

I. Hướng dẫn chung

1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm bài thi.

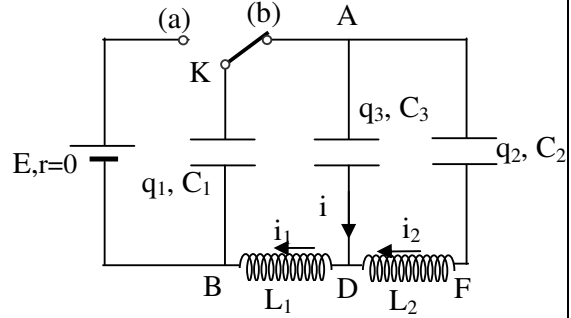
II. Đáp án - thang điểm

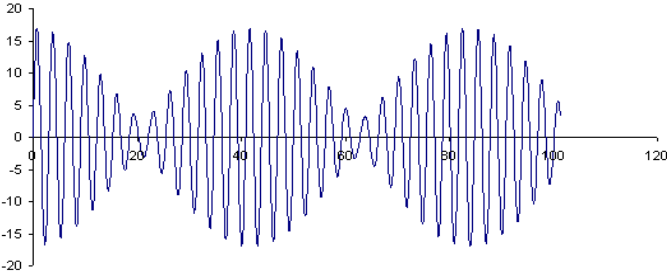
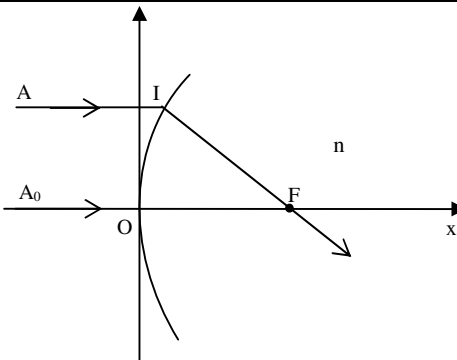
Câu	Nội dung	Điểm
	Câu 1 (3,5 điểm)	
1.a 1,00 đ	Trong hệ quy chiếu bàn, chọn trục y hướng theo phương của xung lực, còn trục x hướng từ trái qua phải. Khi thanh BC chuyển động với vận tốc u, thành phần vận tốc theo hai phương x và y của tâm thanh CD là: $v_x = \ell\omega \sin \theta$, $v_y = u - \ell\omega \cos \theta$	0,25đ
	Xét chuyển động quay của thanh CD quanh tâm C, mô men lực bằng không nên mô men động lượng bảo toàn: $0 = I_{cm} \omega + L_{orbital} \Rightarrow 0 = \frac{1}{3} m \ell^2 \omega - m(u - \ell\omega \cos \theta) \ell \cos \theta + m\omega \ell^2 \sin^2 \theta$	0,50đ
	$\Rightarrow \omega = \frac{3u}{4\ell} \cos \theta$	0,25đ
1.b 1,00 đ	Động lượng của hệ ba thanh sau va chạm $P = mu + 2mv_y = 3mu \left(1 - \frac{\cos^2 \theta}{2}\right)$	0,25đ
	Động năng của hệ ba thanh sau va chạm $K = \frac{mu^2}{2} + 2 \frac{1}{2} m(v_x^2 + v_y^2) + 2 \frac{1}{2} \frac{1}{3} m \ell^2 \omega^2 = 3mu^2 \frac{2 - \cos^2 \theta}{4}.$	0,25đ
	Gọi v là vận tốc của quả cầu sau va chạm. Định luật bảo toàn động lượng và năng lượng cho $Mv_0 = Mv + 3mu \left(1 - \frac{\cos^2 \theta}{2}\right)$ $\frac{1}{2} Mv_0^2 = \frac{1}{2} Mv^2 + 3mu^2 \frac{2 - \cos^2 \theta}{4}.$	0,25đ
	Sử dụng $M = 3m$ để giải ra: $u = \frac{4}{4 - \cos^2 \theta} v_0$; $v = \frac{\cos^2 \theta}{4 - \cos^2 \theta} v_0$	0,25đ
2.a 0,50 đ	Xét chuyển động quay của thanh CD quanh tâm C, mô men lực bằng không nên mô men động lượng bảo toàn. Giải hoàn toàn tương tự phần 1a, chỉ thay $u = v_B = 2\ell\omega_1$ ta có: $\omega_2 = \frac{3}{4} \frac{2\ell\omega_1}{\ell} \cos \theta = \frac{3\omega_1}{2} \cos \theta.$	0,50
2.b 1,00 đ	Gọi v là vận tốc quả cầu sau va chạm. Y là xung lượng quả cầu truyền cho thanh, còn Y_B là xung lượng trao đổi giữa hai thanh theo phương y. Gọi v_x, v_y là các thành phần vận tốc của trung điểm thanh CD sau va chạm. $v_x = \ell\omega_2 \sin \theta = \frac{3}{2} \ell\omega_1 \sin \theta \cos \theta, \quad v_y = 2\ell\omega_1 - \ell\omega_2 \cos \theta = \ell\omega_1 \left(2 - \frac{3}{2} \cos^2 \theta\right)$	0,25đ

Câu	Nội dung	Điểm
