

Mục lục

CHƯƠNG 4 DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

Bài 1. Mạch dao động	4
Cấu tạo và nguyên tắc của mạch dao động	5
Bài toán tương tự dao động cơ	18
Bài toán ghép tụ - tụ xoay	31
Bài 2. Điện thế và thế năng điện	37
Bài 3. Tụ điện	38
Bài 4. Năng lượng và ứng dụng của tụ điện	39
Bài 5. Ôn tập Chương 3	40

CHƯƠNG 5 Dòng điện không đổi

Bài 1. Dòng điện. Cường độ dòng điện	42
Bài 2. Điện trở. Định luật Ohm	43
Bài 3. Nguồn điện	44
Bài 4. Năng lượng điện, Công suất điện	45
Bài 5. Sóng dừng.	46
Bài 6. Bài tập về sóng.	47
Bài 7. Thí nghiệm đo tốc độ truyền âm	48
Bài 8. Ôn tập Chương 2	49

CHƯƠNG 4

DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

Bài 1. Mạch dao động	4
Bài 2. Điện thế và thế năng điện	37
Bài 3. Tụ điện	38
Bài 4. Năng lượng và ứng dụng của tụ điện	39
Bài 5. Ôn tập Chương 3	40

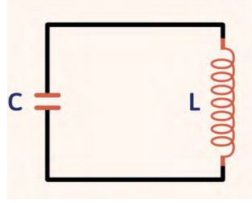
Mạch dao động

Cấu tạo và nguyên tắc của mạch dao động	5
Bài toán tương tự dao động cơ	18
Bài toán ghép tụ - tụ xoay	31

Cấu tạo và nguyên tắc của mạch dao động

1. Lý thuyết

1.1. Mạch dao động



- Gồm một tụ điện có điện dung C mắc với một cuộn cảm có độ tự cảm L thành mạch kín.
- Nếu điện trở của mạch rất nhỏ, coi như bằng không, thì mạch là một mạch dao động lý tưởng.

1.2. Sự biến thiên điện tích và cường độ dòng điện trong mạch dao động lý tưởng

Điện tích q của một bản tụ điện và cường độ dòng điện i trong mạch dao động biến thiên điều hòa theo thời gian, i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với q .

$$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

$$i = \frac{dq}{dt} = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (2)$$

trong đó: $I_0 = q_0 \omega$, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

1.3. Dao động điện từ tự do

Sự biến thiên điều hòa theo thời gian của điện tích q của một bản tụ điện và cường độ dòng điện i (hoặc cường độ điện trường \vec{E} và cảm ứng từ \vec{B}) trong mạch dao động được gọi là dao động điện từ tự do.

1.4. Chu kì và tần số dao động riêng của mạch dao động

Gồm tụ điện có điện dung C mắc với một cuộn cảm có độ tự cảm L thành mạch kín.

$$T = 2\pi \sqrt{LC} \quad (3)$$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad (4)$$

trong đó:

L : Độ tự cảm của cuộn dây (H);

C : Điện dung của tụ điện (F);

T : Chu kì dao động (s);

f : Tần số dao động riêng của mạch dao động (Hz).

1.5. Năng lượng điện từ

- Tổng năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường trong cuộn cảm của mạch gọi là năng lượng điện từ.

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}Cu^2 + \frac{1}{2}Li^2 \quad (5)$$

- Nếu không có sự tiêu hao năng lượng thì năng lượng điện từ trong mạch sẽ được bảo toàn.

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Xác định chu kỳ, tần số, điện tích của mạch dao động

Ví dụ 1



Mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm có độ tự cảm $L = 2 \text{ mH}$ và tụ điện có điện dung $C = 2 \text{ pF}$. Tần số dao động của mạch gần bằng

A. 1 MHz.

B. 2,5 MHz.

C. 1 kHz.

D. 2,5 kHz.

Hướng dẫn giải

Tần số dao động riêng của mạch cho bởi

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 2,5 \text{ MHz.}$$

Đáp án: B.

Câu hỏi tương tự

Một mạch dao động gồm một cuộn cảm có độ tự cảm $L = 1 \text{ mH}$ và một tụ điện có điện dung là $C = 0,1 \mu\text{F}$. Tần số riêng của mạch có giá trị nào?

