

Bài 1. Tĩnh điện (4,0 điểm)

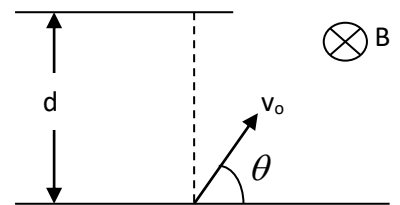
Giả sử định luật lực tương tác giữa hai điện tích có dạng hơi khác so với định luật Culông và có dạng : $F = k \frac{q_1 q_2}{r^{2-\alpha}}$ với $|\alpha| \ll 1$, k là hằng số dương. Xét một vỏ cầu bán kính R mang điện tích Q ($Q > 0$) phân bố đều.

a) Tính cường độ điện trường và điện thế tại điểm cách tâm O là r ($r \ll R$). Mốc tính điện thế là tâm O .

b) Tìm chu kì dao động nhỏ của một điện tích điểm q ($q < 0$) có khối lượng m ở gần tâm của vỏ cầu

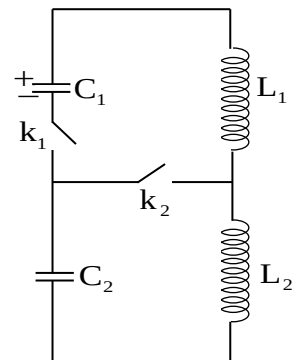
Bài 2. Điện – Điện từ (5,0 điểm)

1. Một điện tích điểm khối lượng m mang điện tích dương q được phóng vào miền có từ trường đều B với vận tốc v_0 vuông góc với các đường sức từ. Miền từ trường có bề rộng d (**Hình 1**). Trong khi chuyển động hạt chịu tác dụng của lực cản $\vec{f} = -k\vec{v}$, với k là hằng số dương. Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Tìm độ lớn nhỏ nhất của v_0 để hạt ra khỏi được vùng có từ trường



Hình 1

2. Cho mạch điện như **hình 2**. Các tụ điện C_1 , C_2 có điện dung lần lượt là $2C$ và C ; các cuộn dây thuần cảm L_1 , L_2 có độ tự cảm lần lượt là L và $2L$. Ban đầu các khóa k_1 , k_2 đều mở, tụ điện C_1 có điện tích q_0 , tụ C_2 không tích điện. Bỏ qua điện trở của các dây nối và khóa. Tại thời điểm ban đầu ($t_0 = 0$) đóng khóa k_1 để tụ C_1 phóng điện.



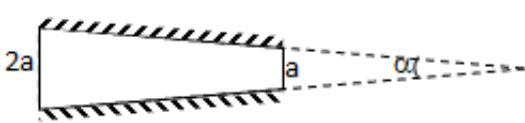
Hình 2

a) Viết biểu thức điện tích trên các tụ điện và cường độ dòng điện qua các cuộn dây.

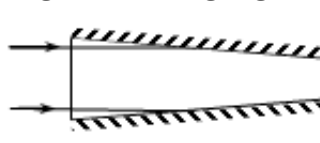
b) Tại thời điểm cường độ dòng điện qua các cuộn dây đạt cực đại thì đóng khóa k_2 . Tìm cường độ dòng điện cực đại qua khóa k_2 sau khi đóng.

Bài 3. Quang hình (4,0 điểm)

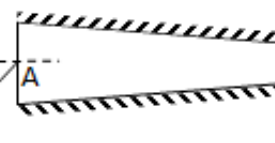
Một tấm thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ đặt trong không khí có chiết suất bằng 1, tiết diện là hình thang cân, hai đáy dài a và $2a$, hai mặt bên được mạ bạc và tạo với nhau một góc nhỏ $\alpha = 6^\circ$ như **hình 3.1**. Xét sự truyền tia sáng trong tiết diện ngang của tấm.



Hình 3.1



Hình 3.2



Hình 3.3

a) Chiếu hai tia sáng tới vuông góc với đáy lớn, đến gặp hai mặt bên như hình 3.2. Xác định góc hợp bởi hai tia sáng khi ló ra khỏi tấm.

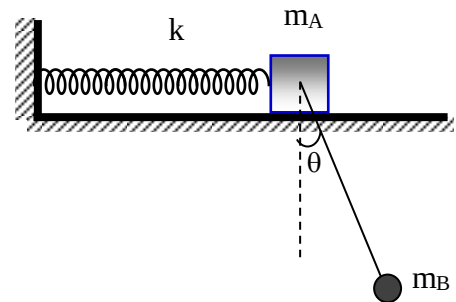
b) Một tia sáng chiếu đến đáy lớn tại điểm A với góc tới φ như hình 3.3. Hỏi φ cần thỏa mãn điều kiện nào để tia sáng không thể đến được đáy bé?

c) Chiếu tia sáng như trong trường hợp câu b với $\varphi = 45^\circ$. Tính tổng chiều dài tia sáng đi trong tấm thủy tinh với $a = 1 \text{ cm}$.

