BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG
NĂM HỌC 2022 - 2023

Môn: **VẬT LÍ**
Thời gian: **180** phút (*không kể thời gian giao đề*)
Ngày thi: **24/02/2023**
Đề thi gồm 03 trang, 05 câu

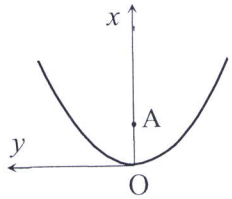
Câu I. *(4,0 điểm)*

Một tàu vũ trụ chuyển động theo quỹ đạo elip với Mặt Trời là tiêu điểm, V và C lần lượt là viễn điểm và cận điểm của quỹ đạo. Khi tàu đến C, người ta thay đổi tức thời vận tốc của nó, tàu chuyển động theo quỹ đạo tròn với tâm là Mặt Trời. Gọi θ là góc hợp giữa đường thẳng nối điểm V với tàu và đường thẳng nối điểm V với Mặt Trời. Khi tàu chuyển động tròn quanh Mặt Trời, góc θ có giá trị lớn nhất là $\theta_0 = 35^\circ$. Cho khoảng cách từ Mặt Trời đến viễn điểm là $R = 149,6.10^9$ m, hằng số hấp dẫn $G = 6,67.10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$, khối lượng của Mặt Trời $M_\odot = 1,99.10^{30}$ kg.

1. Hãy tính thời gian ngắn nhất tàu đi từ V đến C.

2. Tính độ biến thiên vận tốc của tàu khi nó thay đổi quỹ đạo chuyển động.

3. Để thoát khỏi Mặt Trời, khi tàu chuyển động tròn đến vị trí M có $\theta = \theta_0$, người ta thay đổi tức thời vận tốc của nó sao cho tàu chuyển động theo quỹ đạo parabol với Mặt Trời là tiêu điểm. Gọi N là vị trí tiếp theo của tàu có $\theta = \theta_0$. Cho phương trình đường parabol trong hệ tọa độ Oxy có dạng $y^2 = 2ax$, với A là tiêu điểm, $a = 2.\text{OA}$ là tham số tiêu (Hình 1). Hãy tính:



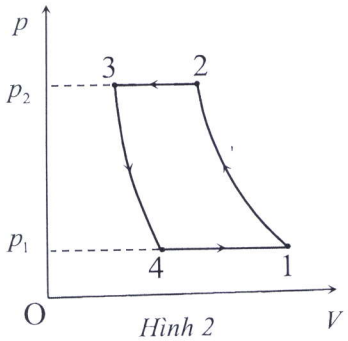
Hình 1

a) Thời gian tàu đi từ M đến N.

b) Vận tốc của tàu tại N.

Câu II. *(4,0 điểm)*

Một máy lạnh hoạt động theo chu trình Joule thuận nghịch sử dụng một khối khí lý tưởng làm tác nhân. Chu trình của khối khí được biểu diễn trên đồ thị $p-V$ (áp suất – thể tích) như Hình 2. Trong đó, $1-2$ và $3-4$ là những quá trình đoạn nhiệt, $2-3$ và $4-1$ là những quá trình đẳng áp. Áp suất của khối khí trong các quá trình đẳng áp $4-1$ và $2-3$ lần lượt là p_1 và p_2 (với $p_2 > p_1$). Biết hệ số đoạn nhiệt của tác nhân là γ.



Hình 2

1. Vẽ lại chu trình trên đồ thị $p-T$ (áp suất – nhiệt độ) và trên đồ thị $V-T$ (thể tích – nhiệt độ). Thiết lập biểu thức tính hiệu năng của máy lạnh theo p_1, p_2 và γ.

2. Gọi nhiệt độ ở các trạng thái 1, 2, 3 và 4 lần lượt là t_1, t_2, t_3 và t_4. Cho $p_1 = 1,04$ kPa, $p_2 = 1,64$ kPa, $t_1 = 29\,^\circ\text{C}$, $t_3 = 53\,^\circ\text{C}$ và $\gamma = 1,4$. Tính các nhiệt độ t_2, t_4 và hiệu năng của máy lạnh.

