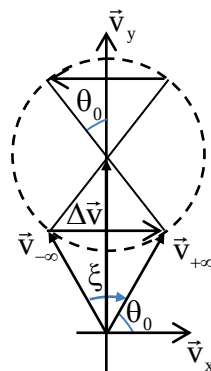
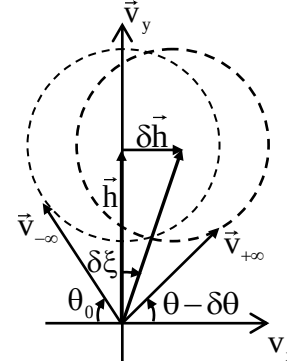


I. Hướng dẫn chung

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 I (3,5 điểm)	
1.	Mômen động lượng $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = Mr^2 \dot{\theta} \vec{e}_z$ ($\vec{e}_z$ là vector đơn vị trục Oz) và năng lượng của hạt bảo toàn. Do đó: $M\dot{\vec{v}} = \frac{\gamma}{r^2} \vec{e}_r = \frac{\gamma M}{L} \dot{\theta} \vec{e}_r = -\frac{\gamma M}{L} \dot{\theta} \vec{e}_\theta$ tức là $\vec{h} = \vec{v} + \frac{\gamma}{L} \vec{e}_\theta = \text{const.}$	0,50
	Vậy $q = \frac{\gamma}{L}$, còn độ lớn của h có thể dễ dàng tính được khi hạt còn ở vô cùng. Khi đó $\vec{v} // \vec{e}_r$, hay $\vec{v} \perp \vec{e}_\theta$, nên $h^2 = v_0^2 + \frac{\gamma^2}{L^2}$. Tại điểm cực cận của quỹ đạo, $v_r = 0 \Rightarrow \vec{v} // \vec{e}_\theta$ hay $\vec{h} // \vec{e}_\theta$, tức là $\vec{h}$ hướng theo phương của trục Oy.	0,50
2.	Ta dễ dàng biến đổi về dạng $\vec{v} = \vec{h} - q\vec{e}_\theta$ tức là tốc độ có dạng cung tròn tâm nằm tại vị trí $(0, h)$ và bán kính bằng q (xem hình). Áp dụng biến thiên của véc-tơ vận tốc cho hai điểm ngoài cùng của quỹ đạo hyperbol, ta được: $\Delta \vec{v} = \Delta \vec{h} - q\Delta \vec{e}_\theta = -q\Delta \vec{e}_\theta.$ $2v_0 \sin \frac{\xi}{2} \vec{e}_x = 2q \sin \theta_0 \vec{e}_x.$ Mặt khác $\xi/2 + \theta_0 = \pi/2$ nên cuối cùng $\cot \frac{\xi}{2} = \frac{Lv_0}{\gamma}$.	0,50
		0,50
3.	Bây giờ, có thêm lực nhiễu loạn xuyên tâm $\vec{g}(\vec{r}) = g(r)\vec{e}_r$, mômen động lượng $\vec{L} = Mr^2 \dot{\theta} \vec{e}_z$ vẫn là đại lượng bảo toàn. Tuy nhiên, phương trình chuyển động bây giờ có dạng $M\dot{\vec{v}} = \frac{\gamma}{r^2} \vec{e}_r + g(r)\vec{e}_r$. Nếu ta vẫn định nghĩa $\vec{h} = \vec{v} + \frac{\gamma}{L} \vec{e}_\theta$ như trước thì nó không còn là véc-tơ bảo toàn mà biến thiên theo thời gian với tốc độ $\frac{d\vec{h}}{dt} = \dot{\vec{v}} - \frac{\gamma}{L} \dot{\theta} \vec{e}_r$.	0,50
	Rút $\dot{\vec{v}} = \frac{\gamma}{L} \dot{\theta} \vec{e}_r + \frac{g(r)}{M} \vec{e}_r$, từ trên rồi thế vào ta được $\frac{d\vec{h}}{dt} = \frac{g(r)}{M} \vec{e}_r$. Đổi biến $\frac{d\vec{h}}{dt} = \frac{d\vec{h}}{d\theta} \dot{\theta}$. Từ mômen động lượng rút $\dot{\theta} = L / Mr^2$ và thế vào ta được: $\frac{d\vec{h}}{d\theta} = \frac{r^2 g(r)}{L} \vec{e}_r$. Ta sẽ giải nhiễu loạn, tức là lấy tích phân tìm biến thiên của $\delta \vec{h}$ theo quỹ đạo cũ chưa bị nhiễu loạn. Thay: $\vec{e}_r = \cos \theta \vec{e}_x + \sin \theta \vec{e}_y$. $\delta \vec{h} = \frac{\vec{e}_x}{L} \int_{-\theta_0}^{\theta_0} r^2 g(r) \cos \theta d\theta + \frac{\vec{e}_y}{L} \int_{-\theta_0}^{\theta_0} r^2 g(r) \sin \theta d\theta.$	0,50

