

HƯỚNG DẪN CHẤM THI
Đề thi chính thức

Môn: VẬT LÝ

Thời gian: 180 phút (không kể thời gian giao đề)

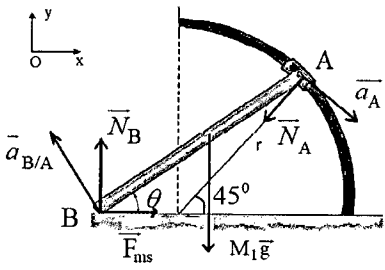
Ngày thi: 04/3/2022

Hướng dẫn chấm thi gồm 06 trang

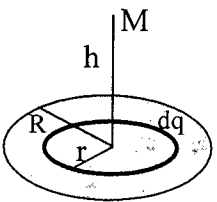
I. HƯỚNG DẪN CHUNG

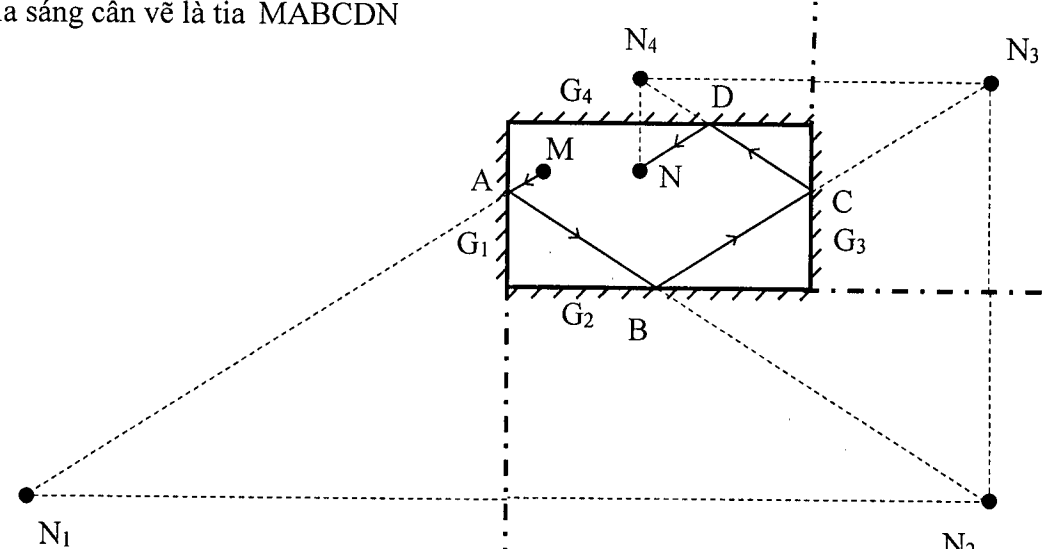
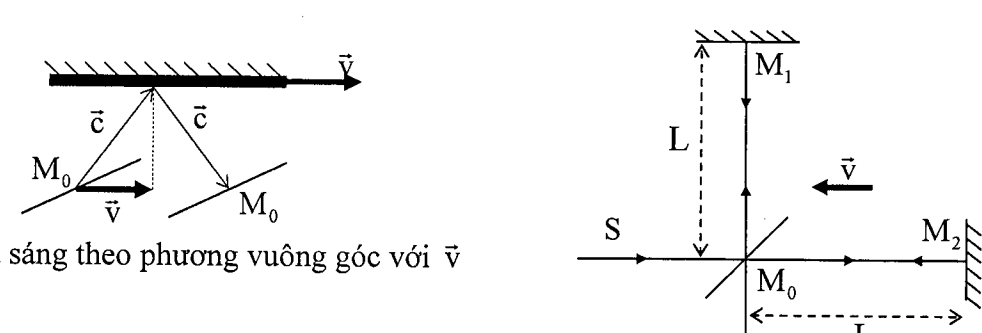
1. Giám khảo chấm đúng như đáp án, biểu điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu thí sinh có cách trả lời khác đáp án nhưng đúng thì giám khảo vẫn chấm điểm theo biểu điểm của Hướng dẫn chấm thi.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