3. Giả sử một máy lạnh có hiệu năng không đổi và bằng hiệu năng trong ý trên (ý **2.**). Máy lạnh này được sử dụng để làm lạnh một căn phòng kín có thể tích 80 m^3. Công suất của máy lạnh khi hoạt động liên tục là $P = 1$ kW. Do phòng không cách nhiệt hoàn toàn nên xảy ra quá trình truyền nhiệt giữa môi trường bên ngoài với phòng, quá trình truyền nhiệt này tuân theo phương trình $\delta Q_T = h(T_M - T_P)dt$, với $h = 475\ \text{J/s}\cdot\text{K}$

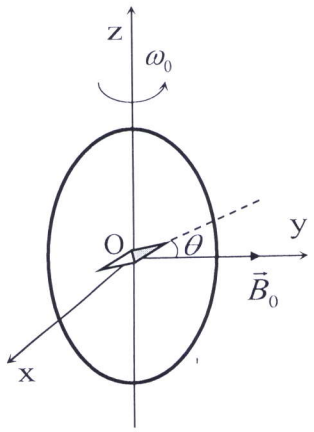
là hệ số tỉ lệ và được coi là không đổi, T_M là nhiệt độ bên ngoài phòng, T_P là nhiệt độ phòng, δQ_T là nhiệt lượng trao đổi trong khoảng thời gian dt. Biết khối lượng riêng của không khí $\rho_{kk} = 1,29\,\text{kg/m}^3$, nhiệt dung riêng đẳng tích của không khí $C_{Vkk} = 0,80\,\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$, nhiệt độ bên ngoài phòng là $35\,^\circ\text{C}$ và được xem như không đổi.

a) Tính thời gian để nhiệt độ phòng giảm từ $t_0 = 29\,^\circ\text{C}$ đến $t_S = 20\,^\circ\text{C}$. Cho rằng máy lạnh hoạt động liên tục.

b) Không khí trong phòng đã đạt nhiệt độ $t_S = 20\,^\circ\text{C}$. Để duy trì nhiệt độ trong phòng, máy lạnh được kiểm soát bằng một bộ điều khiển mở - tắt. Máy lạnh sẽ ngừng hoạt động khi nhiệt độ trong phòng đạt giá trị t_S và hoạt động trở lại khi nhiệt độ trong phòng có giá trị $t_S + \Delta t$, với $\Delta t = 2\,^\circ\text{C}$. Xác định tỉ số giữa thời gian máy hoạt động và thời gian máy nghỉ trong một chu kì mở - tắt.

Câu III. *(4,0 điểm)*

Một vòng dây có dạng đường tròn tâm O, bán kính a, điện trở R. Chọn hệ trục tọa độ Oxyz, với $\vec{i}$, $\vec{j}$ và $\vec{k}$ là các vector đơn vị tương ứng của các trục Ox, Oy và Oz. Vòng dây quay xung quanh trục Oz trùng với đường kính vòng dây với tốc độ góc ban đầu ω_0 trong một từ trường đều $\vec{B}_0 = B_0\vec{j}$ (Hình 3). Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, hướng pháp tuyến của vòng dây trùng với hướng của $\vec{B}_0$. Bỏ qua suất điện động tự cảm của vòng dây, ma sát ở ổ trục, lực cản của không khí và tác dụng của trọng lực.



Hình 3

1. Vòng dây có khối lượng không đáng kể và được cung cấp năng lượng để nó luôn quay với tốc độ góc ω_0.

a) Thiết lập biểu thức suất điện động cảm ứng trong vòng dây.