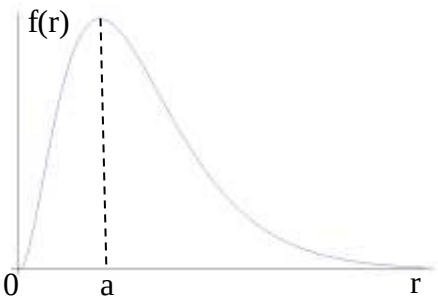
Câu	Nội dung	Điểm
	Thành phần thứ hai của tích phân do đối xứng hàm lẻ nên bằng không, chỉ còn lại thành phần đầu. Bây giờ ta thay $g(r) = \frac{\beta}{r^3}$ vào ta được $\delta \vec{h} = \frac{\vec{e}_x}{L} \int_{-\theta_0}^{\theta_0} \frac{\beta}{r} \cos \theta d\theta = \frac{\vec{e}_x \beta}{pL} \int_{-\theta_0}^{\theta_0} (\varepsilon \cos \theta - 1) \cos \theta d\theta$ Tích phân lên ta được $\delta \vec{h} = \frac{\vec{e}_x \beta}{pL} (\varepsilon \theta_0 + \frac{\varepsilon}{2} \sin 2\theta_0 - 2 \sin \theta_0)$ Tuy nhiên, từ phương trình quỹ đạo hyperbol, khi $r = \infty$, ta có $\varepsilon \cos \theta_0 - 1 = 0$ nên biểu thức trên có thể rút gọn $\delta \vec{h} = \frac{\vec{e}_x \beta}{pL} (\varepsilon \theta_0 - \sin \theta_0)$ Biến thiên góc tán xạ: $\delta \xi = \frac{\delta h}{h} = \frac{\beta}{hpL} (\varepsilon \theta_0 - \sin \theta_0) = \frac{M\beta}{L^2} (\theta_0 - \frac{\gamma}{hL} \sin \theta_0)$. 	0,50
Câu II (4,0 điểm)		
1a.	Mô men lưỡng cực điện $\vec{p}_0$ luôn song song với Oz. Gọi số mô men lưỡng cực điện hướng theo chiều dương của Oz là n. Ta có $\Omega = \frac{N!}{n!(N-n)!}$ do đó tính được: Entropy: $S = k \left[N \ln \frac{N}{N-n} - n \ln \frac{n}{N-n} \right]$ và nội năng: $U = -p_0 E (2n - N)$	0,50
	Nhiệt độ: $T = \frac{dU}{dS} = \frac{dU}{dn} \frac{dn}{dS} = \frac{dU}{dn} / \frac{dS}{dn} = \frac{-2p_0 E}{k \ln \left(\frac{N-n}{n} \right)}$. Từ đó $n = N \frac{1}{1 + e^{\frac{2p_0 E}{kT}}}$. Nội năng $U = -p_0 E N \left(\frac{2}{1 + e^{\frac{2p_0 E}{kT}}} - 1 \right) = -p_0 E N \left(\frac{e^{\frac{p_0 E}{kT}} - e^{-\frac{p_0 E}{kT}}}{e^{\frac{p_0 E}{kT}} + e^{-\frac{p_0 E}{kT}}} \right)$	0,50
1b.	Véc tơ phân cực: $P = \frac{p_0 n - p_0 (N-n)}{V} = \frac{N p_0}{V} \left(\frac{2}{1 + e^{\frac{2p_0 E}{kT}}} - 1 \right) = \frac{N p_0}{V} \left(\frac{e^{\frac{p_0 E}{kT}} - e^{-\frac{p_0 E}{kT}}}{e^{\frac{p_0 E}{kT}} + e^{-\frac{p_0 E}{kT}}} \right)$	0,50
1c.	Khi điện trường yếu: $P \approx \frac{N p_0^2 E}{V k T} \Rightarrow \varepsilon = 1 + \frac{N p_0^2}{V k T \varepsilon_0}$.	0,50
2a.	Mô men lưỡng cực điện $\vec{p}_0$ có thể có hướng bất kì, hàm phân bố mật độ xác suất $\rho(\theta) = \text{const} e^{-u(\theta)/kT} \frac{du}{d\theta} = \text{const} e^{\frac{p_0 E \cos \theta}{kT}} \sin \theta.$ Hệ số chuẩn hóa: $\text{const} = \frac{1}{\int_0^\pi e^{\frac{p_0 E \cos \theta}{kT}} \sin \theta d\theta} = \frac{kT}{p_0 E (e^{\frac{p_0 E}{kT}} - e^{-\frac{p_0 E}{kT}})}$.	0,50