II. ĐÁP ÁN, BIỂU ĐIỂM

Câu	Nội dung	Điểm
Câu I (4,0 điểm)		
1.a.	Thế năng của cơ hệ: $U = \frac{Mgr}{2} \sin\theta + \frac{1}{2} k(r\theta - l_0)^2$ Vị trí cân bằng của hệ thỏa mãn $\frac{dU}{d\theta} = 0$ $\frac{Mgr}{2} \cos\theta_0 + kr(r\theta_0 - l_0) = 0 \quad (1)$ $l_0 = 0,4\text{m}$	1,0
1.b.	Năng lượng của cơ hệ $E = U + T = \frac{Mgr}{2} \sin(\theta_0 + \xi) + \frac{1}{2} k[r(\theta_0 + \xi) - l_0]^2 + \frac{1}{2} I_B \dot{\xi}^2$ Năng lượng được bảo toàn nên $\frac{dE}{dt} = 0$ $\frac{Mgr}{2} \cos(\theta_0 + \xi) + kr[r(\theta_0 + \xi) - l_0] + I_B \ddot{\xi} = 0$ Sử dụng phương trình (1) và áp dụng điều kiện góc bé $\sin\xi \approx \xi$ suy ra phương trình chuyển động $\ddot{\xi} + \frac{kr^2 - 0,5Mgr\sin\theta_0}{I_B} \xi = 0$ Chu kỳ dao động bé $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{I_B}{kr^2 - 0,5Mgr\sin\theta_0}} = 0,38\text{ s}$, ở đây $I_B = \frac{Mr^2}{3}$	1,0
2.a.	Các phương trình chuyển động (Giả sử vận tốc góc của thanh có hướng đi vào mặt phẳng giấy và đầu B trượt ra ngoài) $F_{ms} - N_A \cos 45^\circ = M_1 a_{Gx} \quad (1)$ $N_B - M_1 g - N_A \sin 45^\circ = M_1 a_{Gy} \quad (2)$ $\frac{N_B L_1}{2} \cos 30^\circ + \frac{N_A L_1}{2} \sin 15^\circ - \frac{F_{ms} L_1}{2} \sin 30^\circ = I_G \gamma \quad (3)$ 	

