

HƯỚNG DẪN CHẤM
Đề thi chính thức

Môn: VẬT LÝ

Thời gian: 180 phút (không kể thời gian giao đề)

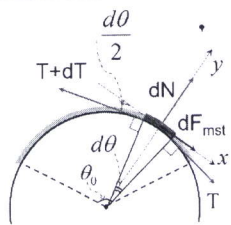
Ngày thi: 25/02/2023

Hướng dẫn chấm thi gồm 09 trang

I. HƯỚNG DẪN CHUNG

1. Giám khảo chấm đúng như đáp án, biểu điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu thí sinh có cách trả lời khác đáp án đối với câu/ý/nội dung được tính điểm theo biểu điểm nhưng đúng thì giám khảo vẫn cho điểm theo Hướng dẫn chấm thi.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

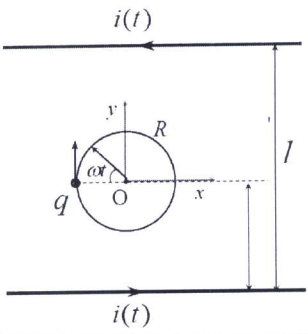
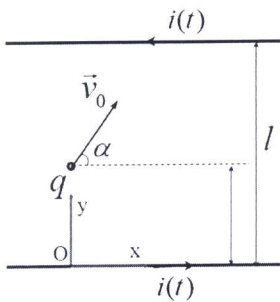
II. ĐÁP ÁN, BIỂU ĐIỂM

Câu	Nội dung
Câu I (4,0 điểm)	
I.1	Chia dây đai MN thành các đoạn nhỏ có độ dài $d\ell$, góc mở $d\theta$. Tại góc θ đoạn $d\ell$ gây ra áp lực dQ lên hình trụ. Các lực tác dụng lên dây $d\ell$ bao gồm: phản lực vuông góc dN của hình trụ; lực căng tại hai đầu dây $T, T + dT$; lực ma sát trượt dF_{mst} 
	$\sum F_x = 0 = (T + dT) \cos \frac{d\theta}{2} - T \cos \frac{d\theta}{2} - \mu dN$ $\sum F_y = 0 = dN - (T + dT) \sin \frac{d\theta}{2} - T \sin \frac{d\theta}{2}$
	Do $d\theta$ bé nên $\sin \frac{d\theta}{2} \approx \frac{d\theta}{2}$, bỏ qua vô cùng bé bậc 2 ta có: $dT - \mu dN = 0 \quad (1)$ $dN - T d\theta = 0 \quad (2)$
	Từ (1), (2) suy ra: $\frac{dT}{T} = \mu d\theta \Rightarrow \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = \int_0^{\theta_0} \mu d\theta \Rightarrow T_2 = T_1 e^{\mu \theta_0}$
I.2a	Điều kiện cân bằng $F \cdot AC = T_B \cdot AB \Rightarrow T_B = \frac{F \cdot AC}{AB} = 1300 \text{ N}$ Nếu hình trụ quay cùng chiều kim đồng hồ thì $T_N > T_M$ và ngược chiều kim đồng hồ thì $T_N < T_M$, $T_M = T_B$ luôn có giá trị không đổi. Trường hợp 1: $T_N > T_M$; $T_N = 4028,31 \text{ N}$ Trường hợp 2: $T_{N1} < T_M$; $T_{N1} = 419,53 \text{ N}$