2b.	$\bar{p}_z = \frac{\int_0^\pi p_0 \cos \theta e^{\frac{p_0 E \cos \theta}{kT}} \sin \theta d\theta}{\int_0^\pi e^{\frac{p_0 E \cos \theta}{kT}} \sin \theta d\theta} = p_0 \left[\frac{e^A - e^{-A}}{e^A + e^{-A}} - \frac{1}{A} \right] = p_0 L(A), \text{ với } A = \frac{p_0 E}{kT}.$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Nội năng $U = -NE\bar{p}_z = -NEp_0 L \left(\frac{p_0 E}{kT} \right)$	
2c.	$P = \frac{N}{V} \bar{p}_z = \frac{N}{V} p_0 L \left(\frac{p_0 E}{kT} \right)$	0,50
2d.	$P = \frac{N}{V} p_0 \left[\frac{e^A + e^{-A}}{e^A - e^{-A}} - \frac{1}{A} \right] \approx \frac{Np_0^2 E}{3VkT} \Rightarrow \varepsilon = 1 + \frac{Np_0^2}{3VkT\varepsilon_0}$	0,50
Câu III (2,5 điểm)		
	Từ phương trình định luật II Newton cho trường hợp tương đối tính $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$; $\vec{F}' = \frac{d\vec{p}'}{dt'}$ Chiếu xuống các phương $F_x = \frac{dp_x}{dt}$; $F_y = \frac{dp_y}{dt}$; $F_z = \frac{dp_z}{dt}$; $F'_x = \frac{dp'_x}{dt'}$; $F'_y = \frac{dp'_y}{dt'}$; $F'_z = \frac{dp'_z}{dt'}$. Sử dụng phép biến đổi năng - xung lượng $p'_x = \gamma \left(p_x - \frac{vE}{c^2} \right)$; $p'_y = p_y$; $p'_z = p_z$,	0,5
	phép biến đổi Lorent cho thời gian: $dt' = \gamma \left(1 - \frac{v}{c^2} u_x \right) dt$,	0,5
	Theo định nghĩa $\frac{dp_x}{dt} = F_x$ và đạo hàm của năng lượng toàn phần: $\frac{dE}{dt} = \frac{d(\sqrt{\vec{p}^2 c^2 + E_0^2})}{dt} = \frac{\vec{p}c^2}{\sqrt{\vec{p}^2 c^2 + E_0^2}} \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{mc^2}{mc^2} \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}\vec{u}.$	0,5
	Ta có $F'_x = \frac{dp'_x}{dt'} = \frac{d}{dt'} \left[\gamma \left(p_x - \frac{vE}{c^2} \right) \right] = \frac{d}{dt} \left[\gamma \left(p_x - \frac{vE}{c^2} \right) \right] \frac{dt}{dt'} = \gamma \left(\frac{dp_x}{dt} - \frac{v}{c^2} \frac{dE}{dt} \right) \frac{dt}{dt'}$ $= \gamma \left(F_x - \frac{v}{c^2} \vec{u}\vec{F} \right) \frac{dt}{dt'} = \frac{F_x - \frac{v}{c^2} \vec{u}\vec{F}}{1 - \frac{v}{c^2} u_x} = F_x - \frac{u_y v}{c^2 - u_x v} F_y - \frac{u_z v}{c^2 - u_x v} F_z$	0,5
	Tương tự ta có $F'_y = \frac{dp'_y}{dt'} = \frac{dp_y}{dt} \frac{dt}{dt'} = \frac{dp_y}{dt} \frac{dt}{dt'} = F_y \frac{dt}{dt'} = \frac{F_y}{\gamma} \left(1 - \frac{v}{c^2} u_x \right)$. Hoàn toàn tương tự cho $F'_z = \frac{F_z}{\gamma} \left(1 - \frac{u_x v}{c^2} \right)$.	0,5
Câu IV (3,0 điểm)		
