

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 (4,0 điểm)	
1.	Khi con lắc qua O, có vận tốc $\vec{v}_{\max}$ hướng về phương Bắc, lực $\vec{F}_C$ hướng về phương Đông, độ lớn giảm dần, hướng quay dần về phương Đông, Tới biên, con lắc đổi chiều chuyển động lực $\vec{F}_C$ hướng về phía Tây... Kết quả mặt phẳng dao động con lắc quay ngược chiều kim đồng hồ. Quỹ đạo vẽ phác như hình vẽ (Có dạng hình cánh hoa, cánh 1 ở góc I, cánh 2 ở góc III, độ lệch cánh 2 so với trục Oy nhiều hơn cánh 1, quỹ đạo đi qua điểm O...)	0,50 0,50
2.	Các vector $\vec{\omega}$ của Trái Đất, vận tốc chuyển động của vật và lực Cô-ri-ô-lit tác động vào vật được biểu diễn trong hệ tọa độ đã chọn Oxyz là $\vec{\omega} = (0, \omega \cos \varphi, \omega \sin \varphi)$, $\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$. Theo bài cho $\vec{F}_C = -2m(\vec{\omega} \wedge \vec{v}) = (2m\omega v_y \sin \varphi - 2mv_z \cos \varphi; -2m\omega v_x \sin \varphi; 2m\omega v_z \cos \varphi)$ Vật chỉ chuyển động trong mặt phẳng Oxy nên có thể bỏ qua v_z từ đó xác định được các thành phần của lực Cô-ri-ô-lit $F_{Cx} = 2m\omega \sin \varphi \cdot v_y; \quad (2)$ $F_{Cy} = -2m\omega \sin \varphi \cdot v_x; \quad (3)$ So sánh với biểu thức đã cho, xác định được thông số Cô-ri-ô-lit (cho vĩ độ φ) $b = 2\omega \sin \varphi$	0,50 0,25 0,25 0,50
3.	Phương trình định luật II Newton $\vec{F}_C + \vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ với $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$ là tần số dao động riêng của con lắc. Theo Ox: $F_{Cx} - \frac{mg}{\ell}x = mx'' \Rightarrow by' - \omega_0^2 x = x'' \quad (3)$ Theo Oy: $F_{Cy} - \frac{mg}{\ell}y = my'' \Rightarrow -bx' - \omega_0^2 y = y'' \quad (4)$ Từ (3)(4), sử dụng dạng nghiệm đã cho $x = A \sin(\Omega t)$; $y = B \cos(\Omega t)$ Đạo hàm rồi thay vào $(3)(4) \text{ ta được } \begin{cases} (\omega_0^2 - \Omega^2)A = -b\Omega B \\ (\omega_0^2 - \Omega^2)B = -b\Omega A \end{cases} \quad (5)$ Để nghiệm A, B khác 0 thì $(\omega_0^2 - \Omega^2) = \pm b\Omega \quad (6)$	0,50 0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Hay là $\Omega^2 \pm b\Omega - \omega_0^2 = 0; \Leftrightarrow \Delta = b^2 + 4\omega_0^2 \approx 4\omega_0^2$ Phương trình có 4 nghiệm. Loại 2 nghiệm âm, còn lại hai nghiệm dương $\Omega_{\pm} = \omega_0 \pm \frac{b}{2}$ tương ứng là 2 mode dao động của con lắc. (7)	0,25 0,25
Câu II (4,0 điểm)		