	Mômen động lượng của hệ hai thanh sau va chạm $L = \frac{4}{3}m\ell^2\omega_1 - \frac{1}{3}m\ell^2\omega_2 + m(2\ell + \ell \cos \theta)v_y - m\ell \sin \theta v_x = \frac{m\ell^2\omega_1(16-9\cos^2 \theta)}{3}.$ Gọi K là động năng của hai thanh sau va chạm: $2K = \frac{4}{3}m\ell^2\omega_1^2 + \frac{1}{3}m\ell^2\omega_2^2 + m(v_x^2 + v_y^2) = \frac{m\ell^2\omega_1^2(16-9\cos^2 \theta)}{3}$	0,25đ
	Sau va chạm, để quả cầu đứng yên thì nó phải truyền hết mômen động lượng và động năng cho hệ thanh: $3mv_0h = \frac{m\ell^2\omega_1(16-9\cos^2 \theta)}{3}; \quad 3mv_0^2 = \frac{m\ell^2\omega_1^2(16-9\cos^2 \theta)}{3}$	0,25đ
	Suy ra $9v_0h = \ell^2\omega_1(16-9\cos^2 \theta)$; $3v_0 = \ell\omega_1\sqrt{16-9\cos^2 \theta}$ Chia cho nhau ta được: $h = \frac{\ell\sqrt{16-9\cos^2 \theta}}{3}.$	0,25đ
Câu 2 (3,5 điểm)		
1. 0,50 đ	Quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch nên: $p_2 = p_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = p_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{7}{2}}$ Nhiệt lượng nhả ra ở dàn nóng $Q_1 = C_p(T_2 - T_3)$ Nhiệt lượng nhận ở dàn lạnh $Q_2 = C_p(T_1 - T_4)$ Hệ số làm lạnh: $\varepsilon = \frac{C_p(T_1 - T_4)}{C_p(T_2 - T_3) - C_p(T_1 - T_4)} = \frac{(T_1 - T_4)}{(T_2 - T_3) - (T_1 - T_4)} = \frac{(T_1 - T_4)}{T_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) - T_4 \left(\frac{T_3}{T_4} - 1 \right)}$ Vì các quá trình I-II và III-IV là đoạn nhiệt nên: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4} \rightarrow \varepsilon = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$	0,25đ
2. a) 0,75 đ	Đặt $C_V = g(V)$, mặt khác ta có $dQ = CdT = TdS \Rightarrow C_V = T \left(\frac{dS}{dT} \right)_V$ $\left(\frac{dC_V}{dV} \right)_T = \left(\frac{d \left(T \frac{dS}{dT} \right)_V}{dV} \right)_T = T \frac{\partial^2 S}{\partial V \partial T} = T \frac{\partial^2 S}{\partial T \partial V} = T \left(\frac{d^2 p}{dT^2} \right)_V = 0 = g'(V),$ hay nói cách khác $g(V)$ là hằng số mà $g(\infty) = \frac{5R}{2}$ nên $g(V) = \frac{5R}{2} = \text{const}$	0,25đ
2. b) 1,0 đ	Ta có $dU = \left(\frac{dU}{dT} \right)_V dT + \left(\frac{dU}{dV} \right)_T dV = C_V dT + \left[T \left(\frac{dp}{dT} \right)_V - p \right] dV = \frac{5R}{2} dT + \frac{a}{V^2} dV$ Để dàng có được: $U = \frac{5R}{2} T - \frac{a}{V} + \text{const.}$ Dùng nguyên lí I cho khí đang xét với quá trình đẳng áp, ta được $C_V dT + a \frac{dV}{V^2} = C_p dT - p dV \rightarrow C_p = C_V + \left(p + \frac{a}{V^2} \right) \left(\frac{dV}{dT} \right)_{p=\text{const}}$ $\left(p + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = RT \Rightarrow (V - b) dp + \left(p + \frac{a}{V^2} - (V - b) \frac{2a}{V^3} \right) dV = R dT$	0,5đ
