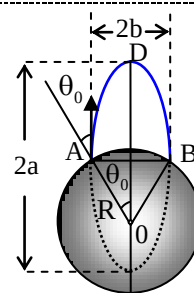


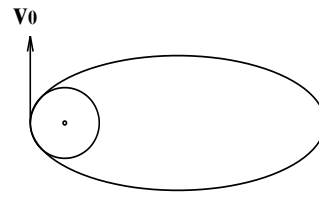
**I. Hướng dẫn chung**

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.

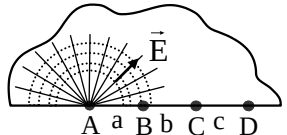
**II. Đáp án - thang điểm**

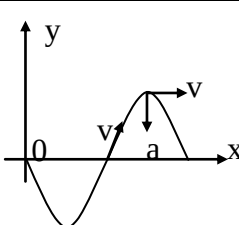
| Câu        | Nội dung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Điểm |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|            | <b>Câu I (3,5 điểm)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |
| <b>1a.</b> | Gọi $a$ là bán trục lớn, $b$ là bán trục nhỏ của quỹ đạo elip. Khi đó cơ năng của tên lửa là: $E = -\frac{GMm}{2a}$ (1). Khi phóng với tốc độ $v_0 = \sqrt{gR} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ta có $E = -\frac{GMm}{2R}$ (2)<br><br>Từ (1) và (2) cho thấy $a = R$ .                                                                                                                                                             | 0,50 |
|            | Điều đó cho thấy điểm phóng nằm trên elip và cách đều 2 tiêu điểm, như vậy điểm phóng nằm trên trục của elip. Do tính đối xứng của quỹ đạo, điểm chạm đất cũng nằm trên trục và khoảng cách giữa hai điểm đó là $2b$ .                                                                                                                                                                                                    | 0,50 |
| <b>1b.</b> | Tên lửa chỉ chịu tác dụng của lực hấp dẫn trong trường lực xuyên tâm, vậy quỹ đạo của tên lửa là một phần của elip mà một trong hai tiêu điểm là tâm trái đất.<br><br>Ở điểm có độ cao cực đại $H = D_0 - R$ , thành phần vận tốc $v_{\text{rD}}$ của tên lửa bằng 0<br><br>Theo định luật bảo toàn cơ năng có $-G \frac{Mm}{(R+H)} + \frac{mv_{\text{0D}}^2}{2} = E$ (3)                                                 | 0,25 |
|            | Từ định luật bảo toàn mômen động lượng:<br><br>$mRv_0 \sin \theta_0 = m(R+H)v_{\text{0D}} \Rightarrow v_{\text{0D}} = \sqrt{\frac{GM}{R}} \left( \frac{R}{R+H} \right) \sin \theta_0$ (4)<br><br>Trong đó $M$ là khối lượng của trái đất, $m$ là khối lượng của tên lửa<br>$v_{\text{0D}}$ là vận tốc tại điểm D có độ cao cực đại $H$ .                                                                                  | 0,25 |
|            | <b>* Xác định độ cao cực đại của tên lửa:</b><br><br>Từ (2) (3) (4) có $-\frac{GMm}{2R} = -\frac{GMm}{(R+H)} + \frac{1}{2} \frac{GMm}{R} \sin^2 \theta_0 \left( \frac{R}{R+H} \right)^2$<br><br>Với $\theta_0 = 30^\circ$ tính được: $-1 = -2 \left( \frac{R}{R+H} \right) + \frac{1}{4} \left( \frac{R}{R+H} \right)^2$ Đặt $x = \left( \frac{R}{R+H} \right)$ vì<br>$H > 0 \Rightarrow 0 < x < 1$ Có $x^2 - 8x + 4 = 0$ |      |
|            | Giải phương trình bậc hai trên, tính được $H = \frac{\sqrt{3}}{2} R$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,25 |

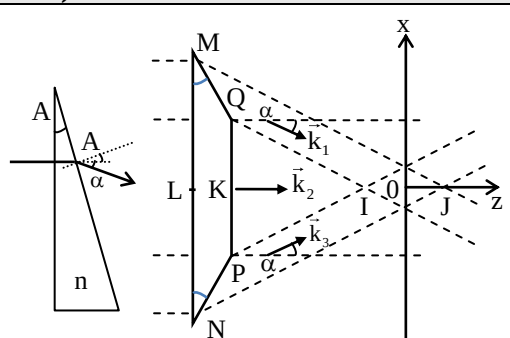


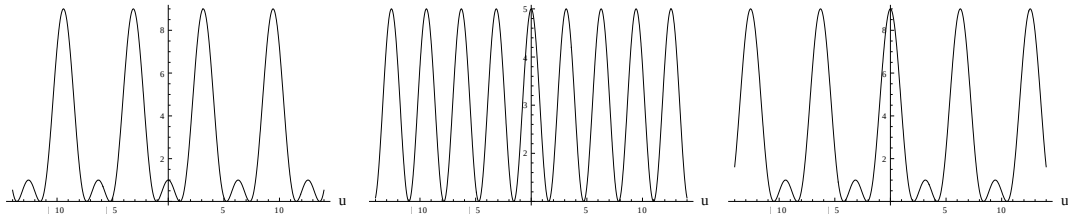
| Câu                      | Nội dung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Điểm |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                          | <p><b>* Xác định thời gian chuyển động:</b></p> <p>- Từ định luật III Kepler ta thấy rằng chu kỳ <math>T_e</math> của tên lửa đi hết 1 vòng của elip bằng chu kỳ <math>T_0</math> của vệ tinh chuyển động theo quỹ đạo tròn ở gần bề mặt trái đất, tức là</p> $T_e = T_0 = \frac{2\pi R}{\sqrt{GM/R}} = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}} \quad (5)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,25 |
|                          | <p>- Từ định luật II Kepler có tỉ số giữa thời gian chuyển động <math>T</math> trong một nửa hình elíp (ADB) so với chu kỳ <math>T_e</math>, bằng tỉ số giữa diện tích OADB và diện tích toàn phần của elíp:</p> $\frac{T}{T_e} = \frac{\frac{1}{2}\pi ab + b\sqrt{R^2 - b^2}}{\pi ab} \quad (6) \text{ Với } a = R; b = R \sin \theta_0 = \frac{1}{2}R, \text{ thay vào (6) tính}$ <p>được <math>T = T_e \left( \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2\pi} \right) = \frac{\pi + \sqrt{3}}{2\pi} T_e \Rightarrow T = (\pi + \sqrt{3}) \sqrt{\frac{R}{g}} = 3936,49s = 1h05'36,5'' \quad (7)</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,25 |