Đáp án: $f = 1,6 \cdot 10^4 \text{ Hz}$.

Ví dụ 2



Mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C . Khi tăng điện dung của tụ điện lên 9 lần thì chu kì dao động riêng của mạch

A. tăng lên 9 lần.

B. tăng lên 3 lần.

C. giảm đi 9 lần.

D. giảm 3 lần.

Hướng dẫn giải

Ban đầu, chu kì dao động riêng của mạch cho bởi công thức

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Lúc sau, chu kì dao động riêng của mạch cho bởi công thức

$$T' = 2\pi\sqrt{LC'}.$$

Lập tỉ lệ hai biểu thức trên ta được

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{C'}{C}}.$$

Thay $C' = 9C$ vào biểu thức trên ta được $T' = 3T$.

Đáp án: B.

Câu hỏi tương tự

Mạch dao động điện từ điều hoà gồm cuộn cảm L và tụ điện C , khi tăng điện dung của tụ điện lên 4 lần thì chu kỳ dao động của mạch?

Đáp án: tăng lên 2 lần.

Ví dụ 3



Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm $4\mu\text{H}$ và một tụ điện có điện dung biến đổi từ 10pF đến 640pF . Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kì dao động riêng của mạch có giá trị

A. từ $4,2 \cdot 10^{-8}\text{ s}$ đến $2,4 \cdot 10^{-7}\text{ s}$.

B. từ $2,24 \cdot 10^{-8}\text{ s}$ đến $3 \cdot 10^{-7}\text{ s}$.

C. từ $2 \cdot 10^{-8}\text{ s}$ đến $3,6 \cdot 10^{-7}\text{ s}$.

D. từ $4 \cdot 10^{-8}\text{ s}$ đến $3,2 \cdot 10^{-7}\text{ s}$.

Hướng dẫn giải

Chu kì dao động riêng trong mạch cho bởi:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Khi $C = 10\text{pF}$, ta có:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 4 \cdot 10^{-8}\text{ s}.$$

Khi $C = 640\text{pF}$, ta có:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 3,2 \cdot 10^{-7}\text{ s}.$$

Vậy chu kì dao động riêng của mạch biến thiên từ $4 \cdot 10^{-8}\text{ s}$ đến $3,2 \cdot 10^{-7}\text{ s}$.

Đáp án: D.

Câu hỏi tương tự

Một mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung C và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L , đang thực hiện dao động điện từ tự do với tần số f . Nếu tăng điện dung của tụ điện lên 16 lần thì tần số dao động của mạch giảm lượng 24MHz . Giá trị của f bằng

A. 48MHz .

B. 32MHz .

C. 40MHz .

D. 36MHz .

Đáp án: B.

Ví dụ 4



Điện tích của một bản tụ trong mạch dao động LC lí tưởng biến đổi điều hoà có biểu thức là $q = 6 \cdot 10^{-6} \cos\left(4000t + \frac{\pi}{2}\right)\text{ C}$. Tại thời điểm $t = 10^{-4}\text{ s}$, điện tích trên bản tụ có độ lớn xấp xỉ bằng

A. $2,30 \cdot 10^{-6}\text{ C}$.

B. $5,90 \cdot 10^{-6}\text{ C}$.

C. $1,15 \cdot 10^{-6}\text{ C}$.

D. $4,60 \cdot 10^{-6}\text{ C}$.

Hướng dẫn giải

Ta thay thời điểm $t = 10^{-4}$ s vào biểu thức điện tích, ta được:

$$q = 6 \cdot 10^{-6} \cos\left(4000t + \frac{\pi}{2}\right) = -2,30 \cdot 10^{-6} \text{ C.}$$

Đáp án: A.

Câu hỏi tương tự

Điện tích của một bản tụ trong mạch dao động LC đang thực hiện dao động điện từ tự do là $q = 4 \cdot 10^{-7} \cos(4000t)$ C. Điện tích cực đại có độ lớn

A. $2\sqrt{2} \cdot 10^3$ C.

B. $22 \cdot 10^{-7}$ C.

C. $4 \cdot 10^{-7}$ C.

D. $4 \cdot 10^3$ C.

Đáp án: C.