Bài 4. Dao động cơ (4,0 điểm)

Một vật có khối lượng m_A nằm trên một mặt sàn trơn nhẵn và được gắn vào tường bằng một lò xo nhẹ khối lượng không đáng kể độ cứng k . Khoảng cách từ m_A đến tường khi lò xo không biến dạng và khi biến dạng lần lượt là x_0 và $x_0 + x$.

Một con lắc đơn gồm một thanh không khối lượng, chiều dài L , và một quả cầu nhỏ khối lượng m_B . Bán kính quả cầu m_B nhỏ hơn nhiều so với chiều dài L . Con lắc được nối vào vật m_A qua một trục không ma sát. Góc tạo bởi thanh cứng và phương thẳng đứng là θ , gia tốc trọng trường hướng xuống dưới và có độ lớn g .



a) Viết hai phương trình chuyển động cho hai biến x và θ . Dùng phép thế để thu được phương trình không còn chứa sức căng của thanh cứng. Trong câu này ta không giả sử góc θ nhỏ.

b) Giả sử góc θ nhỏ. Viết gần đúng hai phương trình chuyển động.

c) Xác định bình phương tần số góc dao động của hệ ω^2 (biểu diễn ω^2 qua các đại lượng g / L , lấy các giá trị $m_A = 2m_B$ và $kL = m_A g$)

Bài 5. Phương án thực hành (3,0 điểm)

Trong quá trình nghiên cứu chế tạo kính chống đọng nước cho ngành công nghiệp ô tô, người ta đã phủ lên bề mặt kính một lớp mỏng màng vật liệu TiO_2 có chiết suất n , bề dày cỡ μm . Để xác định bước sóng của một nguồn phát ánh sáng đơn sắc và bề dày e của lớp màng vật liệu TiO_2 phủ trên tấm thủy tinh mẫu, người ta sử dụng các thiết bị và dụng cụ sau:

- Một nguồn phát ánh sáng đơn sắc (có bước sóng cần xác định);
- Giao thoa kế Young (giao thoa kế này có khoảng cách giữa hai khe hẹp là a , khoảng cách từ hai khe đến màn là D);
- Các thước đo phù hợp; bút đánh dấu;
- Hai tấm thủy tinh mẫu (một tấm có phủ màng TiO_2 có bề dày e cần xác định, một tấm không phủ màng).

Hãy trình bày:

a) Cơ sở lý thuyết để xác định bước sóng ánh sáng của nguồn sáng trên và bề dày của lớp màng vật liệu TiO_2 .

b) Cách tiến hành thí nghiệm, biểu thức tính sai số và các nguyên nhân gây ra sai số.

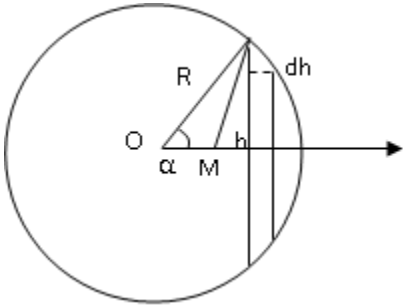
----- HẾT -----

Bài 1. Tĩnh điện (4,0 điểm)

Giả sử định luật lực tương tác giữa hai điện tích có dạng hơi khác so với định luật Culông và có dạng : $F = k \frac{q_1 q_2}{r^{2-\alpha}}$ với $|\alpha| \ll 1$, k là hằng số dương. Xét một vỏ cầu bán kính R mang điện tích Q ($Q > 0$) phân bố đều.

a) Tính cường độ điện trường và điện thế tại điểm cách tâm O là r ($r \ll R$). Mốc tính điện thế là tâm O .

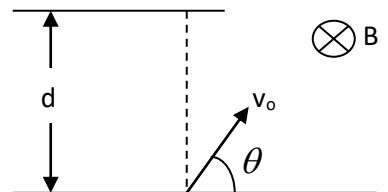
b) Tìm chu kì dao động nhỏ của một điện tích điểm q ($q < 0$) có khối lượng m ở gần tâm của vỏ cầu

Bài	Nội dung	Điểm
1 (4,0 điểm)	a. 3,0 điểm	
	 Xét điểm M cách O một khoảng nhỏ $OM = r$ ($r \ll R$) trên trục Oh như hình vẽ. - Chia vỏ cầu thành các đới cầu theo các mặt phẳng vuông góc với trục Ox. Xét một đới cầu có độ cao dh ở cách tâm h như hình vẽ. - Diện tích và điện tích của nó tương ứng bằng: $dS = 2\pi R \sin \theta \cdot \frac{dh}{\sin \theta} = 2\pi R dh$ $dQ = Q \cdot \frac{dS}{4\pi R^2} = \frac{Q dh}{2R}$	0,25 0,5
	Cường độ điện trường do đới cầu gây ra tại M $dE = \frac{-k \cdot dQ(h-r)}{\left[R^2 - h^2 + (h-r)^2\right]^{\frac{3-\alpha}{2}}}$ $= \frac{-kQdh}{2R}(h-r)\left[R^2 - 2hr + r^2\right]^{\frac{\alpha-3}{2}}$	0,5

