

**Câu 1 (2,0 điểm):** Một quả cầu có khối lượng  $m = 2\text{kg}$  treo ở một đầu một sợi dây có khối lượng không đáng kể và không co giãn. Bỏ qua ma sát và sức cản. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

a) Kéo quả cầu khỏi vị trí cân bằng một góc  $\alpha_m$  rồi thả ra ( vận tốc ban đầu bằng không). Thiết lập biểu thức lực căng dây của dây treo khi quả cầu ở vị trí lệch một góc  $\alpha$  so với vị trí cân bằng. Tìm vị trí của quả cầu trên quỹ đạo để lực căng đạt cực đại. Tính độ lớn của lực căng cực đại nếu góc  $\alpha_m = 60^\circ$ .

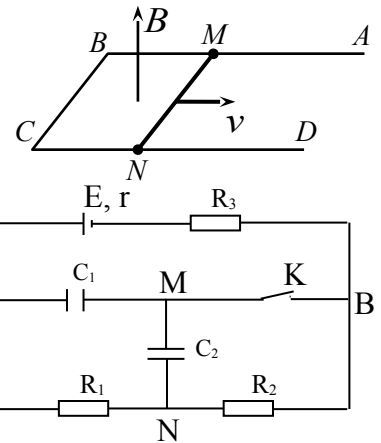
b) Phải kéo quả cầu khỏi vị trí cân bằng một góc bằng bao nhiêu để khi thả cho dao động, lực căng cực đại gấp 3 lần trọng lượng của quả cầu.

c) Thay sợi dây treo quả cầu bằng một lò xo có trọng lượng không đáng kể. Độ cứng của lò xo là  $k = 500\text{N/m}$ , chiều dài ban đầu  $l_0 = 0,6\text{m}$ . Lò xo có thể dao động trong mặt phẳng thẳng đứng xung quanh điểm treo O. Kéo quả cầu khỏi vị trí cân bằng một góc  $\beta = 90^\circ$  rồi thả ra. Lúc bắt đầu thả, lò xo ở trạng thái không bị nén dãn. Xác định độ dãn của lò xo khi quả cầu đến vị trí cân bằng.

**Câu 2 (2,0 điểm):** Một dây dẫn cứng có điện trở không đáng kể, được uốn thành khung ABCD nằm trong mặt phẳng nằm ngang, có AB và CD song song với nhau, cách nhau một khoảng  $l = 0,5\text{m}$ , được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,5\text{T}$  hướng vuông góc với mặt phẳng của khung như hình vẽ. Một thanh dẫn MN có điện trở  $R = 0,5\Omega$  có thể trượt không ma sát dọc theo hai cạnh AB và CD.

a) Hãy tính công suất cơ học cần thiết để kéo thanh MN trượt đều với vận tốc  $v = 2\text{m/s}$  dọc theo các thanh AB và CD. So sánh công suất này với công suất tỏa nhiệt trên thanh MN và nhận xét.

b) Thanh đang trượt đều thì ngừng tác dụng lực. Sau đó thanh còn có thể trượt thêm được đoạn đường bao nhiêu nếu khối lượng của thanh là  $m = 5\text{gam}$ ?



**Câu 3 (2,0 điểm):** Cho mạch điện như hình vẽ:  $E = 6\text{V}$ ,  $r = R_3 = 0,5\Omega$ ,  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = 2\Omega$ ,  $C_1 = C_2 = 0,2\mu\text{F}$ , độ lớn điện tích electron  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ . Bỏ qua điện trở các dây nối.

a) Tìm số electron dịch chuyển qua khóa K và chiều dịch chuyển của chúng khi khóa K từ mở chuyển sang đóng?

b) Thay khóa K bằng tụ  $C_3 = 0,4\mu\text{F}$ . Tìm điện tích trên tụ  $C_3$  trong các trường hợp sau:

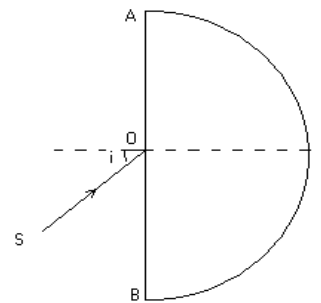
- Thay tụ  $C_3$  khi K đang mở.
- Thay tụ  $C_3$  khi K đang đóng

**Câu 4 (2,0 điểm):** Tiết diện thẳng của một khối đồng chất, trong suốt nửa hình trụ là nửa hình tròn tâm O, bán kính R (Hình 1), khối này làm bằng chất có chiết suất  $n = \sqrt{2}$ , đặt trong không khí. Tia sáng SI nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục của hình trụ, tới mặt phẳng của khối này với góc tới  $45^\circ$ .

a) Vẽ đường đi của tia sáng khi đi tới I trùng với tâm O, nói rõ cách vẽ.

