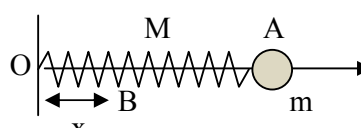


I. Hướng dẫn chung

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.

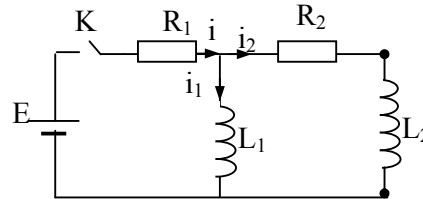
II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu 1 (4,0 điểm)	
1. 3,0 đ	Xét một đoạn lò xo ngắn có chiều tự nhiên Dx_0 nằm tại điểm B cách O là x. Độ cứng của đoạn này là $k \frac{L_0}{Dx_0}$. Lực tác dụng lên vòng dây ở B là lực li tâm, ta gọi là $F(x)$. Đoạn lò xo này bị dẫn ra là: $\frac{F(x)}{k \frac{L_0}{Dx_0}} = \frac{F(x)Dx_0}{kL_0}$. Vậy: $Dx = Dx_0 + \frac{F(x)Dx_0}{kL_0}$. 	0,50
	Khối lượng một đơn vị dài của lò xo khi chưa biến dạng là $r_0 = \frac{M}{L_0}$, ở vị trí x là $r_{(x)} = \frac{r_0 Dx_0}{(1 + \frac{F(x)}{kL_0})Dx_0} = \frac{r_0}{(1 + \frac{F(x)}{kL_0})}$	0,25
	Phương trình định luật II Niuton cho đoạn dx là $-dF(x) = dmw^2x = r_{(x)}dxw^2x = \frac{r_0w^2xdx}{(1 + \frac{F(x)}{kL_0})}$ Vậy $(1 + \frac{F(x)}{kL_0})dF(x) = -r_0dxw^2x$.	0,50
	Tích phân hai vế ta có: $F(x) + \frac{F^2(x)}{2kL_0} = -r_0w^2 \frac{x^2}{2} + C.$ Tìm C như sau: Khi $x = L$ (độ dài cần tìm của lò xo) thì $F(L) = mw^2L$ (lực giữ cho m chuyển động tròn), thay vào phương trình trên $C = mw^2L + \frac{(mw^2L)^2}{2kL_0} + r_0w^2 \frac{L^2}{2}.$	0,25
	$F^2(x) + 2kL_0F(x) + kL_0(r_0w^2x^2 - 2C) = 0.$ Nghiệm là: $F(x) = kL_0 \sqrt{1 + \frac{(2C - r_0w^2x^2)}{kL_0}} - kL_0;$	0,25

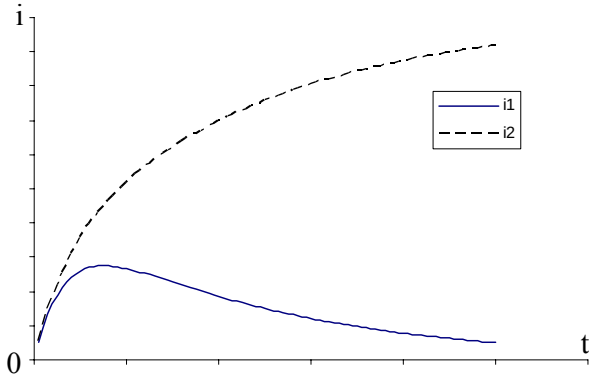
Câu	Nội dung	Điểm
	$r_{(x)} = \frac{r_0}{(1 + \frac{F(x)}{kL_0})} = \frac{r_0}{\sqrt{1 + \frac{(2C - r_0 \omega^2 x^2)}{kL_0}}}$	
	Để tìm L ta tính khối lượng M của lò xo theo L: $M = \int_0^L r_{(x)} dx = \int_0^L \frac{r_0}{\sqrt{1 + \frac{2C}{kL_0} - \frac{r_0 \omega^2}{kL_0} x^2}} dx$ $M = \frac{r_0}{\sqrt{\frac{r_0 \omega^2}{kL_0}}} \int_0^L \frac{1}{\sqrt{(1 + \frac{2C}{kL_0}) \frac{kL_0}{r_0 \omega^2} - x^2}} dx$	0,25
	Áp dụng $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \arcsin \frac{x}{a}$ với $a = \sqrt{(1 + \frac{2C}{kL_0}) \frac{kL_0}{r_0 \omega^2}}$ $M = \sqrt{\frac{r_0 kL_0}{\omega^2}} \arcsin \frac{L}{\sqrt{\frac{kL_0}{r_0 \omega^2} (1 + \frac{2C}{kL_0})}}$ hay $\frac{L}{\sqrt{\frac{kL_0}{r_0 \omega^2} (1 + \frac{2C}{kL_0})}} = \sin \frac{M\omega}{\sqrt{r_0 kL_0}} \quad (1)$	0,25
	Nếu $m \ll M$, ta coi $m = 0$ thì $C = r_0 \omega^2 \frac{L^2}{2}$. $\sin \frac{M\omega}{\sqrt{r_0 kL_0}} = \frac{L}{\sqrt{L^2 + \frac{kL_0}{r_0 \omega^2}}} \quad \textcircled{R} \quad L = \sqrt{\frac{kL_0}{r_0 \omega^2}} \tan \frac{M\omega}{\sqrt{r_0 kL_0}} = L_0 \sqrt{\frac{k}{M\omega^2}} \tan \sqrt{\frac{M\omega^2}{k}}$	0,25