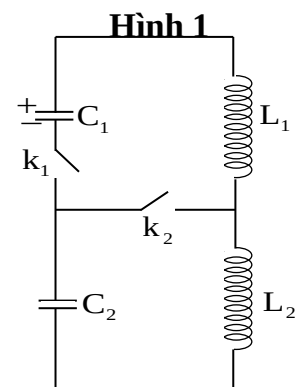
	$\approx \frac{-kQ \cdot dh}{2R^{4-\alpha}} (h-r) \left(1 - \frac{2hr}{R^2}\right)^{\frac{\alpha-3}{2}}$ $\approx \frac{-kQ}{2R^{4-\alpha}} (h-r) \left[1 - \frac{(\alpha-3)hr}{R^2}\right] dh$ Biến đổi gần đúng ta được: $dE = \frac{-kQ}{2R^{4-\alpha}} \left[h-r - \frac{(\alpha-3)h^2r}{R^2}\right] dh$	0,5
	Tích phân hai vế $E = \int_{-R}^R \frac{-kQ}{2R^{4-\alpha}} \left[h-r - \frac{(\alpha-3)h^2r}{R^2}\right] dh$ $= \frac{k\alpha Q}{3R^{3-\alpha}} r$	0,5
	Điện thế: $V = -\int_0^r E dr = -\int_0^r \frac{k\alpha Q}{3R^{3-\alpha}} r dr$ $= \frac{-k\alpha Q r^2}{6R^{3-\alpha}}$	1,0
b. 1,0 điểm		
	Theo định luật II Newton: $F = mr'' = \frac{k\alpha qQ}{3R^{3-\alpha}} r = -\frac{k\alpha qQ }{3R^{3-\alpha}} r$ $\Rightarrow r'' + \frac{k\alpha qQ }{3mR^{3-\alpha}} r = 0$ Đặt: $\omega = \sqrt{\frac{k\alpha qQ }{3mR^{3-\alpha}}}$ $\Rightarrow r'' + \omega^2 r = 0$ Do vậy chu kì dao động của điện tích q là: $T = 2\pi \sqrt{\frac{3mR^{3-\alpha}}{k\alpha qQ }}$	0,5
		0,5

Bài 2. Điện – Điện từ (5,0 điểm)

1. Một điện tích điểm khối lượng m mang điện tích dương q được phóng vào miền có từ trường đều B với vận tốc v_0 vuông góc với các đường sức từ. Miền từ trường có bề rộng d (**Hình 1**). Trong khi chuyển động hạt chịu tác dụng của lực cản $\vec{f} = -k\vec{v}$, với k là hằng số dương. Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Tìm độ lớn nhỏ nhất của v_0 để hạt ra khỏi được vùng có từ trường



2. Cho mạch điện như hình 2. Các tụ điện C_1 , C_2 có điện dung lần lượt là $2C$ và C ; các cuộn dây thuần cảm L_1 , L_2 có độ tự cảm lần lượt là L và $2L$. Ban đầu các khóa k_1 , k_2 đều mở, tụ điện C_1 có điện tích q_0 , tụ C_2 không tích điện. Bỏ qua điện trở của các dây nối và khóa. Tại thời điểm ban đầu ($t_0 = 0$) đóng khóa k_1 để tụ C_1 phóng điện.



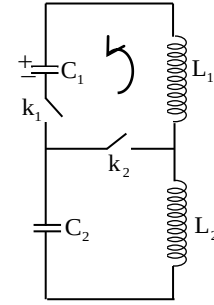
a) Viết biểu thức điện tích trên các tụ điện và cường độ dòng điện qua các cuộn dây.

Hình 2

b) Tại thời điểm cường độ dòng điện qua các cuộn dây đạt cực đại thì đóng khóa k_2 . Tìm cường độ dòng điện cực đại qua khóa k_2 sau khi đóng.

