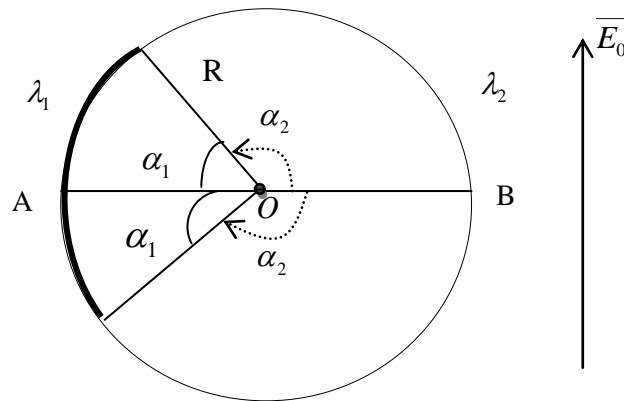


(Bản hướng dẫn này gồm 08 trang)

Câu 1. (4,0 điểm) Hai đoạn dây dẫn được uốn thành hai cung tròn mảnh có bán kính R , góc ở tâm lần lượt là $2\alpha_1$ và $2\alpha_2 = 2\pi - 2\alpha_1$. Hai cung tròn tích điện đều với mật độ điện tích dài lần lượt là $\lambda_1 > 0$; $\lambda_2 > 0$. Ghép hai cung tròn nói trên lại với nhau thành vòng dây tròn kín rồi đặt vòng dây trong điện trường đều \vec{E}_0 vuông góc với đường kính AB nằm ngang như hình vẽ (hình 1). Bỏ qua ảnh hưởng của điện trường đến sự phân bố điện tích trên các cung tròn và giả sử không có sự phân bố lại điện tích sau khi ghép chúng lại với nhau. Tính cường độ điện trường (theo $\alpha_1, R, \lambda_1, \lambda_2$ và E_0) tại tâm O của vòng dây.

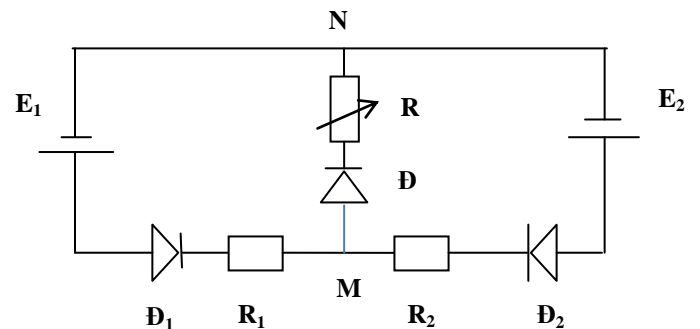


Hình 1

Câu 1	Nội dung	Điểm
	<p>* Xét cung tròn có góc ở tâm $2\alpha_1$</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chọn trục Ox như hình vẽ - Mật độ điện tích dài mỗi cung lần lượt là: $\lambda_1 = \frac{q_1}{2\alpha_1 \cdot R}$; $\lambda_2 = \frac{q_2}{2\alpha_2 \cdot R}$ - Chia cung tròn thành nhiều phần tử nhỏ chiều dài dl, với $dl = R d\varphi$ - Điện tích mỗi phần tử nhỏ dl là $dq = \lambda_1 dl = \lambda_1 R d\varphi$ (1) 	
		0,25+0,25
	- Xét cường độ điện trường do phần tử dq gây ra tại M là $d\vec{E}_1$ có phương	0,5

nếu hình vẽ, độ lớn $dE_1 = \frac{k dq}{R^2} = \frac{k \lambda_1 d\varphi}{R}$ (2)	
- Ta luôn có hai phần tử dq trên cung tròn đối xứng với nhau qua trục Ox, mỗi phần tử này gây ra tại O một cường độ điện trường có thành phần điện trường vuông góc với trục Ox triệt tiêu lẫn nhau từng đôi một.	0,25
- Do đó cường độ điện trường tại O có phương trùng với trục Ox, chiều như hình vẽ và độ lớn: $E_1 = \int dE_1 \cdot \cos \varphi = \frac{k \lambda_1}{R} \int_{-\alpha_1}^{\alpha_1} \cos \varphi \cdot d\varphi = \frac{2k \lambda_1 \sin \alpha_1}{R}$ (3)	0,5
* Xét cung tròn có góc ở tâm $2\alpha_2$: Tương tự cung $2\alpha_1$ $dE_2 = \frac{k dq}{R^2} = \frac{k \lambda_2 d\varphi}{R}$	0,5
$E_2 = \int dE_2 \cdot \cos \varphi = \frac{k \lambda_2}{R} \int_{-\alpha_2}^{\alpha_2} \cos \varphi \cdot d\varphi = \frac{2k \lambda_2 \sin \alpha_2}{R} = \frac{2k \lambda_2 \sin \alpha_1}{R}$	0,5
- Cường độ điện trường tổng hợp tại O: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_0 = \vec{E}_{12} + \vec{E}_0$	0,25+0,25
- Độ lớn: $E = \sqrt{E_{12}^2 + E_0^2} = \sqrt{(E_1 - E_2)^2 + E_0^2} = \sqrt{\left[\frac{2k \sin \alpha_1}{R} (\lambda_1 - \lambda_2) \right]^2 + E_0^2}$ (với $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$)	0,75