	Nếu có kể đến m thì: $\frac{L}{\sqrt{\frac{1}{r_0 \omega^2} (kL_0 + 2m\omega^2 L + \frac{(m\omega^2 L)^2}{kL_0} + r_0 \omega^2 L^2)}} = \sin \frac{M\omega}{\sqrt{r_0 kL_0}}$ $\frac{1}{r_0 \omega^2} \left(\frac{kL_0}{L^2} + 2m\omega^2 \frac{1}{L} + \frac{(m\omega^2)^2}{kL_0} + r_0 \omega^2 \right) = \frac{1}{\sin^2 \frac{M\omega}{\sqrt{r_0 kL_0}}}$ $\frac{1}{r_0 \omega^2} \left(\frac{kL_0}{L^2} + 2m\omega^2 \frac{1}{L} + \frac{(m\omega^2)^2}{kL_0} \right) = \frac{1}{\tan^2 \frac{M\omega}{\sqrt{r_0 kL_0}}}$ Giải tìm được $L = \frac{\frac{kL_0}{\omega^2 \rho_0}}{\sqrt{\frac{kL_0}{\omega^2 \rho_0}} \cdot \frac{1}{\tan \frac{M\omega}{\sqrt{\rho_0 kL_0}}} - \frac{m}{\rho_0}} = \frac{\frac{k}{\omega^2 M}}{\sqrt{\frac{k}{\omega^2 M}} \cdot \frac{1}{\tan \sqrt{\frac{M\omega^2}{k}}} - \frac{m}{M}} L_0$	0,5

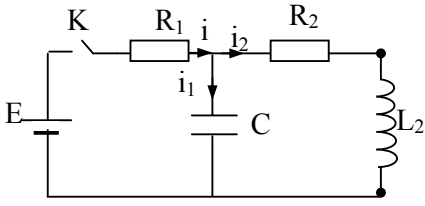
Câu	Nội dung	Điểm
	Điều kiện để tồn tại L: $\sqrt{\frac{k}{\omega^2 M}} \cdot \frac{1}{\tan \sqrt{\frac{M\omega^2}{k}}} - \frac{m}{M} > 0$ hay $m < \sqrt{\frac{kM}{\omega^2}} \cdot \frac{1}{\tan \sqrt{\frac{M\omega^2}{k}}}$	
2. 1,0 đ	Động năng của chuyển động quay: Momen quán tính của quả cầu đối với trục quay đi qua O. $I = \int_0^L \frac{r_0 x^2 dx}{(1 + \frac{F(x)}{kL_0})} + mL^2 = \frac{r_0}{\sqrt{\frac{r_0 w^2}{kL_0}}} \int_0^L \frac{x^2}{\sqrt{\frac{kL_0 + 2C}{r_0 w^2} - x^2}} dx + mL^2$ Áp dụng: $\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \frac{a^2}{2} \left(\arcsin \frac{x}{a} - \frac{x}{a} \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}} \right)$	0,5
	$I = \frac{r_0}{\sqrt{\frac{r_0 w^2}{kL_0}}} \frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2} \left[\arcsin \frac{x}{\sqrt{\frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2}}} - \frac{x}{\sqrt{\frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2}}} \sqrt{1 - \frac{x^2}{\frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2}}} \right]_0^L + mL^2$ $I = \frac{r_0}{\sqrt{\frac{r_0 w^2}{kL_0}}} \frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2} \left[\arcsin \frac{L}{\sqrt{\frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2}}} - \frac{L}{\sqrt{\frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2}}} \sqrt{1 - \frac{L^2}{\frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2}}} \right] + mL^2$	0,25