Bài	Nội dung	Điểm
	1. (2,0 điểm) - Chọn hệ tọa độ Oxy có gốc tọa độ O là điểm điện tích bắt đầu đi vào trong từ trường (hình vẽ) - Phương trình chuyển động: $q[\vec{v} \wedge \vec{B}] - k\vec{v} = m\vec{a}$ Chiếu lên các trục tọa độ: $\begin{cases} m \frac{dv_x}{dt} = -qBv_y - kv_x \\ m \frac{dv_y}{dt} = qBv_x - kv_y \end{cases}$ $\Rightarrow \begin{cases} mdv_x = -qBdy - kdx \\ mdv_y = qBdx - kdy \end{cases}$ Tích phân 2 vế: $\begin{cases} m(v_x - v_0 \cos \theta) = -qBy - kx \\ m(v_y - v_0 \sin \theta) = qBx - ky \end{cases} \quad (1)$ - Khi hạt tới biên: $y = d$, xét trường hợp giới hạn $v_x = 0, v_y = 0$. Thay vào (1) $\begin{cases} -mv_0 \cos \theta = -qBd - kx \\ -mv_0 \sin \theta = qBx - kd \end{cases}$ $\Rightarrow \begin{cases} kx = mv_0 \cos \theta - qBd \\ qBx = kd - mv_0 \sin \theta \end{cases}$ $\text{Rút ra: } v_0 = \frac{qBd + \frac{k^2 d}{qB}}{m(\cos \theta + \frac{kq}{B} \sin \theta)} \quad (2)$ V_0 đạt giá trị nhỏ nhất khi $\left(\cos \theta + \frac{kq}{B} \sin \theta \right)_{\max}$ Áp dụng bất đẳng thức Bun – nhi – a: $\left(\cos \theta + \frac{kq}{B} \sin \theta \right) \leq \sqrt{1 + \left(\frac{kq}{B} \right)^2}$ Thay vào (2) ta được: $v_{0\min} = \frac{qBd}{m} \sqrt{1 + \frac{k^2}{q^2 B}} \text{ khi } \tan \theta = \frac{B}{kq}$	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25
	2. 3,0 điểm	

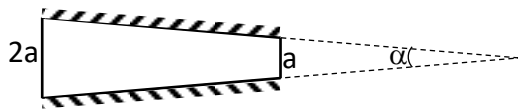
	a. 1,5 điểm Xét các bản trên của tụ điện, chiều dương của dòng điện như hình vẽ. ta có: $-Li' - 2Li' = \frac{q_1}{2C} + \frac{q_2}{C}$ (1) Theo định luật bảo toàn điện tích ta có: $-q_1 + q_2 = -q_0$ (2) Ta lại có $i' = q_1''$ (3) Từ (1), (2), (3) suy ra $q_1'' + \frac{1}{2LC}(q_1 - \frac{2}{3}q_0) = 0$ (4) PT (4) có nghiệm: $q_1 = Q_{01}\cos(\omega t + \varphi) + \frac{2}{3}q_0$ với $\omega = \frac{1}{\sqrt{2LC}}$ $\Rightarrow i_1 = -\omega Q_{01}\sin(\omega t + \varphi)$ Xét điều kiện đầu khi $t = 0$: $q_1 = q_0$ và $i_1 = 0$ $\Rightarrow \begin{cases} q_0 = Q_{01}\cos\varphi + \frac{2}{3}q_0 \\ 0 = -\omega Q_{01}\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q_{01} = \frac{1}{3}q_0 \\ \varphi = 0 \end{cases}$ Như vậy ta có: $q_1 = \frac{1}{3}q_0\cos(\frac{1}{\sqrt{2LC}}t) + \frac{2}{3}q_0$ $q_2 = \frac{1}{3}q_0\cos(\frac{1}{\sqrt{2LC}}t) - \frac{1}{3}q_0$ Cường độ dòng điện trong mạch: $i = -\frac{q_0}{3\sqrt{2LC}}\sin\frac{1}{\sqrt{2LC}}t = \frac{q_0}{3\sqrt{2LC}}\cos(\frac{1}{\sqrt{2LC}}t + \frac{\pi}{2})$	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25
	b. 1,5 điểm Khi cường độ dòng điện trong mạch cực đại $i = i_{\max} = I_0 = \frac{q_0}{3\sqrt{2LC}}$ thì $q_1 = \frac{2}{3}q_0$; $q_2 = -\frac{1}{3}q_0$ Chọn lại mốc thời gian khi đóng khóa k_2. Xét mạch L_1C_1 $-Li_1' = \frac{q_1}{2C} \Rightarrow q_1'' + \frac{1}{2LC}q_1 = 0$ $\Rightarrow q_1 = Q_{01}\cos(\omega t + \varphi)$ với $\omega = \frac{1}{\sqrt{2LC}}$ $i_1 = -\omega Q_{01}\sin(\omega t + \varphi)$ Khi $t = 0$: $q_1 = \frac{2}{3}q_0$; $i_1 = I_0 = \frac{q_0}{3\sqrt{2LC}}$ $\Rightarrow \begin{cases} \frac{2}{3}q_0 = Q_{01}\cos\varphi_0 \\ \frac{q_0}{3\sqrt{2LC}} = -\frac{1}{\sqrt{2LC}}Q_{01}\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q_{01} = \frac{\sqrt{5}}{3}q_0 \\ \varphi = -\arctan(0,5) \end{cases}$ $\Rightarrow q_1 = \frac{\sqrt{5}}{3}q_0\cos(\frac{1}{\sqrt{2LC}}t - \arctan 0,5)$	0,25 0,25 0,25 0,25