	Dùng nguyên lí I cho khí đang xét với quá trình đẳng áp, ta được $C_V dT + a \frac{dV}{V^2} = C_p dT - p dV \rightarrow C_p = C_V + \left(p + \frac{a}{V^2} \right) \left(\frac{dV}{dT} \right)_{p=\text{const}}$ $\left(p + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = RT \Rightarrow (V - b) dp + \left(p + \frac{a}{V^2} - (V - b) \frac{2a}{V^3} \right) dV = R dT$	0,25đ

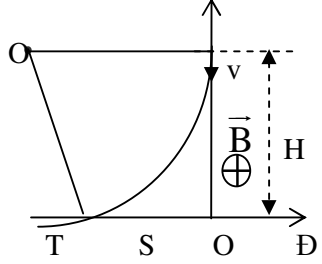
Câu	Nội dung	Điểm
	Vậy: $C_p = C_v + \left(p + \frac{a}{V^2}\right) \frac{R}{p + \frac{a}{V^2} - (V-b) \frac{2a}{V^3}} = \frac{5R}{2} + \frac{R}{1 - \frac{2a(V-b)^2}{RTV^3}}$	0,25đ
2. c) 0,50 đ	$\delta Q = 0 = C_v dT + a \frac{dV}{V^2} + p dV \Rightarrow \left(p + \frac{a}{V^2}\right) dV = -C_v dT$	0,25đ
	$RdT = (V-b)dp + \left(p + \frac{a}{V^2} - (V-b) \frac{2a}{V^3}\right) dV = (V-b)dp + \frac{R\left(p + \frac{a}{V^2}\right)}{C_p - C_v} dV$ $\Rightarrow RdT = (V-b)dp - \frac{RC_v}{C_p - C_v} dT \Rightarrow \frac{dT}{dp}\bigg _s = \frac{(V-b)(C_p - C_v)}{RC_p} = \frac{1}{C_p} \frac{V-b}{1 - \frac{2a(V-b)^2}{RTV^3}}$	0,25đ
2. d) 0,75 đ	Sử dụng giả thiết $a \ll pV^2, b \ll V$ ta có $\alpha_H = \frac{dT}{dp}\bigg _H \approx \frac{\frac{2a}{RT} - b}{C_p} \approx \frac{\frac{2a}{RT} - b}{C_v + R}$	0,25đ
	Suy ra $\int_{p_1}^{p_2} dp = p_2 - p_1 \approx \frac{C_v + R}{b} \int_{T_1}^{T_2} \frac{TdT}{\frac{2a}{bR} - T} = \frac{C_v + R}{b} \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{\frac{2a}{bR}}{\frac{2a}{bR} - T} - 1 \right) dT$	0,25đ
	$p_2 = p_1 + \frac{7R}{2b} \left(T_1 - T_2 + \frac{2a}{bR} \ln \left \frac{\frac{2a}{bR} - T_1}{\frac{2a}{bR} - T_2} \right \right)$	0,25đ
Câu 3 (4,0 điểm)		
1. 0,50 đ	Từ trường ở rất xa mômen lưỡng cực từ ứng với các vị trí dọc theo trục mômen lưỡng cực $\vec{r} // \vec{m}$ có dạng: $\vec{B} = k' \left[\frac{3(\vec{m} \cdot \vec{r})\vec{r}}{r^5} - \frac{\vec{m}}{r^3} \right] = \frac{2k'\vec{m}}{r^3}$ Từ trường trên trục đối xứng của vòng dây tròn bán kính R có dòng điện I chạy qua, tại vị trí cách tâm vòng dây một đoạn r là: $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot 2\pi R}{(R^2 + r^2)^{3/2}} \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 + r^2}} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2(I \cdot \pi R^2)}{(R^2 + r^2)^{3/2}} \sim \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2m}{r^3}. \text{ Từ đó } k' = \frac{\mu_0}{4\pi}.$	0,50đ