Câu	Nội dung	Điểm																					
	Ta có: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{B/A}$ ($\vec{a}_{B/A}$ là gia tốc của B so với hệ quy chiếu gắn với thanh AB) Chiều lên phương thẳng đứng $-a_A \sin 45^\circ + \gamma L_1 \cos 30^\circ = 0 \quad (4)$ Ta có: $\vec{a}_G = \vec{a}_A + \vec{a}_{G/A} = a_A \cos \theta \vec{i} - a_A \sin \theta \vec{j} - \gamma \vec{k} \times \left(-\frac{L_1}{2} \cos \theta \vec{i} - \frac{L_1}{2} \sin \theta \vec{j} \right)$ Chiều lên hai phương $a_{Gx} = a_A \cos 45^\circ - \frac{\gamma L_1}{2} \sin 30^\circ \quad (5)$ $a_{Gy} = -a_A \sin 45^\circ + \frac{\gamma L_1}{2} \cos 30^\circ \quad (6)$ $\gamma = 12,2 \text{ rad/s}^2$. Ta có $a_B = a_A \cos 45^\circ - \gamma L_1 < 0$ thỏa mãn giả thiết đầu B trượt ra ngoài	1,5																					
2.b.	Lực tác dụng của sàn lên điểm B: $\vec{F}_B = \vec{F}_{ms} + \vec{N}_B$, $N_B = 7,07 \text{ N}$ $F_B = 7,6 \text{ N}$	0,5																					
Câu II (4,0 điểm)																							
1.	Trong các quá trình đoạn nhiệt: $TV^{\gamma-1} = \text{const} \Rightarrow T \propto V^{1-\gamma}$ Như vậy trong các quá trình BC, DE và FA: $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_B}{V_C} \right)^{1-\gamma}; \frac{T_2}{T_3} = \left(\frac{V_D}{V_E} \right)^{1-\gamma}; \frac{T_3}{T_1} = \left(\frac{V_F}{V_A} \right)^{1-\gamma}$ Nhân vế với vế 3 phương trình trên ta có: $1 = \left(\frac{V_B}{V_A} \frac{V_D}{V_C} \frac{V_F}{V_E} \right)^{1-\gamma} \rightarrow 1 = \left(m^2 \frac{V_F}{V_E} \right)^{1-\gamma} \rightarrow \frac{V_F}{V_E} = \frac{1}{m^2}$	1,0																					
2.	Trong các quá trình đẳng nhiệt: $\Delta U = 0$; Do đó: $\Delta Q = \Delta W = nRT \ln \frac{V_s}{V_t}$ Trong các quá trình đoạn nhiệt: $\Delta Q = 0$ Do đó: $-\Delta U = \Delta W = -nC_V(T_s - T_t) = nC_V(T_t - T_s)$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quá trình</th><th>ΔQ</th><th>ΔW</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AB (Đẳng nhiệt)</td><td>$nRT_1 \ln(m)$</td><td>$nRT_1 \ln(m)$</td></tr> <tr> <td>BC (Đoạn nhiệt)</td><td>0</td><td>$nC_V(T_1 - T_2)$</td></tr> <tr> <td>CD (Đẳng nhiệt)</td><td>$nRT_2 \ln(m)$</td><td>$nRT_2 \ln(m)$</td></tr> <tr> <td>DE (Đoạn nhiệt)</td><td>0</td><td>$nC_V(T_2 - T_3)$</td></tr> <tr> <td>EF (Đẳng nhiệt)</td><td>$-2nRT_3 \ln(m)$</td><td>$-2nRT_3 \ln(m)$</td></tr> <tr> <td>FA (Đoạn nhiệt)</td><td>0</td><td>$nC_V(T_3 - T_1)$</td></tr> </tbody> </table> Công trong 1 chu trình là: $W = nR(T_1 + T_2 - 2T_3) \ln(m)$	Quá trình	ΔQ	ΔW	AB (Đẳng nhiệt)	$nRT_1 \ln(m)$	$nRT_1 \ln(m)$	BC (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_1 - T_2)$	CD (Đẳng nhiệt)	$nRT_2 \ln(m)$	$nRT_2 \ln(m)$	DE (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_2 - T_3)$	EF (Đẳng nhiệt)	$-2nRT_3 \ln(m)$	$-2nRT_3 \ln(m)$	FA (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_3 - T_1)$	2,0
Quá trình	ΔQ	ΔW																					
AB (Đẳng nhiệt)	$nRT_1 \ln(m)$	$nRT_1 \ln(m)$																					
BC (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_1 - T_2)$																					
CD (Đẳng nhiệt)	$nRT_2 \ln(m)$	$nRT_2 \ln(m)$																					
DE (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_2 - T_3)$																					
EF (Đẳng nhiệt)	$-2nRT_3 \ln(m)$	$-2nRT_3 \ln(m)$																					
FA (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_3 - T_1)$																					
3.	Nhiệt hấp thụ bởi khí: $Q_{ab} = Q_+ = nR(T_1 + T_2) \ln(m)$	0,5																					
4.	Hiệu suất: $\eta = \frac{W}{Q_{ab}} = 1 - \frac{2T_3}{T_1 + T_2}$	0,5																					