	Vậy động năng của chuyển động quay là: $W = \frac{w^2}{2} \left[\frac{kL_0}{r_0 w^2} \frac{kL_0 + 2C}{2w^2} \left[\arcsin \frac{L}{\sqrt{\frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2}}} - \frac{L}{\sqrt{\frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2}}} \sqrt{1 - \frac{L^2}{\frac{kL_0 + 2C}{2r_0 w^2}}} \right] + mL^2 \right]$ Trong đó: $C = mw^2 L + \frac{(mw^2 L)^2}{2kL_0} + r_0 w^2 \frac{L^2}{2}$.	0,25
Câu 2 (3,5 điểm)		
Bài 1.	1.75 điểm	
1. 0,5 đ	Do mô men từ chỉ có thể song song hoặc phản song song với từ trường nên $P_+ + P_- = 1$ từ đó rút ra $A = \frac{1}{e^{\frac{\mu B}{kT}} + e^{-\frac{\mu B}{kT}}}$.	0,25
	Năng lượng trung bình của một hạt: $\bar{E} = E_+ P_+ + E_- P_- = -\mu B \frac{e^{\frac{\mu B}{kT}} - e^{-\frac{\mu B}{kT}}}{e^{\frac{\mu B}{kT}} + e^{-\frac{\mu B}{kT}}} = -\mu B \tanh\left(\frac{\mu B}{kT}\right).$ Năng lượng của hệ (nội năng) $U = N\bar{E} = -\mu NB \tanh\left(\frac{\mu B}{kT}\right).$	0,25
2. 0,75 đ	Nhiệt dung đẳng tích $C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v = -\mu NB \frac{1}{\cosh^2\left(\frac{\mu B}{kT}\right)} \left(-\frac{\mu B}{kT^2} \right)$	

Câu	Nội dung	Điểm
	$\Delta S = \int \frac{C_V}{T} dT, \text{ đặt } x = \frac{\mu B}{kT} \text{ ta có}$ $\Delta S = -kN \int \frac{x}{\cosh^2(x)} dx = -kN \left(\frac{\mu B}{kT} \tanh\left(\frac{\mu B}{kT}\right) - \ln\left(\cosh\left(\frac{\mu B}{kT}\right)\right) \right)$ hay $S = -kN \left(\frac{\mu B}{kT} \tanh\left(\frac{\mu B}{kT}\right) - \ln\left(\cosh\left(\frac{\mu B}{kT}\right)\right) \right) + S_0$	0,5
	Do $\lim_{T \rightarrow 0} S = 0$ nên ta có ngay $S_0 = 0$. Vậy $S = -kN \left(\frac{\mu B}{kT} \tanh\left(\frac{\mu B}{kT}\right) - \ln\left(\cosh\left(\frac{\mu B}{kT}\right)\right) \right).$	0,25
3. 0,5 đ	Do hệ đoạn nhiệt nên $S = \text{const}$ hay $\frac{\mu B}{kT} = \text{const} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{B_2}{B_1} = 0,1K$	0,5
Bài 2.	1,75 điểm	
1. 0,75 đ	Lực tác dụng lên một phân tử là: $f = - \frac{dU}{dr} = - 2a r$ Áp suất $dp = - n f dr$ với $dp = kT dn$ nên: $kT dn = - n f dr$ $\frac{dn}{n} = - \frac{2a}{kT} r dr; \frac{dn}{n} = - \frac{2a}{kT} r dr; n = n_0 e^{-\frac{a r^2}{kT}}$	0,75