Ví dụ 5



Một mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung $C = 2\mu\text{F}$ và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L , đang thực hiện dao động điện từ tự do. Biết dòng điện qua mạch có dạng $i = 2 \cos(5000t)$ mA. Giá trị của L bằng

A. 0,05 H.

B. 0,01 H.

C. 0,02 H.

D. 0,04 H.

Hướng dẫn giải

Tần số dao động riêng của mạch

$$\omega = 5000 \text{ rad/s.}$$

Lại có $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ nên suy ra

$$L = \frac{1}{C\omega^2} = 0,02 \text{ H.}$$

Đáp án: C.

Câu hỏi tương tự

Điện tích của một bản tụ trong mạch dao động điện từ có phương trình là $q = Q_0 \cos(4\pi \cdot 10^4 t)$ C. Trong đó t tính theo giây. Tần số dao động của mạch là

A. $1 \cdot 10^4$ Hz.

B. $20 \cdot 10^{14}$ Hz.

C. $2 \cdot 10^4$ Hz.

D. $2 \cdot 10^4$ kHz.

Đáp án: C.

Mục tiêu 2

Xác định năng lượng điện từ của mạch dao động

Ví dụ 1

Một mạch dao động LC có điện trở thuần không đáng kể, tụ điện có điện dung $5\mu\text{F}$. Dao động điện từ tự do của mạch LC với hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ điện bằng 6 V . Khi hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là 4 V thì năng lượng điện từ trong mạch bằng

A. $9 \cdot 10^{-5}\text{ J}$.

B. $5 \cdot 10^{-5}\text{ J}$.

C. $4 \cdot 10^{-5}\text{ J}$.

D. 10^{-5} J .

Hướng dẫn giải

Năng lượng điện từ trong mạch ở thời điểm bất kì cũng chính là năng lượng cực đại của điện trường bên trong tụ điện:

$$W = W_C = \frac{1}{2}CU^2 = 9 \cdot 10^{-5}\text{ J}.$$

Đáp án: A.

Câu hỏi tương tự

Một mạch dao động LC có cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = 0,4\text{ H}$ và tụ điện có điện dung $C = 40\mu\text{F}$. Cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức: $i = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t\text{ A}$. Tính năng lượng dao động của mạch?

Đáp án: $W = 1,6\text{ J}$.

Ví dụ 2

Cho một mạch dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung $C = 5\mu\text{F}$ và một cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = 50\text{ mH}$. Biết điện áp cực đại trên tụ là 6 V . Tìm năng lượng điện trường và năng lượng từ trường trong mạch khi điện áp trên tụ điện là 4 V và cường độ dòng điện i khi đó.

Hướng dẫn giải

Năng lượng điện trường

$$W_d = \frac{1}{2}Cu^2 = 4 \cdot 10^{-5}\text{ J}.$$

Năng lượng điện từ

$$W = \frac{1}{2}CU_0^2 = 9 \cdot 10^{-5}\text{ J}.$$

Cường độ dòng điện i

$$W_t = \frac{1}{2}Li^2 \Rightarrow i = 0,045\text{ A}.$$

Câu hỏi tương tự

Trong một mạch LC , $L = 25\text{ mH}$ và $C = 1,6\mu\text{F}$ ở thời điểm $t = 0$, cường độ dòng điện trong mạch bằng $6,93\text{ mA}$, điện tích ở trên tụ điện bằng $0,8\mu\text{C}$. Tính năng lượng của mạch dao động.

Đáp án: $W = 0,8 \cdot 10^{-6}\text{ J}$.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: ★☆☆☆☆ [1]

Một mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung C và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L , đang thực hiện dao động điện từ tự do. Biết dòng điện qua mạch có dạng $i = I_0 \cos(\omega t)$. Điện tích tụ điện có giá trị cực đại bằng

A. $I_0 \sqrt{\omega}$.

B. $\frac{I_0}{\sqrt{\omega}}$.

C. $\frac{I_0}{\omega}$.

D. ωI_0 .

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Mối quan hệ giữa cường độ dòng điện cực đại trong mạch I_0 và điện tích cực đại trên bản tụ Q_0 là $I_0 = \omega Q_0$. Vậy nên điện tích cực đại trên bản tụ là

$$Q_0 = \frac{I_0}{\omega}.$$

Câu 2: ★☆☆☆☆ [2] Trong máy thu thanh vô tuyến, bộ phận dùng để biến đổi trực tiếp dao động điện thành dao động âm có cùng tần số là

A. mạch tách sóng.

B. mạch chọn sóng.

C. micrô.

D. loa.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

Trong máy thu thanh vô tuyến, bộ phận dùng để biến đổi trực tiếp dao động điện thành dao động âm có cùng tần số là loa.