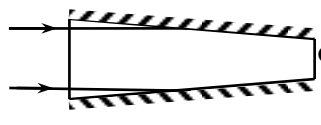
$\Rightarrow i_1 = -\frac{\sqrt{5}}{3\sqrt{2LC}} q_0 \sin\left(\frac{1}{\sqrt{2LC}} t - \arctan 0,5\right)$ Tương tự xét mạch L_2C_2 ta có: $q_2 = \frac{\sqrt{2}}{3} q_0 \cos\left(\frac{1}{\sqrt{2LC}} t - \frac{3\pi}{4}\right)$ $\Rightarrow i_1 = -\frac{\sqrt{2}}{3\sqrt{2LC}} q_0 \sin\left(\frac{1}{\sqrt{2LC}} t - \frac{3\pi}{4}\right)$ Cường độ dòng điện qua khóa k: $i = i_1 - i_2$ Sử dụng phương pháp giản đồ vectơ ta có biên độ dòng điện qua k_2 là: $I_{\max} = \sqrt{I_{o1}^2 + I_{o2}^2 - 2I_{o1}I_{o2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$ $= \sqrt{\left(\frac{\sqrt{5}}{3\sqrt{2LC}} q_0\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{3\sqrt{2LC}} q_0\right)^2 - 2\left(\frac{\sqrt{5}}{3\sqrt{2LC}} q_0\right)\left(\frac{\sqrt{2}}{3\sqrt{2LC}} q_0\right)\cos(\arctan 0,5 - \frac{3\pi}{4})}$ $= \frac{q_0}{\sqrt{2LC}}$	0,25 0,25
--	---------------------------------------

Bài 3. Quang hình (4,0 điểm)

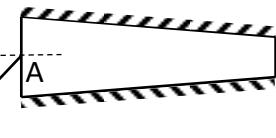
Một tấm thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ đặt trong không khí có chiết suất bằng 1, tiết diện là hình thang cân, hai đáy dài a và $2a$, hai mặt bên được mạ bạc và tạo với nhau một góc nhỏ $\alpha = 6^\circ$ như hình 3.1. Xét sự truyền tia sáng trong tiết diện ngang của tấm.



Hình 3.1



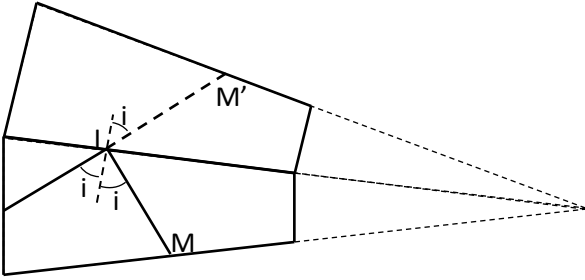
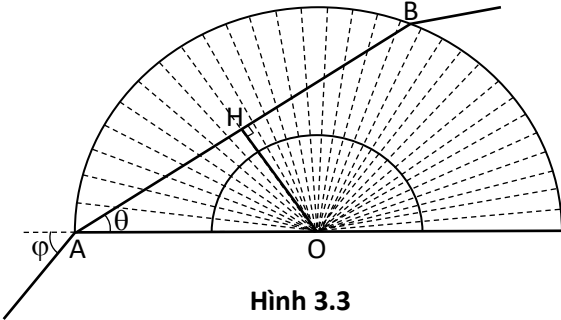
Hình 3.2

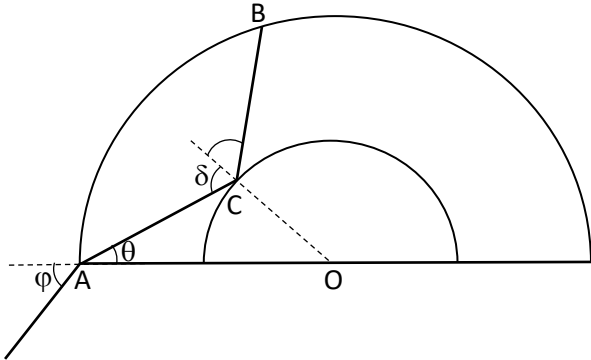


Hình 3.3

- a) Chiếu hai tia sáng tới vuông góc với đáy lớn, đến gặp hai mặt bên như hình 3.2. Xác định góc hợp bởi hai tia sáng khi ló ra khỏi tấm.
- b) Một tia sáng chiếu đến đáy lớn tại điểm A với góc tới φ như hình 3.3. Hỏi φ cần thỏa mãn điều kiện nào để tia sáng không thể đến được đáy bé?
- c) Chiếu tia sáng như trong trường hợp câu b với $\varphi = 45^\circ$. Tính tổng chiều dài tia sáng đi trong tấm thủy tinh với $a = 1$ cm.

