



Câu 1 (5 điểm)

Một vòng dây tròn mảnh tâm O và bán kính R được đặt cố định nằm ngang trong không khí. Vòng dây tích điện q phân bố đều. Chọn trục Oz thẳng đứng trùng với trục của vòng dây.

1. Tính điện thế V và cường độ điện trường E tại điểm M nằm trên trục Oz với $OM = z$. Nhận xét kết quả tìm được khi $z \gg R$.

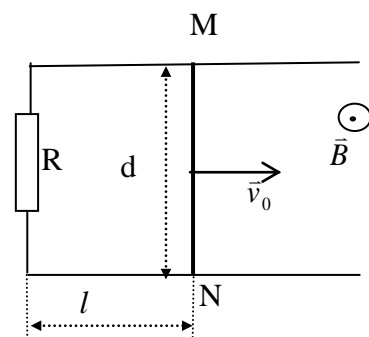
2. Xét một hạt cũng mang điện tích q. Ta chỉ nghiên cứu chuyển động của hạt dọc theo trục Oz.

a. Từ độ cao h so với vòng dây, người ta truyền cho hạt vận tốc \vec{v}_0 dọc theo trục Oz hướng về phía vòng. Tìm điều kiện của v_0 để hạt có thể vượt qua vòng dây. Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

b. Khối lượng của hạt thỏa mãn điều kiện $2\sqrt{2}mg = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2}$. Chứng tỏ rằng trên trục Oz tồn tại vị trí cân bằng ứng với $z = R$. Tính chất của vị trí cân bằng này là bền hay không bền? Giải thích nguyên nhân.

Câu 2 (5 điểm)

Hai thanh ray kim loại đủ dài nằm trên mặt phẳng ngang, song song với nhau cách nhau một đoạn d, hai đầu thanh nối với điện trở thuần R. Thanh kim loại MN khối lượng m, chiều dài d, đặt vuông góc và có thể trượt trên hai thanh ray với hệ số ma sát là μ .



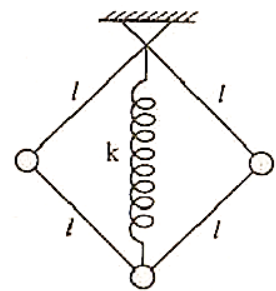
Hệ được đặt trong một vùng từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ \vec{B} hướng thẳng đứng từ dưới lên. Ban đầu thanh MN cách điện trở một khoảng l. Truyền cho thanh MN một vận tốc ban đầu \vec{v}_0 nằm ngang hướng sang phải vuông góc với MN. Bỏ qua điện trở của hai thanh ray và thanh MN. Tìm khoảng cách lớn nhất giữa thanh MN và R.

Câu 3 (4 điểm)

Hai thấu kính mỏng cùng trục chính và đặt cách nhau khoảng $L = 40$ cm. Một vật phẳng nhỏ AB đặt vuông góc trục chính và trước O_1 và cách thấu kính O_1 một khoảng 20 cm thì cho ảnh rõ nét A'B' trên màn M đặt vuông góc trục chính và cách O_2 một khoảng 16 cm. Giữ vật cố định và hoán vị hai thấu kính thì phải dịch chuyển màn M một khoảng $\frac{8}{3}$ cm lại gần thấu kính O_1 thì mới thu được ảnh rõ nét trên màn M. Xác định tiêu cự f_1 và f_2 của hai thấu kính.

Câu 4 (4 điểm).

Một cơ hệ gồm ba quả cầu nhỏ giống nhau, mỗi quả cầu có khối lượng m , được nối với nhau bằng các thanh cứng nhẹ, dài l nhờ các bản lề. Tại vị trí cân bằng, cơ hệ có dạng một hình vuông nhờ được giữ bởi lò xo thẳng đứng, có độ cứng k như hình vẽ.