Câu 2. (3,0 điểm) Cho mạch điện như hình vẽ (Hình 2), các điốt đều lí tưởng, các dây nối có điện trở không đáng kể. Nguồn $E_1 = 1,2V$; $E_2 = 2,4V$; điện trở trong của các nguồn rất nhỏ. R là biến trở. Các điện trở thuần $R_1 = R_2 = 6\Omega$. Cho R thay đổi, tìm công suất tỏa nhiệt cực đại trên R .

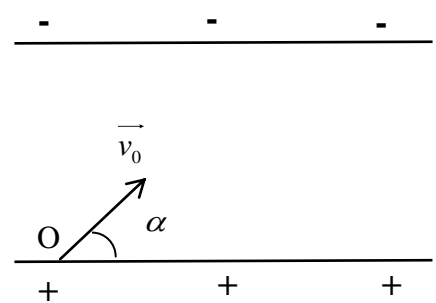


Hình 2

Câu 2	Nội dung	Điểm
	- Áp dụng định luật Ohm: + Đoạn MRN: $I = \frac{U_{MN}}{R}$ (1) + Đoạn NE ₁ M: $I_1 = \frac{E_1 - U_{MN}}{R_1}$ (2) + Đoạn NE ₂ M: $I_2 = \frac{E_2 - U_{MN}}{R_2}$ (3)	0,5
	- Giả sử lúc đầu các điốt đều mở, tại nút M ta có: $I = I_1 + I_2$ $\Rightarrow \frac{U_{MN}}{R} = \frac{E_1 - U_{MN}}{R_1} + \frac{E_2 - U_{MN}}{R_2}$ - Thay số ta được: $U_{MN} = \frac{1,8R}{3+R}$ (4)	0,5
	- Thay (4) vào (1), (2), (3) ta được:	0,5

	$I_1 = \frac{6-R}{10(3+R)} \quad (5)$ $I_2 = \frac{12+R}{10(3+R)} \quad (6)$ $I = \frac{18}{10(3+R)} \quad (7)$	
	- Từ (6) và (7) ta thấy luôn có $I_2 > 0$; $I > 0$. Vậy điôt Đ và điôt Đ ₂ luôn mở.	0,25
	<p>* Trường hợp $R \geq 6\Omega$: $I_1 \leq 0$; điôt Đ₁ bị đóng, dòng điện qua E₂, R₂, R</p> $P_R = I_{2R}^2 \cdot R = \frac{E_2^2}{(\sqrt{R} + \frac{R_2}{\sqrt{R}})^2}$ $P_{(R)\max} \Leftrightarrow R = R_2 = 6\Omega \text{ (theo bất đẳng thức cosi)}$ $P_{(R)\max} = \frac{E_2^2}{4R_2} = 0,24W$	0,5
	<p>* Trường hợp $R < 6\Omega$: $I_1 > 0$; điôt Đ₁ bị mở</p> $P_R = I^2 R = \frac{1,8^2}{(\sqrt{R} + \frac{3}{\sqrt{R}})^2}$ $P_{(R)\max} \Leftrightarrow R = 3\Omega \text{ (theo bất đẳng thức cosi)}$ $P_{(R)\max} = \frac{1,8^2}{4R} = 0,27W$	0,5
	- Như vậy, công suất tỏa nhiệt cực đại trên R là $P_{(R)\max} = 0,27W$	0,25

