

I. Hướng dẫn chung

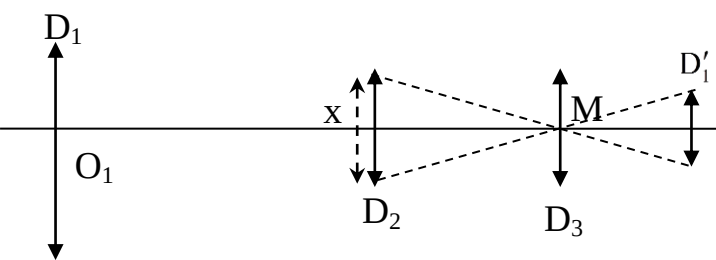
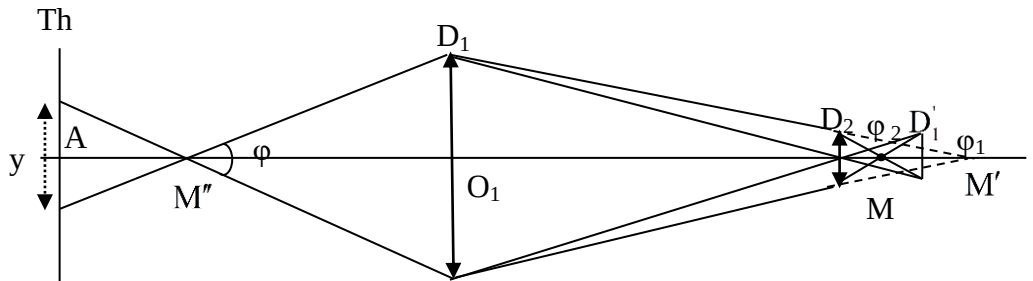
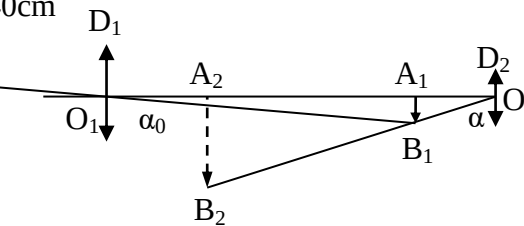
1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài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

II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,5 điểm)	
1	Gọi góc hợp bởi đường nối tâm O_1O_2 so với phương đứng là θ . Khi $\theta=0$ giả thiết O_1AO_2B cùng nằm trên đường thẳng đứng Khi chuyển động lăn không trượt ta có $3r\dot{\theta} = r\dot{\varphi}$ (1)	0,50
	Xét phương trình liên quan đến quả cầu nhỏ ta có $m3r\ddot{\theta} = mg \sin \theta - f_{ms}$ (2) với f_{ms} là lực ma sát	0,25
	$I\ddot{\varphi} = f_{ms}r = \frac{2}{5}mr^2\ddot{\varphi}$ (3)	0,25
	Rút f_{ms} từ (3) thay vào (2) ta có $m3r\ddot{\theta} = mg \sin \theta - \frac{2}{5}mr\ddot{\theta}$ (4) Từ (1) có $3r\ddot{\theta} = r\ddot{\varphi}$ thay vào (4) có $\ddot{\theta} = \frac{5g \sin \theta}{21r}$	0,50
	$\ddot{\theta} = \frac{5g \sin \theta}{21r} = \frac{1}{2} \frac{d\dot{\theta}^2}{d\theta} \Rightarrow \dot{\theta}^2 = -\frac{10g \cos \theta}{21r} + C$ Khi $\dot{\theta} = 0$ tại $\theta = 0 \Rightarrow C = \frac{10g}{21r}$ Do đó $\dot{\theta}^2 = -\frac{10g \cos \theta}{21r} + \frac{10g}{21r} = \frac{10g(1 - \cos \theta)}{21r} \Rightarrow \dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt} = \sqrt{\frac{10g(1 - \cos \theta)}{21r}} = \sqrt{\frac{20g}{21r}} \sin \frac{\theta}{2}$ $\frac{d\theta}{dt} = \sqrt{\frac{20g}{21r}} \sin \frac{\theta}{2} \Rightarrow \int_0^{\theta} \frac{d\theta}{\sin \frac{\theta}{2}} = \int_0^t \sqrt{\frac{20g}{21r}} dt = \sqrt{\frac{20g}{21r}} t \Rightarrow \theta = 4 \arctan \left(e^{\sqrt{\frac{20g}{21r}} t} \right)$	0,50
2.	Hai quả cầu rơi từ độ cao $h-2r$ do tâm quả cầu lớn cách mặt đất là h . Vận tốc nảy lên của quả cầu lớn ngay tại thời điểm vừa chạm đất là $v_2 = \sqrt{2g(h-2r)}$ còn quả cầu nhỏ đi xuống với vận tốc là $v_1 = v_2 = v = \sqrt{2g(h-2r)}$	0,25
	Do khối tâm hai quả cầu không nằm trên đường thẳng đứng nên xảy ra quá trình va chạm hai chiều. Sau va chạm quả cầu nhỏ sẽ nảy sang phía phải với tốc độ không đổi còn quả cầu lớn nảy sang phía trái. Vận tốc các quả cầu là v'_1 và v'_2	0,50
	Chọn hệ qui chiếu như hình vẽ, trục Ox hướng từ O_1O_2 . Tính vận tốc Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và động năng sau va chạm (động lượng theo phương Oy không thay đổi):	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	thành hai giai đoạn): $A = p_{kk1} V_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) + 0,8 p_0 V_1 \ln \left(\frac{0,8 V_1}{V_1} \right) + p_0 (V_2 - 0,8 V_1) = -3,51 \text{ kJ}$	