1.	Từ biểu thức của mật độ điện mặt $\sigma = \frac{Q}{2\pi RL}$ và vận tốc dài của điện tích $v = \omega R$ ta suy ra mật độ dòng điện mặt: $j_s = \sigma v = \frac{Q\omega}{2\pi L}$ Khi đó, áp dụng định luật Amper cho một khung dây hình chữ nhật có hai cạnh song song với trục hình trụ, một cạnh bên trong mặt trụ, một cạnh bên ngoài mặt trụ và có cùng chiều dài ℓ. $B.\ell = \mu_0 j_s \ell$ Từ đây suy ra biểu thức vector của cảm ứng từ $\vec{B} = \mu_0 j_s \vec{u}_z = \frac{\mu_0 Q\omega}{2\pi L} \vec{u}_z$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	Xét một khung dây hình tròn bán kính R, tâm nằm trên trục hình trụ, từ thông gửi qua khung là $\Phi_B = \pi R^2 B$ Khi ω biến đổi, từ thông biến đổi gây nên điện trường xoáy trên mặt trụ. Định luật Faraday $2\pi R E = \pi R^2 \frac{dB}{dt}$. Tính đến quy tắc vặn nút chai, biểu thức của điện trường xoáy $\vec{E} = -\frac{\mu_0 R Q}{4\pi L} \frac{d\omega}{dt} \vec{u}_\varphi$	0,25
	Trường tĩnh điện do điện tích phân bố đều gây ra là xuyên tâm, nên mômen các lực điện này đối với trục quay bằng không. Còn điện trường xoáy do từ trường biến thiên gây ra có phương tiếp tuyến với mặt trụ sẽ tác dụng lên điện tích dq nằm trên mặt trụ một lực: $d\vec{f} = -\frac{\mu_0 \gamma R Q}{4\pi L} dq \vec{u}_\varphi$ Mômen của lực này đối với trục Oz bằng: $d\vec{M} = d\vec{f} \times R \vec{u}_\rho = -\frac{\mu_0 \gamma R^2 Q}{4\pi L} dq (\vec{u}_\varphi \times \vec{u}_\rho) = -\frac{\mu_0 \gamma R^2 Q}{4\pi L} dq \vec{u}_z$ Đối với cả hình trụ, lấy tích phân theo dq ta được Q, vậy ta có $\vec{M} = -\frac{\mu_0 \gamma R^2 Q^2}{4\pi L} \vec{u}_z$	0,25
	Phương trình cơ bản của chuyển động quay bây giờ $I \frac{d\omega}{dt} = mgR - \frac{\mu_0 R^2 Q^2}{4\pi L} \frac{d\omega}{dt}$ Chuyển vế $\left(I + \frac{\mu_0 R^2 Q^2}{4\pi L} \right) \frac{d\omega}{dt} = mgR$. Suy ra, trong phương trình bây giờ có thêm một mômen quán tính mới gọi là mômen quán tính điện từ: $I_{em} = \frac{\mu_0 R^2 Q^2}{4\pi L}$	0,25
2.	Tương tự với năng lượng chuyển động quay, năng lượng liên quan đến mômen quán tính điện từ bằng: $W_{em} = \frac{1}{2} I_{em} \omega^2 = \frac{\mu_0 R^2 Q^2 \omega^2}{8\pi L}$ Năng lượng từ trường W_m được phân bố trong lòng ống dây có mật độ đồng nhất $\rho_m = \frac{B^2}{2\mu_0}$. Vậy trong thể tích $V = 2\pi RL$ của ống $W_m = \frac{B^2}{2\mu_0} 2\pi RL = \frac{\mu_0 Q^2 R^2 \omega^2}{8\pi L} = W_{em}$	0,50