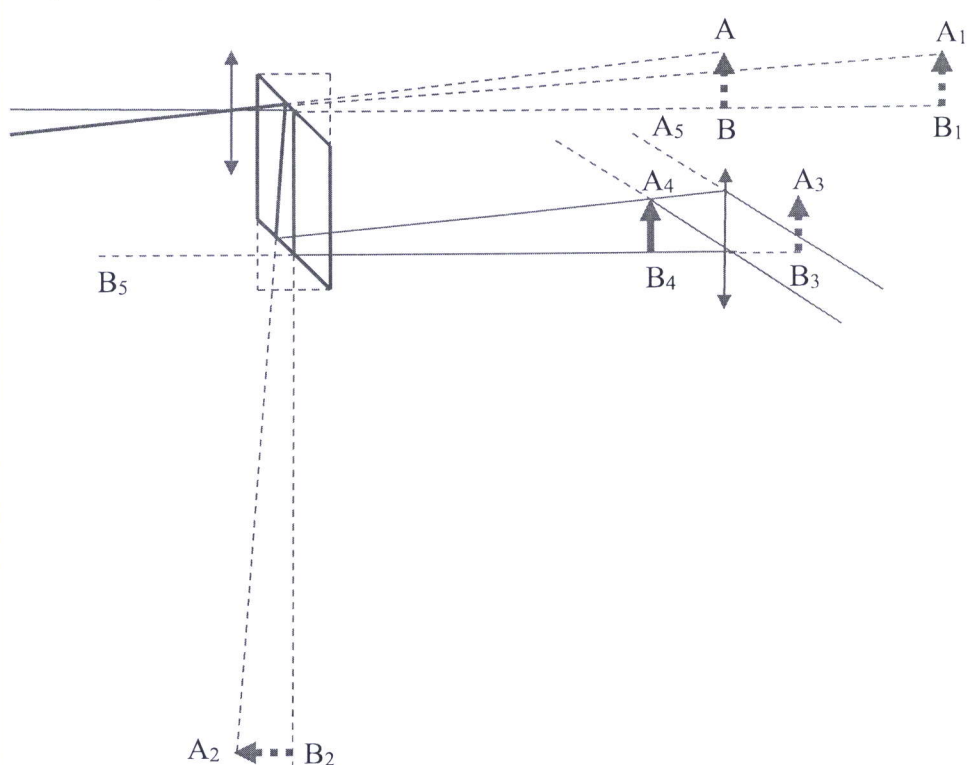
I.2b	Từ phương trình (1), momen của lực ma sát trượt tác dụng lên hình trụ $ dM'_{mst} = RdF'_{mst} = -RdF_{mst} = R dT $ Trường hợp 1: $T_N > T_M$ $ M'_{mst} = R(T_N - T_M) = RT_M(e^{\mu\theta_0} - 1)$ Độ lớn gia tốc góc của hình trụ: $\gamma = \frac{RT_M(e^{\mu\theta_0} - 1)}{\frac{1}{2}MR^2}$ Thời gian để hình trụ dừng hẳn: $t = \frac{\omega_0}{\gamma} = 0,20 \text{ s}$
	Trường hợp 2: $T_{N1} < T_M$ $ M'_{mst1} = R(T_M - T_{N1}) = RT_M\left(1 - \frac{1}{e^{\mu\theta_0}}\right)$ Độ lớn gia tốc góc của hình trụ: $\gamma_1 = \frac{RT_M(1 - \frac{1}{e^{\mu\theta_0}})}{\frac{1}{2}MR^2}$ Thời gian để hình trụ dừng hẳn: $t_1 = \frac{\omega_0}{\gamma_1} = 0,62 \text{ s}$
	Nhận xét: Thời gian để hình trụ dừng hẳn phụ thuộc vào chiều quay của hình trụ. Với giá trị μ, θ_0 xác định, ta có thể thiết kế sao cho phanh đạt hiệu quả nhanh nhất.
	I.2c Trường hợp 1: $T_N > T_M$ Từ phương trình (2): $dQ = dN = Td\theta = T_M e^{\mu\theta} d\theta$ $d\vec{Q}$ luôn hướng vào tâm nên: $\begin{cases} dQ_x = -T_M \cos\theta e^{\mu\theta} d\theta \\ dQ_y = -T_M \sin\theta e^{\mu\theta} d\theta \end{cases}$ $\Rightarrow \begin{cases} Q_x = \int_0^{3\pi/2} -T_M \cos\theta e^{\mu\theta} d\theta = 4103,89 \text{ N} \\ Q_y = \int_0^{3\pi/2} -T_M \sin\theta e^{\mu\theta} d\theta = -314,93 \text{ N} \end{cases}$ $\begin{cases} Q = 4115,95 \text{ N} \\ \tan\alpha = \frac{Q_y}{Q_x} \Rightarrow \alpha = -4,39^\circ \end{cases}$ α là góc hợp bởi véc tơ $\vec{Q}$ với trục Ox Trường hợp 2: $T_{N1} < T_M$ Từ phương trình (2): $dQ_1 = dN_1 = Td\theta = \frac{T_M}{e^{\mu\theta}} d\theta$ $\begin{cases} dQ_{x1} = -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \cos\theta d\theta \\ dQ_{y1} = -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \sin\theta d\theta \end{cases}$