1.a	Thế năng của BC $\Delta W_{t(x)} = -\left(A_{P(A \rightarrow x)} + A_{F_c(A \rightarrow x)}\right) = -mgx + \frac{2\sigma x^2}{\sqrt{3}}$ $\Rightarrow W_{t(x)} - W_{t(A)} = -mgx + \frac{2\sigma\sqrt{3}x^2}{3};$ Chọn góc thế năng tại A, ta có $\Rightarrow W_{t(x)} = -mgx + \frac{2\sigma\sqrt{3}x^2}{3}$ (1) Vị trí cân bằng $\frac{dW_t}{dx} = 0$ suy ra $x = x_0 = \frac{mg\sqrt{3}}{4\sigma}$ (2)	0,50 0,50
1.b	Cơ năng toàn phần của BC $W = \frac{mv^2}{2} + W_t \Rightarrow W = \frac{mx'^2}{2} - \left(mgx - \frac{2\sigma\sqrt{3}x^2}{3}\right) = \text{const}$ (3) Đạo hàm theo thời gian và chú ý đến điều kiện cân bằng ta thu được phương trình $(x - x_0)'' + (x - x_0)\frac{4\sigma\sqrt{3}}{3m} = 0$ (4) Như vậy, thanh BC dao động điều hòa quanh vị trí x_0 với tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{4\sigma\sqrt{3}}{3m}}$ và với chu kỳ $T = 2\pi\sqrt{\frac{\sqrt{3}m}{4\sigma}}$. (5)	0,50 0,50 0,50
2.	Công cần thiết để tạo quả bong bóng xà phòng gồm hai thành phần: Công A_1 tạo nên vỏ bong bóng và công A_2 để nén không khí từ áp suất khí quyển đến áp suất P bên trong bong bóng Áp suất trong bong bóng khi nó có bán kính R là $p = p_0 + \frac{4\sigma}{R}$ (5) $A_1 = \sigma \cdot 2 \cdot 4\pi R^2 = 8\pi\sigma R^2$ (6) $A_2 = pV \ln \frac{p}{p_0} = \frac{4\pi R^3}{3} \left(p_0 + \frac{4\sigma}{R}\right) \ln \left(1 + \frac{4\sigma}{p_0 R}\right)$ (7) Công cần thiết $A = 8\pi\sigma R^2 \left[1 + \frac{R}{6\sigma} \left(p_0 + \frac{4\sigma}{R}\right) \ln \left(1 + \frac{4\sigma}{p_0 R}\right)\right]$ (8)	0,50 0,50 0,50
Câu III (4,0 điểm)		
1.	Khi khóa K đóng, lúc này mạch điện chỉ có nguồn U_0 và cuộn cảm. Dòng điện chạy qua cuộn cảm sau thời gian t là $i(t)$: $U_0 - L \frac{di}{dt} = 0$ (1) $\Rightarrow i(t) = \int_0^t \frac{U_0}{L} dt = \frac{U_0}{L} t$ (2) Ở thời điểm t_1, dòng điện qua cuộn dây là $i_{(t_1)} = I_1 = \frac{U_0}{L} t_1$	0,50 0,50

Câu	Nội dung	Điểm
1.	Sau thời điểm t_1, khóa K ngắt, lúc này dòng điện trên mạch là $i_{(t)}$, nếu $U_0 + L \frac{di(t_1^-)}{dt} \geq \frac{q(t_1^-)}{C} \quad (\text{với } q(t_1^-) \text{ là điện tích trên tụ } C \text{ ngay trước khi } K \text{ ngắt}) \text{ thì dòng điện qua diốt và nạp điện thêm cho tụ điện kể từ thời điểm } t_1^+.$ $U_0 - L \frac{di}{dt} - \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = \frac{U_0}{L} \Rightarrow \frac{d^2 (q - CU_0)}{dt^2} + \frac{(q - CU_0)}{LC} = 0 \quad (3)$	0,25
	Như vậy, đại lượng $(q - CU_0)$ biến thiên điều hòa với tần số góc $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ (4) Từ đó $q = CU_0 + A \sin \omega(t - t_1) + B \cos \omega(t - t_1) \Rightarrow i_{(t)} = \omega A \cos \omega(t - t_1) - \omega B \sin \omega(t - t_1) \quad (5)$ Tại thời điểm t_1 có $q_{(t_1)} = 0; i_{(t_1)} = \frac{U_0}{L} t_1$	0,25
