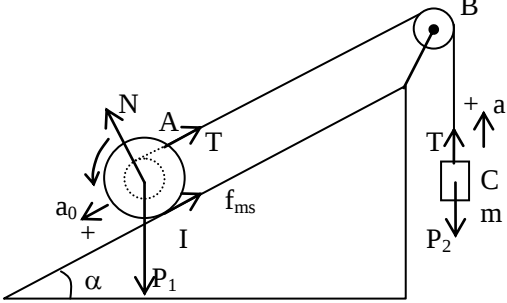


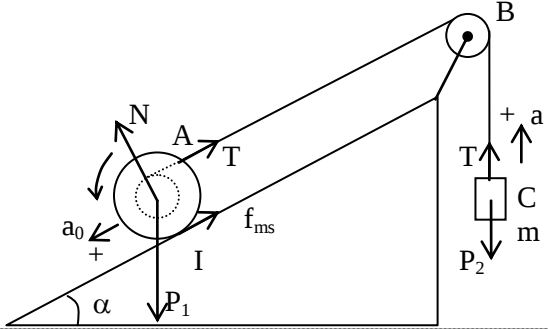
	$N_1 + N_2 = mg + ma(\cos \alpha - \sin \alpha) = g \cos \alpha (\cos \alpha + \sin \alpha)$	
	- Thay vào (5) tìm $k_{\min} = \frac{1 - \tan \alpha}{1 + \tan \alpha}$ (6)	0,25đ
	*) Xét trường hợp các lực ma sát hướng ngược lại: Ta chỉ cần thay $F'_{ms1} = -F_{ms1}$; $F'_{ms2} = -F_{ms2}$. Tìm được: $k_{\min} = \frac{\tan \alpha - 1}{\tan \alpha + 1}$ (7)	0,25đ
	*) Nhận xét: - Nếu $\tan \alpha < 1$ thì $k_{\min}$ được xác định từ phương trình (6). - Nếu $\tan \alpha > 1$ thì $k_{\min}$ được xác định từ phương trình (7). - Nếu $\tan \alpha = 1$ thì vật A và B đứng yên với mọi giá trị của k.	0,5đ

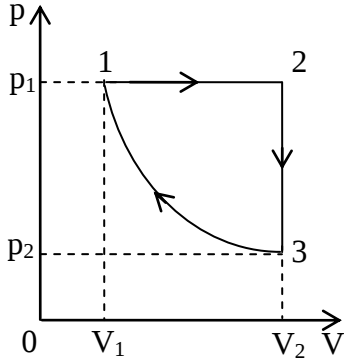
Bài 2		4,0đ
	- Xác định các lực tác dụng lên vật 1: Trọng lực P_1, phản lực của sàn R_1, phản lực của vật 2 là Q_1, lực ma sát với sàn f_1, lực ma sát với vật 2 là f_1' (chống lại sự trượt của vật 1 sang trái)	0,5đ
	- Xác định các lực tác dụng lên vật 2: Trọng lực P_2, phản lực của sàn R_2, phản lực của vật 1 là Q_2, lực ma sát với sàn f_2, lực ma sát với vật 1 là f_2' (chống lại sự trượt của vật 2 sang phải)	0,5đ
	- Điều kiện cân bằng của vật 1 $\vec{P}_1 + \vec{Q}_1 + \vec{R}_1 + \vec{f}_1 + \vec{f}_1' = 0$ (1) Chiều (1) xuống OX, OY OX: $f_1 + f_1' \cos 30^\circ = Q_1 \cos 60^\circ \Rightarrow kR_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} KQ_1 = 0,5Q_1$ (1a) OY: $P_1 = R_1 + Q_1 \sin 60^\circ + f_1' \sin 30^\circ \Rightarrow 100 = R_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} Q_1 + 0,5KQ_1$ (1b)	0,75đ
	Chọn trục quay qua C $P_1 \frac{a\sqrt{3}}{2} \frac{1}{3} - Q_1 \frac{2a}{3} = 0$ (2) $\Rightarrow Q_1 = P_1 \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 43,30N$	0,5đ
	- Điều kiện cân bằng của vật 2 $\vec{P}_2 + \vec{Q}_2 + \vec{R}_2 + \vec{f}_2 + \vec{f}_2' = 0$ (3) Chiều (3) xuống OX, OY OX: $Q_2 \sin 30^\circ = f_2 + f_2' \cos 30^\circ$ với $Q_2 = Q_1$ $\Rightarrow 0,5Q_1 = kR_2 + \frac{\sqrt{3}}{2} KQ_1$ (3a) OY: $R_2 = P_2 + Q_2 \cos 30^\circ + f_2' \sin 30^\circ$ $R_2 = 50 + \frac{\sqrt{3}}{2} Q_1 + 0,5KQ_1$ (3b)	0,75đ
	Chọn trục quay qua O $f_2 R - f_2' R = 0$ (R là bán kính hình trụ) $\Rightarrow f_2 = f_2' \Rightarrow kR_2 = 43,30K$ (4) thay vào(3a) được $K = 0,267$. Thay K vào (3b) được $R_2 = 93,28(N)$ Thay K và R_2 vào (4) được $k = 0,123$	0,5đ
	Các áp lực Tại C: $N_C = R_1 = 56,72 (N)$. Tại D: $N_D = Q_1 = Q_2 = 43,30 (N)$. Tại M: $N_M = R_2 = 93,28 (N)$.	0,5đ