	$\Rightarrow \begin{cases} Q_{x1} = \int_0^{3\pi/2} -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \cos \theta d\theta = 101,68 \text{ N} \\ Q_{y1} = \int_0^{3\pi/2} -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \sin \theta d\theta = -1324,39 \text{ N} \end{cases}$
	$\begin{cases} Q_1 = 1328,29 \text{ N} \\ \tan \alpha_1 = \frac{Q_{y1}}{Q_{x1}} \Rightarrow \alpha_1 = -85,6^\circ \end{cases}$
Câu II (4,0 điểm)	
II.1	Xét ion Li^+ nằm ở tâm hình lập phương. R là khoảng cách từ ion Li^+ đến ion ở gần nó nhất. Ion Li^+ có: + 6 ion âm F^- cách nó một khoảng R : $U_1(R) = 6 \left(-k \frac{e^2}{R} + \frac{b}{R^7} \right)$ + 12 ion Li^+ cách nó một khoảng $R\sqrt{2}$: $U_2(R) = 12 \left(k \frac{e^2}{R\sqrt{2}} + \frac{b}{(R\sqrt{2})^7} \right)$ + 8 ion âm F^- cách nó một khoảng $R\sqrt{3}$: $U_3(R) = 8 \left(-k \frac{e^2}{R\sqrt{3}} + \frac{b}{(R\sqrt{3})^7} \right)$ Thế năng tương tác toàn phần đối với ion Li^+ nằm ở tâm hình lập phương $U_{tp}(R) = U_1(R) + U_2(R) + U_3(R) = -C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} \approx -2,13k \frac{e^2}{R} + 7,23 \frac{b}{R^7}$ ở trên $C_1 = 2,13$ và $C_2 = 7,23$. Khoảng cách R_0 ứng với thế năng $U_{tp}(R)$ cực tiểu $R = R_0 = \left(\frac{7C_2 b}{C_1 k e^2} \right)^{1/6} \approx 1,7 \left(\frac{b}{k e^2} \right)^{1/6}$
II.2	Ô lập phương có chiều dài cạnh $2R_0$, trong ô có 4 ion Li^+ và 4 ion F^- được tính cho ô này. Số ion trong một đơn vị thể tích là: $n = \frac{8}{(2R_0)^3} = \frac{1}{R_0^3}$ Ô lập phương có chiều dài cạnh $2R_0$, trong ô có 4 phân tử LiF được tính cho ô này. Do đó, Khối lượng riêng của LiF: $\rho = \frac{4}{(2R_0)^3} \cdot \frac{M}{N_A} = \frac{1}{2R_0^3} \cdot \frac{M}{N_A}$
II.3	Do tính đối xứng của các ion Li^+ và F^- trong mạng tinh thể, cực tiểu thế năng tương tác toàn phần đối với mỗi ion F^- cũng bằng cực tiểu thế năng toàn phần đối với mỗi ion Li^+ và bằng $-C_1 k \frac{e^2}{R_0} + C_2 \frac{b}{R_0^7}$