- a) Tìm chiều dài tự nhiên l_0 của lò xo.
- b) Dịch chuyển quả cầu dưới khỏi vị trí cân bằng một đoạn nhỏ x theo phương thẳng đứng (lên hoặc xuống). Xác định độ biến thiên thế năng của hệ.
- c) Giả sử tại vị trí cân bằng người ta truyền cho quả cầu dưới một vận tốc v_0 theo phương thẳng đứng. Hãy xác định động năng của hệ tại vị trí cân bằng.
- d) Xác định chu kì dao động nhỏ của quả cầu dưới theo phương thẳng đứng.

Câu 5. (2,0 điểm)

Cho các dụng cụ sau: Một thanh nhỏ đồng chất và tiết diện đều có khối lượng M xác định và chiều dài L chưa xác định. Trên thanh có một số điểm treo O_1 và khoảng cách R_1 từ điểm treo O_1 đến khối tâm G của thanh có giá trị xác định. Một đồng hồ đo thời gian hiện số. Công quang, giá ba chân, thanh trụ thép và chốt treo, dây nối.

Hãy thiết kế một phương án thí nghiệm để xác định chiều dài L thanh treo và gia tốc trọng trường g nơi làm thí nghiệm. (Yêu cầu trình bày cơ sở lý thuyết, trình tự tiến hành và cách xử lí số liệu và không tính sai số).

--- Hết---

Giám thị coi thi không giải thích gì thêm

Họ và tên thí sinh.....SBD.....

Giám thị 01:..... Giám thị 02:.....



HƯỚNG DẪN CHẤM VÀ BIỂU ĐIỂM

CÂU	HƯỚNG DẪN CHẤM	Điểm
1.1	Chia vòng tròn thành nhiều phần tử dl . Do vòng dây tích điện đều nên điện tích trên mỗi phần tử $dq = \frac{dl}{2\pi R} q$	0,25
	Điện thế do mỗi phần tử gây ra tại điểm M trên trục, có tọa độ z: $dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{\sqrt{R^2 + z^2}} = \frac{qdl}{8\pi^2 \epsilon_0 R \sqrt{R^2 + z^2}}$	0,25
	Điện thế V do vòng tròn tích điện gây ra tại M: $V = \int dV = \int_0^{2\pi R} \frac{qdl}{8\pi^2 \epsilon_0 R \sqrt{R^2 + z^2}} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{R^2 + z^2}}$	0,5
	Do tính chất đối xứng trục, cường độ điện trường do vòng tròn ra tại điểm M có phương dọc trục Oz : $E = -\frac{dV}{dz} = \frac{qz}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{(R^2 + z^2)^3}}$	0,5
	Khi $z \gg R$ thì $V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 z}$; $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 z^2}$ Nhận xét : Biểu thức điện thế và cường độ điện trường tại M giống điện tích điểm q đặt tại O gây ra tại M.	0,25
1.2a	Điện thế do vòng tròn gây ra tại tâm: $V_o = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$.	0,25
	Bỏ qua tác dụng của trọng lực nên tại $z = 0$ là vị trí cân bằng của hạt. Mặt khác hai vật mang điện cùng dấu nên đây là vị trí cân bằng không bền. Điều kiện để hạt có thể xuyên qua vòng dây thì : $\frac{1}{2}mv_0^2 + qV_M \geq qV_o \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{R^2 + h^2}} \geq \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$	0,5
	$\Rightarrow v_0 \geq \sqrt{\frac{q^2}{2\pi m \epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + h^2}} \right)}$	0,25