| 2.                       | <p>- Khi mở buồng, tàu bắt đầu chịu tác dụng của áp lực của ánh sáng ( ngoại lực hấp dẫn ) Gọi <math>W</math> là công suất chiếu sáng trên chiếc buồng . Vì bức xạ của Mặt trời là đẳng hướng nên <math>W = \frac{L}{4\pi R_T^2} \pi r^2 = \frac{Lr^2}{4R_T^2}</math></p> <p>Có <math>p = \frac{hf}{c}</math> Tính được <math>F = \sum \frac{dp}{dt} = \frac{2W}{c} = \frac{2}{c} \cdot \frac{L\pi r^2}{4\pi R_T^2} = \frac{Lr^2}{2cR_T^2} \quad (8)</math></p> <p><math>R_T</math> là khoảng cách từ tàu thám hiểm đến Mặt trời .</p> $F' = -\frac{GM_T m}{R_T^2} + \frac{Lr^2}{2cR_T^2} = -\left( M_T - \frac{Lr^2}{2Gmc} \right) \frac{Gm}{R_T^2} = \frac{GM'_T m}{R_T^2}$ <p>- Sau khi buồng mở, tàu chuyển động theo quỹ đạo elip với lực hấp dẫn hiệu dụng <math>F' = \frac{GM'_T m}{R_T^2}</math>, trong đó <math>M'_T = M_T - \frac{Lr^2}{2Gmc} \quad (9)</math> là khối lượng hiệu dụng của Mặt trời</p>  | 0,50 |
|                          | <p>- Gọi <math>v_0</math> là vận tốc của tàu vào thời điểm ngay trước và sau khi buồng mở. Tính <math>v_0</math> từ phương trình định luật II Newton khi tàu còn chuyển động tròn xung quanh mặt trời (chưa mở buồng): <math>F = \frac{mv_0^2}{R_T} = \frac{GM_T m}{R_T^2} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{GM_T m}{2R_T}</math></p> <p>Năng lượng của tàu sau khi mở buồng: <math>E = \frac{Gm}{R_T} \left( \frac{M_T}{2} - M'_T \right) = \frac{Gm}{R_T} \left( \frac{Lr^2}{2Gmc} - \frac{M_T}{2} \right)</math></p> <p><b>Tàu vũ trụ ra khỏi hệ mặt trời nếu <math>E \geq 0</math></b> <span style="float: right;">(10)</span></p> $\frac{Lr^2}{2Gmc} - \frac{M_T}{2} \geq 0 \rightarrow m \leq \frac{Lr^2}{GM_T c} \approx 217kg \quad (11)$                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,50 |
| <b>Câu II (3,0 điểm)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
| 1a.                      | <p>Xét tại thời điểm <math>t &gt; 0</math> khi nhiệt độ điện trở là <math>T</math>. Nhiệt lượng do dòng điện cung cấp dùng để làm nóng điện trở đồng thời tỏa nhiệt vào môi trường, nên ta có</p> $RI^2 dt = cm dT + \alpha S(T - T_0) dt \quad (1)$ <p>Từ đó có phương trình vi phân cấp 1: <math>T' + AT = B</math>, <math>A = \frac{\alpha S}{cm}</math>, <math>B = \frac{\alpha ST_0 + RI^2}{cm}</math> trong đó <math>R = \rho \ell / (\pi a^2)</math> là điện trở; <math>S = 2\pi a \ell</math> là diện tích bề mặt xung quanh của dây</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,25 |

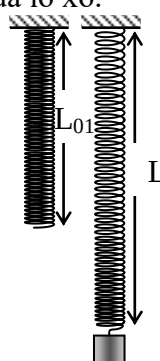
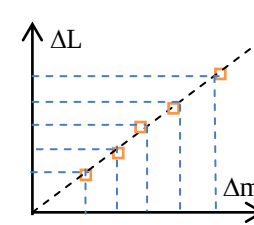
| Câu | Nội dung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Điểm |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     | Nghiệm phương trình trên với điều kiện đầu $T(t=0) = T_0$ là $T(t) = \frac{B}{A} + \left(T_0 - \frac{B}{A}\right)e^{-At}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,25 |
| 1b. | Từ đó tính được nhiệt độ lớn nhất: $T_m = \frac{B}{A} = T_0 + \frac{\rho I^2}{2\pi^2 \alpha a^3}$ (2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,25 |
|     | Khi $T_m = T_{nc}$ ta có $T_m = T_{nc} = \frac{\rho I_{max}^2}{2\pi^2 \alpha a^3} + T_0 \rightarrow I_{max} = \sqrt{\frac{2\alpha \pi^2 a^3 (T_{nc} - T_0)}{\rho}}$ (3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,25 |
| 1c. | Tại thời điểm ban đầu $t=0$ , khi nhiệt độ của điện trở là $T_0$ , phương trình (1) cho:<br>$\left(\frac{dT}{dt}\right)_0 = I^2 \frac{\rho}{\pi^2 c D a^4}$ Từ giả thiết, ta có: $t_m = \frac{T_m - T_0}{\left(\frac{dT}{dt}\right)_0} = \frac{c D a}{2\alpha}$ (4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,50 |