2. 1,50 đ	Ta sử dụng phương pháp ảnh từ, tương tự như phương pháp ảnh điện. Ảnh của mô men từ đã cho đối xứng với mô men từ A theo trục z, hướng theo chiều âm của trục Oz dẫn tới hai mô men từ này đẩy nhau.	0,25đ
	Năng lượng của một mô men từ trong từ trường đều có dạng $U_{LC} = -\vec{m}\vec{B}$, tuy nhiên trong trường hợp này của ta từ trường tác dụng lên mô men từ A không đều mà tăng từ 0 đến B từ khi chưa xuất hiện ảnh từ đến khi ảnh từ xuất hiện hoàn toàn. Do đó $U_{LC} = -\frac{1}{2} \vec{m}\vec{B}$.	0,50đ
	Do nam châm chịu tác dụng của trọng lực nên năng lượng tổng của nam châm có biểu thức $U = -\frac{1}{2} \vec{m}\vec{B} + Mgh = \frac{k'm^2}{(2h)^3} + Mgh.$	0,50đ

Câu	Nội dung	Điểm
	Vị trí cân bằng của nam châm ứng với vị trí thế năng cực tiểu, từ đó $h = \sqrt[4]{\frac{3k'm^2}{8Mg}} = \sqrt[4]{\frac{3\mu_0 m^2}{32\pi Mg}}$.	0.25đ
3. 2,00 đ	Chọn trục Oz trùng với trục đối xứng của hình trụ, gốc tọa độ tại vị trí của điện tích dương. Điện thông do điện tích q gây ra qua một mặt S là chòm của một mặt cầu có đường bao là một đường tròn nằm trên hình trụ đồng và cách gốc tọa độ một khoảng z $\Phi_{E+} = 2\pi kq \left(1 - \frac{z}{\sqrt{a^2 + z^2}} \right).$	0.25đ
	Tương tự điện thông do điện tích âm gây ra qua mặt S đó có biểu thức $\Phi_{E-} = 2\pi k(-q) \left(1 - \frac{z-\ell}{\sqrt{a^2 + (z-\ell)^2}} \right).$ Từ đó điện thông do lưỡng cực điện gây ra qua mặt S có biểu thức $\Phi_E = 2\pi kq \left(\frac{z-\ell}{\sqrt{a^2 + (z-\ell)^2}} - \frac{z}{\sqrt{a^2 + z^2}} \right)$	0.25đ
	Từ sự tương tự điện từ, từ trường do nam châm A gây ra qua mặt S có biểu thức $\Phi_B = 2\pi k'q' \left(\frac{z-\ell}{\sqrt{a^2 + (z-\ell)^2}} - \frac{z}{\sqrt{a^2 + z^2}} \right).$	0.25đ
	Từ đó tính được suất điện động cảm ứng chạy trên biên của mặt S $\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = 2\pi k'q'a^2v \left(\frac{1}{(a^2 + (z-\ell)^2)^{3/2}} - \frac{1}{(a^2 + z^2)^{3/2}} \right)$	0.25đ
	Công suất tỏa nhiệt trên một vành $dP = \varepsilon dI$; $dI = \varepsilon dG$; $dG = \frac{Wdz}{\rho(2\pi a)}$ $\Rightarrow dP = \frac{\varepsilon^2 Wdz}{2\pi a\rho} = \frac{4\pi^2 k'^2 q'^2 a^4 v^2 W}{2\pi a\rho} \left[\frac{1}{(a^2 + (z-\ell)^2)^{3/2}} - \frac{1}{(a^2 + z^2)^{3/2}} \right]^2 dz$	0.25đ