Tính góc ló và góc lệch D giữa tia tới và tia ló.

b) Xác định vị trí điểm tới I để góc lệch D bằng không, vẽ hình.



**Câu 5 (2,0 điểm):** Có 4 quả cầu nhỏ giống hệt nhau, mỗi quả có khối lượng  $m$ , điện tích  $q$ . Treo 4 quả vào điểm O bằng 4 sợi dây mảnh cách điện dài  $l$ . Khi cân bằng, bốn điện tích nằm tại 4 đỉnh của hình vuông ABCD cạnh  $a = l$ .

a) Tính lực điện do ba điện tích đặt tại A, B, D tác dụng lên điện tích đặt tại C theo  $q$ ,  $l$  và hằng số điện  $k$ .

b) Tính giá trị của  $q$  theo  $m$ ,  $l$  và gia tốc trọng trường  $g$ .

Áp dụng bằng số:  $l = 20\text{cm}$ ,  $m = (1 + 2\sqrt{2})\text{gam}$ ,  $g = 10\text{m/s}^2$ ,  $k = 9 \cdot 10^9 (\frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2})$ .

-----Hết-----

CÂU 1:

|   |                                                                                                                                                                                 |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a | $T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_m)$                                                                                                                                           |
|   | $T_{\max} = mg(3 - 2\cos\alpha_m) = 40(N)$                                                                                                                                      |
| b | $T_{\max} = 3mg$ . Từ hệ thức trên suy ra: $3 - 2\cos\alpha_m = 3$<br>$\alpha_m = 90^\circ$                                                                                     |
| c | Chọn mốc thế năng tại VT thấp nhất.<br>Cơ năng tại A (ngang): $E_A = mg(l_0 + \Delta l)$ (1)<br>Cơ năng tại B (thấp nhất): $E_B = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k\Delta l^2$ (2) |
|   | Lực đàn hồi tại VT B: $F = k\Delta l = mg + m\frac{v^2}{l_0 + \Delta l}$ (3)                                                                                                    |
|   | Từ (1), (2) $\Rightarrow mv^2 = 2mg(l_0 + \Delta l) - k\Delta l^2$<br>Thay vào (3): $k(l_0 + \Delta l) = mg(l_0 + \Delta l) + 2mg(l_0 + \Delta l) - k\Delta l^2$                |
|   | $\Delta l^2 + 0,24\Delta l - 0,036 = 0$<br>Giải ra: $\Delta l = 0,104(m)$                                                                                                       |

CÂU 2:

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a | <p>Khi thanh MN chuyển động thì dòng điện cảm ứng trên thanh xuất hiện theo chiều <math>M \rightarrow N</math>.</p> <p>Cường độ dòng điện cảm ứng này bằng: <math>I = \frac{E}{R} = \frac{Bvl}{R}</math>.</p> <p>Khi đó lực từ tác dụng lên thanh MN sẽ hướng ngược chiều với vận tốc <math>v</math> và có độ lớn: <math>F_t = BIl = \frac{B^2 l^2 v}{R}</math>. <b>0.25đ</b></p> <p>Do thanh chuyển động đều nên lực kéo tác dụng lên thanh phải cân bằng với lực từ.</p> <p>Vì vậy công suất cơ học (công của lực kéo) được xác định:</p> $P = Fv = F_t v = \frac{B^2 l^2 v^2}{R}. \quad \mathbf{0.25đ}$ <p>Thay các giá trị đã cho nhận được: <math>P = 0,5W</math>. <b>0.25đ</b></p> <p>Công suất tỏa nhiệt trên thanh MN: <math>P_n = I^2 R = \frac{B^2 l^2 v^2}{R}</math>. <b>0.25đ</b></p> <p>Công suất này đúng bằng công suất cơ học để kéo thanh. Như vậy toàn bộ công cơ học sinh ra được chuyển hoàn toàn thành nhiệt (thanh chuyển động đều nên động năng không tăng), điều đó phù hợp với định luật bảo toàn năng lượng. <b>0.25đ</b></p> |
| b | <p>b) Sau khi ngừng tác dụng lực, thanh chỉ còn chịu tác dụng của lực từ. Độ lớn trung bình của lực này là:</p> $\bar{F} = \frac{F_t}{2} = \frac{B^2 l^2 v}{2R}.$ <p>Giả sử sau đó thanh trượt được thêm đoạn đường <math>S</math> thì công của lực từ này là:</p> $A = \bar{F}S = \frac{B^2 l^2 v}{2R} S. \quad \mathbf{0.25đ}$ <p>Động năng của thanh ngay trước khi ngừng tác dụng lực là: <math>W_d = \frac{1}{2}mv^2</math>.</p> <p>Theo định luật bảo toàn năng lượng thì đến khi thanh dừng lại thì toàn bộ động năng này được chuyển thành công của lực từ (lực cản) nên:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{B^2 l^2 v}{2R} S.$$