3.	Trong quá trình nén trên hỗn hợp nước và hơi nước tỏa nhiệt. Nhiệt lượng này gồm nhiệt lượng tỏa ra khi nén hơi nước ở độ ẩm 80% đến khi bão hòa và nhiệt lượng hơi nước bão hòa tỏa ra khi ngưng tụ: Khối lượng nước toàn phần: $m_n = \mu_n \frac{0,8 p_0 V_1}{RT} \approx 1,125 \text{ g}$. Khối lượng hơi nước ở trạng thái cuối: $m_h = \mu_n \frac{p_0 V_2}{RT} \approx 0,695 \text{ g}$. Vậy khối lượng nước dạng lỏng ở trạng thái cuối $\Delta m = m_n - m_h = 0,43 \text{ g}$ $Q = 0,8 p_0 V_1 \ln \left(\frac{0,8 V_1}{V_1} \right) - L \Delta m = -1,003 \text{ kJ}.$	0,50
	Câu III (4,0 điểm)	
1.	Vì electron có thể quay tròn đều với tốc độ góc ω_0 dưới tác dụng của lực tĩnh điện nên lực hút tĩnh điện đóng vai trò lực hướng tâm cho chuyển động này $F = eE = m\omega_0^2 r \Rightarrow E = \frac{m\omega_0^2}{e} r \quad (\text{với } e = Q = -q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})$	0,50
	Do điện tích phân bố đối xứng cầu nên cường độ điện trường E có tại bề mặt của quả cầu bán kính r được xác định nhờ định luật Gauss $E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q_r}{\epsilon_0} \Rightarrow Q_r = E \epsilon_0 4\pi r^2 = \frac{4\pi \epsilon_0 m \omega_0^2 r^3}{e}$	0,25
	Với Q_r là tổng điện tích bên trong mặt cầu bán kính r. Mật độ điện tích trung bình bên trong mặt cầu này là $\rho_r = \frac{Q_r}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3\epsilon_0 m \omega_0^2}{e} \quad (1)$ Như vậy mật độ trung bình này không phụ thuộc vào r chứng tỏ điện tích được phân bố đều bên trong quả cầu nguyên tử này với $\rho_r = \frac{Q_R}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3e}{4\pi R^3} \quad (2)$	0,50
	Từ (1) và (2) có $\rho = \frac{3\epsilon_0 m \omega_0^2}{e} = \frac{3e}{4\pi R^3} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 m R^3}} = \sqrt{\frac{ke^2}{mR^3}}$ Áp dụng số $\omega_0 = 1,59 \cdot 10^{16} \text{ (rad/s)}$	0,25
2.	Dễ nhận ra rằng, lực quả cầu tác dụng vào electron có dạng của lực kéo về trong dao động điều hòa. Vì vậy electron sẽ dao động điều hòa trong quả cầu với tốc độ góc đúng bằng ω_0 và chu kỳ dao động đúng bằng chu kỳ quay của electron.	0,50
3.	Khi quả cầu đã có bán kính r, công để “đắp thêm” một điện tích làm bán kính của nó tăng thêm một lượng dr, bằng độ tăng thế năng của quả cầu: $dW_E = \frac{kQ_r dQ_r}{r} = \frac{k\rho \frac{4}{3}\pi r^3 \rho 4\pi r^2 dr}{r} = \frac{16k\pi^2 \rho^2 r^4 dr}{3}$ $\Rightarrow W_E = \frac{16k\pi^2 \rho^2}{3} \int_0^R r^4 dr = \frac{16k\pi^2 \rho^2 R^5}{3} = \frac{3kQ^2}{5R} = \frac{3ke^2}{5R}$	0,50