Câu	Nội dung	Điểm
Câu III (4,0 điểm)		
1.	Xét vi phân điện tích $dq = \sigma 2\pi r dr$ gây ra điện trường tại điểm M. $dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{hdq}{(r^2 + h^2)^{3/2}} = \frac{\sigma 2\pi h}{4\pi\epsilon_0} \frac{rdr}{(r^2 + h^2)^{3/2}}$  $E = \int dE = \frac{\sigma 2\pi h}{4\pi\epsilon_0} \int_0^R \frac{rdr}{(r^2 + h^2)^{3/2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}}\right)$ $R \gg h \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$	1,0
2.a.	Điện tích Q trên bản kim loại sinh ra bởi điện thế V $Q = \sigma \cdot \pi R^2 = \epsilon_0 E \cdot \pi R^2 = \epsilon_0 \left(\frac{V}{d}\right) \pi R^2, E = \frac{V}{d}$ Năng lượng tích trữ giữa hai bản kim loại: $U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \pi R^2}{d} V^2$ Lực tác dụng lên tấm kim loại khi điện thế V được giữ không đổi $F_E = -\frac{\partial U}{\partial d} = \frac{1}{2} \epsilon_0 \pi R^2 \frac{V^2}{d^2}$	1,0
2.b.	b1. Điện tích q trên đĩa nhỏ, sử dụng tỉ lệ điện tích đối với đĩa $q = -\left(\frac{\pi r^2}{\pi R^2}\right) Q = -\epsilon_0 \pi \frac{r^2}{d} V$ b2. Xét bản kim loại dưới, gọi v_n là vận tốc của đĩa nhỏ ngay sau va chạm lần thứ n, động năng của đĩa trên tấm dưới được cho bởi: $K_{n-down} = \frac{1}{2} m v_n^2$ Khi đĩa lên bản kim loại trên, thế năng của đĩa thay đổi: $\Delta U_{up} = q V$ Vì vậy, động năng của đĩa ngay trước va chạm lần thứ n với bản trên là $K_{n-up} = K_{n-down} + q V$ Theo đề bài $k = \frac{v_s}{v_t}$, do đó động năng đĩa ngay sau va chạm lần thứ n với bản trên $K'_{n-up} = k^2 K_{n-up} = k^2 (K_{n-down} + q V)$ Khi đĩa đi xuống, thế năng của đĩa thay đổi: $\Delta U_{down} = q V$ Động năng của đĩa trước khi va chạm lần thứ n+1 với bản dưới $K'_{n-down} = K'_{n-up} + q V = k^2 (K_{n-down} + q V) + q V$ Động năng đĩa ngay sau va chạm lần thứ n+1 với bản dưới $K_{(n+1)-down} = k^2 K'_{n-down} = k^2 [k^2 (K_{n-down} + q V) + q V]$ $K_{(n+1)-down} = k^4 K_{n-down} + k^2 (1 + k^2) q V = k^4 \frac{1}{2} m v_n^2 + k^2 (1 + k^2) q V$ Theo đề bài khi $n \rightarrow \infty, \Rightarrow v_{n+1} = v_n$, Khi đó ta có $K_{(n+1)-down} \rightarrow K_{n-down}$ $\Leftrightarrow k^4 \frac{1}{2} m v_n^2 + k^2 (1 + k^2) q V = \frac{1}{2} m v_n^2$ Cuối cùng tìm được: $v_{sgh} = v_n = \sqrt{\frac{2k^2 q V}{1 - k^2} \cdot \frac{1}{m}} = \sqrt{\frac{2k^2 \epsilon_0 \pi r^2}{1 - k^2} \frac{V^2}{md}}$	0,25
		1,75

Câu	Nội dung	Điểm
Câu IV (4,0 điểm)		
1.a.	Muốn tia ló từ G_4 qua N thì tia tới G_4 phải đi qua ảnh N_4 của N qua gương G_4 Tương tự xác định được các ảnh N_3, N_2, N_1 của G_3, G_2, G_1. Tia sáng cần vẽ là tia MABCDN 	1,0
1.b.	b1. Tia phản xạ từ gương G_1 thuộc nửa mặt phẳng phải, muốn quay lại G_1 thì phải phản xạ trên G_3 (nửa mặt phẳng trái) do đó số lần phản xạ trên G_1 chỉ có thể là nhiều hơn, bằng hoặc ít hơn 1 đơn vị. Các giá trị khả dĩ của m để bài toán có nghiệm là $m = 0, 1, 2$. b2. Trường hợp $m = 2$, Giả sử đường đi của tia sáng là: $M \rightarrow G_a \rightarrow G_b \rightarrow G_c \rightarrow G_d \rightarrow G_e \rightarrow N$ viết tắt là $G_a G_b G_c G_d G_e$. Theo thứ tự đường đi của tia sáng, gương G_3 luôn phải nằm giữa hai gương G_1. + Khi G_2, G_3, G_4 nằm giữa hai gương G_1 có: $3! = 6$ cách vẽ $G_1 G_2 G_3 G_4 G_1; G_1 G_2 G_4 G_3 G_1; G_1 G_3 G_2 G_4 G_1$ $G_1 G_3 G_4 G_2 G_1; G_1 G_4 G_2 G_3 G_1; G_1 G_4 G_3 G_2 G_1$ Tương tự: + Khi G_2, G_3 hoặc G_3, G_4 nằm giữa hai gương G_1 có: $2 \times 2! \times 2! = 8$ cách vẽ $G_1 G_3 G_2 G_1 G_4, \dots$ + Khi G_3 nằm giữa hai gương G_1 có: $3! = 6$ cách vẽ $G_2 G_1 G_3 G_1 G_4, \dots$ Kết quả: Có 20 cách vẽ.	0,5
2.a.	 Tia sáng theo phương vuông góc với $\vec{v}$ Thời gian ánh sáng đi từ $M_0 \rightarrow M_2$ và ngược lại là:	1,75