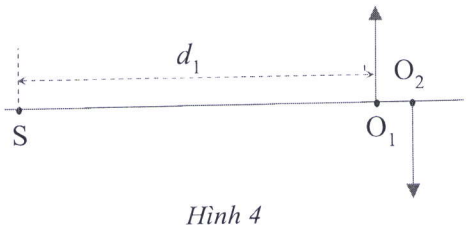
b) Thiết lập biểu thức công suất trung bình cần cung cấp cho vòng dây trong một chu kì quay.

c) Đặt một nam châm thử trong mặt phẳng Oxy sao cho tâm của nó trùng với tâm của vòng dây (Hình 3). Nam châm thử có thể quay quanh trục Oz nhưng tốc độ góc của nó nhỏ hơn tốc độ góc của vòng dây. Khi nam châm thử ở trạng thái cân bằng, nó tạo một góc θ so với $\vec{B}_0$. Thiết lập biểu thức tính điện trở của vòng dây theo a, ω_0 và θ.

2. Giả sử vòng dây có khối lượng $m = 0,5\,\text{kg}$ và đang quay với tốc độ góc $\omega_0 = 30\pi\,\text{rad/s}$ thì ngừng cung cấp năng lượng. Kể từ thời điểm đó vòng dây quay được thêm bao nhiêu vòng thì dừng lại, cho $R = 1\,\Omega$, $a = 25\,\text{cm}$ và $B_0 = 1\,\text{T}$?

Câu IV. *(4,0 điểm)*

Một thấu kính hội tụ mỏng có tiêu cự $f = 45\,\text{cm}$ được cắt ra làm hai phần bằng nhau theo mặt phẳng qua trục chính và vuông góc với tiết diện thấu kính. Hai nửa thấu kính được tách ra theo phương của trục chính và cách nhau $7,5\,\text{cm}$, tạo thành hệ hai nửa thấu kính O_1 và O_2 đồng trục đặt trong không khí. Đặt nguồn sáng S, được coi như nguồn sáng điểm, phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ, trên trục chính và cách nửa thấu kính O_1 một khoảng $d_1 = 60\,\text{cm}$ như Hình 4. Ảnh thật của S qua các nửa thấu kính O_1 và O_2 lần lượt là S_1 và S_2 cùng nằm trên trục chính. Đặt một màn quan sát vuông góc với trục chính của hệ ở vị trí phù hợp thì thấy trên màn có hệ vân giao thoa là những nửa đường tròn tâm C, với C là giao điểm của trục chính với màn. Tịnh



Hình 4

tiến màn quan sát dọc theo trục chính cho đến khi C cách S một khoảng l thì trường giao thoa trên màn đạt diện tích lớn nhất. Cố định màn quan sát tại vị trí đó và gọi (σ) là mặt phẳng chứa màn quan sát. Gọi r là bán kính của vân sáng bậc k tính từ C. Biết r rất nhỏ so với CS_1 và CS_2.

1. Tính các khoảng cách S_1S, S_2S và l.

2. Hãy thiết lập công thức tính r theo λ và k. *Có thể sử dụng công thức gần đúng* $(1\pm x)^m \approx 1\pm mx$, *với* $x \ll 1$.

3. Biết vân sáng bậc 2 có $r = 0,48\,\text{mm}$. Hãy tính giá trị của bước sóng λ.

4. Bỏ màn quan sát. Người quan sát sử dụng một kính lúp có tiêu cự 2 cm, có trục chính trùng với trục chính của hệ hai nửa thấu kính, để quan sát các vân giao thoa trên mặt phẳng (σ) trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực. Hãy tính khoảng cách từ quang tâm của kính lúp tới S và tính góc trông khi quan sát khoảng cách từ C đến vân sáng bậc 1 qua kính.

Câu V. *(4,0 điểm)*

Hạt nhân phóng xạ $^{210}_{84}$Po phát ra hạt α và biến đổi thành hạt nhân $^{206}_{82}$Pb. Cho hạt α phát ra từ phân rã Po đập vào hạt nhân $^{9}_{4}$Be, phản ứng tạo ra hạt nhân đồng vị carbon và hạt X không mang điện. Để khảo sát hạt X, người ta cho hạt X phát ra từ phản ứng trên đập vào các hạt bia khác nhau và đo vận tốc giật lùi của các hạt bia. Trong bài toán này ta có thể dùng gần đúng cổ điển.