2. 0,5 đ	Tìm số phân tử khí nằm trong khoảng có thế năng U và $U+dU$: $U = \alpha r^2 \rightarrow r = \sqrt{\frac{U}{\alpha}} \rightarrow dr = \frac{dU}{2\sqrt{\alpha U}}$ $dN = 4\pi r^2 n(r) dr = 2\pi a^{-\frac{3}{2}} n_0 \sqrt{U} e^{-\frac{U}{kT}} dU.$ $N = \int_0^\infty 4\pi r^2 n_0 e^{-\frac{a r^2}{kT}} dr = n_0 \left(\frac{\pi kT}{a} \right)^{3/2}$	0,25
	Tỷ phần phân tử khí nằm trong vùng có thế năng U và $U+dU$ so với toàn bộ khí là: $\frac{dN}{N} = \frac{\int_0^\infty 4\pi r^2 n(r) dr}{\int_0^\infty 4\pi r^2 n(r) dr} = \frac{2\pi a^{-\frac{3}{2}} n_0 \sqrt{U} e^{-\frac{U}{kT}} dU}{n_0 \left(\frac{\pi kT}{a} \right)^{3/2}}.$	0,25
3. 0,5 đ	Do số hạt N là không đổi, để n_0 tăng tám lần thì nhiệt độ khối khí giảm đi 4 lần.	0,5
Câu 3 (3,5 điểm)		
1. 1,75 đ	Gọi i_1 và i_2 là cường độ dòng qua các cuộn dây: $i = i_1 + i_2 \quad (1);$ $E = iR_1 + i_2 R_2 + L_2 i_2' \quad (2);$ $L_1 i_1' = L_2 i_2' + R_2 i_2 \quad (3)$	0,25

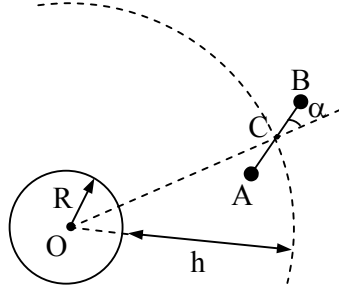


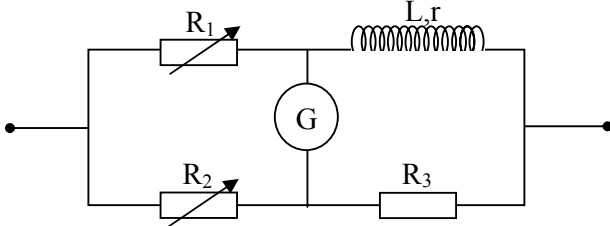
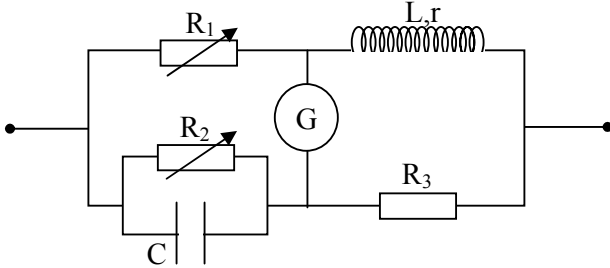
Hình 2a

Câu	Nội dung	Điểm
	Đạo hàm 2 vế (1) và (2): $i' = i'_1 + i'_2$ (1') $0 = i'R_1 + i'_2 R_2 + L_2 i''_2$ (2') Thay i' và i'_1 (từ (3)) vào 2' ta có $L_2 i''_2 + R_1 i'_2 + R_2 i'_2 + \frac{R_1 R_2}{L_1} i_2 = 0 \text{ hay: } i''_2 + \frac{3R}{L} i'_2 + \frac{R^2}{L^2} i_2 = 0 \text{ (4).}$ Phương trình có nghiệm riêng là: $i_2 = Ae^{-bt}$ với A là hằng số. Thay vào (4) ta có: phương trình $b^2 - 3\frac{R}{L}b + \frac{R^2}{L^2} = 0$. Phương trình có 2 nghiệm: $b_1 = \frac{R}{2L}(3 - \sqrt{5})$ và $b_2 = \frac{R}{2L}(3 + \sqrt{5})$ Do đó: $i_2 = Ae^{-b_1 t} + Be^{-b_2 t}$ (5)	0,5
	Khi $t = 0$ thì $i = 0$: $A+B = 0$. Khi $t = 0$ thì cả i_1, i_2 và i đều bằng 0 nên $L_1 i'_1 = L_2 i'_2 = E$ (6) Thay (6) vào (5) ta có: $A(-b_1 + b_2) = E$; $A = \frac{E}{\sqrt{5}R}$. Vậy $i_2 = \frac{E}{R\sqrt{5}}(e^{-b_1 t} - e^{-b_2 t})$ với $b_1 = \frac{R}{2L}(3 - \sqrt{5})$ và $b_2 = \frac{R}{2L}(3 + \sqrt{5})$.	0,25
	Tìm i_1: $L_1 i'_1 = L_2 i'_2 + R_2 i_2$ $i'_1 = i'_2 + \frac{R}{L} i_2$ Tích phân hai vế: $i_1 = i_2 + \int_0^t \frac{R}{L} A(e^{-b_1 t} - e^{-b_2 t}) dt + D$, với điều kiện $t = 0$ thì $i_1 = 0$ và $L_1 i'_1 = E$, chúng ta tính được $i_1 = \frac{E}{\sqrt{5}R}(e^{-b_1 t} - e^{-b_2 t}) - \frac{E}{\sqrt{5}L}(\frac{e^{-b_1 t}}{b_1} - \frac{e^{-b_2 t}}{b_2}) + \frac{E}{\sqrt{5}L}(\frac{1}{b_1} - \frac{1}{b_2}).$	0,5
	Vẽ đồ thị dòng i_1 và i_2:  Đồ thị dòng i_1 và i_2 theo thời gian	0,25
