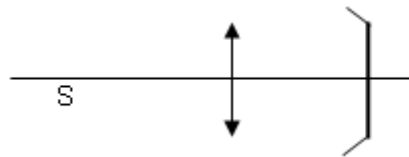


Luyện tập 23-08

Bài tập

Cho quang hệ như hình vẽ. Điểm sáng S đặt trên trục chính của hệ. Khoảng cách từ S đến gương là 120cm . Khi tịnh tiến thấu kính trong khoảng điểm sáng S và gương sao cho trục chính của thấu kính và gương vẫn trùng nhau thì thấy có 3 vị trí của thấu kính mà chùm sáng từ S sau khi qua thấu kính, gương và thấu kính lần thứ hai lại trở về S. Biết tiêu cự của gương $f_2 = 36\text{cm}$.

1. Tính tiêu cự của thấu kính.
2. Xác định 3 vị trí nói trên của thấu kính.



Lời giải

1. Tính tiêu cự :

- Sơ đồ tạo ảnh :

$$\begin{array}{ccccccc} S & \xrightarrow{(L)} & S_1 & \xrightarrow{(G)} & S_2 & \xrightarrow{(L)} & S' \\ d_1 & & d_1', d_2 & & d_2', d_3 & & d_3' \end{array}$$

- Theo điều kiện của bài, ta có : $d_3' = d_1$, suy ra : $d_1' = d_3$, hay : $1 - d_2 = 1 - d_2'$. Với 1 là khoảng cách giữa gương cầu và thấu kính.

Vậy: $d_2' = d_2$, do đó :

$$d_2 \left(\frac{f_2}{d_2 - f_2} - 1 \right) = 0 \quad (1)$$

- Từ (1), ta có: xét với $d_2 = 0$, suy ra : $l - d_1' = 0$, vậy : $l = d_1'$
- Mà ta có : $l + d_1 = 120\text{ cm}$
- Ta có phương trình : $d_1 + d_1' = 120\text{ cm}$

Hay:

$$d_1 + \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = 120 \quad (2)$$

Đưa về phương trình bậc hai: $d_1^2 - 120d_1 + 120f_1 = 0$

Phương trình có nghiệm khi và chỉ khi : $\Delta \geq 0$, suy ra : $f_1 \leq 30\text{ cm}$

- Cũng từ (1), ta có : xét $\frac{f_2}{d_2 - f_2} - 1 = 0$, suy ra : $d_2 = 2f_2 = l - d_1'$

Vậy:

$$l = d_1' + 2f_2 = d_1' + 72$$

- Thay vào 1: $d_1' + d_1 = 120 - 72 = 48$

Vậy ta đi đến phương trình: $d_1^2 - 48d_1 + 48f_1 = 0$

Phương trình có nghiệm khi và chỉ khi: $\Delta \geq 0$, hay : $f_1 \leq 12 \text{ cm}$

- Từ (18) và (21), ta suy ra : $f_1 \leq 12 \text{ cm}$
- Với $f_1 < 12 \text{ cm}$, sẽ có 4 vị trí cho ảnh trùng vật , điều này không phù hợp với giả thiết. Vậy: ta chỉ chọn $f_1 = 12 \text{ cm}$ là hợp lý

2. Các vị trí của thấu kính giữa (G) và điểm sáng $S : (0, 50 \text{ điểm})$

- Thay $f_1 = 12 \text{ cm}$ vào phương trình (20), ta có : $d_1 = 24/1 = 24 \text{ cm}$
- Thay $f_1 = 12 \text{ cm}$ vào phương trình (17), ta được phương trình :

$$d_1^2 - 120d_1 + 1440 = 0$$

Phương trình này cho nghiệm $d_1 = 106,475 \text{ cm}$ và $d_1 = 13,525 \text{ cm}$