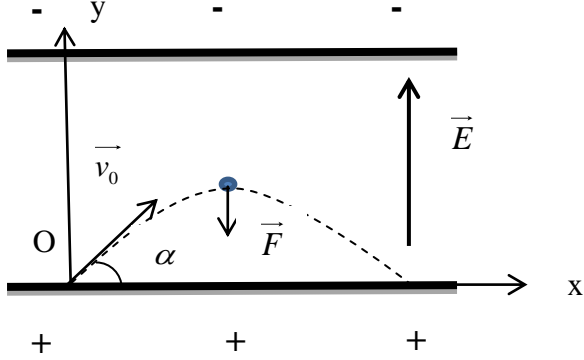
Câu 3. (3,0 điểm) Một electron có vận tốc ban đầu \vec{v}_0 bay vào khoảng không gian giữa hai tấm kim loại phẳng, rộng vô hạn tích điện trái dấu qua một lỗ nhỏ O ở tấm tích điện dương. Vận tốc \vec{v}_0 hợp với tấm kim loại một góc α ($0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$) như hình vẽ (Hình 3). Khoảng cách giữa hai tấm là d, hiệu điện thế giữa hai tấm kim loại là U. Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Biết electron khối lượng m và độ lớn điện tích là e.



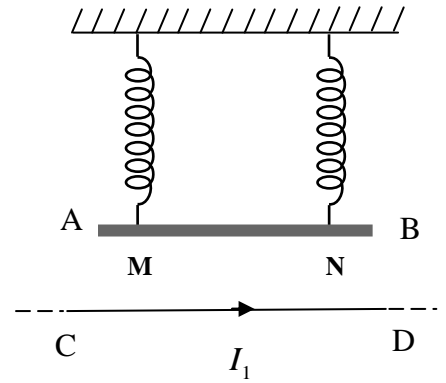
Hình 3

a. Xác định phương trình quỹ đạo của electron.

b. Hiệu điện thế U giữa hai tấm kim loại thỏa mãn điều kiện nào (theo m, v_0 , e, α) để electron không đến tấm tích điện âm trong quá trình chuyển động? Coi tấm kim loại đủ dài để electron luôn chuyển động trong khoảng không gian giữa hai tấm kim loại.

Câu 3	Nội dung	Điểm
a.	<p>Áp dụng định luật II Newton cho điện tử, ta được: $\vec{F} = m\vec{a}$ (*)</p> 	0,25
	<p>Chiều phương trình (*) lên hệ trục Oxy, ta được:</p> $a_x = 0$ $a_y = \frac{-F}{m} = \frac{- e E}{m} = \frac{- e U}{md}$	0,25
	<p>Phương trình chuyển động của điện tử</p> $x = (v_0 \cos \alpha) t \quad (1)$ $y = (v_0 \sin \alpha) t + \frac{1}{2} a_y t^2 = (v_0 \sin \alpha) t - \frac{1}{2} \frac{ e U}{md} t^2 \quad (2)$	0,25
	<p>Từ (1), (2) suy ra phương trình chuyển động của điện tử:</p> $y = (\tan \alpha) x - \frac{ e U}{2mdv_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (3)$	0,5
b.	<p>Phương trình vận tốc của điện tử</p> $v_y = v_0 \sin \alpha + a_y t = v_0 \sin \alpha - \frac{ e U}{md} t$	0,25
	<p>Khi điện tử đạt độ cao lớn nhất y_{\max} thì thành phần vận tốc theo phương Oy bằng 0, ta được: $v_y = 0 \Rightarrow t = \frac{mdv_0 \sin \alpha}{ e U} \quad (4)$</p>	0,25
	<p>Thay (4) vào (2) ta được: $y_{\max} = \frac{v_0^2 md \sin^2 \alpha}{2 e U}$</p>	0,5
	<p>Để electron không đến tấm tích điện âm thì</p> $y_{\max} < d \Rightarrow U > \frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2 e }$	0,5

Câu 4. (4,0 điểm) Xét một sơ đồ thí nghiệm thực hiện trong không khí như hình vẽ (Hình 4). Biết CD là một sợi dây dẫn thẳng dài nhẹ có dòng điện không đổi I_1 chạy qua; AB là một thanh kim loại đồng chất, tiết diện đều, có khối lượng m và có chiều dài ℓ . Thanh AB được treo vào hai đầu M, N của lò xo nhẹ, giống nhau, có cùng độ cứng k sao cho $MA = NB$. Cho dòng điện không đổi I_2 chạy qua AB. Biết rằng khi chưa treo thanh AB vào hệ, đầu dưới các lò xo cách dây CD một đoạn d . Lấy hằng số từ thẩm là μ_0 và gia tốc trọng trường là g .