2. 0,5 đ	Tính lượng điện tích biến thiên qua điện trở R_2: $L_1 di_1 = L_2 di_2 + R_2 i_2 dt \Rightarrow dq = i_2 dt = \frac{(L_1 di_1 - L_2 di_2)}{R_2}$ Tích phân hai vế, chú ý sau khi mạch ổn định thì $I_1 = \frac{E}{R_1}$ và $i_2 = 0$: $q = \frac{L_1 E}{R_2 R_1}$.	0,5

Câu	Nội dung	Điểm
3. 1,25 đ	Gọi i_1 và i_2 và i như hình vẽ, ta có phương trình $\begin{cases} i = i_1 + i_2 \\ i_2 R + i_2' L = u_C \\ iR + u_C = E \\ i_1 = \frac{dq}{dt} = \dot{q}, u_C = \frac{q}{C} \end{cases}$ Hay ta có: $\begin{cases} i = i_1 + i_2, i' = i_1' + i_2', i'' = i_1'' + i_2'' & (1) \\ i_2' R + i_2'' L = \frac{i_1}{C} & (2) \\ i_1' R + \frac{i_1}{C} = 0 & (3) \end{cases}$  Hình 2b	0,25
	Biến đổi ta có: $i_1'' + 2ai_1' + bi_1 = 0, a = \frac{1}{2} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \right); b = \frac{2}{LC}$ Nghiệm của (4) là: $i_1 = A_1 e^{\beta_1 t} + A_2 e^{\beta_2 t}; \beta_{1,2} = -\frac{1}{2} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \right)^2 - \frac{4}{LC}} \quad (5)$	0,5
	Khi $t = 0$, ta có: $\begin{cases} i_1 = i_2 = i = 0 \\ i_2'(t=0) = \frac{E}{L} \\ i_2'(t=0) = (i_1'(t=0) - i_1(t=0)) = \left(-\frac{1}{RC} i_1(t=0) - i_1'(t=0) \right) = -i_1'(t=0) \end{cases} \quad (6)$ Từ điều kiện ban đầu (6), tính được $A_1 = -A_2 = \frac{E}{L(\beta_2 - \beta_1)} = \frac{E}{2L \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \right)^2 - \frac{4}{LC}}}$	0,25
	Như vậy dòng điện biến thiên qua tụ điện C là: $i_1 = \frac{E}{2L \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \right)^2 - \frac{4}{LC}}} \left(e^{\left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \right) + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \right)^2 - \frac{4}{LC}} \right\} t} - e^{\left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \right) - \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{R}{L} + \frac{1}{RC} \right)^2 - \frac{4}{LC}} \right\} t} \right) \quad (7)$	0,25
Câu 4 (3,0 điểm)		
1. 1,0 đ	Chia khối lăng trụ thành các lớp rất mỏng có mặt phân cách song song với mặt phẳng bên của lăng trụ (coi các lớp có chiết suất không đổi). Do tia tới đi vuông góc với các mặt phân cách, nên tia sáng chỉ bị lệch đi khi tới mặt trụ. Ta có: $\sin r = n \cdot \sin i = \left(\sqrt{3} + \frac{2x_1}{R} \right) \cdot \frac{y_1}{R} = 2 \left(\frac{x_1 + \sqrt{3} \cdot R/2}{R} \right) \frac{y_1}{R}$	0,5

Câu	Nội dung	Điểm