| 2a. | <b>Các điện trở nối tiếp:</b> Cường độ dòng điện qua các điện trở là như nhau. Theo (3) đây có bán kính bé sẽ có nhiệt độ lớn nhất $T_m$ lớn hơn.<br>- Cường độ dòng điện để điện trở bị cháy: $I_{max} = I_{max1} = \sqrt{\frac{2\alpha \pi^2 a^3 (T_{nc} - T_0)}{\rho}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,25 |
|     | - Dạng đồ thị nhiệt độ - thời gian được thể hiện trên hình vẽ: đường 1 là của điện trở có bán kính nhỏ, đường 2 là của điện trở có bán kính lớn hơn. Từ đồ thị 1b) thấy rõ, điện trở 1 bị cháy trước (Thí sinh chỉ cần vẽ hình 1b))                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,50 |
| 2b. | <b>Các điện trở song song:</b> Gọi điện áp hai đầu dây điện trở là $U$ . Từ (2) với $I = U/R$ sẽ tìm được: $T_m = T_0 + \frac{a U^2}{2\alpha \ell^2 \rho}$ . Tức là nhiệt độ lớn nhất tỉ lệ với bán kính của điện trở.<br>- Để xem dây điện trở nào cháy trước, cần tìm điện áp để dây nóng chảy $U_{nc}$ ứng với $T_{nc}$<br>có $U_{nc} = \frac{\rho \ell}{\pi a^2} \sqrt{\frac{2\alpha \pi^2 a^3 (T_{nc} - T_0)}{\rho}} = \sqrt{\frac{2\alpha \ell^2 (T_{nc} - T_0)}{a}}$ Từ đó dây có bán kính nhỏ hơn có điện áp nóng chảy lớn hơn. Như vậy với $U$ đủ lớn cùng đặt vào hai dây điện trở, dây nào bán kính lớn hơn sẽ cháy trước. (Hình 2b))<br>- Cường độ dòng điện $I$ để điện trở 2 bị cháy (thay $a$ bởi $2a$ trong (3)):<br>Từ $I_{max2} = 4\pi \sqrt{\frac{\alpha a^3 (T_{nc} - T_0)}{\rho}} \Rightarrow I_{max} = \frac{I_{max2} R_2}{R_1} + I_{max2} = 3I_{max2} = 12\pi \sqrt{\frac{\alpha a^3 (T_{nc} - T_0)}{\rho}}$ | 0,50 |
|     | Thí sinh chỉ cần vẽ hình 2b)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,25 |

| Câu | Nội dung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Điểm |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     | <b>Câu III (3,0 điểm)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |
| 1.  | Nếu cho dòng I vào cực A và lấy ra ở vô cùng, khi đó dòng điện đi trực tiếp từ A sang B là $I/3$ . Còn nếu ta dòng điện đi vào từ điểm xa vô cùng, chỉ lấy dòng ra I từ B, thì dòng $I/3$ đi từ A về B. Nếu bây giờ cho dòng I vào nút A, lấy dòng I ra khỏi B, thì dòng đi từ A về B sẽ là $2I/3$ . Như vậy, điện trở $R_{AB} = \frac{U_{AB}}{I} = \frac{2r}{3}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,50 |
| 2a. | <p>Cho dòng điện I đi vào cực A, lấy ra ở vô cùng, khi đó, do tính đối xứng các đường dòng là các đường thẳng đi từ điểm A đi ra xa vô cùng. Trên hình vẽ, các mặt đẳng thế các mặt trụ đứt nét.</p>  <p>Mật độ dòng điện <math>\vec{j} = \frac{I}{\pi rh} \vec{e}_r</math>. Định luật Ohm <math>\vec{E} = \rho \vec{j} = \frac{\rho I}{\pi rh} \vec{e}_r</math>.</p> <p>Hiệu điện thế giữa hai điểm C, D: <math>U_{CD}^{(A)} = \int_C^D \vec{E}_r d\vec{r} = \frac{\rho I}{\pi h} \int_C^D \frac{dr}{r} = \frac{\rho I}{\pi h} \ln \frac{a+b+c}{a+b}</math></p> <p>Nếu ta cho dòng điện đi từ vô cực vào điểm B rồi lấy dòng I ra khỏi B, hình ảnh các đường dòng và các mặt đẳng thế vẫn như cũ, chỉ khác là điện trường hướng về tâm B, <math>\vec{E} = \rho \vec{j} = -\frac{\rho I}{\pi rh} \vec{e}_r</math>.</p> <p>Tương tự ta tính được: <math>U_{CD}^{(B)} = \int_C^D \vec{E}_r d\vec{r} = -\frac{\rho I}{\pi h} \int_C^D \frac{dr}{r} = -\frac{\rho I}{\pi h} \ln \frac{b+c}{b}</math></p> <p>Bây giờ ta cho dòng I vào cực A, và lấy dòng ra khỏi B, định luật chồng chập điện thế cho: <math>U_{CD}^{(AB)} = U_{CD}^{(A)} + U_{CD}^{(B)} = \frac{\rho I}{\pi h} \ln \frac{(a+b+c)b}{(b+c)(a+b)}</math> Vậy: <math>R_{AB,CD} = \frac{\rho}{\pi h} \ln \frac{(a+b+c)b}{(b+c)(a+b)}</math>.</p> | 0,50 |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,50 |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,25 |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,50 |