Bài 3		4,0đ
Kí hiệu $\vec{v}_0$ là vận tốc ban đầu của quả cầu thứ nhất. $\vec{v}_1; \vec{v}_2$ là vận tốc của quả cầu thứ nhất và quả cầu thứ hai ở thời điểm sự biến dạng lớn nhất. ĐLBTNL: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} + U$ với U là giá trị lớn nhất của thế năng của sự biến dạng đàn hồi của quả cầu.		1,0đ
Hệ tọa độ XOY, OX hướng theo đường nối các tâm quả cầu khi va chạm, theo hướng này giữa các quả cầu xảy ra va chạm đàn hồi trực diện thông thường. Hệ các quả cầu cô lập nên hình chiếu động lượng của hệ lên trục OX bảo toàn, thời điểm ban đầu bằng $mv_0 \cos \alpha$; thời điểm biến dạng đàn hồi của các quả cầu cực đại $v_{1x} = v_{2x} = v_x$ ĐLBTDL: $mv_0 \cos \alpha = 2m v_x$		1,0đ
Các quả cầu được coi là tuyệt đối nhẵn, tương tác giữa chúng theo trục OY không xảy ra nên $v_{1Y} = v_{0Y} = v_0 \sin \alpha$; $v_{2Y} = 0$		0,5đ
ĐLBTNL: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(v_{1x}^2 + v_{1y}^2)}{2} + \frac{m(v_{2x}^2 + v_{2y}^2)}{2} + U$ $\Leftrightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2 \cos^2 \alpha}{4} + \frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2} + U$		1,0đ
Phần động năng của quả cầu chuyển động chuyển thành thế năng của biến dạng đàn hồi $\frac{U}{\frac{mv_0^2}{2}} = \frac{\cos^2 \alpha}{2} = \frac{1}{8}$		0,5đ
Bài 4		4,0đ

	a. Điều kiện của μ và gia tốc của các vật. 	0,25đ
	Khối trụ lăn không trượt, điểm tiếp xúc I giữa khối trụ và mặt nghiêng đứng yên tức thời và đóng vai trò làm tâm quay tức thời. Ta gọi gia tốc góc của khối trụ quanh trục của nó là ε, cũng là gia tốc góc quanh tâm quay tức thời I. Ta có quan hệ với gia tốc dài: $\begin{cases} a_0 = R.\varepsilon \\ a = \left(R + \frac{R}{2}\right).\varepsilon = \frac{3}{2}.a_0 \end{cases} \quad (1)$	0,25đ
	Mặt khác, phương trình định luật II Newton cho chuyển động tịnh tiến của các vật khi chiếu trên các trục với chiều dương như đã chỉ ra trên hình vẽ: $\begin{aligned} T - mg &= m.a \\ Mg \sin \alpha - T - f_{ms} &= M.a_0 \end{aligned} \quad (2)$	0,25đ
	Đối với chuyển động quay quanh trục của khối trụ: $f_{ms}.R - T.\frac{R}{2} = I.\varepsilon = \frac{1}{2}M.R^2 \frac{a_0}{R} \Rightarrow T = 2.f_{ms} - M.a_0 \quad (3)$	0,25đ
	Từ (2) và (3) rút ra: $f_{ms} = \frac{Mg \sin \alpha}{3}$ Và $a_0 = 2.\frac{2M \sin \alpha - 3m}{3(3m + 2M)}.g = \frac{4g}{39} > 0$ $\Rightarrow a = \frac{3}{2}a_0 = \frac{2M \sin \alpha - 3m}{(3m + 2M)}.g = \frac{2g}{13}$ $\Rightarrow T = mg + m.\frac{M \sin \alpha - 3m}{(3m + 2M)}.g = \frac{2 + \sin \alpha}{3m + 2M} Mmg = \frac{5}{26} Mg$ Vậy hệ chuyển động theo đúng chiều ta chọn.	0,25đ