Câu 3: ★☆☆☆☆ [2]

Mạch dao động điện từ lí tưởng, cuộn cảm có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C . Chu kì dao động là

A. $T = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$.

B. $T = \sqrt{LC}$.

C. $T = 2\pi \sqrt{LC}$.

D. $T = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Công thức tính chu kì dao động của vật là $T = 2\pi \sqrt{LC}$.

Câu 4: ★☆☆☆☆ [4]

Trong mạch dao động điện từ lí tưởng đang hoạt động, điện tích trên một bản tụ điện biến thiên điều hòa

A. cùng pha với cường độ dòng điện trong đoạn mạch.

B. lệch pha $0,25\pi$ so với cường độ dòng điện trong đoạn mạch.

C. ngược pha với cường độ dòng điện trong đoạn mạch.

D. lệch pha $0,5\pi$ so với cường độ dòng điện trong đoạn mạch.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

Trong mạch dao động đang hoạt động, cường độ dòng điện luôn sớm pha $\pi/2$ so với điện tích trên một bản tụ.

Câu 5: ★☆☆☆☆ [12]

Trong mạch dao động LC lí tưởng L và C thay đổi được, muốn giảm tần số dao động riêng của mạch thì có thể

A. tăng C , giữ nguyên L .

B. giảm C một nửa, tăng L gấp 2 lần.

C. giảm C và giảm L .

D. giảm C và giữ nguyên L .

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Công thức tính tần số dao động riêng là

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}.$$

Vậy nên, để giảm tần số dao động riêng f , ta tăng C và giữ nguyên L .

Câu 6: ★☆☆☆☆ [7]

Một mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do với tần số góc ω . Gọi q_0 là điện tích cực đại của một bản tụ điện thì cường độ dòng điện cực đại trong mạch là

- A. $\frac{q_0}{\omega^2}$. B. $q_0\omega^2$. C. $q_0\omega$. D. $\frac{q_0}{\omega}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Mối liên hệ giữa điện tích cực đại q_0 và cường độ dòng điện cực đại I_0 là

$$I_0 = \omega q_0.$$

Câu 7: ★☆☆☆☆ [7]

Trong mạch dao động điện từ tự do LC, so với cường độ dòng điện trong mạch thì điện tích trên một bản tụ luôn

- A. trễ pha hơn một góc $\pi/2$. B. sớm pha hơn một góc $\pi/2$.
C. cùng pha. D. sớm pha hơn một góc $\pi/4$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Trong mạch dao động điện từ tự do LC, so với cường độ dòng điện trong mạch thì điện tích trên một bản tụ luôn trễ pha hơn một góc $\pi/2$.

Câu 8: ★☆☆☆☆ [7]

Một mạch dao động gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C. Chu kì dao động riêng của mạch là

- A. $\frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$. B. $2\pi\sqrt{LC}$. C. $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. D. $\frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Chu kì dao động riêng của mạch dao động là $2\pi\sqrt{LC}$.

Câu 9: ★☆☆☆☆ [12]

Điện tích của một bản tụ trong mạch dao động LC đang thực hiện dao động điện từ tự do là $q = 4 \cdot 10^{-7} \cos(4000t)$ (C). Điện tích cực đại có độ lớn

- A. $2\sqrt{2} \cdot 10^3$ C. B. $22 \cdot 10^{-7}$ C. C. $4 \cdot 10^{-7}$ C. D. $4 \cdot 10^3$ C.

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Từ biểu thức của cường độ dòng điện $q = 4 \cdot 10^{-7} \cos(4000t)$ (C) ta suy ra điện tích cực đại trên bản tụ điện là $4 \cdot 10^{-7}$ C.