Hình 4

g.

a. Cho biết chiều của I_2 để cho lực tương tác giữa dây CD và thanh AB là lực hút.

b. Với chiều dòng điện I_2 như trên, xác định vị trí cân bằng của hệ (theo $d, m, k, I_1, I_2, \ell, \mu_0$ và g).

Câu 4	Nội dung	Điểm
a.	I_2 cùng chiều I_1 .	0,5
b.	<p>Các lực tác dụng lên thanh như hình vẽ $\Delta \ell$ độ biến dạng của lò xo khi AB cân bằng; chiều dài thanh AB là ℓ d là khoảng cách giữa dây CD và đầu dưới của hai lò xo khi ta chưa treo thanh AB. x là khoảng cách giữa dây CD và thanh AB sau khi thanh AB được treo và có dòng điện I_2 chạy qua.</p>	0,5
	<p>- Tại VTCB: + Ta có: $\Delta \ell = d - x$. (1) + Cảm ứng từ do I_1 gây ra $B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}$. (2)</p>	0,5
	- Điều kiện cân bằng: $2k\Delta \ell = mg + BI_2 \ell$ (3)	0,5
	Từ (1), (2) và (3) suy ra: $x^2 - (d - \frac{mg}{2k})x + \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{4\pi k} = 0$.	

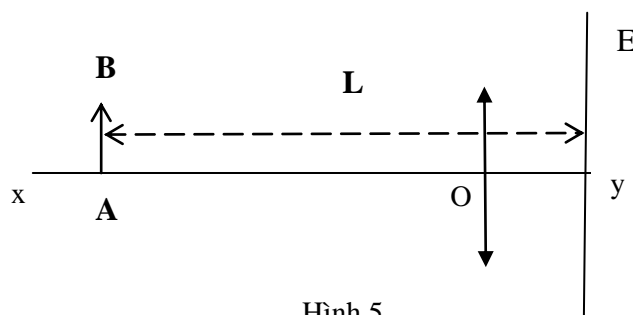
Đặt $d_0 = d - \frac{mg}{2k}$ Suy ra $x^2 - d_0x + \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{4\pi k} = 0$. (4)	0,5
Điều kiện để (4) có nghiệm: $\Delta \geq 0 \Leftrightarrow d_0^2 - \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{\pi k} \geq 0 \rightarrow d_0 \geq \sqrt{\frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{\pi k}}$. (5)	0,5
Với điều kiện (5), nghiệm của phương trình (4) là $x_1 = \frac{d_0 - \sqrt{d_0^2 - \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{\pi k}}}{2} = \frac{(d - \frac{mg}{2k}) - \sqrt{(d - \frac{mg}{2k})^2 - \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{\pi k}}}{2} > 0$	0,5
$x_2 = \frac{d_0 + \sqrt{d_0^2 - \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{\pi k}}}{2} = \frac{(d - \frac{mg}{2k}) + \sqrt{(d - \frac{mg}{2k})^2 - \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{\pi k}}}{2} > 0$	0,5

Câu 5. (4,0 điểm) Một vật sáng AB hình mũi tên đặt vuông góc với trục chính xy tại A và song song với một màn E. Khoảng cách giữa AB và màn E là L. Giữa AB và màn E có một thấu kính hội tụ tiêu cự f như hình vẽ (Hình 5). Dịch chuyển thấu kính dọc theo trục chính xy, người ta thấy có hai vị trí của thấu kính đều cho ảnh rõ nét của AB trên màn.

a. Tìm điều kiện của L theo f để bài toán thỏa mãn.

b. Biết khoảng cách giữa hai vị trí của thấu kính là a. Tìm tiêu cự f của thấu kính theo L và a. Áp dụng bằng số: L = 90 cm, a = 30 cm.

c. Vẫn sử dụng thấu kính và màn E ở câu b, thay AB bằng điểm sáng S đặt trên trục chính của thấu kính và cách màn E một khoảng 45 cm. Xác định vị trí đặt thấu kính để trên màn thu được vùng sáng có kích thước nhỏ nhất.