	Để ý rằng: $OC = \frac{\sqrt{3}}{2}R \Rightarrow \frac{x_I + \sqrt{3}.R/2}{R} = \frac{x_I + OC}{R} = \cos i$ $\rightarrow \sin r = 2\sin i \cdot \cos i = \sin 2i \rightarrow r = 2i.$ $\Delta ICC'$ có $\angle ICC' = i = r - i = \angle IC'C$ là tam giác cân. Khi điểm I dịch chuyển trên mặt cầu, dễ dàng tính được điểm C' dịch chuyển trong khoảng $\frac{\sqrt{3}}{2}R \leq OC' \leq \left(2 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)R \quad (*)$	0,25
	Vậy: các tia ló khỏi lăng trụ cắt mặt phẳng xOz trong một vùng hình chữ nhật, có cạnh hướng theo trục Oz là H và cạnh hướng theo trục Ox là tập các điểm thỏa mãn điều kiện (*) ở trên. Chú ý: $0 \leq i \leq 30^\circ \rightarrow 0 \leq r \leq 60^\circ$ nên mọi tia sáng tới mặt trụ đều khúc xạ, không xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần.	0,25
2. 1,0 đ	Để xác định lực do ánh sáng tác dụng lên lăng trụ, ta cần tìm độ thay đổi động lượng của chùm sáng sau khi qua lăng trụ. * Giả sử mỗi photon có động lượng là P, có năng lượng là ϵ. Biến thiên động lượng của 1 photon là: + Theo phương Ox: $\delta P_x = P[1 - \cos(r - i)] = \frac{\epsilon}{c}(1 - \cos i)$ + Theo phương Oy: $\delta P_y = -P \sin(r - i) = -\frac{\epsilon}{c} \sin i$. + Theo phương Oz: $\delta P_z = 0$	0,25
	Do tính đối xứng, ta chỉ cần tính theo phương Ox. * Lực các photon tác dụng lên lăng trụ trong vùng từ tọa độ y đến y + dy: $df_x = dn \cdot \frac{\epsilon}{c}(1 - \cos i) = \frac{I \cdot H \cdot dy}{c}(1 - \cos i)$ Với dn là số photon đập lên vùng trên trong một đơn vị thời gian. * Hợp lực tác dụng lên lăng trụ là: $F = 2 \int_0^{\frac{R}{2}} \frac{I_0 H}{c} \left(1 - \frac{y}{R}\right) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{y^2}{R^2}}\right) dy \text{ với } y = R \cdot \sin i.$	0,25
	$F = 2 \int_0^{\frac{\pi}{6}} \frac{I_0 H R}{c} (1 - \sin i)(1 - \cos i) \cos i \cdot di$ $F = 2 \frac{I_0 H R}{c} \left(\sin i - \frac{\sin^2 i}{2} - \frac{\cos^3 i}{3} - \frac{i}{2} - \frac{\sin 2i}{4} \right) \bigg _0^{\frac{\pi}{6}} \approx 0,027 \frac{I_0 H R}{c}$	0,5

Câu	Nội dung	Điểm
3. 1,0 đ	Tính tương tự như trên, ta có $F_x = \int_{-\frac{R}{2}+a}^{\frac{R}{2}+a} \frac{I_0 H}{c} \left(1 - \frac{ y }{R}\right) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{(y-a)^2}{R^2}}\right) dy$ $= \frac{I_0 H}{c} \int_{-\frac{R}{2}}^{\frac{R}{2}} \left(1 - \frac{ y+a }{R}\right) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{y^2}{R^2}}\right) dy$ $= \frac{I_0 H}{c} \left[\int_{-a}^{\frac{R}{2}} \left(1 - \frac{y+a}{R}\right) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{y^2}{R^2}}\right) dy + \int_{-\frac{R}{2}}^{-a} \left(1 + \frac{y+a}{R}\right) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{y^2}{R^2}}\right) dy \right]$ $= \frac{I_0 H}{c} \left[2 \int_a^{\frac{R}{2}} \left(1 - \frac{y}{R}\right) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{y^2}{R^2}}\right) dy + 2 \int_0^a \frac{a}{R} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{y^2}{R^2}}\right) dy \right]$ $= 2 \frac{I_0 H}{c} \left[R \left(\sin i - \frac{\sin^2 i}{2} - \frac{\cos^3 i}{3} - \frac{i}{2} - \frac{\sin 2i}{4} \right) \right]_{\arcsin \frac{a}{R}}^{\frac{\pi}{6}} - a \left(\sin i - \frac{i}{2} - \frac{\sin 2i}{4} \right) \Big _0^{\arcsin \frac{a}{R}} \right]$ $= 2 \frac{I_0 H}{c} \left[R \left(\frac{3}{8} - \frac{\sqrt{3}}{4} - \frac{\pi}{12} \right) - a - \frac{a^2}{R} + \frac{R+a}{2} \arcsin \frac{a}{R} + \sqrt{1 - \frac{a^2}{R^2}} \left(\frac{a}{2} + \frac{a^2}{6R} + \frac{R}{3} \right) \right]$	0,5
	$F_y = - \int_{-\frac{R}{2}+a}^{\frac{R}{2}+a} \frac{I_0 H}{c} \left(1 - \frac{ y }{R}\right) \frac{y-a}{R} dy = - \frac{I_0 H}{Rc} \left[\int_0^{\frac{R}{2}+a} \left(1 - \frac{y}{R}\right) (y-a) dy + \int_{-\frac{R}{2}+a}^0 \left(1 + \frac{y}{R}\right) (y-a) dy \right]$ $= \frac{I_0 H a}{R^2 c} \left(\frac{R^2}{4} - \frac{a^2}{3} \right)$	0,5
Câu 5 (2,5 điểm)		
1. 1,25 đ	Momen đối với khối tâm C của lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên hai chất điểm của vệ tinh: $\vec{M}_C = \vec{CA} \times \left(\frac{-GMm\vec{OA}}{OA^3} \right) + \vec{CB} \times \left(\frac{-GMm\vec{OB}}{OB^3} \right) \quad (1)$ Chiều quay dương ngược chiều kim đồng hồ. Biết $\vec{OA} = \vec{OC} + \vec{CA}$ và $\vec{OB} = \vec{OC} + \vec{CB} = \vec{OC} - \vec{CA}$ (2) Do đó: $\vec{M}_C = GMm\vec{CA} \times \vec{OC} \left(\frac{1}{OB^3} - \frac{1}{OA^3} \right)$ (3) 	0,5

Câu	Nội dung	Điểm
	Vệ tinh cân bằng khi mômen này bằng không: $M_C = 0$, tức là: + $\overline{CA} // \overline{OC} \Rightarrow \alpha = 0$ hay $\alpha = \pi$: Vị trí cân bằng bền. + $OA = OB \Rightarrow \alpha = \pi/2$ hay $\alpha = 3\pi/2$: Vị trí cân bằng không bền.	0,75
2. 1,25 đ	Do $\ell \ll r$, nên ta có: $\frac{1}{OB^3} - \frac{1}{OA^3} = -\frac{6\ell \cos \alpha}{r^4}$; $\overline{CA} \times \overline{OC} = \overline{CA} \times \vec{r} = \ell \cdot r \sin \alpha \cdot \vec{e}_z$ ở đây trục Oz vuông góc với mặt phẳng hình vẽ.	0,5