Câu 10: ★★☆☆☆ [3]

Gọi I_0 và Q_0 là giá trị cực đại của điện tích trên bản tụ và cường độ dòng điện cực đại trong mạch dao động điện từ LC. Chu kì dao động điện từ tự do trong mạch có biểu thức

- A. $T = \frac{2\pi}{I_0 Q_0}$. B. $T = \frac{2\pi Q_0}{I_0}$. C. $T = 2\pi \sqrt{Q_0 I_0}$. D. $T = 2\pi Q_0 I_0$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Ta có chu kì dao động tự do của mạch cho bởi $T = \frac{2\pi}{\omega}$.

Lại có $\omega = \frac{I_0}{Q_0}$.

Từ đó:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{I_0}{Q_0}} = \frac{2\pi Q_0}{I_0}.$$

Câu 11: ★★☆☆☆ [12]

Điện tích của một bản tụ trong mạch dao động LC lí tưởng là $q = 6 \cdot 10^{-6} \cos\left(4000t + \frac{\pi}{2}\right)$ (C). Tại thời điểm $t = 10^{-4}$ s, điện tích trên bản tụ có độ lớn xấp xỉ bằng

- A. $2,30 \cdot 10^{-6}$ C. B. $5,90 \cdot 10^{-6}$ C. C. $1,15 \cdot 10^{-6}$ C. D. $4,60 \cdot 10^{-6}$ C.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Ta thay thời điểm $t = 10^{-4}$ s vào biểu thức điện tích, ta được:

$$q = 6 \cdot 10^{-6} \cos\left(4000t + \frac{\pi}{2}\right) = 6 \cdot 10^{-6} \cos\left(4000 \cdot 10^{-4} + \frac{\pi}{2}\right) = -2,30 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Câu 12: ★★☆☆☆ [9]

Một mạch dao động LC có điện trở thuần không đáng kể, tụ điện có điện dung $5 \mu\text{F}$. Dao động điện từ tự do của mạch LC với hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ điện bằng 6 V. Khi hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là 4 V thì năng lượng điện từ trong mạch bằng

- A. $9 \cdot 10^{-5}$ J. B. $5 \cdot 10^{-5}$ J. C. $4 \cdot 10^{-5}$ J. D. 10^{-5} J.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Năng lượng điện từ trong mạch ở thời điểm bất kì cũng chính là năng lượng cực đại của điện trường bên trong tụ điện:

$$W = W_C = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 6^2 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ J.}$$

Câu 13: ★★☆☆☆ [7]

Mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm có độ tự cảm $L = 2 \text{ mH}$ và tụ điện có điện dung $C = 2 \text{ pF}$. Tần số dao động của mạch gần bằng

- A. 1 MHz. B. 2,5 MHz. C. 1 kHz. D. 2,5 kHz.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Tần số dao động riêng của mạch cho bởi

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-12}}} = 2,5 \text{ MHz.}$$

Câu 14: ★★☆☆☆ [4]

Mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C . Khi tăng điện dung của tụ điện lên 9 lần thì chu kì dao động riêng của mạch

- A. tăng lên 9 lần. B. tăng lên 3 lần. C. giảm đi 9 lần. D. giảm 3 lần.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Ban đầu, chu kì dao động riêng của mạch cho bởi công thức $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Lúc sau, chu kì dao động riêng của mạch cho bởi công thức $T' = 2\pi\sqrt{LC'}$.

Lập tỉ lệ hai biểu thức trên ta được $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{C'}{C}}$.

Thay $C' = 9C$ vào biểu thức trên ta được $T' = 3T$.

Câu 15: ★★☆☆☆ [10]

Coi dao động điện từ của một mạch dao động LC là dao động tự do. Biết độ tự cảm của cuộn dây là $2 \cdot 10^{-2} \text{ H}$, điện dung tụ điện là $2 \cdot 10^{-10} \text{ F}$. Chu kì dao động điện từ tự do trong mạch này là

A. $4\pi \cdot 10^{-6}$ s.

B. $2\pi \cdot 10^{-6}$ s.

C. 4π s.

D. 2π s.

Hướng dẫn giải**Đáp án: A.**

Chu kỳ dao động riêng của mạch cho bởi:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-10}} = 4\pi \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

Câu 16: ★★☆☆☆ [10]

Mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm 1 mH và tụ điện có điện dung 0,1 μ F. Dao động điện từ riêng của mạch có tần số góc là

A. $2 \cdot 10^5$ rad/s.

B. 10^5 rad/s.

C. $3 \cdot 10^5$ rad/s.

D. $4 \cdot 10^5$ rad/s.

Hướng dẫn giải**Đáp án: B.**

Tần số góc dao động riêng của mạch cho bởi:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}} = 10^5 \text{ rad/s.}$$