Từ đó suy ra:  $S = \frac{mvR}{B^2 l^2} = 0,08(m) = 8cm.$  **0.5đ**

### CÂU 3:

a)

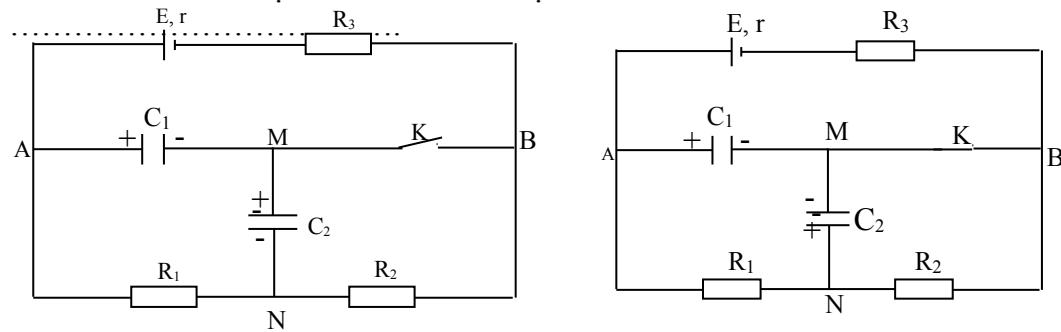
+ Cường độ dòng điện trong mạch chính khi K đóng hay K mở là:

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3 + r} = \frac{6}{3 + 2 + 0,5 + 0,5} = 1(A)$$

0,25

+ Khi K mở :  $C_1$  nối tiếp với  $C_2$  nên điện tích của hệ các bản tụ nối với M:  $q_M = 0$   
Dấu điện tích của các bản tụ như hình vẽ.

0,25



+ Khi K đóng: dấu điện tích trên các bản tụ như hình

$$q_1 = C_1 U_{AM} = C_1 U_{AB} = C_1 \cdot I \cdot (R_1 + R_2) = 1(\mu C)$$

$$q_2 = C_2 U_{NM} = C_2 U_{NB} = C_2 \cdot I \cdot R_2 = 0,4(\mu C)$$

$$q'_M = -q_1 - q_2 = -1,4(\mu C)$$

0,25

+ Các electron di chuyển từ  $B \rightarrow K \rightarrow M$  ; Số hạt  $n_e = \frac{1,4 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 8,75 \cdot 10^{12}$  (hạt)

0,25

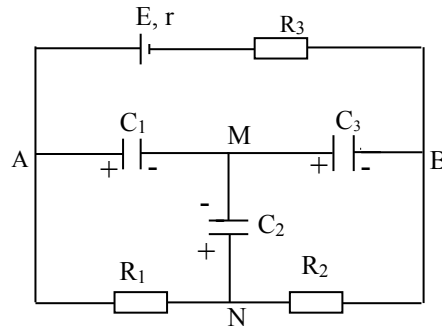
### Câu 3 (2,0 đ)

b)

Thay tụ  $C_3$  khi K mở, K đóng:

Gọi điện tích của các tụ lúc này là:

$q_{1M}, q_{2M}, q_{3M}$  và có dấu như hình vẽ



Ta có:  $+U_{MN} = -\frac{q_{2M}}{C_2} = -\frac{q_{2M}}{0,2}$  (1)

$$+U_{MN} = U_{MA} + U_{AN} = -\frac{q_{1M}}{C_1} + I \cdot R_1 = -\frac{q_{1M}}{0,2} + 3 \quad (2)$$

$$+U_{MN} = U_{MB} + U_{BN} = \frac{q_{3M}}{C_3} - I \cdot R_2 = \frac{q_{3M}}{0,4} - 2 \quad (3)$$