1. Biết khối lượng nghỉ của các hạt $^{210}_{84}$Po; α và $^{206}_{82}$Pb lần lượt là: 195555,9 MeV/c^2; 3727,4 MeV/c^2 và 191823,1 MeV/c^2. Hãy tính năng lượng tỏa ra khi một hạt Po phân rã và động năng hạt α phát ra từ phân rã. Cho rằng hạt Po đứng yên và phân rã không kèm theo tia γ.

2. Cho hạt X đập vào hạt proton đứng yên, vận tốc của proton sau va chạm đo được là $3,3.10^9$ cm/s, tương ứng với động năng 5,7 MeV. Giả sử hạt X là photon, hãy tính năng lượng tối thiểu của photon này để tạo ra vận tốc đó của proton (lấy tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8$ m/s).

3. Biết độ hụt khối của hạt nhân $^{13}_{6}$C vào khoảng $10\,\text{MeV/c}^2$. Sử dụng kết quả của các ý trên, chứng tỏ rằng hạt X không thể là photon.

4. Khi cho hạt X đập vào hạt $^{14}_{7}$N đứng yên, vận tốc của $^{14}_{7}$N sau va chạm đo được là $4,4.10^8$ cm/s. Giả thiết rằng, hạt X có khối lượng đáng kể và va chạm giữa hạt X với hạt $^{14}_{7}$N và với proton ở ý trên (ý **2.**) là các va chạm trực diện (các hạt sau va chạm có các vận tốc cùng phương). Lấy khối lượng của proton và $^{14}_{7}$N lần lượt là 1 u và 14 u (u là đơn vị khối lượng nguyên tử). Hãy tính khối lượng của hạt X theo đơn vị u.

----------HẾT----------

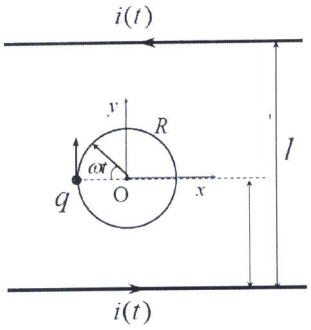
- *Thí sinh **KHÔNG** được sử dụng tài liệu.*
- *Giám thị **KHÔNG** giải thích gì thêm.*

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 $B = \frac{m\omega}{q}$.

Cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn tại thời điểm t là $i(t)$,

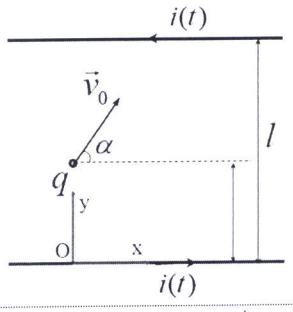
$$i(t) = \frac{2\pi m\omega}{\mu_0 l q}\left[\left(\frac{l^2}{4} - \frac{R^2}{2}\right) + \frac{R^2}{2}\cos 2\omega t\right]$$