Câu	Nội dung	Điểm
	$t_1 = \frac{L}{c-v} + \frac{L}{c+v} = \frac{2Lc}{c^2-v^2} = \frac{2L}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1}$ Tốc độ ánh sáng từ $M_0 \rightarrow M_1$ và ngược lại đều bằng: $\sqrt{c^2 - v^2}$ Thời gian ánh sáng đi từ $M_0 \rightarrow M_1$ và ngược lại là: $t_2 = \frac{2L}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2L}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$ Độ lệch thời gian khi ánh sáng đi theo đường (2) và (1) : $\Delta t_1 = t_1 - t_2 = \frac{2L}{c} \left[\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1} - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \right]$ Tính gần đúng ta có: $\Delta t_1 \approx \frac{Lv^2}{c^3}$. Suy ra hiệu quang trình: $\Delta d = c\Delta t_1 = \frac{Lv^2}{c^2}$	
2.b.	Khi xoay thí nghiệm đi 90° trên mặt phẳng nằm ngang, vận tốc kéo theo của gió ête có phương vuông góc với vận tốc kéo theo ban đầu; khi đó hai tia sáng theo hai đường sẽ đối vai trò cho nhau. $\Delta t_2 = \frac{2L}{c} \left[\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1} \right]$ Kết quả này cho thấy hiệu quang trình trước và sau khi quay sẽ sai khác nhau một lượng là $2\Delta d$. Như vậy (nếu tồn tại gió ête) khi xoay chậm hệ ta sẽ quan sát được sự dịch chuyển theo của hệ vân giao thoa trên màn M. Độ dịch chuyển của hệ vân là: $\frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\lambda} c = \frac{4L}{\lambda} \left[\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1} - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \right] \approx \frac{4L}{\lambda} \left(1 + \frac{v^2}{c^2} - 1 - \frac{v^2}{2c^2}\right) = \frac{2Lv^2}{\lambda c^2}$	0,25
2.c.	Kết quả quan sát thực nghiệm cho thấy không có sự dịch chuyển của hệ vân giao thoa khi xoay hệ thí nghiệm nên có thể khẳng định: - Hoặc ête không tồn tại. - Hoặc ête không chuyển động tương đối so với Trái Đất. (Học sinh trả lời đúng một trong hai ý đều cho điểm)	0,25
Câu V (4,0 điểm)		
1.a.	Gọi S là hệ quy chiếu gắn mặt đất, S' là hệ quy chiếu gắn khối tâm myon và notrinô. Áp dụng bảo toàn động lượng và năng lượng cho sự phân rã của hạt pion trong hệ quy chiếu S'. $0 = \vec{p}'_\mu + \vec{p}'_\nu \Leftrightarrow \frac{m_{\mu 0} v'_\mu}{\sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2}} = p'_\nu \quad (1); \quad m_{\pi 0} c^2 = \frac{m_{\mu 0} c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2}} + p'_\nu c \quad (2)$ Từ (1) và (2) ta được $m_{\pi 0} c = \frac{m_{\mu 0} c}{\sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2}} + \frac{m_{\mu 0} v'_\mu}{\sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2}} \Rightarrow \sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2} = \frac{m_{\mu 0}}{m_{\pi 0}} \left(1 + \frac{v'_\mu}{c}\right)$ $\left(\frac{m_{\mu 0}}{m_{\pi 0}}\right)^2 = \frac{1 - \frac{v'_\mu}{c}}{1 + \frac{v'_\mu}{c}} \Rightarrow v'_\mu = c \frac{1 - \left(\frac{m_{\mu 0}}{m_{\pi 0}}\right)^2}{1 + \left(\frac{m_{\mu 0}}{m_{\pi 0}}\right)^2} = 0,2714c$	1,75