	Bằng cách làm tương tự, ta có thể có biểu thức của thế năng hấp dẫn của quả cầu	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$W_G = -\frac{3GM^2}{5R}$	
	Áp dụng bằng số $W_E = 1,38.10^{-18}(J) = 8,63eV$, $W_G = 1,12.10^{-54}(J)$ Có $W_E / W_G = 1,24.10^{36}(J)$ hay $W_G \ll W_E$. Từ kết quả trên ta có thể thấy vai trò của lực hấp dẫn không đáng kể so với lực điện của bài toán này và có thể bỏ qua được.	0,25
4.	Năng lượng do sức căng bề mặt tạo ra $W_S = \sigma.4\pi R^2$	0,25
	Tổng năng lượng của quả cầu $W = W_E + W_S + W_G = 4\pi\sigma R^2 + \frac{3kQ^2}{5R}$	0,50
	Trạng thái cân bằng đạt được khi W đạt giá trị nhỏ nhất. Cho đạo hàm W theo R bằng 0 rồi giải phương trình ta được $R = \sqrt[3]{\frac{3kQ^2}{40\pi\sigma}} \Rightarrow \sigma = \frac{3kQ^2}{40\pi R^3} \approx 5,5N/m$	0,25
Câu IV (4,0 điểm)		
1.	*Tính O_1O_2: Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow[d_1]{O_1} A_1B_1 \xrightarrow[d_2]{O_2} A_2B_2 \xrightarrow[d_3]{O_3} A_3B_3$ Ngắm chừng ở OC_V, ta có: $d'_3 = -OC_V = -50cm$. Từ các công thức đối với thấu kính chúng ta tính được: $d_3 = 50/51cm$; $d'_2 = O_2O_3 - d_3 = 52/51cm$; $d_2 = -156/101cm$; $O_1O_2 = d'_1 + d_2 \approx 19,51cm \rightarrow d'_1 = 400/19cm \rightarrow d_1 = 400cm$. * Tính độ bội giác: Góc trông đoạn AB khi không dùng ống ngắm α_0 là góc trông đoạn AB từ điểm O_3, ta có: $\tan \alpha_0 = \frac{AB}{AO_1 + O_1O_2 + O_2O_3} = \frac{AB}{421,51}$. α là góc trông ảnh cuối cùng qua hệ quang học, ta có: $\tan \alpha = \frac{A_3B_3}{ d'_3 } = \frac{A_3B_3}{OC_V}$ Độ bội giác của ảnh: $G_V = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{A_3B_3}{AB} \frac{421,51}{50} = 8,43 k$ $G_V = 8,43 k_1 k_2 k_3 = 8,43 \left \frac{d'_1 d'_2 d'_3}{d_1 d_2 d_3} \right \approx 14,94 \approx 15$.	0,25
		0,25
		0,25
		0,50
2.	Kích thước của thước mà người quan sát nhìn thấy qua kính Gọi D_1 là đường kính của mặt vật kính, $D_1 = 3cm$, ta dùng kí hiệu D_1 để kí hiệu của mặt vật kính O_1; Gọi D'_1 là ảnh D_1 qua thấu kính O_2, từ công thức thấu kính tính được D'_1 nằm cách O_2 một đoạn $3,544cm$ và có đường kính $D'_1 = 0,545cm$. Như vậy, tất cả các tia sáng đi từ vật kính O_2, khi tia ló ra đều phải đi qua ảnh này. Gọi M là vị trí đặt mắt, M trùng với O_3 và cách O_2 một khoảng $2cm$. Hai đường nối hai điểm ở hai đầu đường kính D'_1 với M, cắt mặt thấu kính O_2 ở hai điểm cách nhau một khoảng x (Hình 4a), ta có: $\frac{x}{2.2} = \frac{D'_1}{2.(3,544 - 2)}; \Rightarrow x = D'_1 \frac{2}{3,544 - 2} = 0,545 \frac{2}{1,544} \approx 0,706cm$.	