1.2b	Khi hạt ở độ cao z , thế năng của hạt: $U = mgz + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\sqrt{R^2 + z^2}}$	0,5	
	Có $\frac{dU}{dz} = mg - \frac{q^2 z}{4\pi\epsilon_0\sqrt{(R^2 + z^2)^3}}$	0,5	
	Thay $2\sqrt{2}mg = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \Rightarrow \frac{dU}{dz} = mg \left(1 - \frac{2\sqrt{2}R^2 z}{\sqrt{(R^2 + z^2)^3}} \right)$	0,25	
	Khi $z=R$ thì $\frac{dU}{dz}=0$. Vậy $z=R$ là vị trí cân bằng của hạt.	0,25	
1.2b	Do $\frac{d^2U}{dz^2} = 2\sqrt{2}mgR^2 \frac{(2z^2 - R^2)}{\sqrt{(R^2 + z^2)^5}}$	0,5	
	Khi $z=R$ thì $\frac{d^2U}{dz^2} > 0$ thì $U(z)$ có cực tiểu và cân bằng là bền.	0,25	
CÁU 2			
	Xét tại thời điểm thanh có vận tốc v như hình vẽ. Áp dụng quy tắc bàn tay phải xác định chiều của dòng điện cảm ứng chạy từ M đến N.	0,25	
	Suất điện động cảm ứng xuất hiện trên thanh MN là: $e = Bvd$ Cường độ dòng điện cảm ứng trong mạch có độ lớn: $i = \frac{e}{R} = \frac{Bvd}{R}$		0,5
	Áp dụng quy tắc bàn tay trái xác định được chiều của lực từ có chiều ngược với chiều của \vec{v} . Vẽ hình đúng chiều dòng điện và chiều lực từ.		0,5
	Phương trình định luật 2 Newton chiếu lên Ox: $-B id - \mu mg = m \frac{dv}{dt}$	0,5	
	$-\frac{B^2 d^2 v}{R} - \mu mg = \frac{mdv}{dt} \Rightarrow \frac{dv}{v + \frac{mgR\mu}{B^2 d^2}} = -\frac{B^2 d^2}{mR} dt$	0,5	
Lấy tích phân hai vế:			

	$\int_{v_0}^v \frac{dv}{v + \frac{mgR\mu}{B^2d^2}} = -\int_0^t \frac{B^2d^2}{mR} dt \Rightarrow \ln\left(v + \frac{mgR\mu}{B^2d^2}\right) = Ce^{-\frac{B^2d^2}{mR}t}$	0,25
	$\Rightarrow v = Ce^{-\frac{B^2d^2}{mR}t} - \frac{\mu mgR}{B^2d^2}$	0,25
	Kết hợp điều kiện lúc $t = 0$ thì $v = v_0$ $\Rightarrow v = \left(v_0 + \frac{mgR\mu}{B^2d^2}\right)e^{-\frac{B^2d^2}{mR}t} - \frac{\mu mgR}{B^2d^2}$	0,25
	Thanh ngừng chuyển động: $v = 0 \Rightarrow t = t_0 = -\frac{mR}{B^2d^2} \ln \frac{\mu mgR}{\mu mgR + v_0 B^2d^2}$	0,5
	Khoảng cách lớn nhất giữa thanh và điện trở R: $l_{\max} = 1 + \int dx = 1 + \int_0^{t_0} v dt = 1 + \int_0^{t_0} \left[\left(v_0 + \frac{\mu mgR}{B^2d^2}\right)e^{-\frac{B^2d^2}{mR}t} - \frac{\mu mgR}{B^2d^2} \right] dt$	0,5
	$l_{\max} = 1 + \left(v_0 + \frac{\mu mgR}{B^2d^2}\right) \frac{mR}{B^2d^2} \left(1 - e^{-\frac{B^2d^2}{mR}t_0}\right) - \frac{\mu mgR t_0}{B^2d^2}$	0,5
	Với t_0 được xác định theo biểu thức : $l_{\max} = 1 + \frac{mRv_0}{B^2d^2} + \left(\frac{\mu m^2 g R^2}{B^4 d^4}\right) \ln \frac{\mu mgR}{B^2d^2 v_0 + \mu mgR}$	0,5
CÂU 3		
	Sơ đồ tạo ảnh AB $\xrightarrow{TKO_1} A_1B_1 \xrightarrow{TKO_2} A'B'$ (*) $\begin{matrix} d_1 & d_1' & d_2 & d_2' \\ AB & \xrightarrow{TKO_2} & A_2B_2 & \xrightarrow{TKO_1} & A''B'' (***) \\ d_3 & d_3' & d_4 & d_4' \end{matrix}$	0,25
	Khi chưa đảo hai thấu kính : $d_1 = 20$ cm và $d_2' = 16$ cm Do $d_1' + d_2 = L \Rightarrow \frac{d_1 \cdot f_1}{d_1 - f_1} + \frac{d_2 \cdot f_2}{d_2 - f_2} = L$ (1) $\Rightarrow \frac{20f_1}{20 - f_1} + \frac{16f_2}{16 - f_2} = 40$	0,5
	$\Rightarrow 19f_1f_2 - 240f_1 - 280f_2 + 3200 = 0$ (2)	0,5
	Khi đảo hai thấu kính : $d_3 = 20$ cm và $d_4' = \frac{40}{3}$ cm Do $d_3' + d_4 = L \Rightarrow \frac{d_3 \cdot f_1}{d_3 - f_1} + \frac{d_4 \cdot f_2}{d_4 - f_2} = L$ (3) $\Rightarrow \frac{20f_2}{20 - f_2} + \frac{40f_1}{40 - 3f_1} = 40$	0,75
	$\Rightarrow 11f_1f_2 - 160f_1 - 120f_2 + 1600 = 0$ (4)	
	Nhân (4) với 2 – (2) rút gọn lại ta có : $\Rightarrow 3f_1f_2 = 80f_1 - 40f_2$ (5)	0,5
	Thế vào (2) rút gọn ta được $f_1 = 2f_2 - 10$ (6)	0,5