	Giá trị đại số của momen lực: $M_C = -\frac{3GMm}{\ell} \left(\frac{1}{r}\right)^3 \sin 2\alpha$. Áp dụng phương trình động lực học của chuyển động quay: $I\alpha'' = M_C$, ta có: $2m\ell^2 \frac{d}{dt}(\alpha') = -\frac{3GMm}{\ell} \left(\frac{1}{r}\right)^3 \sin 2\alpha \Rightarrow 2m\ell^2 \alpha'' = -\frac{3GMm}{\ell} \left(\frac{1}{r}\right)^3 \sin 2\alpha$ Gọi α_0 là vị trí cân bằng bền $\Rightarrow \alpha = \alpha_0 + \theta$ với θ rất nhỏ. $\theta'' = -\frac{3GM}{r^3} \theta; \quad \text{Đặt: } \Omega^2 = \frac{3GM}{r^3}$	0,5
	Vậy chu kỳ dao động: $T = \frac{2\pi}{\Omega} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{3GM}}$	0,25
Câu 6 (3,5 điểm)		
1. 0,5 đ	Xác định r: Mắc mạch như hình vẽ:  + Sử dụng điện kế ở chế độ đo dòng một chiều. + Mắc nguồn một chiều vào mạch. + Đặt R_1 ở giá trị xác định, thay đổi R_2 đến khi dòng qua điện kế G bằng không. Đọc giá trị R_2. + Cầu cân bằng ta có $r = \frac{R_1 R_3}{R_2}$.	0,5
2. 3,0 đ	Xác định L: (Nêu được 1 cách: 1,0 điểm; nêu được 2 cách được đủ 3,0 điểm) * Cách 1: Mắc mạch như hình vẽ, G ở chế độ đo dòng xoay chiều.  Khi cầu cân bằng: ta có giản đồ Fresnel:	

Câu	Nội dung	Điểm
	Ta có: $\tan \varphi = \frac{I_C}{I_{R_2}} = \frac{U_L}{U_r} \Rightarrow \frac{Z_C}{R_2} = \frac{Z_L}{r} \Rightarrow r.R_2 = Z_L Z_C = \frac{L}{C}$ (1) $\cos \varphi = \frac{I_{R_2}}{I_{R_3}} = \frac{U_r}{U_{CB}} \Rightarrow \frac{U_{AC}}{R_2} \cdot \frac{R_3}{U_{CB}} = \frac{U_r}{U_{CB}} \Rightarrow \frac{I_1 R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{U_{CB}} = \frac{I_1 r}{U_{CB}} \Rightarrow r.R_2 = R_1.R_3$ (2) + Mắc nguồn xoay chiều vào mạch, giữ tần số tại một giá trị nào đó. + Điều chỉnh đồng thời giá trị của R_1 và R_2 sao cho tỷ số $\frac{R_1}{R_2}$ không đổi đến khi cầu cân bằng. + Lúc đó ta có: $L = CrR_2$ và xác định được L. * Cách 2: Mắc mạch như hình vẽ + Dùng nguồn xoay chiều cho mạch, chỉnh $R_1 = R_3$ và $R_2 = r$, + Chỉnh tần số đến khi cầu cân bằng thì lúc đó $Z_L = Z_C = \sqrt{\frac{L}{C}}$. + Giữ nguyên tần số của nguồn, mắc lại mạch như hình vẽ: + Chỉnh R_3 đến khi cầu cân bằng: Khi cầu cân bằng: $+\tan \varphi = \frac{Z_C}{R_2} = \frac{Z_L}{r}$ (luôn thỏa mãn do $Z_L = Z_C$ và $r = R_2$) $+\frac{Z_{Lr}}{R_1} = \frac{R_3}{Z_{CR_2}} \Rightarrow R_1 R_3 = \sqrt{(r^2 + Z_L^2)(R_2^2 + Z_C^2)} = r^2 + Z_L^2$ hay $R_1.R_3 = L/C + r^2$. Ta tính được L.	