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Nhận xét, x lớn hơn đường kính của đường rìa O_2 ($D_2=0,7\text{cm}$). Như vậy, có thể coi gần đúng như toàn bộ chùm tia sáng chiếu từ mặt vật kính O_1 đến mặt thấu kính O_2, khi ló ra sẽ đi vào mắt người quan sát. Xét chùm sáng đi từ mặt vật kính O_1 đến mặt thấu kính O_2 và đồng quy tại điểm M, với điểm M là ảnh của điểm M' qua O_2; M' lại là ảnh của điểm M'' qua O_1; M'' cách O_1 một khoảng (Hình 4b):  Hình 4a $O_1M'' = \frac{(19,51 + 3,544)20}{(19,51 + 3,544) - 20} = 151\text{cm}$	0,50
	 Hình 4b Chùm tia đi từ mặt thấu kính O_2 vào mắt có góc mở φ_2 lớn nhất khả dĩ. Chùm tia đi từ mặt O_1 đến mặt O_2 có góc mở φ_1, chùm này tạo ra chùm φ_2. Chùm φ_1 lại được tạo bởi chùm tia có đỉnh ở M'', chiếu đây trên mặt vật kính O_1. Chùm này có góc mở φ. Chùm φ giới hạn bởi chùm từ thước chiếu đến mà có thể truyền qua cả O_1, qua O_2 và đi vào mắt người quan sát. Chỉ trong những tia nằm trong chùm này mới đi được vào mắt người quan sát, ta có: $\tan \frac{\varphi}{2} = \frac{D_1}{2O_1M''} = \frac{1,5}{151} \quad (1)$ Như vậy chùm tia φ cắt trên thước một đoạn thẳng có chiều dài y (Hình 4b), ta có: $\tan \frac{\varphi}{2} = \frac{y}{2AM''} = \frac{y}{2(400 - 151)} = \frac{y}{498} \quad (2)$ Thay (1) vào (2) suy ra $y = 5\text{cm}$. Người quan sát chỉ thấy một đoạn thước dài 5cm.	0,50
3.	Gọi O là quang tâm của thấu kính thay thế thị kính kép, ta có: $\tan \alpha_0 = \frac{A_1B_1}{d'_1}; \tan \alpha = \frac{A_1B_1}{d_2}.$ $G_v = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{d'_1}{d_2} = \frac{400}{19d_2} = 15 \Rightarrow d_2 = 1,40\text{cm}$ $O_1O = d'_1 + d_2 = \frac{400}{19} + 1,40 \approx 22,45\text{cm}$ $f = \frac{(-50)1,4}{-50 + 1,4} = 1,36\text{cm}.$ 	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu V (4,0 điểm)	
1.	Từ biểu thức định nghĩa của lực $\vec{F} = \frac{d}{dt}(\vec{m}\vec{u})$, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$,	0,50
	ta có $\vec{F} = \frac{d}{dt} \left(\frac{m_0 \vec{u}}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \right) = \frac{m_0 \frac{d\vec{u}}{dt}}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} + \frac{m_0 \vec{u}}{\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{3/2}} \left(\vec{u} \frac{d\vec{u}}{dt} \right) = m\vec{a} + \frac{(\vec{a} \cdot \vec{u})}{(c^2 - u^2)} m\vec{u}$	1,00
2a.	Trong trường hợp chuyển động của hạt là đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với từ trường, lực Lorentz đóng vai trò lực hướng tâm, nên vận tốc và gia tốc của hạt vuông góc nhau $\left(\vec{u} \frac{d\vec{u}}{dt} = 0 \right)$. Vì vậy: $\vec{F} = m\vec{a} + \frac{(\vec{a} \cdot \vec{u})}{(c^2 - u^2)} m\vec{u} = m\vec{a}$ Vì $\vec{u} \frac{d\vec{u}}{dt} = \frac{1}{2} \frac{du^2}{dt} = 0 \rightarrow u = \text{const}$.	0,50