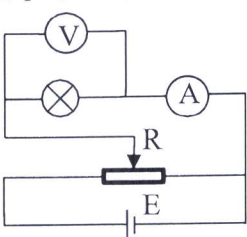
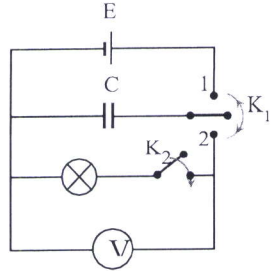
Số ion trong thể tích V_0 của tinh thể là: $nV_0 = \frac{V_0}{R_0^3}$. Thế năng tương tác toàn phần của tinh thể khi khoảng cách giữa hai ion gần nhất bằng R_0 (vị trí ứng với thế năng tương tác toàn phần cực tiểu). $U_{tt}(R_0) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left(-C_1 k \frac{e^2}{R_0} + C_2 \frac{b}{R_0^7} \right) (*)$ Lưu ý: nếu không có thừa số 2 ở dưới mẫu số trong phương trình (*) thì không được 0,25 điểm ở ý này. Khi tinh thể bị dẫn nổ từ V_0 thành $V = V_0(1+\delta)$ thì R_0 trở thành $R = R_0(1+\delta)^{1/3}$ (do tinh thể hoàn toàn đẳng hướng). Thế năng tương tác toàn phần của tinh thể khi khoảng cách giữa hai ion gần nhất bằng R là $U_{tt}(R) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left(-C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} \right)$ Nhiệt lượng cung cấp cho tinh thể Q bằng độ biến thiên thế năng tương tác toàn phần của tinh thể. Độ biến thiên năng lượng của mạng tinh thể $Q = \Delta U_{tt} = U_{tt}(R) - U_{tt}(R_0) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left(-C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} + C_1 k \frac{e^2}{R_0} - C_2 \frac{b}{R_0^7} \right)$ $\Delta U_{tt} = U_{tt}(R) - U_{tt}(R_0) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left(-C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} + C_1 k \frac{e^2}{R_0} - C_2 \frac{b}{R_0^7} \right)$ $= -\frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left[\frac{C_1 k e^2}{R_0} \left(\frac{R_0}{R} - 1 \right) - \frac{b C_2}{R_0^7} \left(\frac{R_0^7}{R^7} - 1 \right) \right]$ $\Delta U_{tt} = -\frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \frac{k e^2 C_1}{R_0} \left[\frac{R_0}{R} - 1 - \frac{1}{7} \left(\frac{R_0^7}{R^7} - 1 \right) \right]$ Ta có: $\frac{R_0}{R} - 1 = (1+\delta)^{-1/3} - 1 \approx -\frac{\delta}{3} + \frac{2\delta^2}{9}$ $\left(\frac{R_0}{R} \right)^7 - 1 = (1+\delta)^{-7/3} - 1 \approx -\frac{7\delta}{3} + \frac{7(7+3)}{18} \delta^2$ Do đó nhiệt lượng cần thiết để dẫn tinh thể là $Q \approx \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \frac{k e^2 C_1}{3R_0} \delta^2 = 0.355 \frac{V_0 k e^2}{R_0^4} \delta^2$

Câu III (4,0 điểm)	
III. 1	Vị trí của hạt tại thời điểm t . Hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ $x(t) = -R \cos(\omega t), \quad y(t) = R \sin(\omega t)$ 
	Cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn 1 tại thời điểm t là $i(t)$, cảm ứng từ do dây 1 sinh ra tại vị trí của hạt có độ lớn là $B_1 = \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left(\frac{l}{2} + y(t) \right)}$
	Tương tự cảm từ do dây 2 sinh ra tại vị trí của hạt là $B_2 = \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left(\frac{l}{2} - y(t) \right)}$
	Từ trường toàn phần $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$, $B = \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left(\frac{l}{2} + y(t) \right)} + \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left(\frac{l}{2} - y(t) \right)} = \frac{\mu_0 i(t) l}{2\pi \left(\frac{l^2}{4} - y^2(t) \right)}$
	Do chỉ có lực từ tác dụng lên hạt chuyển động tròn đều nên từ trường B có giá trị không đổi: $qvB = m \frac{v^2}{R}$ trong đó $v = \omega R$ nên $B = \frac{m\omega}{q}$.
III. 2	Cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn tại thời điểm t là $i(t)$, $i(t) = \frac{2\pi m \omega}{\mu_0 l q} \left[\left(\frac{l^2}{4} - \frac{R^2}{2} \right) + \frac{R^2}{2} \cos 2\omega t \right]$
	Dòng điện cực đại: $I_{\max} = \frac{\pi m \omega l}{2\mu_0 q}$ và tần số góc của cường độ dòng điện 2ω
	Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ. Phương trình chuyển động của hạt theo phương Ox: $mx'' = qy' B$ 