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

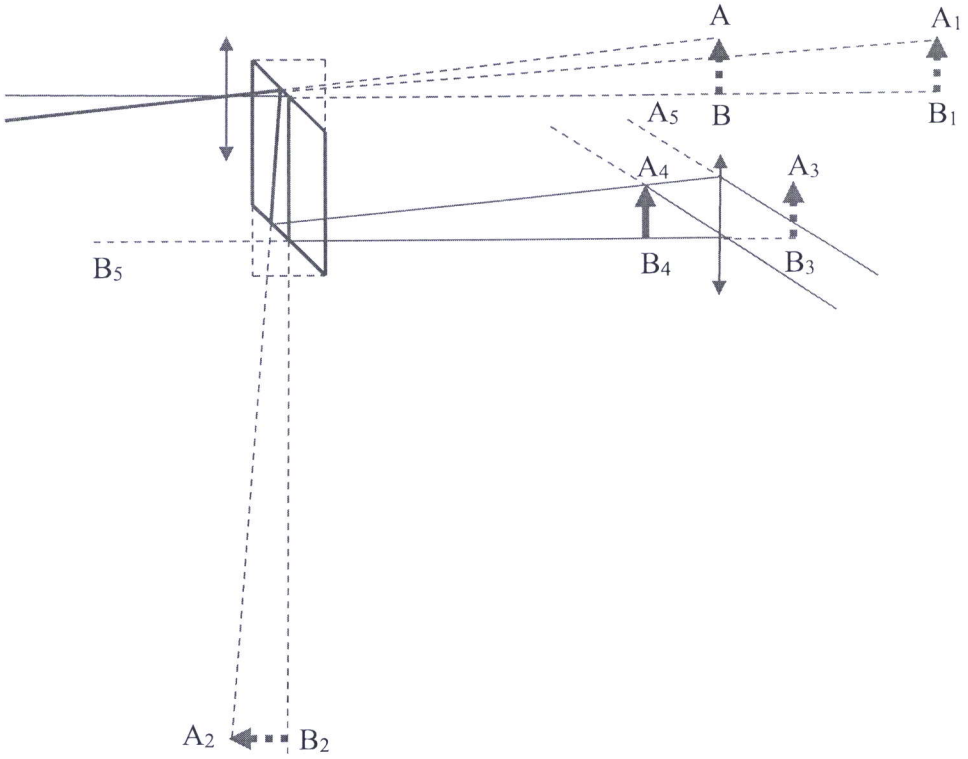
III. 2

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: $mx'' = \frac{\mu_0 qIy'}{2\pi}\left(\frac{1}{y}+\frac{1}{l-y}\right)$
	Tại thời điểm ban đầu $t=0;\ x'(0)=v_0\cos\alpha,\ y(0)=\frac{l}{2}$; ta được: $x' = v_0\cos\alpha + \frac{\mu_0 qI}{2\pi m}\left(\ln\frac{y}{l-y}\right)$
	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: $y_{\min} = \frac{l}{1+e^{\frac{v_0 2\pi m(1+\cos\alpha)}{\mu_0 qI}}}$
	Khoảng cách xa nhất: $y_{\max} = \frac{l}{1+e^{\frac{-v_0 2\pi m(1-\cos\alpha)}{\mu_0 qI}}}$
	Tại khoảng cách gần nhất $y_{\min}$ hoặc $y_{\max}$ thì $x''=0$ nên chỉ có gia tốc theo phương Oy Do đó: Tại $y=y_{\min}$, $a=\frac{\mu_0 qIv_0}{2\pi m}\left(\frac{1}{y_{\min}}+\frac{1}{l-y_{\min}}\right)$
	Tại $y=y_{\max}$, $a=-\frac{\mu_0 qIv_0}{2\pi m}\left(\frac{1}{y_{\max}}+\frac{1}{l-y_{\max}}\right)$
	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° 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: $\underset{d_1}{AB} \xrightarrow{MQ} \underset{d_1'\ d_2}{A_1B_1} \xrightarrow{MN} \underset{d_2'\ d_3}{A_2B_2} \xrightarrow{PQ} \underset{d_3'\ d_4}{A_3B_3} \xrightarrow{NP} \underset{d_4}{A_4B_4}$ Giả sử tia tới điểm chính giữa của MN $d_1 = L_1 - f_1 = 5-35 = -30$ cm $d_1' = -nd_1 = -1,5\times -30 = 45$ 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