	Từ đó suy ra $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} = \text{const}$. Đặt $\omega_B = \frac{qB}{m}$ là tần số góc cổ điển của chuyển động của hạt điện tích khối lượng m trong từ trường đều. Phương trình của định luật 2 Newton: $m\vec{a} = q\vec{u} \wedge \vec{B}$.	0,50
	Chiếu lên trục 0x và trục 0y (hạt không chuyển động theo trục 0z): $\ddot{x} = \omega_B \dot{y}; \ddot{y} = -\omega_B \dot{x}$ Tìm nghiệm hệ phương trình bằng cách đặt $x = A \cos(\omega t + \varphi); y = B \sin(\omega t + \varphi)$, ta thu được hệ phương trình cho A và B: $\begin{cases} -\omega^2 A = \omega_B \omega B \\ -\omega^2 B = \omega_B \omega A \end{cases}$ Nhân 2 vế tương ứng của 2 phương trình, ta rút ra: $\omega = \omega_B$	0,50
b.	Tính theo giá trị độ lớn các đại lượng $F_L = q\vec{u} \wedge \vec{B}; a_{ht} = \frac{u^2}{R} = \left \frac{d\vec{u}}{dt} \right $ Nếu đặt $\beta = \frac{u}{c}$ và $A = \frac{qBR}{m_0 c}$: $\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \frac{u^2}{R} = q\vec{u} \wedge \vec{B} \rightarrow \frac{\frac{u}{c}}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} = \frac{qBR}{m_0 c} \rightarrow \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = A \rightarrow \frac{\beta^2}{1-\beta^2} = A^2 \rightarrow \frac{1}{1-\beta^2} = 1 + A^2$ Rút ra $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} = \sqrt{1 + \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2} \rightarrow \omega = \omega_B = \frac{qB}{m} = \frac{qB}{m_0} \sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}} = \frac{qB}{m_0 \sqrt{1 + \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2}}$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
c.	Từ công thức Einstein $E = mc^2$ ta tính được biểu thức của động năng: $K = E - E_0 = (m - m_0)c^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} - 1 \right) m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\sqrt{1 + \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2} - 1 \right)$	0,25
	Nếu $B \ll 1$, khai triển $K = m_0 c^2 \left(\sqrt{1 + \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2} - 1 \right) \approx \frac{m_0 c^2}{2} \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m_0}$	0,25
	Hạt chuyển động tròn trong từ trường với vận tốc dài $v = \omega_B R$, $\omega_B = \frac{qB}{m_0}$; nên động năng $K = \frac{1}{2} m_0 \omega_B^2 R^2 = \frac{m_0 v^2}{2}$ trùng với công thức tính động năng trong cơ học cổ điển!	0,25