	Phương trình chuyển động của hạt theo phương Ox: $mx'' = \frac{\mu_0 q I y'}{2\pi} \left(\frac{1}{y} + \frac{1}{l-y} \right)$
	Tại thời điểm ban đầu $t = 0$; $x'(0) = v_0 \cos \alpha$, $y(0) = \frac{l}{2}$; ta được: $x' = v_0 \cos \alpha + \frac{\mu_0 q I}{2\pi m} \left(\ln \frac{y}{l-y} \right)$
	Vì lực Lorentz không làm thay đổi module vận tốc nên ở khoảng cách nhỏ nhất $y = y_{\min}$ thì giá trị $x' = -v_0$ và ở khoảng cách lớn nhất $y = y_{\max}$ khi $x' = v_0$
	Khoảng cách gần nhất: $y_{\min} = \frac{l}{1 + e^{\frac{v_0 2\pi m (1 + \cos \alpha)}{\mu_0 q I}}}$
	Khoảng cách xa nhất: $y_{\max} = \frac{l}{1 + e^{\frac{-v_0 2\pi m (1 - \cos \alpha)}{\mu_0 q I}}}$
	Tại khoảng cách gần nhất $y_{\min}$ hoặc $y_{\max}$ thì $x'' = 0$ nên chỉ có gia tốc theo phương Oy Do đó: Tại $y = y_{\min}$, $a = \frac{\mu_0 q I v_0}{2\pi m} \left(\frac{1}{y_{\min}} + \frac{1}{l - y_{\min}} \right)$
	Tại $y = y_{\max}$, $a = -\frac{\mu_0 q I v_0}{2\pi m} \left(\frac{1}{y_{\max}} + \frac{1}{l - y_{\max}} \right)$
Câu IV (4,0 điểm)	
IV. 1	Các tia tới sau khi đi qua vật kính có thể coi như tới vuông góc với MQ. Góc tới tại MN: $i = 45^\circ$ Góc giới hạn phản xạ toàn phần của tia tới MN: $i_{gh} = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{1,5}\right) = 42^\circ$
	Có $i > i_{gh}$ nên có phản xạ toàn phần tại MN. Tương tự cho tia tới PQ: $i = 45^\circ > i_{gh} = 42^\circ$ nên có phản xạ toàn phần tại PQ.
IV. 2	Vật $A_\infty B_\infty$ ở vô cùng qua vật kính cho ảnh AB ở tiêu diện ảnh của vật kính, cách vật kính khoảng $d' = f_1 = 35$ cm. Sơ đồ tạo ảnh qua khối chất: $AB \xrightarrow{MQ}_{d_1} A_1 B_1 \xrightarrow{MN}_{d_1', d_2} A_2 B_2 \xrightarrow{PQ}_{d_2', d_3} A_3 B_3 \xrightarrow{NP}_{d_3', d_4} A_4 B_4$ Giả sử tia tới điểm chính giữa của MN $d_1 = L_1 - f_1 = 5 - 35 = -30$ cm $d_1' = -n d_1 = -1,5 \times -30 = 45$ cm $d_2 = \frac{W_1}{2} - d_1' = 2,5 - 45 = -42,5$ cm $d_2' = -d_2 = 42,5$ cm $d_3 = W_2 - d_2' = 10 - 42,5 = -32,5$ cm

	$d_3' = -d_3 = 32,5 \text{ cm}$ $d_4 = \frac{W_1}{2} - d_3' = 2,5 - 32,5 = 30 \text{ cm}$ $d_4' = -\frac{d_4}{n} = -\frac{30}{1,5} = 20 \text{ cm}$ Khi ngắm chừng ở vô cực, ảnh A_4B_4 ở tiêu diện vật của thị kính. Khoảng cách cần tìm: $L_2 = d_4' + f_2 = 20 + 5 = 25 \text{ cm}$
IV. 3	Vẽ được vị trí ảnh AB, A_1B_1, A_2B_2 Vẽ phác được toàn bộ ảnh  Số bội giác: $G_\infty = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{A_4B_4 / f_2}{AB / f_1} = \frac{A_4B_4}{AB} \cdot \frac{f_1}{f_2}$ Do kích thước ảnh không thay đổi khi qua khối chất: $A_4B_4 = AB$ Do vậy: $G_\infty = \frac{f_1}{f_2} = \frac{35}{5} = 7$
IV. 4	Điểm cực viễn C_v của người đó cách mắt khoảng $OC_v = -f_k = -1/D_k = 1/2 = 0,5 \text{ m}$ Sơ đồ tạo ảnh qua thị kính: $A_4B_4 \xrightarrow[f_2]{d_5} A_5B_5$ Để người đó quan sát ảnh ở trạng thái không điều tiết thì ảnh A_5B_5 phải cách mắt người đó 50 cm (ảnh ở điểm cực viễn) $d_5' = l - 50 = 5 - 50 = -45 \text{ cm}$ $d_5 = \frac{d_5' f_2}{d_5' - f_2} = \frac{-45 \times 5}{-45 - 5} = 4,5 \text{ cm}$