	Dòng cảm ứng nhanh chóng triệt tiêu tại những nơi ở hai đầu ống do đó khi ống đủ dài ta có thể coi như ống dài vô hạn. Công suất tỏa nhiệt trên toàn ống $P = \frac{4\pi^2 k'^2 q'^2 a^4 v^2 W}{2\pi a\rho} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{1}{(a^2 + (z-\ell)^2)^{3/2}} - \frac{1}{(a^2 + z^2)^{3/2}} \right]^2 dz$	0.25đ
	Đổi biến số $z=ay$, $\ell = a x$ ta được $P = \frac{4\pi^2 k'^2 q'^2 a^4 v^2 W}{2\pi a\rho} \frac{1}{a^5} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{1}{(1+(y-x)^2)^{3/2}} - \frac{1}{(1+y^2)^{3/2}} \right]^2 dy$ $P = \frac{4\pi^2 k'^2 q'^2 a^4 v^2 W}{2\pi a\rho} \frac{1}{a^5} \frac{45\pi}{128} \left(\frac{\ell}{a} \right)^2$	0.25đ

Câu	Nội dung	Điểm
	Khi nam châm chuyển động đều công suất tỏa nhiệt phải bằng công suất cung cấp bởi trọng lực $P = Mgv \text{ từ đó } v = \frac{64Mg\mu^4}{45\pi^2 k'^2 m^2 W} \text{ với } m = q'\ell.$	0.25đ
Câu 4 (3,0 điểm)		
1. 2,50 đ	Khi khóa K ở vị trí (a) tụ C_1 được tích điện $q_{01} = C_0 E$ Khi khóa K chuyển sang vị trí (b), tụ C_1 phóng điện, C_2 và C_3 nạp điện, ta có: $\frac{dq_1}{dt} = -i_1; \frac{dq_2}{dt} = i_2; i + i_2 = i_1$ Xét các đoạn mạch chứa L: $V_D - V_B = L \frac{di_1}{dt}; V_F - V_D = L \frac{di_2}{dt}$ Liên hệ giữa các điện tích và hiệu điện thế giữa hai bản: $V_A - V_B = \frac{q_1}{C_0}; V_A - V_D = \frac{q_3}{C}; V_A - V_F = \frac{q_2}{C_0}$  Hình 1	0.50đ
	Tìm được: $\frac{d}{dt}(i_1 + i_2) = \frac{d^2}{dt^2}(-q_1 + q_2) = -q_1'' + q_2''$ (1) $L \frac{d}{dt}(i_1 + i_2) = V_F - V_B = (V_A - V_B) - (V_A - V_F) = \frac{1}{C_0}(q_1 - q_2)$ (2) (1) và (2) tìm được: $(q_1'' - q_2'') + \frac{1}{LC_0}(q_1 - q_2) = 0$	0.50đ
	Đặt $X = q_1 - q_2$ $X'' + \omega_0^2 X = 0; \omega_0^2 = \frac{1}{LC_0}.$ (3) Tương tự như vậy ta tính được: $\frac{d}{dt}(-i_1 + i_2) = \frac{d^2}{dt^2}(q_1 + q_2) = q_1'' + q_2''.$ (4) $L \frac{d}{dt}(-i_1 + i_2) = V_F + V_B - 2V_D = -(V_A - V_F) - (V_A - V_B) + 2(V_A - V_D).$ $L \frac{d}{dt}(-i_1 + i_2) = \frac{2q_3}{C} - \frac{1}{C_0}(q_1 + q_2).$ (5) Từ phương trình: $i + i_2 = i_1 \Leftrightarrow \frac{dq_3}{dt} + \frac{dq_2}{dt} = -\frac{dq_1}{dt}$ $\Rightarrow q_1 + q_2 + q_3 = \text{const} = C_0 E \Rightarrow q_3 = C_0 E - q_1 - q_2$ Khi đó phương trình (5) viết thành: $L \frac{d}{dt}(-i_1 + i_2) = \frac{2}{C}(C_0 E - q_1 - q_2) - \frac{1}{C_0}(q_1 + q_2) = -\left(\frac{2}{C} + \frac{1}{C_0}\right)(q_1 + q_2) + \frac{2C_0 E}{C}.$ (6) Từ (4) và (6) tìm được: $(q_1'' + q_2'') + \frac{C + 2C_0}{LCC_0}\left(q_1 + q_2 - \frac{2EC_0^2}{C + 2C_0}\right) = 0$	0.50đ