Bài tập

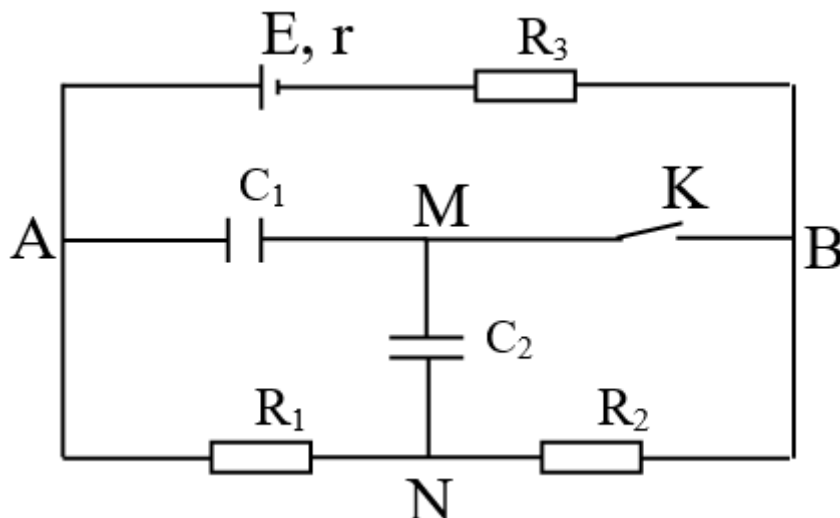
Cho mạch điện như hình vẽ: $E = 6 \text{ V}$,

$r = R_3 = 0,5 \Omega$, $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $C_1 = C_2 = 0,2 \mu\text{F}$, 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

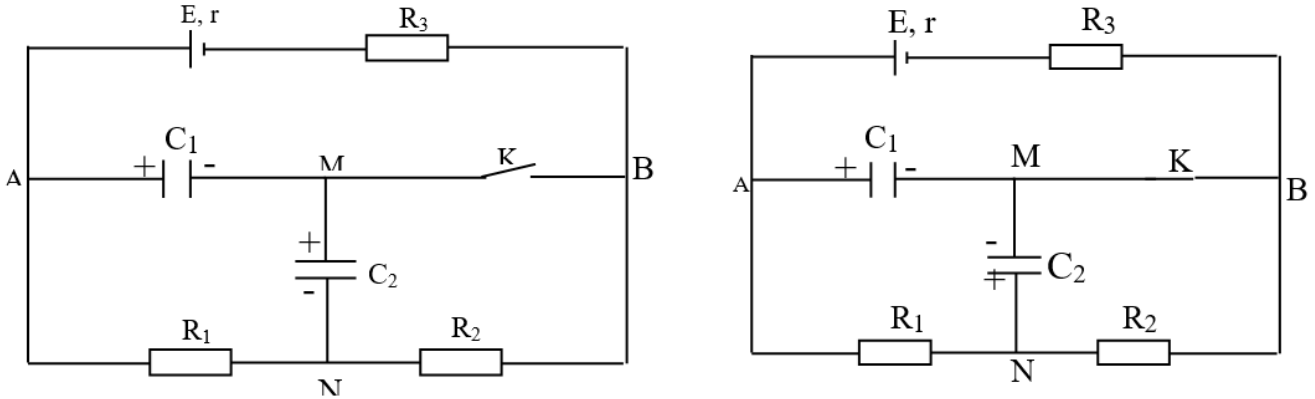


Lời giải

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

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

Dấu điện tích của các bản tụ như hình vẽ.