	Khoảng cách cần tìm: $L_2 = d_4' + d_5 = 20 + 4,5 = 24,5 \text{ cm}$																																												
IV. 5	Tương tự như câu 2 (theo nguyên lí Ferma hoặc xét quá trình tạo ảnh): $f_1 = L_1 + \frac{W}{2n} + \frac{W}{2n} + H + \frac{W}{2n} + \frac{W}{2n} + d_6' = L_1 + H + 2\frac{W}{n} + d_6'$																																												
	$d_6' = f_1 - \left(L_1 + H + 2\frac{W}{n} \right) = \frac{55}{3} = 18,3 \text{ cm}$																																												
	Khoảng cách cần tìm: $L_2 = d_6' + f_2 = 18,3 + 5 = 23,3 \text{ cm}$																																												
Câu V (4,0 điểm)																																													
V.1	Cảm ứng từ do cuộn Helmholtz gây ra tại một điểm nằm trên trục, cách tâm cuộn dây 1 một khoảng z: $B(z) = \frac{\mu_0 N I R^2}{2} \left(\frac{1}{(z^2 + R^2)^{3/2}} + \frac{1}{((h - z)^2 + R^2)^{3/2}} \right)$																																												
	Chu kì dao động của con lắc: $T = 2\pi \sqrt{\frac{I_G}{m(B(z) + B_H)}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{I_G}{m(B(z) + B_H)} \Rightarrow \frac{1}{T^2} = \frac{m(B(z) + B_H)}{4\pi^2 I_G}$																																												
	Đặt: $X = B(z)$, $Y = \frac{1}{T^2}$, $a = \frac{m}{4\pi^2 I_G}$, $b = \frac{m \cdot B_H}{4\pi^2 I_G} \Rightarrow Y = aX + b$																																												
	Lập được bảng số liệu $X = B(z)$																																												
	Lập được bảng số liệu $Y = \frac{1}{T^2}$																																												
	<table><tr><td>z (cm)</td><td>x = B(z),10⁻⁴ (T)</td><td>T (s)</td><td>y = 1/T² (s⁻²)</td></tr><tr><td>4</td><td>0,830</td><td>1,355</td><td>0,545</td></tr><tr><td>6</td><td>0,792</td><td>1,363</td><td>0,538</td></tr><tr><td>8</td><td>0,746</td><td>1,369</td><td>0,513</td></tr><tr><td>9</td><td>0,721</td><td>1,403</td><td>0,508</td></tr><tr><td>11</td><td>0,672</td><td>1,440</td><td>0,482</td></tr><tr><td>12</td><td>0,649</td><td>1,448</td><td>0,477</td></tr><tr><td>14</td><td>0,610</td><td>1,471</td><td>0,462</td></tr><tr><td>16</td><td>0,580</td><td>1,497</td><td>0,446</td></tr><tr><td>17</td><td>0,569</td><td>1,508</td><td>0,440</td></tr><tr><td>18</td><td>0,562</td><td>1,511</td><td>0,438</td></tr></table>	z (cm)	x = B(z),10 ⁻⁴ (T)	T (s)	y = 1/T ² (s ⁻²)	4	0,830	1,355	0,545	6	0,792	1,363	0,538	8	0,746	1,369	0,513	9	0,721	1,403	0,508	11	0,672	1,440	0,482	12	0,649	1,448	0,477	14	0,610	1,471	0,462	16	0,580	1,497	0,446	17	0,569	1,508	0,440	18	0,562	1,511	0,438
	z (cm)	x = B(z),10 ⁻⁴ (T)	T (s)	y = 1/T ² (s ⁻²)																																									
	4	0,830	1,355	0,545																																									
	6	0,792	1,363	0,538																																									
	8	0,746	1,369	0,513																																									
9	0,721	1,403	0,508																																										
11	0,672	1,440	0,482																																										
12	0,649	1,448	0,477																																										
14	0,610	1,471	0,462																																										
16	0,580	1,497	0,446																																										
17	0,569	1,508	0,440																																										
18	0,562	1,511	0,438																																										
Từ bảng số liệu, tìm được phương trình: $Y = 0,41 \cdot 10^4 \cdot X + 0,21$ $\rightarrow a = 0,41 \cdot 10^4; b = 0,21$																																													
Ta có: $a \cdot B_H = b \Rightarrow B_H = \frac{0,21}{0,41 \cdot 10^4} = 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ (T)}$																																													
$m = a \cdot 4\pi^2 I_G \Rightarrow m = 1,69 \text{ A} \cdot \text{m}^2$																																													