	Từ đó xác định được $B = -CU_0; A = \frac{U_0}{\omega L} t_1$ Biểu thức dòng điện qua tụ: $i = \frac{U_0}{L} t_1 \cos \omega(t - t_1) + \omega CU_0 \sin \omega(t - t_1) \quad (6)$	0,50
	Do ban đầu điện tích trên tụ $q(t_1^-) = q(t_1^+) = 0$ và dòng điện ngay sau khi đóng K là $I_1 = \frac{U_0}{L} t_1 \text{ ở thời điểm } t_1 \text{ nên ở thời điểm } t_1 < t < t_1 + t_2 \text{ hiệu điện thế giữa hai đầu tụ điện:}$ $U_1(t) = U_0 + \frac{U_0 t_1}{\omega L} \sin \omega(t - t_1) - U_0 \cos \omega(t - t_1) \quad (7)$	0,50
2.	Sau nhiều chu kì đóng và mở khóa K, dòng điện qua cuộn cảm sẽ biến thiên tuần hoàn và năng lượng dự trữ trong các linh kiện L và C là giống nhau ở đầu và cuối chu kì. Khóa K đóng trong khoảng thời gian t_1, dòng điện qua cuộn L thay đổi một lượng là $\Delta I_1 = \frac{U_0}{L} t_1 \quad (8)$ Khóa K ngắt trong khoảng thời gian t_2, vì tụ có điện dung lớn nên U_1 coi như không đổi, lúc này dòng qua cuộn cảm: $U_0 - U_1 = L \frac{dI(t)}{dt}$ dòng điện qua cuộn L thay đổi một lượng là $\Delta I_2 = \frac{(U_0 - U_1)t_2}{L} \quad (9)$ Trong mỗi chu kì đóng ngắt của khóa K, ta có $\Delta I_1 + \Delta I_2 = 0 \Rightarrow \frac{U_0 t_1}{L} + \frac{(U_0 - U_1)t_2}{L} = 0 \Rightarrow \frac{U_1}{U_0} = \frac{1}{1 - \frac{t_1}{t_1 + t_2}} = \frac{1}{1 - \alpha} \quad (10)$	0,50 0,50 0,50
Câu IV (4,5 điểm)		
1.a)	Với lưỡng chất cầu khẩu độ nhỏ có thể coi $\overline{CA_1} = \overline{CS} + \overline{SA_1} = \overline{SA_1} - \overline{SC}$ và $\overline{IA_2} = \overline{SA_2} - \overline{SC}$. Thay vào công thức lưỡng chất cầu đã cho ta có $\frac{n_1 (\overline{SA_1} - \overline{SC})}{\overline{SA_1}} = \frac{n_2 (\overline{SA_2} - \overline{SC})}{\overline{SA_2}} \text{ hay } \frac{n_1}{\overline{SC}} - \frac{n_1}{\overline{SA_1}} = \frac{n_2}{\overline{SC}} - \frac{n_2}{\overline{SA_2}} \text{ từ đó rút ra điều phải chứng minh}$ $\frac{n_1}{\overline{SA_1}} - \frac{n_2}{\overline{SA_2}} = \frac{n_1 - n_2}{\overline{SC}} \quad (1)$	0,50 0,50 0,50
1.b)	Từ công thức $\frac{n_1}{\overline{SA_1}} - \frac{n_2}{\overline{SA_2}} = \frac{n_1 - n_2}{\overline{SC}}$ xét khi $\overline{SA_2} \rightarrow \infty \Leftrightarrow \overline{SA_1} = \overline{SF_1} = f_1 \text{ rút ra } f_1 = \frac{n_1 \overline{SC}}{n_1 - n_2} \quad (2)$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	và $SA_1 \rightarrow \infty \Leftrightarrow \overline{SA_2} = \overline{SF_2} = f_2 \quad f_2 = \frac{-n_2 \overline{SC}}{n_1 - n_2}$ (3)	0,50