| 2b. | <p>Hoàn toàn tương tự, trong trường hợp cho dòng qua hai điện cực B và C, còn điện áp đo giữa A và D, ta có <math>R_{BC,AD} = \frac{\rho}{\pi h} \ln \frac{(b+c)(a+b)}{ac}</math>. Từ hai biểu thức của điện trở dễ dàng biến đổi: <math>\frac{(a+b+c)b}{(b+c)(a+b)} = \exp\left(\frac{\pi h R_{AB,CD}}{\rho}\right)</math> và <math>\frac{(b+c)(a+b)}{ac} = \exp\left(\frac{\pi h R_{BC,AD}}{\rho}\right)</math></p> <p>Nghịch đảo biểu thức thứ hai rồi cộng theo vế hai biểu thức ta được:</p> $\exp\left(\frac{\pi h R_{AB,CD}}{\rho}\right) + \exp\left(-\frac{\pi h R_{BC,AD}}{\rho}\right) = \frac{(a+b+c)b}{(b+c)(a+b)} + \frac{ac}{(b+c)(a+b)} = 1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,75 |
|     | <b>Câu IV (3,5 điểm)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |
| 1.  | <p>Chu kỳ không gian của quỹ đạo chính là khoảng cách giữa hai cực nam châm cùng màu gần nhau nhất trên cùng một dây, tức là d. Từ điều kiện <math>y(x+d) = y(x)</math>, ta có <math>kd = 2\pi</math> hay <math>k = \frac{2\pi}{d}</math>.</p> <p>Đạo hàm hai vế phương trình quỹ đạo của electron theo thời gian ta có <math>\dot{y} = kA \cos(kx + \phi) \dot{x}</math>, Do đó <math>\frac{v_y}{v_x} = kA  \cos(kx + \phi) </math>.</p> <p>Tỉ số này cực đại khi <math>\cos(kx + \phi) = \pm 1</math> hay <math>x_n = \frac{d}{2\pi} (n\pi - \phi); n = 1, 2, 3, \dots</math></p> <p>Như vậy khoảng cách giữa hai điểm liên tiếp là <math>x_{n+1} - x_n = \frac{d}{2}</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,25 |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,25 |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,25 |

| Câu | Nội dung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Điểm |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     | <p>Quãng đường nguyên tố dọc theo quỹ đạo</p> $ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx = \sqrt{1 + [kA \cos(kx + \phi)]^2} dx.$ <p>Điều kiện <math>A \ll d</math> tương đương với <math>kA \ll 1</math>. Sử dụng gần đúng ta có</p> $ds = \left\{ 1 + \frac{1}{2} [kA \cos(kx + \phi)]^2 \right\} dx.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,25 |
| 2.  | <p>Quãng đường êlectrôn đi được trong một chu kỳ</p> $s = \int_0^d \sqrt{1 + [kA \cos(kx + \phi)]^2} dx = d \left[ 1 + \left(\frac{kA}{2}\right)^2 \right]. \text{ Do đó } s = d \left[ 1 + \left(\frac{\pi A}{d}\right)^2 \right].$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,25 |
|     | <p>Vì êlectrôn chuyển động với vận tốc không đổi nên chu kỳ <math>T = \frac{s}{v} = \frac{d}{v} \left[ 1 + \left(\frac{\pi A}{d}\right)^2 \right]</math>.</p> <p>Đồng nhất với biểu thức đã cho ta thu được <math>T_0 = \frac{d}{v}</math> và <math>\alpha = \pi^2</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,25 |
| 3.  | <p>Bước sóng bằng khoảng cách giữa hai mặt sóng phát ra liên tiếp cách nhau khoảng thời gian <math>T</math>. Kể từ lúc phát ra, mặt sóng thứ nhất đi được quãng đường <math>\ell = cT</math>, theo trục <math>Ox</math>. Trong thời gian đó êlectrôn di chuyển được quãng đường <math>d</math> theo hướng đó. Do</p> <p>đó <math>\lambda = \ell - d</math>. Từ đây suy ra <math>\lambda = cT - d = d \left( \frac{c}{v} - 1 \right) + \frac{\pi^2 A^2}{d} \frac{c}{v}</math>.</p>                                                                          | 0,50 |
| 4.  | <p>Do lực từ luôn vuông góc với phương chuyển động của êlectrôn nên <math>v = \text{const}</math>, gia tốc của nó chỉ có gia tốc pháp tuyến <math>a = Kv^2</math>, trong đó <math>K</math> là độ cong của quỹ đạo.</p> <p>Tại điểm trên cùng của quỹ đạo (<math>y = +A</math>) ta có <math>K =  y''(x)  = k^2 A</math>. Kết hợp với việc gia tốc của êlectrôn hướng ngược với trục <math>Oy</math> ta có <math>a = -k^2 Av^2</math>.</p> <p>Áp dụng định luật II Newton cho êlectrôn khi nó ở điểm trên cùng của quỹ đạo</p> $\frac{m}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} k^2 Av^2 = evB_0. \text{ Từ đây ta có } A = \frac{eB_0}{mvk^2} \sqrt{1 - v^2/c^2}.$ | 0,25 |