Câu	Nội dung	Điểm
	Đặt $Y = q_1 + q_2 - \frac{2EC_0^2}{C + 2C_0}$ $Y'' + \omega^2 Y = 0; \omega^2 = \sqrt{\frac{1}{LC_0} + \frac{2}{LC}} = \sqrt{\frac{C + 2C_0}{LCC_0}}$ (7) Giải (3) và (7) tìm được: $X = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0); Y = B \cos(\omega t + \varphi)$ $q_1 = \frac{1}{2}(X + Y) + \frac{EC_0^2}{C + 2C_0} = \frac{A}{2} \cos(\omega_0 t + \varphi_0) + \frac{B}{2} \cos(\omega t + \varphi) + \frac{EC_0^2}{C + 2C_0}$ $q_2 = \frac{1}{2}(Y - X) + \frac{EC_0^2}{C + 2C_0} = -\frac{A}{2} \cos(\omega_0 t + \varphi_0) + \frac{B}{2} \cos(\omega t + \varphi) + \frac{EC_0^2}{C + 2C_0}$	0.50đ
	Biểu thức cường độ dòng điện là: $i_1 = -\frac{dq_1}{dt} = \frac{A\omega_0}{2} \sin(\omega_0 t + \varphi_0) + \frac{B\omega}{2} \sin(\omega t + \varphi)$ $i_2 = \frac{dq_2}{dt} = \frac{A\omega_0}{2} \sin(\omega_0 t + \varphi_0) - \frac{B\omega}{2} \sin(\omega t + \varphi)$ $i = i_1 - i_2 = B\omega \sin(\omega t + \varphi)$ Chọn $t = 0$ ngay sau khi K chuyển sang (b), khi đó: $q_1 = C_0 E; q_2 = 0; q_3 = 0; i_1 = i_2 = i = 0$ Tìm được: $\varphi_0 = \varphi = 0; A = C_0 E; B = C_0 E - \frac{2EC_0^2}{C + 2C_0} = C_0 E \left(1 - \frac{2C_0}{C + 2C_0}\right)$	0.50đ
2. 0,50 đ	Khi $C \gg C_0 \quad \omega \approx \sqrt{\frac{1}{LC_0}} = \omega_0$, mạch xảy ra hiện tượng phách $i_1 \approx \frac{A\omega_0}{2} \sin(\omega_0 t) + \frac{B\omega}{2} \sin(\omega t); i_2 \approx \frac{A\omega_0}{2} \sin(\omega_0 t) - \frac{B\omega}{2} \sin(\omega t); i = B\omega \sin(\omega t)$ Về phách sự phụ thuộc cường độ dòng điện qua tụ C_1 vào thời gian: 	0,50
Câu 5 (3,0 điểm)		
1. 0,50 đ	Chọn hệ trục tọa độ như hình vẽ. Trong chùm tia sáng song song ta xét hai tia sáng: - Tia A_0O đi dọc theo trục đối xứng của W truyền qua W vào môi trường có chiết suất n, không bị lệch. - Tia AI bất kì song song với A_0O, tới điểm I(x, r) trên mặt W, khúc xạ theo IR cắt Ox tại F, với $OF = f$. Quang trình của hai tia này phải bằng nhau với mọi (x, r) trên W, ta có: $n f = x + n\sqrt{(f-x)^2 + r^2}$ $\Rightarrow (n^2 - 1)x^2 - 2nf(n-1)x + n^2r^2 = 0$ 	0,50đ

Câu	Nội dung	Điểm
	Mặt có dạng đường elip tròn xoay, giới hạn bởi mặt phẳng $x = 0$ và $x = f$: $\frac{\left(x - \frac{nf}{n+1}\right)^2}{\frac{n^2 f^2}{(n+1)^2}} + \frac{r^2}{\frac{f^2 (n-1)}{n+1}} = 1$	