2.	Thấu kính mỏng nên đỉnh S_1 và S_2 của các lưỡng chất cầu có thể coi là trùng nhau và trùng với điểm O. Áp dụng công thức liên hợp cho lưỡng chất cầu khẩu độ nhỏ ta có $\left. \begin{aligned} \frac{n_1}{OA_1} - \frac{n}{OA^*} &= \frac{n_1 - n}{R_1} \\ \frac{n}{OA^*} - \frac{n_2}{OA_2} &= \frac{n - n_2}{-R_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{n_1}{OA_1} - \frac{n_2}{OA_2} = -\frac{n - n_1}{R_1} - \frac{n - n_2}{R_2} \quad (4)$ Từ định nghĩa ta có ngay $f_1 = -\frac{n_1}{\frac{n - n_1}{R_1} + \frac{n - n_2}{R_2}}$ (5) và $f_2 = \frac{n_2}{\frac{n - n_1}{R_1} + \frac{n - n_2}{R_2}}$ (6) Từ đó suy ra điều phải chứng minh $\frac{f_1}{OA_1} + \frac{f_2}{OA_2} = 1$ (7)	0,50 1,00 0,50
Câu V (3,5 điểm)		
1.	Vì photon tới có năng lượng rất cao, nên các tính toán phải kể đến hiệu ứng tương đối tính. Gọi $\epsilon' = hc/\lambda'$ là năng lượng của photon sau va chạm tương ứng với bước sóng λ'. Giả sử rằng sau va chạm, năng lượng của photon được truyền hoàn toàn cho electron. Bởi mất hết năng lượng, photon biến mất (bị hấp thụ bởi electron) nên sau khi va chạm chỉ còn lại electron. Sử dụng định luật bảo toàn năng lượng và định luật bảo toàn động lượng: $p = p_e, \epsilon = K \rightarrow p_e = \frac{h}{\lambda} = \frac{\epsilon}{c} = \frac{K}{c} \rightarrow p_e^2 c^2 = K^2$ Mà từ hệ thức Einstein $E = \sqrt{p_e^2 c^2 + m_0^2 c^4} = \sqrt{p_e^2 c^2 + E_0^2} = K + E_0 \rightarrow p_e^2 c^2 = K^2 + 2E_0 K$ Nên ta suy ra $E_0 K = 0!$ vô lý! Từ đó suy ra điều cần chứng minh	0,50 0,50
2.	Sau khi va chạm photon không bị hấp thụ mà bị thay đổi phương truyền và giảm năng lượng. $p = \frac{\epsilon}{c}; p' = \frac{\epsilon'}{c}$ Sử dụng định luật bảo toàn năng lượng và định luật bảo toàn động lượng: $\vec{p} = \vec{p}_e + \vec{p}', \epsilon = K + \epsilon'$ $p' = p \sin \varphi$ $p_e = p \cos \varphi$ $K = \epsilon - \epsilon' = c(p - p') = c(\sqrt{p_e^2 + p_0^2} - p_0) \Rightarrow p = \frac{p_0}{\sin \varphi}$ $\text{Từ đó có } K = \frac{cp_0(1 - \sin \varphi)}{\sin \varphi} = \frac{m_e c^2 (1 - \sin \varphi)}{\sin \varphi} \quad (\text{đpcm})$	0,50 0,50 0,50
3.	Ta tính động năng của electron trong đơn vị eV, theo bài ra $\varphi = \pi/2 - \theta$ ta có $K = \frac{cp_0(1 - \sin \varphi)}{ e \sin \varphi} = 12,54 \text{ eV}$ Các mức kích thích của nguyên tử hiđrô có năng lượng như sau: $\Delta E_n = 13,6 \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) (\text{eV})$ $\Delta E_2 = 10,2 \text{ eV}; \Delta E_3 = 12,09 \text{ eV}; \Delta E_4 = 12,75 \text{ eV} > K$ Do đó electron đã cho chỉ có thể kích thích được nguyên tử tới mức $n = 2, 3$. Như vậy nguyên tử Hiđrô có thể bức xạ ra $\lambda_1 = 102,6 \text{ nm}, \lambda_2 = 121,5 \text{ nm}, \lambda_3 = 605,3 \text{ nm}$.	0,50 0,50