	Điều kiện để khối trụ lăn không trượt: $f_{ms} = \frac{Mg \sin \alpha}{3} \leq \mu.N = \mu.Mg \cos \alpha \Rightarrow \mu \geq \frac{\tan \alpha}{3} = \frac{\sqrt{3}}{9}.$	0,25đ
	b. Gia tốc của các vật khi khối trụ trượt. 	0,25đ
	Theo phần 1. khối trụ sẽ vừa lăn vừa trượt khi có điều kiện: $\mu < \frac{\tan \alpha}{3} = \frac{\sqrt{3}}{9}.$ Lúc đó, lực ma sát có độ lớn bằng: $f_{ms} = \mu.N = \mu.Mg \cos \alpha$	0,5đ
	Ta có quan hệ về gia tốc các vật: $a = a_0 + \varepsilon \frac{R}{2} \Rightarrow MR\varepsilon = 2Ma - 2Ma_0 \quad (4)$ $\varepsilon.R < a_0 \quad (\text{vừa lăn vừa trượt})$	0,25đ
	Định luật II Newton cho chuyển động tịnh tiến của các vật: $T - mg = m.a \Rightarrow T = ma + mg$ $Mg \sin \alpha - T - f_{ms} = M.a_0 \quad (5)$	0,25đ
	Và chuyển động quay quanh trục của khối trụ: $f_{ms}.R - T.\frac{R}{2} = I.\varepsilon = \frac{1}{2}M.R^2\varepsilon \Rightarrow M.R.\varepsilon = 2f_{ms} - T \quad (6)$	0,25đ
	Kết hợp với (4) $\Rightarrow 2f_{ms} - T = 2Ma - 2Ma_0$ hay $2f_{ms} - ma - mg = 2Ma - 2Ma_0 \quad (7)$ Cộng hai vế của (5) với nhau ta được: $Mg \sin \alpha - f_{ms} = m.a + mg + M.a_0 \quad (8)$	0,25đ
	Nhân (8) với 2 rồi cộng với (7): $2Mg \sin \alpha = 3ma + 3mg + 2Ma$ $\Leftrightarrow 2Mg \sin \alpha - 3mg = 3ma + 2Ma$	0,25đ

	$\Rightarrow a = \frac{2Mg\sin\alpha - 3mg}{3m + 2M} = \frac{2g}{13}; \quad T = mg + \frac{2mg}{13} = \frac{15mg}{13};$	
	$a_0 = \frac{Mg\sin\alpha - f_{ms} - m.a - mg}{M} = \frac{7 - 13\sqrt{3}\mu}{26}g > \frac{4g}{39};$ $\varepsilon = \frac{2f_{ms} - T}{MR} = \frac{2\mu Mg\cos\alpha - 15mg/13}{MR} = \frac{(13\sqrt{3}\mu - 3)g}{13R}$	0,5đ
Bài 5		4,0đ
	Công mà khí thực hiện được trong quá trình đẳng áp 1-2: $A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = R(T_2 - T_1)$	0,25đ
	Công trong quá trình đẳng tích 2-3: $A_{23} = 0$	0,25đ
	Theo đề bài, công trong quá trình đoạn nhiệt 3-1 là: $A_{31} = -\frac{A_{12}}{n}$ 	0,25đ
	Công thực hiện trong toàn chu trình: $A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = (1 - \frac{1}{n})A_{12} = (1 - \frac{1}{n})R(T_2 - T_1).$	0,5đ
	Ta lại có $Q_{31} = 0$ (quá trình đoạn nhiệt). Trong quá trình đẳng tích 2-3 $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \Delta U_{23} = kR(T_3 - T_2) < 0$ vì $T_3 < T_2$. Như vậy khí chỉ nhận nhiệt trong quá trình 1-2: $Q = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = (k+1)R(T_2 - T_1)$	1,0đ
	Hiệu suất của quá trình $h = \frac{A}{Q} = \frac{1 - \frac{1}{n}}{k+1} = \frac{n-1}{n(k+1)} \rightarrow n-1 = nh(k+1) \quad (1)$	0,75đ
	c. Phương trình đoạn thẳng đi qua gốc tọa độ có dạng:	
	$\frac{p}{V} = \text{const} \quad (2)$ Ngoài ra ta còn có phương trình trạng thái: $pV = RT$ (3) Xét quá trình nguyên tố: $dQ = dA + dU = pdV + \frac{5}{2}RdT \quad (4)$	1,0đ

	Từ (2) và (3): $pdV - Vdp = 0$; $pdV + Vdp = RdT \rightarrow pdV = \frac{1}{2}RdT$ Thay kết quả này vào (4): $dQ = \frac{1}{2}RdT + \frac{5}{2}RdT = 3RdT$ Từ đó tính được nhiệt dung: $C = \frac{dQ}{dT} = 3R$	
--	--	--