3.	Mật độ động lượng do điện trường xoáy $\vec{\gamma}_c = \epsilon_0 \vec{E}_c \times \vec{B} = E_c \vec{u}_\varphi \times B \vec{u}_z = E_c B \vec{u}_\rho$ tức là song song với $\vec{u}_\rho$ do đó mômen động lượng của thành phần này với trục z bằng không. Điện trường tĩnh do các điện tích trên mặt trụ gây ra bên trong mặt trụ bằng không, nên chỉ có điện trường tĩnh bên ngoài hình trụ cho đóng góp vào động lượng. Dùng định lý Gauss dễ dàng tính được: $E_s = \frac{Q}{2\epsilon_0 \pi L \rho} \vec{u}_\rho, \quad (\rho > R)$. Mật độ động lượng do điện tĩnh gây ra $\vec{\gamma}_s = \frac{Q}{2\pi L \rho} \vec{u}_\rho \times B_z(\rho) \vec{u}_z = -\frac{QB_z(\rho)}{2\pi L \rho} \vec{u}_\varphi$ Mômen động lượng của một yếu tố thể tích dV bao quanh điểm $M(\rho, \varphi, z)$ ($\vec{OM} = \vec{r}$) trong trường điện từ bằng $d\vec{L}_{em} = \rho \vec{u}_\rho \times \vec{g} dV = -\frac{QB_z(\rho)}{2\pi L} \vec{u}_\rho \times \vec{u}_\varphi dV = -\frac{QB_z(\rho)}{2\pi L} \vec{u}_z dV$. Cuối cùng, lấy tích phân theo không gian ngoài hình trụ ta được	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	$L_{em} = - \int_R^\infty \rho d\rho \int_0^{2\pi} d\varphi \frac{Q}{2\pi L} B_z(\rho) \int_{-L/2}^{L/2} dz = - \frac{Q}{2\pi} \int_R^\infty \int_0^{2\pi} \rho B_z(\rho) d\rho d\varphi$ Để dàng thấy, tích phân kép trong biểu thức trên là từ thông gửi qua phần bên ngoài mặt trụ của mặt phẳng vuông góc với trục Oz. Trong khi đó từ thông của cả mặt phẳng này bằng không, vì ta có thể coi toàn thể mặt phẳng như một mặt kín. Do đó ta có: $\int_R^\infty \int_0^{2\pi} \rho B_z d\rho d\varphi = - \int_0^R \int_0^{2\pi} \rho B_z d\rho d\varphi = - \int_0^R \int_0^{2\pi} \rho \frac{\mu_0 Q \omega}{2\pi L} d\rho d\varphi = - \frac{\mu_0 Q \omega}{2L} R^2$ Vậy, mômen động lượng của trường điện từ trong trường hợp này: $L_{em} = \frac{\mu_0 Q^2 R^2}{4\pi L} \omega$ Đối chiếu với kết quả phần I, ta có: $L_{em} = I_{em} \omega$ Như vậy, kết quả của bài tập này hoàn toàn phù hợp với hệ thức cơ bản $L = I\omega$ của chuyển động quay vật rắn.	0,50
Câu V (3,5 điểm)		
1.	Xét một chất điểm khối lượng m nằm trên giao tuyến có tọa độ (x,y) và có độ cao không đổi. Quỹ đạo của hạt quanh trục là đường tròn, chuyển động tròn này gây bởi thành phần nằm ngang $\vec{N}_x$ của phản lực $\vec{N}$ đóng vai trò là lực hướng tâm. Hạt được giữ ở độ cao không đổi trên mặt dốc do cân bằng với trọng lực $\vec{P}$ của thành phần thẳng đứng $\vec{N}_y$ của phản lực $\vec{N}$. Gọi φ là góc hợp giữa tiếp tuyến giao tuyến tại (x,y) và phương thẳng đứng, góc $\theta = 90^\circ - \varphi$ là góc nghiêng của tiếp tuyến với trục hoành, ta có $N \sin \varphi = mg; \quad N \cos \varphi = m x \omega^2$ Tim được $\tan \varphi = \frac{g}{x \omega^2}$, Mặt khác, tiếp tuyến nghiêng góc $\theta = 90^\circ - \varphi$ nên $\tan \varphi = \frac{dx}{dy}$; suy ra $\tan \theta = \frac{dy}{dx} = \frac{\omega^2}{g} x$. Lấy tích phân và sử dụng điều kiện $x = 0, y = 0$ ta tìm được phương trình giao tuyến $y = \frac{\omega^2}{2g} x^2$. Vậy mặt thoáng là parabol tròn xoay, và $a = \frac{\omega^2}{2g}$	0,50
2.	Để ý đến các công thức biểu diễn các hàm lượng giác qua $t = \tan \frac{\alpha}{2}$: $\sin \alpha = \frac{2t}{1+t^2}, \cos \alpha = \frac{1-t^2}{1+t^2}, \tan \alpha = \frac{2t}{1-t^2}$ Do đó $\tan 2\theta = \frac{2 \tan \theta}{1 - \tan^2 \theta}$, Mà $\frac{dy}{dx} = \tan \theta = 2ax$, $\delta_{\min} = \frac{1,22\lambda}{D}$, suy ra $\tan 2\theta = \frac{4ax}{1 - 4a^2 x^2}$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
3.	Từ hình 2 ta có $\tan 2\theta = \frac{x}{f-y} = \frac{x}{f-ax^2} = \frac{4ax}{4af-4a^2x^2} \equiv \frac{4ax}{1-4a^2x^2}$ Suy ra, không đổi cho mọi tia sáng tới song song với trục của gương.	0,50
4a.	Năng suất phân li của gương và thể tích tối thiểu của thủy ngân để tạo gương trên: + Áp dụng điều kiện Rayleigh về năng suất phân li cho kính thiên văn đường kính D đối với bước sóng λ, suy ra $D = \frac{1,22\lambda}{\delta_{\min}}$. Cho mọi bước sóng trong giải khả kiến ta áp dụng tính D cho ánh sáng đỏ, vì với gương phản xạ có đường kính D này sẽ áp dụng tốt cho các bước sóng ngắn hơn $D = \frac{1,22\lambda}{\delta_{\min}} = \frac{1,22 \cdot 700 \cdot 10^{-9} \cdot 3600 \cdot 180}{35 \cdot 10^{-3} \pi} \approx 5,0 \text{ m}$	0,50
4b.	Ngôi sao mờ ở xa được coi là nguồn sáng điểm (bài này áp dụng tính với sao có cấp độ mờ 13,7). Ảnh của nó qua kính viễn vọng có dạng một đĩa tròn trên tiêu diện kính. + Bán kính cực đại của đĩa ảnh $r = \frac{1,22\lambda}{D} f$, tỉ số cường độ sáng β tỉ lệ với tỉ số các diện tích: $\beta = \frac{\pi(D/2)^2}{\pi r^2} = \frac{D^2}{4f^2 \cdot 1,22^2 \cdot \lambda^2}$ thay số với ánh sáng tím $\beta = \frac{5^2}{(2 \cdot 7 \cdot 1,22 \cdot 350 \cdot 10^{-9})^2} = 1,75 \cdot 10^{11}$ Cường độ ánh sáng tối đa thu được tại vị trí ảnh bằng $I_{\max} = I \cdot \beta = 1,15 \cdot 10^{11} \cdot 8 \cdot 10^{-14} = 0,056 \text{ Wm}^{-2}$	0,50