Bài	Nội dung	Điểm
	a. 1,0 điểm Hình 3.1 Tia sáng sau khi phản xạ trên gương sẽ gặp đáy bé. Thật vậy: Gọi	0,5

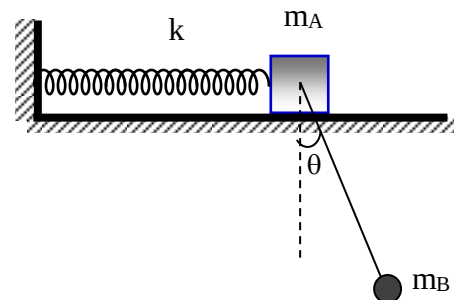
3 (4,0 điểm)	khoảng cách từ tia sáng đến mặt phân giác là $d/2$. Để tia sáng sau khi phản xạ trên gương gấp đáy bé thì phải thỏa mãn: $\frac{d-a}{\alpha} \cdot \tan \alpha \leq \frac{d+a}{2} \Rightarrow d \leq 3a \text{ (trong khi đáy lớn là } 2a).$	
	Tia sáng sau khi gấp đáy bé bị khúc xạ: $\beta \approx n\alpha = 9^\circ$. Vậy góc giữa hai tia khi ló ra khỏi tấm thủy tinh là $2\beta = 18^\circ$.	0,5
	b. 1,0 điểm  Hình 4.2  Hình 3.3 Xét tia sáng phản xạ IM ta có thể xem như tia sáng truyền thẳng IM' (hình 3.2S). Vì góc α bé nên sự phản xạ của tia sáng giữa hai gương có thể xem như tia sáng truyền thẳng trong khối thủy tinh hình trụ được giới hạn bởi mặt trong bán kính $R/2$ và mặt ngoài bán kính R (với $R = 2a/\alpha$) như hình 3.3.	0,5
	H là vị trí mà tia sáng bắt đầu bị phản xạ quay trở lại. Để tia sáng không tới được đáy bé thì phải thỏa mãn điều kiện: $OH > \frac{R}{2} \Rightarrow R \sin \theta > \frac{R}{2} \Rightarrow \sin \varphi = n \sin \theta > 1,5 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \sin \varphi > \frac{3}{4} \Rightarrow \varphi > 48,59^\circ$	0,5
	c. 2,0 điểm Ta có: $\sin \theta = \frac{\sin \varphi}{n} = \frac{\sqrt{2}}{3}$. Áp dụng định lý hàm số sin cho ΔOAC:	0,5

	$\frac{\sin \theta}{R/2} = \frac{\sin \delta}{R} \Rightarrow \sin \delta = 2 \sin \theta = \frac{2\sqrt{2}}{3}.$	
Ta thấy: $\sin \delta > 1/n = 2/3$ $\Rightarrow$ tia sáng bị phản xạ toàn phần tại đáy bé và truyền ngược trở lại và khúc xạ tại đáy lớn.	 Hình 3.4S	0,5
Chiều dài của tia sáng trong tấm thủy tinh: $L = AC + BC = 2AC$. Ta có $\theta = 28,13^\circ$, $\delta = 70,53^\circ \Rightarrow \angle AOC = 42,4^\circ$.		0,5
Theo định lý hàm số sin cho ΔOAC: $\frac{AC}{\sin AOC} = \frac{R/2}{\sin \theta} \Rightarrow AC \approx 0,72R = 0,72 \cdot \frac{2a}{\alpha} \approx 13,75 \text{ cm}.$ Vậy $L = 27,5 \text{ cm}$.		0,5

Bài 4. Dao động cơ (4,0 điểm)

Một vật có khối lượng m_A nằm trên một mặt sàn trơn nhẵn và được gắn vào tường bằng một lò xo nhẹ khối lượng không đáng kể độ cứng k . Khoảng cách từ m_A đến tường khi lò xo không biến dạng và khi biến dạng lần lượt là x_0 và $x_0 + x$.

Một con lắc đơn gồm một thanh không khối lượng, chiều dài L , và một quả cầu nhỏ khối lượng m_B . Bán kính quả cầu m_B nhỏ hơn nhiều so với chiều dài L . Con lắc được nối vào vật m_A qua một trục không ma sát. Góc tạo bởi thanh cứng và phương thẳng đứng là θ , gia tốc trọng trường hướng xuống dưới và có độ lớn g .