V. 2a	Vẽ đúng sơ đồ mạch điện khảo sát sự phụ thuộc của I vào U như Hình 5a.  Hình 5a
	Phương án xác định nhiệt độ lớn nhất của dây tóc bóng đèn khi nó chưa bị đứt: - Lắp mạch điện theo sơ đồ như hình vẽ (Hình 5a). - Khảo sát sự phụ thuộc của I vào U: thay đổi giá trị của biến trở sao cho số chỉ vôn kế tăng dần, ghi các cặp giá trị (U, I) tương ứng. Lưu ý các cặp giá trị ghi dây tóc dây đèn sắp đứt (đèn sáng hơn mức bình thường). - Khi dây tóc đèn đứt, từ cặp giá trị (U, I) cuối cùng ta xác định được điện trở dây ngay trước khi dây đứt: $R_c = \frac{U_c}{I_c}$ - Dựa vào mối liên hệ giữa nhiệt độ và điện trở suất xác định được nhiệt độ lớn nhất: $T_C = \alpha \rho^\beta = \alpha \left(\frac{R_c S}{L} \right)^\beta = \alpha \left(\frac{R_c \pi d^2}{4L} \right)^\beta$
V. 2b	Xác định nhiệt dung riêng trung bình của vật liệu làm dây tóc đèn : - Chọn tụ điện có điện dung C lớn nhất và hiệu điện thế định mức lớn hơn hiệu điện thế định mức của đèn. - Mắc tụ và đèn như sơ đồ Hình 5b - Khóa K_2 mở, đóng khóa K_1 vào vị trí 1 (Hình 5b), tích điện cho tụ điện đến hiệu điện thế lớn nhất có thể.  Hình 5b - Chuyển khóa K_1 sang vị trí 2 (Khóa K_2 mở), đọc giá trị hiệu điện thế U_1 của tụ. - Đóng khóa K_2 (K_1 vẫn ở vị trí 2), đọc hiệu điện thế U_2 của tụ sau khi dây tóc bóng đèn đứt. - Năng lượng điện trường tụ điện giảm đi được dùng để tăng nhiệt độ bóng đèn từ nhiệt độ phòng T_p đến nhiệt độ T_C (bỏ qua năng lượng bức xạ nếu thời gian từ lúc đóng khóa K đến khi dây tóc bóng đèn đứt là đủ nhỏ). - Đọc giá trị nhiệt độ phòng T_p từ nhiệt kế. - Ta có : $Q = -\Delta E_C \Leftrightarrow mc(T_C - T_p) = \frac{(U_1^2 - U_2^2)C}{2}$ $c = \frac{(U_1^2 - U_2^2)C}{2m(T_C - T_p)} = \frac{2(U_1^2 - U_2^2)C}{\pi d^2 L D(T_C - T_p)}$ - Dựa vào biểu thức trên ta xác định được nhiệt dung riêng trung bình của wolfram.

----- HẾT -----