Từ (1), (2), (3) ta được:

$$-q_{1M} - q_{2M} + q_{3M} = 0,8U_{MN} + 0,2 \quad (4)$$

0,5

|                                                                                                                            |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| - Khi K mở, thay tụ $C_3$ thì : $-q_{1M} - q_{2M} + q_{3M} = 0 \Rightarrow U_{MN} = -0,25(V)$<br>Do đó $q_{3M} = 0,7\mu C$ | 0,25 |
| .....                                                                                                                      |      |
| - Khi K đóng, thay tụ $C_3$ thì: $-q_{1M} - q_{2M} + q_{3M} = -1,4 \Rightarrow U_{MN} = -2(V)$                             | 0,25 |
| Do đó $U_{MB} = 0 (V)$ , $q_{3M} = 0$                                                                                      |      |
| .....                                                                                                                      |      |

**Câu 4:**

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a | <p>+ Với tia tới <math>SI = SO</math>, tia khúc xạ <math>OJ</math> chính là bán kính của đường tròn nên thẳng góc với mặt cầu tại <math>J</math>. Do đó, tia <math>OJ</math> truyền thẳng qua mặt trụ</p> <p>Từ định luật khúc xạ ánh sáng: <math>n_1 \sin i = n_2 \sin r</math></p> <p>Suy ra: <math>\sin r = 0,5</math><br/><math>r = 30^\circ</math> 0,5đ</p> <p>+ Góc ló tại <math>J</math> ra khỏi mặt cầu bằng 0 nên góc lệch của tia ló so với tia tới <math>SO</math> là<br/><math>D = i - r = 45^\circ - 30^\circ = 15^\circ</math> 0,5đ</p>                                                                      |
| b | <p>+ Góc tới <math>i</math> luôn là <math>45^\circ</math> nên góc khúc xạ luôn là <math>r = 30^\circ</math></p> <p>Nếu điểm <math>J</math> ở <math>K</math>, trung điểm cung tròn <math>AB</math>, tia khúc xạ tới mặt trụ với góc <math>r = 30^\circ</math></p> <p><math>n_2 \sin r = n_1 \sin i'</math></p> <p><math>\sin i' = \frac{\sqrt{2}}{2}</math></p> <p><math>i' = i = 45^\circ</math>. 0,5đ</p> <p>+ Khi đó tia ló song song với tia tới nên góc lệch triệt tiêu. Điểm <math>I</math> ở vị trí <math>I_0</math>. Ta có:</p> <p><math>OI_0 = OK \tan r = R \tan 30^\circ = R \frac{\sqrt{3}}{3}</math>. 0,5đ</p> |

**CÂU 5:**

|           |                                                                                                                                              |            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3<br>(2đ) | Lực tác dụng vào điện tích đặt tại $C$ như hình vẽ.                                                                                          |            |
|           | $\vec{F}_{AC} + \vec{F}_{BC} + \vec{F}_{DC} = \vec{F}$ (1)                                                                                   | 0,25       |
|           | Do tính đối xứng nên lực $\vec{F}$ cùng chiều với $AC$                                                                                       | 0,25       |
|           |                                                           | HV<br>0,25 |
|           | Chiếu phương trình (1) lên phương $AC$ ta được:                                                                                              | 0,25       |
|           | $F = F_{AC} + F_{DC} \cos 45^\circ + F_{BC} \cos 45^\circ$                                                                                   |            |
|           | $\rightarrow F = \frac{kq^2}{l^2} \left( \frac{1}{2} + \sqrt{2} \right)$                                                                     | 0,25       |
|           | Xét quả cầu $C$ . Các lực tác dụng vào quả cầu gồm: $\vec{T}, \vec{P}, \vec{F}_{AC}, \vec{F}_{BC}, \vec{F}_{DC}$ .                           |            |
|           | Tại vị trí cân bằng của quả cầu $C$ : $\vec{T} + \vec{P} + \vec{F}_{AC} + \vec{F}_{BC} + \vec{F}_{DC} = 0$                                   |            |
|           | $\rightarrow \vec{F} + \vec{P} = -\vec{T}$ (như hình vẽ)                                                                                     |            |
|           | $\rightarrow$ Hợp lực của $\vec{F} + \vec{P}$ phải có phương của dây treo $OC$ .                                                             | 0,25       |
|           | Do $\alpha = 45^\circ$ nên $F = P \rightarrow mg = \frac{kq^2}{l^2} (0,5 + \sqrt{2}) \rightarrow q = \sqrt{\frac{mgl^2}{k(0,5 + \sqrt{2})}}$ | 0,25       |
|           | Thay số: $q = 3 \cdot 10^{-7} C$ .                                                                                                           | 0,25       |