|     | <p>Sử dụng liên hệ giữa động lượng và năng lượng tương đối tính</p> $\frac{mv}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{\sqrt{E^2 - (mc^2)^2}}{c} \text{ Vì } E \gg mc^2 \text{ nên ta có } \frac{mv}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \approx \frac{E}{c}.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,25 |
|     | <p>Từ đây <math>A = \frac{eB_0 c}{Ek^2} = \frac{eB_0 c}{E} \left( \frac{d}{2\pi} \right)^2</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,25 |
| 5.  | <p>Do <math>A \ll d</math> nên có thể bỏ qua số hạng <math>\alpha \left( \frac{A}{d} \right)^2</math>. Khi đó, sử dụng thêm điều kiện <math>v \approx c</math>, <math>\lambda</math> có thể biểu diễn gần đúng</p> $\lambda = d \left( \frac{c}{v} - 1 \right) = \frac{dc}{v} \left( 1 - \frac{v}{c} \right) \approx \frac{d}{2} \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right) = \frac{d}{2} \left( \frac{mc^2}{E} \right)^2.$ <p>Tính được <math>\lambda \approx 5,135 \cdot 10^{-7} \mu\text{m}</math>.</p>                                                                                                                                             | 0,50 |

| Câu | Nội dung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Điểm |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     | <b>Câu V (3,5 điểm)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |
| 1.  | <p>Từ hình vẽ ta có thể viết <math>n \sin A = \sin(A + \alpha)</math> và, trong trường hợp góc nhỏ, ta lấy gần đúng <math>nA \approx A + \alpha</math> suy ra <math>\alpha \approx (n-1)A</math>. Với ba sóng đi ra, ta có thể viết <math> \vec{k}_1  =  \vec{k}_2  =  \vec{k}_3  = 2\pi/\lambda \equiv k</math>. Từ hình vẽ <math>\vec{k}_1 = -(k \sin \alpha)\vec{e}_x + (k \cos \alpha)\vec{e}_z</math>, <math>\vec{k}_2 = k\vec{e}_z</math>, <math>\vec{k}_3 = (k \sin \alpha)\vec{e}_x + (k \cos \alpha)\vec{e}_z</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,25 |
|     | <p>Các chùm (1) và (2) đồng pha tại điểm Q, và ta có thể viết <math>\Phi_1(Q) = \Phi_2(Q)</math>. Tại điểm M trong vùng giao thoa, các chùm (1) và (2) có pha là <math>\Phi_1(C) = \Phi_1(Q) - \vec{k}_1 \cdot \overrightarrow{QC}</math>, tương ứng <math>\Phi_2(C) = \Phi_2(Q) - \vec{k}_2 \cdot \overrightarrow{QC}</math>, từ đây ta có <math>\Phi_1(C) - \Phi_2(C) = (\vec{k}_2 - \vec{k}_1) \cdot \overrightarrow{QC}</math>. Ở đây <math>\overrightarrow{QC} = (x-b)\vec{e}_x + d\vec{e}_z</math>, và <math>\vec{k}_2 - \vec{k}_1 = k[\sin \alpha \vec{e}_x + (1 - \cos \alpha)\vec{e}_z]</math> nên <math>\Delta\Phi_{12} = \Phi_1(C) - \Phi_2(C) = k[d(1 - \cos \alpha) + (x-b)\sin \alpha]</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,50 |
|     | <p>Hoàn toàn tương tự với các chùm (2) và (3) ta có: <math>\Delta\Phi_{32} = \Phi_3(C) - \Phi_2(C) = k[d(1 - \cos \alpha) - (x+b)\sin \alpha]</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,25 |
| 2.  | <p>Sóng của ba chùm tia tới C có cùng cường độ, tức là có cùng biên độ điện trường <math>\vec{E}_0</math>, chỉ chênh lệch pha. <math>\vec{E} = \vec{E}_0[\cos\Phi_1(C) + \cos\Phi_2(C) + \cos\Phi_3(C)]</math><br/>         Biến đổi <math>\cos\Phi_1 = \cos(\Phi_2 + \Delta\Phi_{12}) = \cos\Phi_2 \cos\Delta\Phi_{12} - \sin\Phi_2 \sin\Delta\Phi_{12}</math>.<br/>         Tương tự với <math>\cos\Phi_3</math> và thế vào ta được <math>\vec{E} = \vec{E}_0[\cos\Phi_2(1 + \cos\Delta\Phi_{12} + \cos\Delta\Phi_{32}) - \sin\Phi_2(\sin\Delta\Phi_{12} + \sin\Delta\Phi_{32})]</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,50 |