	Thế (6) vào (4) ta được phương trình $\Rightarrow f_2^2 - 26f_2 + 160 = 0 \quad (7)$	0,25
	Phương trình (7) có hai nghiệm : $f_{21}=10\text{cm} \Rightarrow f_{11} = 8 \text{ cm}$ $f_{22}=16 \text{ cm} \Rightarrow f_{12} = 20 \text{ cm}$	0,25
	Loại nghiệm $f_{22}=16 \text{ cm} \Rightarrow f_{12} = 20 \text{ cm}$ vì ở trường hợp chưa đảo thấu kính thì $d_1 = 20 \text{ cm} = f_1$ nên vật phẳng qua hệ cho ảnh là điểm sáng	0,25
	Vậy tiêu cự của hai thấu kính là: $f_1 = 8\text{cm}, f_2=10\text{cm}$	0,25
CÂU 4		
4a	<p>Biểu diễn lực tác dụng trên hình vẽ.</p>	0,5
	<p>Xét sự cân bằng của thanh cứng AB theo hướng AB</p> $\sum \vec{F} = \vec{0} \rightarrow (F_{lx} - 2mg) \cos 45^\circ = 0$ $\rightarrow F_{lx} = 2mg \rightarrow \Delta l = \frac{2mg}{k}$ <p>Suy ra: $l\sqrt{2} - l_0 = \frac{2mg}{k} \rightarrow l_0 = l\sqrt{2} - \frac{2mg}{k}$</p>	0,5
4b	<p>Chọn gốc thế năng trọng trường của các quả cầu và thế năng đàn hồi của lò xo tại vị trí cân bằng của hệ. Khi quả cầu dưới có li độ x thì quả cầu trên có li độ $\frac{x}{2}$ còn lò xo dãn thêm một đoạn x.</p> <p>Độ biến thiên thế năng trọng trường là: $\Delta W_{t1} = -mgx - 2mg \frac{x}{2} = -2mgx$</p> <p>Độ biến thiên thế năng đàn hồi là: $\Delta W_{t2} = \frac{1}{2}k(\Delta l + x)^2 - \frac{1}{2}k\Delta l^2 = \frac{1}{2}kx^2 + k\Delta l \cdot x$</p>	0,5
	<p>Thay (1) vào ta được: $\Delta W_{t2} = \frac{1}{2}kx^2 + 2mgx \rightarrow \Delta W_t = \Delta W_{t1} + \Delta W_{t2} = \frac{1}{2}kx^2$</p> <p>Vậy, so với vị trí cân bằng thì ở li độ x thế năng của hệ tăng thêm: $\frac{1}{2}kx^2$</p>	0,5
	<p>Vì B quay quanh O nên $\vec{v}_B \perp OB$, tức là hướng dọc theo thanh AB. Do đầu A chỉ chuyển động theo phương thẳng đứng.</p> <p>Theo tính chất thanh cứng ta có:</p>	0,5