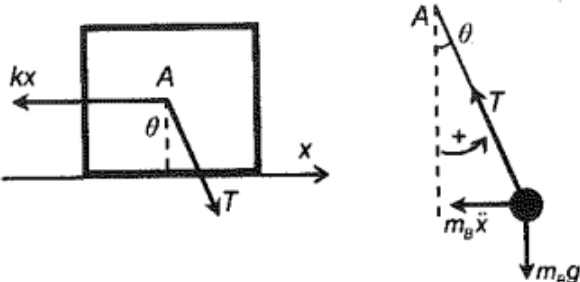


a) Viết hai phương trình chuyển động cho hai biến x và θ . Dùng phép thế để thu được phương trình không còn chứa sức căng của thanh cứng. Trong câu này ta không giả sử góc θ nhỏ.

b) Giả sử góc θ nhỏ. Viết gần đúng hai phương trình chuyển động.

c) Xác định bình phương tần số góc dao động của hệ ω^2 (biểu diễn ω^2 qua các đại lượng g/L , lấy các giá trị $m_A = 2m_B$ và $kL = m_A g$)

Câu	Nội dung	Điểm
-----	----------	------

	a. 2,0 điểm Vì thanh rắn nhẹ không khối lượng nên lực căng của thanh hướng dọc theo thanh ,nếu không thì có ngẫu lực gây ra mômen quay làm gia tốc góc của thanh tiến tới vô cùng .Nhu vậy ,trong trường hợp góc $\theta < \frac{\pi}{2}$ vai trò của thanh chỉ như một sợi dây. 	0.25
	Phương trình định luật Niu-ton cho các vật A: $-kx + T \sin \theta = m_A x'' \quad (1)$	0.25
	Trong hệ qui chiếu gắn với vật A, có thêm lực quán tính tác dụng lên vật B. Phương trình chuyển động của vật B theo hai phương tiếp tuyến và pháp tuyến với quỹ đạo $\begin{cases} -m_B x'' \cos \theta - m_B g \sin \theta = m_B L \theta'' \\ T + m_B x'' \sin \theta - m_B g \cos \theta = m_B L \theta'^2 \end{cases} \quad \begin{matrix} (2) \\ (3) \end{matrix}$	0.5
	Từ (3) rút ra $T = m_B L \theta'^2 - m_B x'' \sin \theta + m_B g \cos \theta$ rồi thế vào (1) ta được $\begin{cases} (m_A + m_B \sin^2 \theta) x'' + kx - m_B (L \theta'^2 + g \cos \theta) \sin \theta = 0 \\ x'' \cos \theta + L \theta'' + g \sin \theta = 0 \end{cases}$	0.5
	Nhân hai vế của phương trình dưới với $m_B \cos \theta$ rồi cộng vào phương trình trên ta được: $\begin{cases} (m_A + m_B) x'' + kx + m_B L (\theta'' \cos \theta - \theta'^2 \sin \theta) = 0 \\ x'' \cos \theta + L \theta'' + g \sin \theta = 0 \end{cases} \quad \begin{matrix} (4) \\ (5) \end{matrix}$	0.5
	b. 0,5 điểm Khi góc θ nhỏ ta có phép thế gần đúng $\cos \theta$ gần bằng 1, $\sin \theta$ gần bằng θ, θ'^2 gần bằng 0 và đơn giản hóa hệ phương trình $\begin{cases} (m_A + m_B) x'' + kx + m_B L \theta'' = 0 \\ x'' + L \theta'' + g \theta = 0 \end{cases}$	0.5
	c. 1,5 điểm Đặt nghiệm $x = x_m \cos(\omega t + \varphi_x)$; $\theta = \theta_m \cos(\omega t + \varphi_\theta)$, đạo hàm rồi thế vào hệ trên $\begin{cases} [k - (m_A + m_B) \omega^2] x - m_B L \omega^2 \theta = 0 \\ -\omega^2 x + (g - \omega^2 L) \theta = 0 \end{cases}$	0.5
	Viết lại hệ trên ở dạng ma trận $\begin{pmatrix} k - (m_A + m_B) \omega^2 & -m_B L \omega^2 \\ -\omega^2 & g - \omega^2 L \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ \theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	0.25
	Phương trình trên chỉ có nghiệm khác không nếu định thức bằng không: $[k - (m_A + m_B) \omega^2][g - \omega^2 L] - m_B L \omega^4 = 0$	0.25

	$m_A L \omega^4 - [kL + (m_A + m_B)g] \omega^2 + kg = 0$ $\omega^2 \approx \frac{kL + (m_A + m_B)g \pm \sqrt{[kL + (m_A + m_B)g]^2 - 4kLm_A g}}{2m_A L}$	
	Với các thông số của hệ đã cho $m_A = 2m_B$ và $kL = m_A g$, ta nhận được hai lần số là $\omega^2 = \frac{2g}{L}$ và $\omega^2 = \frac{g}{2L}$.	0.5