|     | <p>Cường độ ánh sáng <math>I \sim \langle E^2 \rangle = E_0^2 \{ \langle \cos^2\Phi_2 \rangle (1 + \cos\Delta\Phi_{12} + \cos\Delta\Phi_{32})^2 + \langle \sin^2\Phi_2 \rangle (\sin\Delta\Phi_{12} + \sin\Delta\Phi_{32})^2 - 2(1 + \cos\Delta\Phi_{12} + \cos\Delta\Phi_{32})(\sin\Delta\Phi_{12} + \sin\Delta\Phi_{32}) \langle \cos\Phi_2 \sin\Phi_2 \rangle \}</math>.<br/>         Lấy trung bình theo thời gian ta được <math>\langle \cos^2\Phi_2 \rangle = \langle \sin^2\Phi_2 \rangle = \frac{1}{2}</math>, và <math>\langle \cos\Phi_2 \sin\Phi_2 \rangle = 0</math>.<br/> <math>I \sim \frac{1}{2} E_0^2 \{ 3 + 2\cos\Delta\Phi_{12} + 2\cos\Delta\Phi_{32} + 2(\cos\Delta\Phi_{12} \cos\Delta\Phi_{32} + \sin\Delta\Phi_{12} \sin\Delta\Phi_{32}) \} \Rightarrow</math><br/>         Vậy <math>I \sim I_0 \{ 3 + 4\cos\frac{\Delta\Phi_{12} + \Delta\Phi_{32}}{2} \cos\frac{\Delta\Phi_{12} - \Delta\Phi_{32}}{2} + 2\cos(\Delta\Phi_{12} - \Delta\Phi_{32}) \} \Rightarrow</math><br/> <math>I \sim I_0 \{ 1 + 4\cos\frac{\Delta\Phi_{12} - \Delta\Phi_{32}}{2} [\cos\frac{\Delta\Phi_{12} + \Delta\Phi_{32}}{2} + \cos\frac{\Delta\Phi_{12} - \Delta\Phi_{32}}{2}] \}</math>.<br/>         Thay <math>\Delta\Phi_{12} + \Delta\Phi_{32} = 2\gamma</math>, <math>\Delta\Phi_{12} - \Delta\Phi_{32} = 2\beta</math> vào được <math>I \sim I_0 \{ 1 + 4\cos\beta [\cos\gamma + \cos\beta] \}</math>.</p> | 0,50 |
|     | <p><b>Xét các giá trị đặc biệt</b><br/>         + Với <math>\cos\gamma = -1</math> ta có <math>I(C) = I_0[1 - 8\cos\beta \sin^2(\beta/2)]</math>, Có thể thấy rằng, có cực đại chính với giá trị <math>9I_0</math>, cực đại phụ <math>I_0</math>, và cực tiểu bằng không. Vị trí các cực trị cho trên hình vẽ. Trục của thiết bị là cực đại bậc hai, hai bên là hai cực tiểu và tiếp liền là hai cực đại lớn hơn hẳn. Tỷ lệ là 1/9.<br/>         + Với <math>\cos\gamma = 0</math>, cường độ ánh sáng <math>I(C) = I_0[1 + 8\cos^2\beta]</math>. Có cực đại chính <math>5I_0</math>, và cực tiểu bằng không, và vị trí như ở trên hình vẽ. Tỷ lệ là 1.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,50 |

| Câu                      | Nội dung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Điểm |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                          | <p>+Với <math>\cos \gamma = +1</math>. Trong trường hợp này <math>I(C) = I_0[1 + 8\cos\beta \cos^2(\beta/2)]</math>. Tình huống giống hệt trường hợp a), trục đối xứng của hệ có một cực đại rõ rệt. Tỷ lệ là 9.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,50 |
| 3.                       | <p>Vị trí hai vân liên tiếp chỉ phụ thuộc vào <math>x</math>, mà không phụ thuộc vào <math>d</math>, nên để quan sát được nhiều vân nhất, ta cần đặt màn chắn ở ngay giữa vùng giao thoa. Với <math>a &gt; b</math>, ta có <math>KI \approx b/\alpha</math>, <math>LJ \approx a/\alpha</math> và <math>KL \approx (a-b)A</math>.<br/> Vùng được chiếu sáng là<br/> <math display="block">IJ = KJ - KI = (LJ - LK) - KI = \left[\frac{a}{\alpha} - (a-b)A\right] - \frac{b}{\alpha} = (a-b) \left\{ \frac{1}{(n-1)A} - A \right\} \approx \frac{a-b}{A(n-1)}.</math> Khoảng cách KO là <math>d = KI + \frac{IJ}{2} = \frac{b}{\alpha} + \frac{a-b}{2\alpha} = \frac{a+b}{2\alpha} = \frac{a+b}{2A(n-1)}.</math></p>                                                                                                                                                                                               | 0,50 |
| <b>Câu VI (3,5 điểm)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |
| 1a.                      | <p><i>Xây dựng công thức cần thiết để xác định khối lượng <math>M</math> của lò xo:</i><br/> <b>* Xác định độ cứng của lò xo:</b><br/> Xét phần tử lò xo nằm trong khoảng <math>s</math> và <math>s + ds</math> (<math>0 \leq s \leq \ell</math>). Phần tử này coi như lò xo có độ dài <math>ds</math>, độ cứng <math>k_s</math>. Lò xo này bị kéo giãn bởi trọng lượng của phần lò xo nằm dưới nó. Gọi <math>d\ell</math> là độ giãn của phần tử này. Có <math>k_s d\ell = \frac{M}{\ell}(\ell - s)g</math><br/> Mặt khác, độ cứng của các phần lò xo tỉ lệ nghịch với chiều dài của phần tử đó nên <math>k_s ds = k\ell \Rightarrow k_s = \frac{k\ell}{ds}</math> Do đó <math>d\ell = \frac{Mg}{k\ell^2}(\ell - s)ds</math><br/> Độ giãn lò xo gây bởi trọng lượng của nó <math>\Delta\ell_0 = \int_0^{\ell_0} d\ell = \frac{Mg}{k\ell^2} \int_0^{\ell} (\ell - s)ds = \frac{Mg}{2k} = \text{const}</math></p> | 0,25 |