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

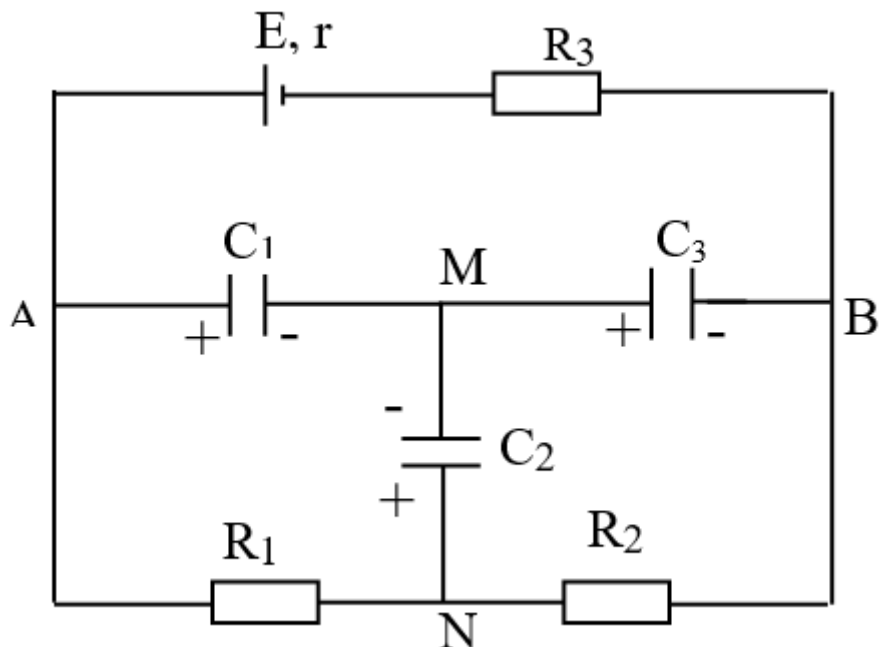
$$\begin{aligned} q_1 &= C_1 U_{AM} = C_1 U_{AB} = C_1 \cdot I \cdot (R_1 + R_2) = 1(\mu C) \\ q_2 &= C_2 U_{NM} = C_2 U_{NB} = C_2 \cdot I \cdot R_2 = 0,4(\mu C) \\ q'_M &= -q_1 - q_2 = -1,4(\mu C) \end{aligned}$$

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)

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: $+U_{MN} = -\frac{q_{2M}}{C_2} = -\frac{q_{2M}}{0,2}$

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

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

Từ (1), (2), (3) ta được:

$$-q_{1M} - q_{2M} + q_{3M} = 0, 8U_{MN} + 0,2$$

- Khi K mở, thay tụ C_3 thì $-q_{1M} - q_{2M} + q_{3M} = 0 \Rightarrow U_{MN} = -0,25(V)$

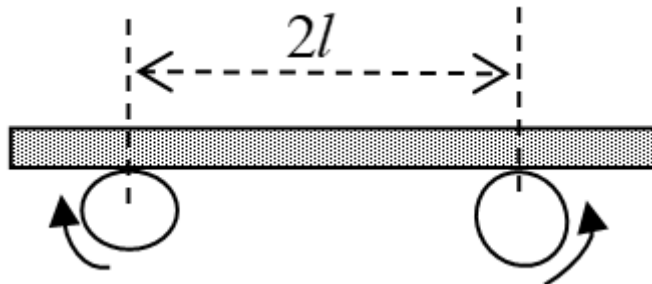
Do đó $q_{3M} = 0,7\mu C$.

- Khi K đóng, thay tụ C_3 thì: $-q_{1M} - q_{2M} + q_{3M} = -1,4 \Rightarrow U_{MN} = -2(V)$