	$d_3' = -d_3 = 32,5$ cm $d_4 = \frac{W_1}{2} - d_3' = 2,5 - 32,5 = 30$ cm $d_4' = -\frac{d_4}{n} = -\frac{30}{1,5} = 20$ cm
	Khi ngắm chừng ở vô cực, ảnh A_4B_4 ở tiêu diện vật của thị kính. Khoảng cách cần tìm: $L_2 = d_4' + f_2 = 20 + 5 = 25$ cm
IV. 3	Vẽ được vị trí ảnh AB, A_1B_1, A_2B_2
	Vẽ phác được toàn bộ ảnh 
	Số bội giác: $G_\infty = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_0} = \frac{A_4B_4 / f_2}{AB / f_1} = \frac{A_4B_4}{AB}\frac{f_2}{f_1}$
	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 $OC_V = -f_k = -1/D_k = 1/2 = 0,5$ m
	Sơ đồ tạo ảnh qua thị kính: $\underset{d_5}{A_4B_4} \xrightarrow{f_2} \underset{d_5'}{A_5B_5}$ 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)
	$d_5' = l - 50 = 5 - 50 = -45$ cm $d_5 = \frac{d_5' f_2}{d_5' - f_2} = \frac{-45 \times 5}{-45 - 5} = 4,5$ cm

Khoảng cách cần tìm: $L_2 = d_4' + d_5 = 20 + 4,5 = 24,5$ 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: $L_2 = d_6' + f_2 = 18,3 + 5 = 23,3$ 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:

$$B(z) = \frac{\mu_0 NIR^2}{2}\left(\frac{1}{\left(z^2 + R^2\right)^{3/2}} + \frac{1}{\left((h-z)^2 + R^2\right)^{3/2}}\right)$$

Chu kì dao động của con lắc:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I_G}{m\left(B(z) + B_H\right)}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{I_G}{m\left(B(z) + B_H\right)} \Rightarrow \frac{1}{T^2} = \frac{m\left(B(z) + B_H\right)}{4\pi^2 I_G}$$

Đặt: $X = B(z)$, $Y = \frac{1}{T^2}$, $a = \frac{m}{4\pi^2 I_G}$, $b = \frac{m.B_H}{4\pi^2 I_G} \Rightarrow Y = aX + b$

Lập được bảng số liệu $X = B(z)$

Lập được bảng số liệu $Y = \frac{1}{T^2}$

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: $Y = 0,41.10^4.X + 0,21$

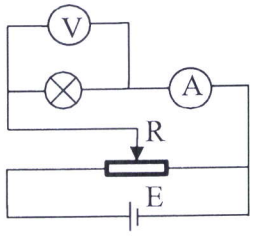
$\rightarrow a = 0,41.10^4; b = 0,21$

Ta có: $a.B_H = b \Rightarrow B_H = \frac{0,21}{0,41.10^4} = 5,1.10^{-5}$ (T)

$m = a.4\pi^2 I_G \Rightarrow m = 1,69$ A · 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 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:

$$R_c = \frac{U_c}{I_c}$$

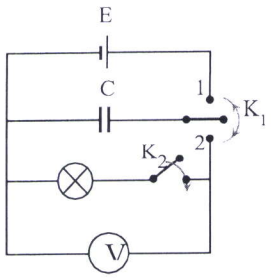
- Dựa vào mối liên hệ giữa nhiệt độ và điện trở suất xác định được nhiệt độ lớn nhất:

$$T_C = \alpha\rho^{\beta} = \alpha\left(\frac{R_c S}{L}\right)^{\beta} = \alpha\left(\frac{R_c \pi d^2}{4L}\right)^{\beta}$$

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 : $Q = -\Delta E_C \Leftrightarrow mc(T_C - T_P) = \frac{(U_1^2 - U_2^2)C}{2}$

$$c = \frac{(U_1^2 - U_2^2)C}{2m(T_C - T_P)} = \frac{2(U_1^2 - U_2^2)C}{\pi d^2 LD(T_C - T_P)}$$

- Dựa vào biểu thức trên ta xác định được nhiệt dung riêng trung bình của wolfram.

---------- HẾT ----------