|                          | <p>Khi móc vào đầu dưới của lò xo một vật khối lượng <math>m</math> thì khi cân bằng, lò xo giãn ra một đoạn <math>\Delta\ell = \Delta\ell_0 + \frac{mg}{k}</math>. Khi thay đổi <math>m</math>, độ giãn của lò xo thay đổi:<br/> <math display="block">d(\Delta\ell) = dL = \frac{g}{k} dm \rightarrow \Delta L = \frac{g}{k} \Delta m</math> Hay <math>k = \frac{\Delta m}{\Delta L} g</math><br/> Nhu vậy bằng việc treo các vật có <math>m</math> khác nhau, vẽ sự chênh lệch độ giãn lò xo <math>\Delta L</math> theo độ chênh lệch khối lượng <math>\Delta m</math> vật treo ta xác định được độ cứng <math>k</math> của lò xo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,25 |
|                          | <p><b>*Xác định khối lượng của lò xo:</b> Sau khi xác định được độ cứng <math>k</math> của lò xo, cần đo độ giãn của lò xo khi tự giãn do trọng lượng của chính lò xo. Áp dụng <math>\Delta\ell_0 = \frac{Mg}{2k}</math> xác định được khối lượng <math>M</math> của lò xo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,50 |
| 1b.                      | <p><i>Xây dựng công thức cần thiết để xác định suất trượt <math>G</math> của vật liệu làm lò xo:</i><br/> Xét phần tử lò xo nằm vuông góc với mặt phẳng tờ giấy. Khi phần tử này bị xoắn ứng với góc xoắn <math>d\theta</math> sẽ làm lò xo giãn theo phương thẳng đứng một đoạn <math>d\ell = R d\theta</math> với <math>R</math> là bán kính mỗi vòng xoắn của lò xo.<br/> Do mọi phần tử lò xo là tương đương với nhau. Như vậy khi treo vật nặng khối lượng <math>m</math> vào lò xo, lò xo giãn thêm một đoạn là <math>\Delta L = \sum d\ell = \int_0^{\theta} R d\theta = R\theta</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,50 |

| Câu        | Nội dung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Điểm         |              |              |              |     |              |            |              |              |              |     |              |      |              |              |              |  |              |      |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|-----|--------------|------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|------|
|            | <p>Xét về mặt năng lượng ta có năng lượng tích trữ trong lò xo khi treo vật (dưới dạng thế năng đàn hồi) là <math>\frac{1}{2}k\Delta L^2 = \frac{1}{2}C\theta^2 \Rightarrow k.R^2\theta^2 = C\theta^2 \Rightarrow C = kR^2</math></p> <p>Mặt khác <math>C = \frac{\pi G}{2L}r^4</math> nên <math>C = \frac{\pi G}{2L}r^4 = kR^2 \Rightarrow G = \frac{kR^2.4\pi NR}{\pi r^4} = k\frac{4NR^3}{r^4}</math> với N là số vòng của lò xo (Ở đây chiều dài dây làm lò xo là <math>L = 2\pi R.N</math>).</p> <p>Như vậy bằng việc đếm số vòng lò xo và xác định được hệ số cứng k của lò xo ta xác định được suất trượt G của vật liệu làm lò xo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,50         |              |              |              |     |              |            |              |              |              |     |              |      |              |              |              |  |              |      |