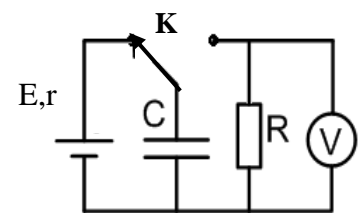


Hình 5

Câu 5	Nội dung	Điểm
a.	Ta có: $L = d + d' = d + \frac{df}{d-f} \Rightarrow d^2 - Ld + Lf = 0$ (1)	0,5
	Để có hai vị trí của thấu kính đều cho ảnh rõ nét của AB trên màn thì phương trình (1) phải có hai nghiệm phân biệt $\Delta = L^2 - 4Lf > 0 \Rightarrow L > 4f$	0,5
b.	Nghiệm của (1): $d_{1,2} = \frac{L \pm \sqrt{\Delta}}{2}$ Theo đề: $d_2 - d_1 = a$	0,25

	$\Rightarrow \sqrt{\Delta} = a \Leftrightarrow f = \frac{L^2 - a^2}{4L}$	0,5
	Áp dụng bằng số: $f = 20 \text{ cm}$.	0,25
c.		0,5
	- Xét nửa trên trục chính của thấu kính - Chứng minh được: $\Delta S'MN \sim \Delta S'IO \Rightarrow \frac{MN}{IO} = \frac{S'N}{S'O}$	0,25
	$\Rightarrow \frac{MN}{IO} = \frac{d + d' - L}{d'} = \frac{d}{f} + \frac{L}{d} - \frac{L}{f}$	0,25
	- Vì $\frac{L}{f}$ không đổi, IO không đổi nên: MN _{min} khi $\frac{d}{f} = \frac{L}{d} \Rightarrow d = \sqrt{Lf} = 30 \text{ cm}$	0,75
	- Như vậy, để vùng ánh sáng hiện trên màn E có kích thước nhỏ nhất thì điểm sáng S phải cách thấu kính 30cm.	0,25

Câu 6. (2,0 điểm) Một tụ điện có điện dung C được tích điện tới điện áp U_0 rồi ngắt khỏi nguồn, nối hai bản tụ với một điện trở $R = 100 \text{ k}\Omega$ thông qua khóa k mở như hình vẽ (hình 6), sau đó đóng khóa k.



Hình 6

a. Viết phương trình mô tả sự biến đổi điện tích trên tụ, biểu thức dòng điện qua điện trở.

b. Hãy đề xuất phương án đo điện dung của tụ điện và trình tự tiến hành khi có điện trở chuẩn R, nguồn suất điện động E, vôn kế lý tưởng và đồng hồ đo thời gian.

Câu 6	Nội dung	Điểm
a.	<p>+ Xét sự phóng điện qua R ở thời điểm t</p> $\rightarrow \begin{cases} i.R = \frac{q}{C} \\ i = -\frac{dq}{dt} \end{cases} \rightarrow \frac{dq}{q} = -\frac{dt}{RC} \rightarrow \int_{Q_0}^q \frac{dq}{q} = -\int_0^t \frac{dt}{RC} \rightarrow \begin{cases} q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \\ i = \frac{Q_0}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} \end{cases}$	0,5
	<p>+ Biểu thức điện áp trên tụ: $U = U_0 e^{-\frac{t}{RC}} \rightarrow C = \frac{t}{R \ln \frac{U_0}{U}}$</p>	0,5

b.	Ta cần đo được các hiệu điện thế U_0 và U , thời gian phóng điện từ U_0 đến U rồi thay vào công thức trên tính được giá trị của C								
	Trình tự tiến hành + Lắp sơ đồ mạch điện như hình vẽ: + Chuyển công tắc K sang vị trí nguồn để tích điện cho tụ C Sau một thời gian tích điện, chuyển công tắc sang vị trí nối với R (Lưu ý: với các siêu tụ, việc tích điện và phóng điện là khá lâu, có thể lên tới 0,5 giờ)								0,25
	+ Bấm đồng hồ tính giờ (t) ứng với sự giảm của số chỉ vôn kế từ U_0 đến U . Ghi các giá trị đọc được (U_0, U, t) vào bảng. (Lưu ý: $t = 0$ là thời điểm bất kỳ, không nhất thiết phải là thời điểm ngay khi chuyển k sang vị trí nối với R)								0,25
	+ Bảng kết quả đo và xử lý kết quả đo								0,25
		Lần đo	$U_0(V)$	$U(V)$	t	$C = \frac{t}{R \ln \frac{U_0}{U}}$	\bar{C}	ΔC	
	1	U_0	U_1	t_1	C_1				
	2	U_0	U_2	t_2	C_2				
	3	U_0	U_3	t_3	C_3				
	...								
	n	U_0	U_n	t_n	C_n				
+ Biểu diễn kết quả: $C = \bar{C} \pm \Delta \bar{C}$								0,25	

*** Lưu ý:**

- Nếu thí sinh làm bài không theo cách nêu trong đáp án nhưng đúng thì vẫn cho đủ số điểm từng phần như hướng dẫn quy định.

- Thiếu hoặc sai đơn vị trừ 0,25 điểm cho toàn bài.