2. a) 0,50 đ	Để tia sáng truyền theo dạng hình sin thì phương trình đường đi của nó có dạng: $r = a \cdot \cos(kx)$ $\Rightarrow r'_x = -ka \sin(kx) = -\cot i_r$ Ta có: $n_r \sin i_r = \text{const} = n_A \sin i_A = n_A \Rightarrow n_r = \frac{n_A}{\sin i_r}$ Mà $\frac{1}{\sin^2 i_r} = \cot^2 i_r + 1 = 1 + k^2(a^2 - r^2) \Rightarrow \sin i_r = \frac{1}{\sqrt{1 + k^2(a^2 - r^2)}}$ Chiết suất n_r biến thiên theo quy luật sau: $n_r = n_A \sqrt{1 + k^2(a^2 - r^2)}$	0,50đ
2. b) 1,00 đ	Tại mọi vị trí ta luôn có $n_r \sin i_r = \dots = \text{const} = n_B \sin \frac{\pi}{2} = n_B$ mà $\cot^2 i_r + 1 = \frac{1}{\sin^2 i_r} = \frac{n_r^2}{n_B^2} = \frac{n_A^2 (1 + k^2(a^2 - r^2))}{n_A^2 (1 + k^2(a^2 - b^2))} = \frac{(1 + k^2(a^2 - r^2))}{(1 + k^2(a^2 - b^2))}$ $\Rightarrow \cot^2 i_r = \frac{k^2(b^2 - r^2)}{1 + k^2(a^2 - b^2)} \Rightarrow (r')^2 = \frac{k^2}{1 + k^2(a^2 - b^2)}(b^2 - r^2)$	0.50đ
	Đặt: $k_b = \frac{k}{\sqrt{1 + k^2(a^2 - b^2)}} \Rightarrow \frac{dr}{dx} = k_b \sqrt{(b^2 - r^2)}$ $\Rightarrow \arcsin \frac{r}{b} = k_b x + c \Rightarrow r = b \sin(k_b x + c)$ Tại $r = b$; $x = 0$ suy ra $c = \frac{\pi}{2}$ nên $r = b \cos\left(\frac{k}{\sqrt{1 + k^2(a^2 - b^2)}} x\right) = b \cos(k_b x)$	0.50đ
3. 1,00 đ	Đỉnh của mặt ngăn cách nằm tại O nên điểm hội tụ sẽ ứng với các điểm nằm sát trục Ox, tức $f = \frac{\pi \sqrt{1 + k^2 a^2}}{2k}$	0.25đ
	* Tia đi qua đỉnh có quang trình: $L_0 = n_0 f$ với $n_0 = n_A \sqrt{1 + k^2 a^2}$ là chiết suất ứng với $r = 0$.	0.25đ
	Các tia khác truyền thẳng trong không khí một đoạn x, ló vào trong và truyền theo đường dạng hình sin về F. Quang trình của đoạn ứng với 1/4 chu kỳ của tia đi theo đường $r = b \cos(k_b x)$ bằng: $L_b = \int n_r \cdot d\ell = \int n_r \sqrt{1 + (r'_x)^2} \cdot dx = \int_0^{\frac{\pi}{2k_b}} n_A \sqrt{1 + k^2(a^2 - r^2)} \sqrt{1 + \frac{k^2(b^2 - r^2)}{1 + k^2(a^2 - b^2)}} dx$ $= \frac{n_A}{\sqrt{1 + k^2(a^2 - b^2)}} \int_0^{\frac{\pi}{2k_b}} [1 + k^2(a^2 - b^2 \cos^2 k_b x)] dx$	

Câu	Nội dung	Điểm
	$L_b = \frac{n_A \left(1 + k^2 a^2 - \frac{k^2 b^2}{2} \right)}{\sqrt{1 + k^2 (a^2 - b^2)}} \frac{\pi \sqrt{1 + k^2 (a^2 - b^2)}}{2k} = \frac{n_A \pi \left(1 + k^2 a^2 - \frac{k^2 b^2}{2} \right)}{2k}$ + Phần đường sin bên trong môi trường bị thiếu một đoạn đầu coi là thẳng, nên quang trình của nó khoảng: $(f - f_r) + L_r - (n_r - 1)(x - (f - f_r)) = L_0 \Rightarrow x + L_r - n_r(x - (f - f_r)) = L_0$ $x + \frac{\pi n_A \left(1 + k^2 a^2 - \frac{k^2 r^2}{2} \right)}{2k} - n_A \sqrt{1 + k^2 (a^2 - r^2)} \left(x - \frac{\pi}{2k} \left(\sqrt{1 + k^2 a^2} - \sqrt{1 + k^2 (a^2 - r^2)} \right) \right) = \frac{\pi n_A}{2k} (1 + k^2 a^2)$ $x = \frac{\pi n_A}{2k} \frac{\frac{k^2 r^2}{2} - \sqrt{1 + k^2 (a^2 - r^2)} \left(\sqrt{1 + k^2 a^2} - \sqrt{1 + k^2 (a^2 - r^2)} \right)}{1 - n_A \sqrt{1 + k^2 (a^2 - r^2)}} \approx \frac{\pi n_A k^3 r^2 (a^2 - r^2)}{8(n_A - 1)}$	0.50đ
Câu 6 (3,0 điểm)		
1. 0,50 đ	Thời gian sống của muon trong hệ quy chiếu gần với trái đất: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}$; $\beta = v/c$ Với v là tốc độ của muon. Tốc độ để muon đến được bề mặt trái đất cần thỏa mãn $vt = \frac{vt_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} \geq H \Rightarrow v \geq \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{t_0}{H}\right)^2 + \left(\frac{1}{c}\right)^2}} \Rightarrow v \geq 2,99865 \cdot 10^8 \text{ (m/s)}$	0,50đ
2. 0,50 đ	Để thấy muon sẽ bị lệch tây. Lực lorent làm cho muon chuyển động tròn đều với bán kính thỏa mãn $\frac{m_\mu v^2}{R} = evB \Rightarrow R = \frac{m_{0\mu} v}{eB \sqrt{1 - \beta^2}}; \text{Từ đó độ lệch cần tìm là}$ $S = R - \sqrt{R^2 - H^2} \leq 426,07 \text{ (m)}$ 	0,50đ
3. 1,00 đ	Theo thuyết Bohr $\frac{mv^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2}; \quad E = \frac{mv^2}{2} - k \frac{e^2}{r}; \quad mvr = n\hbar, n = 1, 2, \dots$ Từ đó tính được: $r_n = \frac{\hbar^2}{kme^2} n^2; \quad v_n = \frac{ke^2}{\hbar n}; \quad E_n = -\frac{k^2 m e^4}{2\hbar^2 n^2}$	0,50đ
	Do đó năng lượng của hydro muon là $E_{n\mu} = -\frac{k^2 m^* e^4}{2\hbar^2 n^2}$ Với m^* là khối lượng rút gọn của hệ proton và muon. Do đó tần số của photon phát ra là $f_{31} = \frac{k^2 m^* e^4}{2\hbar^3} \left(1 - \frac{1}{9} \right) \approx 3,4 \cdot 10^{18} \text{ (s}^{-1}\text{)}.$	0,50đ

Câu	Nội dung	Điểm
4. 1,00 đ	Bảo toàn động lượng và năng lượng tương ứng là $\vec{p}_\mu + \vec{p}_\nu = 0; E_K = E_\mu + E_\nu \quad (1)$ Liên hệ giữa năng lượng và động lượng: $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4 \quad (2)$	0,50đ
	Sử dụng (1) và (2) với chú ý bỏ qua khối lượng nghỉ của neutrino sẽ tính được $p_\mu = \frac{E_K^2 - m_{0\mu}^2 c^4}{2E_K c}$ Từ đó tính được động năng của muon $T_\mu = E_\mu - E_{0\mu} = \sqrt{\left(\frac{E_K^2 - m_{0\mu}^2 c^4}{2E_K}\right)^2 + m_{0\mu}^2 c^4} - m_{0\mu} c^2 \approx 153 \text{ MeV}$	0,50đ

HẾT