

Πόσο είναι το φορτίο του πυκνωτή;

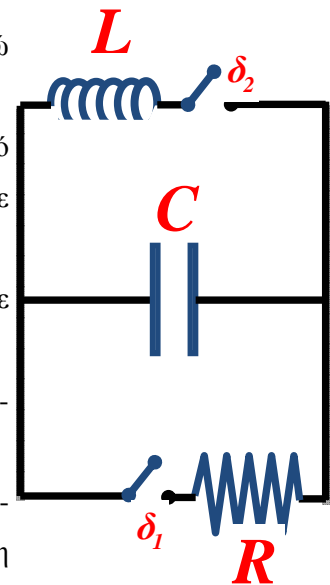
Στο κύκλωμα του σχήματος δίνονται $C=3 \mu\text{F}$, $L=0,03 \text{ H}$. Αρχικά ο πυκνωτής είναι φορτισμένος με τάση $V=100 \text{ V}$. Κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη δ_1 ενώ ο δ_2 εξακολουθεί να μένει ανοικτός.

i) Να υπολογίσετε το φορτίο του πυκνωτή τη χρονική στιγμή που το ποσοστό της αρχικής ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή που μετατράπηκε σε θερμότητα λόγω φαινομένου Joule στην αντίσταση R , είναι 75%.

Εκείνη τη στιγμή ανοίγουμε το διακόπτη δ_1 και κλείνουμε το δ_2 (Θεωρούμε αυτή τη στιγμή ως $t=0$ για το κύκλωμα LC).

ii) Να γράψετε τους τύπους του φορτίου του πυκνωτή και της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε σχέση με το χρόνο.

iii) Μετά από πόσο χρόνο το φορτίο του πυκνωτή θα γίνει ίσο με το $1/4$ του αρχικού φορτίου με το οποίο φορτίστηκε ο πυκνωτής για πρώτη φορά; Πόση είναι τότε η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου;



Απάντηση:

Το αρχικό φορτίο του πυκνωτή $Q = C \cdot V = 3 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \Rightarrow \boxed{Q = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Cb}}$

i) Το ποσοστό της αρχικής ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή που μετατράπηκε σε θερμότητα λόγω φαινομένου Joule στην αντίσταση R , είναι:

$$\frac{Q_R}{U_{E(\text{αρχ})}} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} - \frac{1}{2} \cdot \frac{Q'^2}{C}}{\frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}} \cdot 100\% = 75\% \Rightarrow 1 - \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{Q'^2}{C}}{\frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}} = 0,75 \Rightarrow \frac{Q'^2}{Q^2} = 0,25 \Rightarrow$$

$$Q' = \frac{Q}{2} \Rightarrow \boxed{Q' = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Cb}}$$

ii) Στο κύκλωμα πραγματοποιούνται ηλεκτρομαγνητικές ταλαντώσεις. Το φορτίο του πυκνωτή είναι αρχικά

$Q' = \frac{Q}{2} \Rightarrow Q' = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Cb}$, ενώ το ρεύμα είναι $i=0$. Άρα:

$$q = Q' \cdot \text{συν}\omega t$$

$$i = -I \cdot \eta\mu\omega t$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0,03 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}} \Rightarrow \omega = \frac{10^4}{3} \text{ rad/sec}$$

$$I = \omega \cdot Q' = \frac{10^4}{3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} \Rightarrow I = 0,5 \text{ A}$$

Οπότε έχουμε:

$$q = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{10^4}{3} t \quad (\text{S.I.})$$

$$i = -0,5 \cdot \eta\mu \frac{10^4}{3} t \quad (\text{S.I.})$$

$$\text{iii) } q = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{10^4}{3} t \stackrel{q=\frac{Q}{4}=0,75 \cdot 10^{-4} \text{Cb}}{\Rightarrow} 0,75 \cdot 10^{-4} = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{10^4}{3} t \Rightarrow \sigma\upsilon\nu \frac{10^4}{3} t = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{10^4}{3} t = 2\kappa\pi \pm \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = 6\kappa\pi \cdot 10^{-4} \pm \pi 10^{-4} \stackrel{\kappa=0}{\Rightarrow} \boxed{t = \pi \cdot 10^{-4} \text{sec}} \quad \text{1}^{\text{η}} \text{φορά}$$

Η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου είναι τότε:

$$U_B = E_{\text{ολ}} - U_E = \frac{Q'^2}{2C} - \frac{q^2}{2C} = \frac{(Q/2)^2}{2C} - \frac{(Q/4)^2}{2C} = \frac{3Q^2}{32C} \Rightarrow \boxed{U_B = \frac{9}{32} \cdot 10^{-2} \text{J}}$$

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια

Κώστας Παρασύρης