	$v_B = v_A \cos 45^\circ = \frac{v_A}{\sqrt{2}} = v_C$	
	Động năng hệ là $W_d = \frac{1}{2}mv^2 + 2 \cdot \frac{1}{2}m \frac{v^2}{2} = mv^2$	0,5
4d	Vì dao động nhỏ nên hình hợp bởi 4 thanh chỉ biến dạng nhỏ so với hình vuông. Khi vật ở li độ x và có vận tốc v một cách gần đúng ta có năng lượng của hệ:	0,5
	$W = mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = const$	
	$\frac{dW}{dt} = 0 \rightarrow x'' + \frac{k}{2m}x = 0 \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{2m}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{2mk}$	0,5
CÂU 5		
	Cơ sở lý thuyết : Một thanh cứng đồng chất có chiều dài L , khối lượng M có chu kì dao động xác định bởi công thức	0,25
	$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{MgR}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{12}L^2 + R^2}{gR}}$	
	Biến đổi biểu thức trên ta thu được:	0,25
	$\frac{T^2 gR}{4\pi^2} = \frac{1}{12}L^2 + R^2 \rightarrow R^2 = g \cdot \left(\frac{T^2 R}{4\pi^2}\right) - \frac{L^2}{12}$	
	Nếu ta đặt: $y = R^2$; $x = \frac{T^2 R}{4\pi^2}$ ta thu dạng $y = g \cdot x - \frac{L^2}{12}$	0,25
	Nếu vẽ đồ thị $y = f(x)$ thì đồ thị có dạng đường thẳng và g chính là hệ số góc của đường thẳng đó Từ đồ thị ta cũng ước lượng được giá trị tung độ mà đồ thị cắt trục tung theo lý thuyết thì giá trị đó là $-\frac{L^2}{12}$	0,25
	Phương án tiến hành + Lắp thanh trụ thép vào giá ba chân có phương thẳng đứng. Gắn chốt treo trên giá và lắp thanh nhỏ vào chốt treo. + Lắp công quang trên thanh trụ thép và nối đồng hồ hiện số với công quang.	0,25

	+ Để đồng hồ hiện số ở chế độ đo chu kì T dao động.	
	+ Khi đầu kia của thanh bị kéo ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn nhỏ và được thả ra. Thanh thực hiện dao động điều hòa và chu kì dao động T được một đồng hồ hiện số ghi lại. + Thay đổi các điểm treo O_i để thay đổi R_i ta thu được các chu kì T_i khác nhau.	0,25
	+ Lập bảng số liệu R và T , lập bảng $y = R^2 ; x = \frac{T^2 R}{4\pi^2}$	0,25
	+ Vẽ đồ thị $y = f(x)$ có dạng đường thẳng đo hệ số góc của đường thẳng ra g, đo điểm cắt trục tung suy ra L	0,25

- Học sinh giải đúng theo cách khác vẫn cho điểm tối đa.
- Nếu thiếu từ 2 đơn vị trở lên, trừ 0,5 điểm cho toàn bài thi.

--- Hết---