| 2.         | <p>Tiến hành thí nghiệm, các bước tiến hành, thu thập, xử lý số liệu</p> <p><i>* Xác định các thông số ban đầu của lò xo</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Dùng thước kẹp xác định đường kính của lò xo từ đó xác định được R;</li><li>- Dùng thước kẹp xác định đường kính dây làm lò xo, từ đó xác định r;</li><li>- Đếm số vòng N của lò xo ở trạng thái không biến dạng;</li><li>- Để lò xo nằm trên mặt phẳng nằm ngang, xác định chiều dài tự nhiên L của lò xo.</li></ul> <p><i>* Tiến hành thí nghiệm</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Treo lò xo theo phương thẳng đứng, chưa treo vật nặng m, đo chiều dài <math>L_{01}</math> của lò xo.</li><li>- Treo lò xo bằng các gia trọng, ghi lại khối lượng và chiều dài L của lò xo tương ứng với từng gia trọng</li><li>- Lập bảng số liệu</li></ul> <table><tr><td>Lần đo</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>...</td><td>n</td></tr><tr><td>Gia trọng</td><td><math>\Delta m_1</math></td><td><math>\Delta m_2</math></td><td><math>\Delta m_3</math></td><td>...</td><td><math>\Delta m_n</math></td></tr><tr><td>L</td><td><math>\Delta L_1</math></td><td><math>\Delta L_2</math></td><td><math>\Delta L_3</math></td><td></td><td><math>\Delta L_n</math></td></tr></table>  | Lần đo       | 1            | 2            | 3            | ... | n            | Gia trọng  | $\Delta m_1$ | $\Delta m_2$ | $\Delta m_3$ | ... | $\Delta m_n$ | L    | $\Delta L_1$ | $\Delta L_2$ | $\Delta L_3$ |  | $\Delta L_n$ | 0,75 |
| Lần đo     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2            | 3            | ...          | n            |     |              |            |              |              |              |     |              |      |              |              |              |  |              |      |
| Gia trọng  | $\Delta m_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $\Delta m_2$ | $\Delta m_3$ | ...          | $\Delta m_n$ |     |              |            |              |              |              |     |              |      |              |              |              |  |              |      |
| L          | $\Delta L_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $\Delta L_2$ | $\Delta L_3$ |              | $\Delta L_n$ |     |              |            |              |              |              |     |              |      |              |              |              |  |              |      |
|            | <p><i>* Xử lý số liệu: Lập bảng</i></p> <table><tr><td><math>\Delta m</math></td><td><math>\Delta m_1</math></td><td><math>\Delta m_2</math></td><td><math>\Delta m_3</math></td><td>...</td><td><math>\Delta m_n</math></td></tr><tr><td><math>\Delta L</math></td><td><math>\Delta L_1</math></td><td><math>\Delta L_2</math></td><td><math>\Delta L_3</math></td><td>...</td><td><math>\Delta L_n</math></td></tr></table> <p>Xác định k, M, G:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Vẽ đồ thị <math>\Delta L</math> theo <math>\Delta m</math>, đồ thị có dạng đường thẳng</li><li>- Xác định góc nghiêng <math>\alpha</math> ta có <math>\tan \alpha = \frac{g}{k} \Rightarrow k = \frac{g}{\tan \alpha}</math></li><li>- Xác định khối lượng của lò xo: Có <math>\Delta \ell_0 = \frac{Mg}{2k} \Rightarrow M = \frac{2k}{g}(L_{01} - L_0) = \frac{2(L_{01} - L_0)}{\tan \alpha}</math></li><li>- Xác định suất trượt G của lò xo: <math>G = k\frac{4NR^3}{r^4}</math></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                           | $\Delta m$   | $\Delta m_1$ | $\Delta m_2$ | $\Delta m_3$ | ... | $\Delta m_n$ | $\Delta L$ | $\Delta L_1$ | $\Delta L_2$ | $\Delta L_3$ | ... | $\Delta L_n$ | 0,75 |              |              |              |  |              |      |
| $\Delta m$ | $\Delta m_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $\Delta m_2$ | $\Delta m_3$ | ...          | $\Delta m_n$ |     |              |            |              |              |              |     |              |      |              |              |              |  |              |      |
| $\Delta L$ | $\Delta L_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $\Delta L_2$ | $\Delta L_3$ | ...          | $\Delta L_n$ |     |              |            |              |              |              |     |              |      |              |              |              |  |              |      |

HẾT