Câu	Nội dung	Điểm
	Trong hệ quy chiếu S', hạt μ bay lệch góc θ' so với phương ban đầu hạt π. Sử dụng công thức cộng vận tốc, ta có: $v_{\mu x} = \frac{v'_{\mu} \cos \theta' + v_{\pi}}{1 + \frac{v'_{\mu} \cos \theta'}{c^2} v_{\pi}} = 0,9750c; v_{\mu y} = \frac{v'_{\mu} \sin \theta' \sqrt{1 - \frac{v_{\pi}^2}{c^2}}}{1 + \frac{v'_{\mu} \cos \theta'}{c^2} v_{\pi}} = 0,0309c$ Ta có: $v_{\mu} = \sqrt{v_{\mu x}^2 + v_{\mu y}^2} = 0,9755c$ Hoặc biến đổi ta được: $v_{\mu} = \sqrt{v_{\mu x}^2 + v_{\mu y}^2} = c \left(1 - \frac{\left(1 - \frac{v_{\mu}^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{v_{\pi}^2}{c^2}\right)}{\left(1 + \frac{v'_{\mu} v \cos \theta'}{c^2}\right)^2} \right)^{1/2}$ Thay góc $\theta' = 30^\circ$, ta được $v_{\mu} = 0,9755c = 2,92658 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	
1.b.	Do sự chậm lại của thời gian, nên thời gian sống của hạt muon trong hệ quy chiếu S là $T = \frac{T'}{\sqrt{1 - \frac{v_{\mu}^2}{c^2}}} = 7,29 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ Quãng đường hạt muon đi được là: $d = \frac{T' v_{\mu}}{\sqrt{1 - \frac{v_{\mu}^2}{c^2}}} \approx 2920 \text{ m} < 10^4 \text{ m}$ Kết luận hạt muon không thể xuống tới mặt đất.	0,50
2.	Xét electron có vận tốc v_0, điện tích e chuyển động trong điện trường đều. Ở thời điểm t: $\frac{d\vec{p}_e}{dt} = -e\vec{E} \Rightarrow p_{ex} = eEt; p_{ey} = p_{e0} = \frac{m_{e0} v_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2}} \quad (3)$ Mặt khác: $\vec{p}_e = m_e \vec{v}_e = \frac{\epsilon_e}{c^2} \vec{v}_e \Rightarrow p_{ex} = \frac{\epsilon_e}{c^2} v_x; p_{ey} = \frac{\epsilon_e}{c^2} v_y \quad (4)$ $\epsilon_e = \sqrt{p_e^2 c^2 + m_{e0}^2 c^4} = \sqrt{\left(\frac{m_{e0}^2 v_0^2}{1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2} + (eEt)^2 \right) c^2 + m_{e0}^2 c^4}$ Từ (3) và (4) ta có: $v_x = \frac{eEc^2}{\epsilon_e} t; v_y = \frac{m_{e0} v_0 c^2}{\epsilon_e \sqrt{1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2}}$ Vận tốc của hạt electron là: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = c \left(\frac{\left(\frac{v_0}{c}\right)^2 + \left(\frac{eEt}{m_{e0} c}\right)^2 \left(1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2\right)}{1 + \left(\frac{eEt}{m_{e0} c}\right)^2 \left(1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2\right)} \right)^{1/2}$	1,75
Tổng điểm toàn bài		20,00

----- HẾT -----