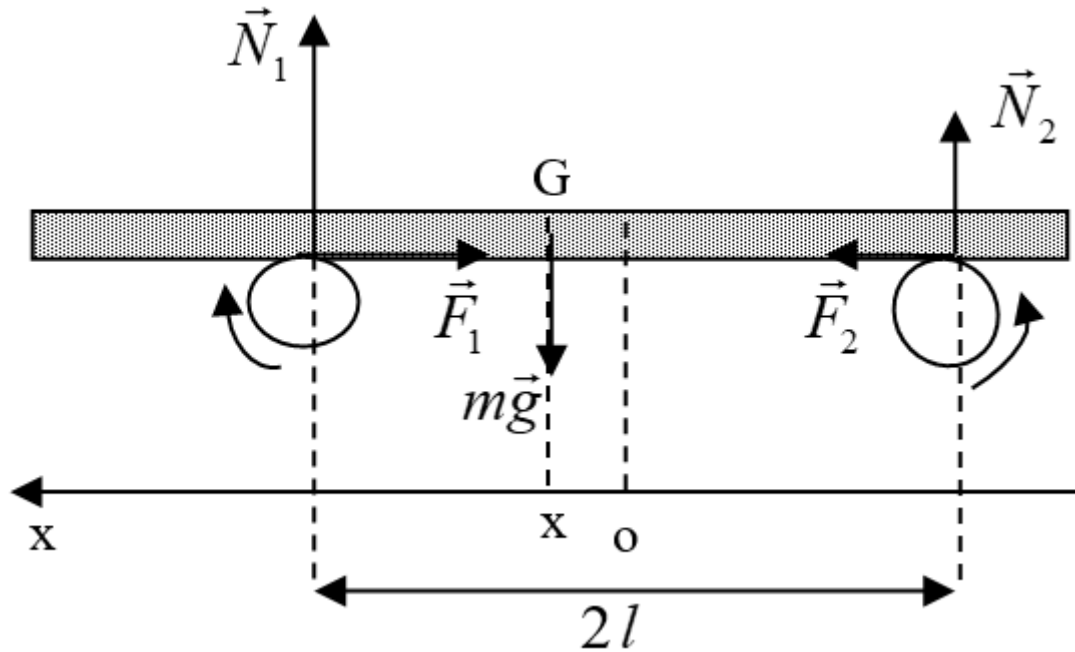
Do đó $U_{MB} = 0(V), q_{3M} = 0$

Bài tập

Một tấm gỗ được đặt nằm ngang trên hai trục máy hình trụ có cùng bán kính, quay đều ngược chiều nhau với cùng tốc độ góc. Khoảng cách giữa hai trục của hình trụ là $2l$. Hệ số ma sát giữa hai hình trụ và tấm gỗ đều bằng k . Tấm gỗ đang cân bằng nằm ngang, đẩy nhẹ nó khỏi vị trí cân bằng theo phương ngang một đoạn nhỏ và để tự do. Hãy chứng minh tấm gỗ dao động điều hòa.



Lời giải



Các lực tác dụng lên tấm gỗ như gồm có: Trọng lực $m\vec{g}$; Các phản lực: \vec{N}_1 ; \vec{N}_2 và các lực ma sát \vec{F}_1 , \vec{F}_2 ($F_1 = kN_1$, $F_2 = kN_2$).

Ta luôn có: $m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = \vec{0} \Rightarrow N_1 + N_2 = mg$

- Ở VTCB $\sum \vec{F} = \vec{F}_{01} + \vec{F}_{02} = \vec{0}$ Suy ra $N_{01} = N_{02}$ nên khối tâm G cách đều hai trục quay.
- Chọn trục Ox như hình vẽ, gốc O ở VTCB, xét tấm gỗ ở vị trí có tọa độ x, lệch khỏi VTCB một đoạn nhỏ (xem hình vẽ). $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$
Tấm gỗ không quay quanh G nên $M_{\vec{N}_1} = M_{\vec{N}_2}$ hay $N_1(l - x) = N_2(l + x)$

Suy ra $N_1 > N_2$, do đó $F_1 > F_2$ nên $\sum \vec{F}$ có chiều của \vec{F}_1

Từ (1) và (2) ta có thể viết $\frac{N_1}{l+x} = \frac{N_2}{l-x} = \frac{mg}{2l}$

Áp dụng định luật 2 Newton ta có:

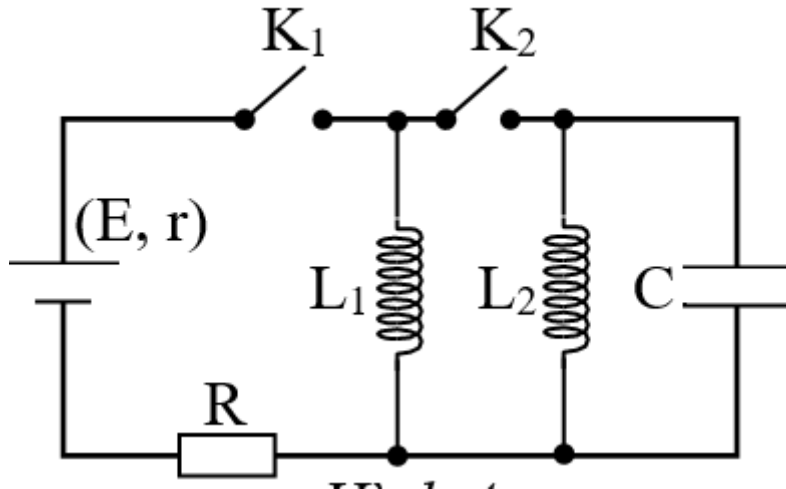
$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F_2 - F_1 = ma \Rightarrow k(N_2 - N_1) = ma.$$

Thay N_1 , N_2 từ (3) và thay $a = x''$ ta có $-k\frac{mg}{l}x = mx'' \Leftrightarrow x'' + \frac{kg}{l}x = 0$

Điều đó chứng tỏ tấm gỗ dao động điều hòa.

Bài tập

Cho mạch điện gồm: một điện trở thuần R, một tụ điện C, hai cuộn cảm thuần có độ tự cảm $L_1 = 2L$, $L_2 = L$ và các khóa K_1 , K_2 được mắc vào một nguồn điện không đổi (có suất điện động E, điện trở trong $r = 0$) như hình. Ban đầu K_1 đóng, K_2 ngắt. Sau khi dòng điện trong mạch ổn định, người ta đóng K_2 , đồng thời ngắt K_1 . Tính điện áp cực đại giữa hai bản tụ.



Lời giải

+ K_1 đóng, K_2 ngắt, dòng điện ổn định qua L_1 : $I_0 = \frac{\varepsilon}{R}$

+ K_1 ngắt, K_2 đóng: Vì 2 cuộn dây mắc song song

$$\begin{aligned} u_{L1} &= u_{L2} = u_{AB} \\ \Rightarrow -2L(i_1 - I_0) &= Li_2 \\ \Leftrightarrow 2L(I_0 - i_1) &= Li_2 \end{aligned} \quad (1)$$

Ta có bảo toàn năng lượng

$$\frac{2LI_0^2}{2} = \frac{2Li_1^2}{2} + \frac{Li_2^2}{2} + \frac{CU^2}{2} \quad (2)$$

$$I_C = i_1 - i_2 \Rightarrow U_{C_{\max}} \Leftrightarrow I_C = 0 \Leftrightarrow i_1 = i_2 = i \quad (3)$$

$$\text{Từ (2) và (3)} \Rightarrow CU_0^2 = 2LI_0^2 - 2Li_1^2 - Li_2^2 = 2LI_0^2 - 3Li^2$$

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow 2LI_0 = Li_2 + 2Li_1 = 3Li \Rightarrow i = \frac{2I_0}{3}$$

$$\Rightarrow CU_0^2 = \frac{2}{3}LI_0^2 \Rightarrow U_0 = I_0\sqrt{\frac{2L}{3C}} = \frac{\varepsilon}{R}\sqrt{\frac{2L}{3C}}$$

Bài tập

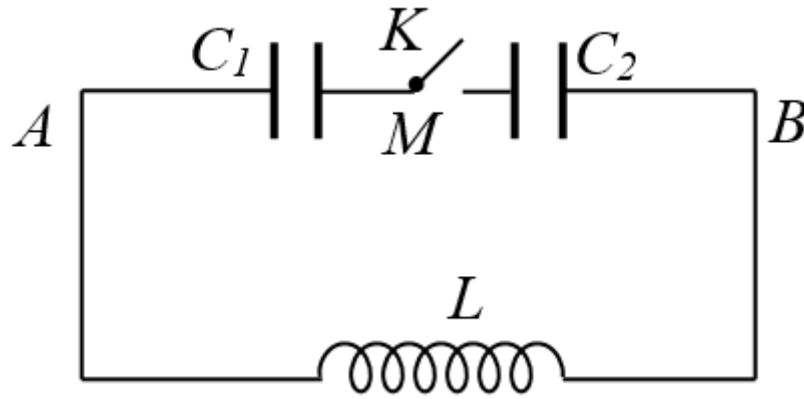
Cho mạch dao động lí tưởng như hình vẽ 2. Các tụ điện có điện dung $C_1 = 3nF$; $C_2 = 6nF$.

Cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = 0,5mH$.

Bỏ qua điện trở khoá K và dây nối.

- Ban đầu khoá K đóng, trong mạch có dao động điện từ tự do với cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $0,03A$.
 - Tính tần số biến thiên năng lượng từ trường của mạch.
 - Tính điện áp cực đại giữa hai điểm A, M và M, B.
 - Lúc điện áp giữa hai bản tụ điện C_1 là $6V$ thì độ lớn của cường độ dòng điện trong mạch bằng bao nhiêu?

2. Ban đầu khoá K ngắt, tụ điện C_1 được tích điện đến điện áp 10 V, còn tụ điện C_2 chưa tích điện. Sau đó đóng khoá K. Tính cường độ dòng điện cực đại trong mạch.



Lời giải

- Tần số dao động riêng của mạch:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}} = 159155(\text{ Hz})$$

- Tần số biến thiên của năng lượng từ trường là: $f_1 = 2f = 318310(\text{ Hz})$
 Tính điện áp cực đại hai đầu mỗi tụ điện (1điểm)
- Điện áp cực đại hai đầu bộ tụ điện:

$$\frac{C_b U_0^2}{2} = \frac{L I_0^2}{2} \rightarrow U_0 = \sqrt{\frac{L}{C_b}} \cdot I_0 = 15(\text{ V})$$

- Điện áp u_{AM} và u_{MB} cùng pha nhau, nên điện áp cực đại giữa hai bản của mỗi tụ điện là:

$$\begin{cases} U_{01} + U_{02} = 15\text{V} \\ \frac{U_{01}}{U_{02}} = \frac{C_2}{C_1} = 2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} U_{01} = 10(\text{ V}) \\ U_{02} = 5(\text{ V}) \end{cases}$$

- Lúc điện áp hai đầu tụ C_1 là $u_1 = 6\text{ V}$, thì điện áp giữa hai đầu tụ C_2 là u_2 :

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{C_2}{C_1} = 2 \rightarrow u_2 = \frac{u_1}{2} = 3\text{ V}$$

- Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$W = \frac{C_1 u_1^2}{2} + \frac{C_2 u_2^2}{2} + \frac{L i^2}{2} = \frac{L I_0^2}{2} \rightarrow |i| = \sqrt{I_0^2 - \frac{C_1 u_1^2 + C_2 u_2^2}{L}} = 0,024(\text{ A})$$

- Theo định luật bảo toàn điện tích:

$$q_1 + q_2 = C_1 U_{01} = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 10 = 3 \cdot 10^{-8}(\text{ C}) = q_0 \quad (1)$$

- Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_2^2}{2C_2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C_1} \quad (2)$$

- Rút q_2 từ (1) thay vào (2) ta được pt:

$$\frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{(q_0 - q_1)^2}{2C_2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C_1} \rightarrow C_2 q_1^2 + C_1 (q_0 - q_1)^2 + LC_1 C_2 \cdot i^2 - C_2 \cdot q_0^2 = 0$$

, thay số:

$$3q_1^2 - 2q_0 \cdot q_1 - q_0^2 + 3 \cdot 10^{-12} \cdot i^2 = 0$$

- Điều kiện tồn tại nghiệm của pt (3):

$$\Delta' = q_0^2 - 3 \cdot (3 \cdot 10^{-12} \cdot i^2 - q_0^2) = 4q_0^2 - 9 \cdot 10^{-12} \cdot i^2 \geq 0 \Rightarrow i \leq \frac{2q_0}{3 \cdot 10^{-6}} = 0,02(A)$$

, suy ra cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $I_0 = 0,02 \text{ A}$