Bài 5. Phương án thực hành (3,0 điểm)

Trong quá trình nghiên cứu chế tạo kính chống động nước cho ngành công nghiệp ô tô, người ta đã phủ lên bề mặt kính một lớp mỏng màng vật liệu TiO_2 có chiết suất n , bề dày cỡ μm . Để xác định bước sóng của một nguồn phát ánh sáng đơn sắc và bề dày e của lớp màng vật liệu TiO_2 phủ trên tấm thủy tinh mẫu, người ta sử dụng các thiết bị và dụng cụ sau:

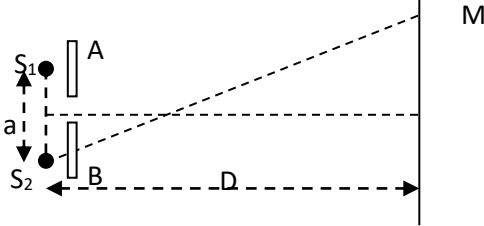
- Một nguồn phát ánh sáng đơn sắc (có bước sóng cần xác định);
- Giao thoa kế Young (giao thoa kế này có khoảng cách giữa hai khe hẹp là a , khoảng cách từ hai khe đến màn là D);
- Các thước đo phù hợp; bút đánh dấu;
- Hai tấm thủy tinh mẫu (một tấm có phủ màng TiO_2 có bề dày e cần xác định, một tấm không phủ màng).

Hãy trình bày:

a) Cơ sở lý thuyết để xác định bước sóng ánh sáng của nguồn sáng trên và bề dày của lớp màng vật liệu TiO_2 .

b) Cách tiến hành thí nghiệm, biểu thức tính sai số và các nguyên nhân gây ra sai số.

Bài	Nội dung	Điểm
5 (3,0 điểm)	a. 1,5 điểm Cơ sở lý thuyết - Khi chưa đặt tấm kính thì trên màn thu được hệ vân giao thoa có khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ai}{D}$ (1) Biết giá trị khoảng vân ta có thể xác định được bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm	0,5
	- Nếu đặt cả hai tấm kính giống hệt nhau sau khe sáng S_1 và S_2 thì hiệu quang trình của tia sáng từ các khe S_1 và S_2 đến một điểm trên màn vẫn giống như trường hợp khi chưa đặt tấm kính. Hệ vân giao thoa sẽ không thay đổi so với khi chưa đặt hai tấm kính	0,25

	- Khi đặt tấm kính không phủ màng ngay sau một khe hẹp, còn tấm kính có phủ màng sau khe còn lại: + Hiệu quang trình của tia sáng từ các khe S_1 và S_2 đến một điểm trên màn sẽ bị thay đổi so với khi đặt 2 tấm kính giống nhau một lượng $\Delta d = (n-1)e$ + Lúc này hệ vân giao thoa sẽ dịch chuyển một đoạn Δx về phía tấm kính có lớp màng: $\Delta x = \frac{\Delta d \cdot D}{a} = \frac{(n-1)eD}{a}$ Do đó bề dày lớp màng: $e = \frac{a\Delta x}{(n-1)D} \quad (2)$ Bằng việc đo khoảng dịch chuyển Δx chúng ta xác định được chiều dày lớp màng phủ thêm trên tấm kính. 	h_v 0,5 0,25 0,25
	b. 1,5 điểm Cách tiến hành thí nghiệm - Đo khoảng cách a giữa hai khe sáng và khoảng cách D từ hai khe đến màn. - Bật nguồn sáng, đánh dấu vị trí vân trung tâm và đo khoảng vân i. - Lặp lại thí nghiệm nhiều lần để lập bảng số liệu. - Tính toán bước sóng dùng trong thí nghiệm theo công thức (1). - Đặt gần sau mỗi khe sáng một tấm kính (một tấm có phủ màng TiO_2 và một tấm không phủ màng). - Đánh dấu vị trí vân sáng trung tâm mới, đo khoảng dịch chuyển Δx của hệ vân. - Lặp lại thí nghiệm nhiều lần để lập bảng số liệu. - Xác định bề dày lớp màng theo công thức (2).	0,5 0,5
	Sai số phép đo: $+ \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\Delta i}{i} + \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta D}{D}$ $+ \frac{\Delta e}{e} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta(\Delta x)}{\Delta x} + \frac{\Delta D}{D}$ Những nguyên nhân gây ra sai số phép đo: - Sai số do cách đặt tấm kính sau khe sáng. - Sai số dụng cụ, cách xác định khoảng vân và khoảng dịch chuyển.	0,25 0,25

Người ra đề: Phạm Thu Hoài – Số điện thoại: 0944861386