5.	+ $f = \frac{g}{2\omega^2} = \frac{9,82 \cdot 60^2}{2 \cdot 8,4 \pi^2} \approx 7,0 \text{ m}$ + Thể tích thủy ngân: Gọi thể tích của khối thủy ngân là V_{Hg}, thể tích rỗng do mặt thủy ngân lõm xuống là V_0, thể tích bể chứa là $V = V_{\text{Hg}} + V_0 = \frac{\pi D^2 h}{4}$ Độ cao h của thủy ngân tính bởi $y = ax^2 \rightarrow h = a \frac{D^2}{4} = \frac{D^2}{16f}$ $dV_0 = \pi x^2 dy = 2\pi ax^3 dx \rightarrow V_0 = \int_0^{D/2} 2\pi ax^3 dx = \frac{\pi a D^4}{32} = \frac{\pi D^4}{2^7 f}$ Thể tích $V = \frac{\pi D^2 h}{4} = \frac{\pi D^4}{2^6 f}$ $V_{\text{Hg}} = V - V_0 = \left(\frac{1}{2^6} - \frac{1}{2^7} \right) \frac{\pi D^4}{f} = \frac{\pi D^4}{128 f} = \frac{3,14 \cdot 5,0^4}{128 \cdot 7} \approx 2,19 \text{ m}^3$	0,50
	+ Vì tốc độ quay bề thủy ngân nhỏ (8 vòng/phút) nên độ cong gương nhỏ, f lớn. Do đó có thể coi gần đúng $S \approx \frac{\pi D^2}{4} = 19,64 \text{ m}^2$ (nếu tính chính xác hơn cần phải tính tích phân). Lượng Hg bay hơi của diện tích 1 cm^2 mặt thoáng trong 1h là $27 \mu\text{g}$, như vậy trong 1 tuần lượng Hg bay hơi của cả mặt thoáng là : $\Delta m = 27 \cdot 10^{-9} \cdot 19,64 \cdot 10^4 \cdot 7 \cdot 24 = 0,89 \text{ kg}$ Vì lượng Hg bốc hơi nhỏ, nên coi khối lượng Hg còn lại trong bể không đổi $\eta = \frac{\Delta m}{\rho_{\text{Hg}} V_{\text{Hg}}} 100\% = \frac{0,89}{13,6 \cdot 10^3 \cdot 2,19} 100\% \approx 3,0 \cdot 10^{-3}\% \text{ (mỗi tuần)}$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu VI (3,5 điểm)	
1.	Do hàm sóng có tính đối xứng cầu, nên ta dùng tọa độ cầu và điều kiện chuẩn hóa có dạng $\int \psi(\vec{r}) ^2 r^2 dr \sin\theta d\theta d\phi = 1$ Thay biểu thức của hàm sóng và thực hiện tích phân, sẽ tính được $A = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}}$	0,50
	Trị trung bình của khoảng cách $\overline{r^2} = \int \psi ^2 r^2 dV = \frac{4}{a^3} \int_0^\infty e^{-\frac{2r}{a}} r^4 dr = 3a^2$	0,50
2.	Xác suất thấy electron trong lớp cầu $r \rightarrow r + dr$ là $dW = \psi ^2 4\pi r^2 dr = \frac{1}{\pi a^3} e^{-\frac{2r}{a}} 4\pi r^2 dr$ Như thế phân bố xác suất thấy electron theo bán kính là $f(r) = \frac{4}{a^3} e^{-\frac{2r}{a}} r^2$ Từ đó có thể chứng minh xác suất đạt cực đại tại $r = a$ tức là bằng bán kính Bohr thứ nhất. Hơn nữa, nhận thấy rằng $f(r) \rightarrow 0$ khi $r \rightarrow 0$ và $r \rightarrow \infty$ do đó có thể vẽ $f(r)$ như hình. 	0,50
3.	Năng lượng của nguyên tử Hydro là $E = \frac{p^2}{2m} - k \frac{e^2}{r}$ (1)	0,25
	Có thể lấy $r \approx \Delta r$, $p \approx \Delta p$, Do đó hệ thức bất định cho $p \approx \hbar / r$ (2) Thay (b) vào (a) ta có $E \approx \frac{\hbar^2}{2mr^2} - k \frac{e^2}{r}$	0,75
	Từ đó thấy rằng, vẻ phải cực tiểu tại $r = a = \frac{\hbar^2}{kme^2} \approx 53\text{pm}$ Do đó năng lượng của trạng thái cơ bản là $E_{\min} = -\frac{k^2 me^4}{2\hbar^2} = -13,6\text{eV}$ Đúng như kết quả trong lý thuyết Bohr.	0,50

HẾT