Câu 17: ★★☆☆☆ [1]

Một mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung $C = 2\mu\text{F}$ và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L , đang thực hiện dao động điện từ tự do. Biết dòng điện qua mạch có dạng $i = 2 \cos(5000t)$ (mA, s). Giá trị của L bằng

A. 0,05 H.

B. 0,01 H.

C. 0,02 H.

D. 0,04 H.

Hướng dẫn giải**Đáp án: C.**Từ phương trình dòng điện qua mạch $i = 2 \cos(5000t)$ (mA,s) ta rút ra tần số dao động riêng của mạch $\omega = 5000$ rad/s.Lại có $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ nên suy ra

$$L = \frac{1}{C\omega^2} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 5000^2} = 0,02 \text{ H.}$$

Câu 18: ★★☆☆☆ [2]

Điện tích của một bản tụ trong mạch dao động điện từ có phương trình là $q = Q_0 \cos(4\pi \cdot 10^4 t)$. Trong đó t tính theo giây. Tần số dao động của mạch là

A. $1 \cdot 10^4$ Hz.

B. $20 \cdot 10^{14}$ Hz.

C. $2 \cdot 10^4$ Hz.

D. $2 \cdot 10^4$ kHz.

Hướng dẫn giải**Đáp án: C.**Từ phương trình $q = Q_0 \cos(4\pi \cdot 10^4 t)$ ta rút ra tần số góc của mạch là $\omega = 4\pi \cdot 10^4$ rad/s.

Tần số dao động của mạch cho bởi

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{4\pi \cdot 10^4}{2\pi} = 2 \cdot 10^4 \text{ Hz.}$$

Câu 19: ★★★★★ [10]

Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm $4\mu\text{H}$ và một tụ điện có điện dung biến đổi từ 10 pF đến 640 pF. Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kỳ dao động riêng của mạch có giá trị

A. từ $4,2 \cdot 10^{-8}$ s đến $2,4 \cdot 10^{-7}$ s.

B. từ $2,24 \cdot 10^{-8}$ s đến $3 \cdot 10^{-7}$ s.

C. từ $2 \cdot 10^{-8}$ s đến $3,6 \cdot 10^{-7}$ s.

D. từ $4 \cdot 10^{-8}$ s đến $3,2 \cdot 10^{-7}$ s.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

Chu kì dao động riêng trong mạch cho bởi: $T = 2\pi \sqrt{LC}$.

Khi $C = 10 \text{ pF}$, ta có:

$$T = 2\pi \sqrt{LC} = 2\pi \sqrt{4 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-12}} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ s.}$$

Khi $C = 640 \text{ pF}$, ta có:

$$T = 2\pi \sqrt{LC} = 2\pi \sqrt{4 \cdot 10^{-6} \cdot 640 \cdot 10^{-12}} = 3,2 \cdot 10^{-7} \text{ s.}$$

Vậy chu kì dao động riêng của mạch biến thiên từ $4 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ đến $3,2 \cdot 10^{-7} \text{ s}$.

Câu 20: ★★★★★ [1]

Một mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung C và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L , đang thực hiện dao động điện từ tự do với tần số f . Nếu tăng điện dung của tụ điện lên 16 lần thì tần số dao động của mạch giảm lượng 24 MHz. Giá trị của f bằng

A. 48 MHz.

B. 32 MHz.

C. 40 MHz.

D. 36 MHz.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Ban đầu, tần số dao động riêng của mạch cho bởi

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}.$$

Lúc sau, khi tăng điện dung của tụ điện lên 16 lần, tần số dao động riêng của mạch là

$$f' = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC'}}.$$

Lập tỉ lệ giữa hai biểu thức trên, ta được:

$$\frac{f'}{f} = \frac{C}{C'}.$$

Thay $f' = f - 24 \text{ MHz}$ và $C' = 16C$, ta được:

$$\frac{f - 24}{f} = \frac{C}{16C}.$$

Sử dụng chức năng Solve trên máy tính cầm tay, ta được:

$$f = 32 \text{ MHz.}$$

Câu 21: ★☆☆☆☆

Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về năng lượng của mạch dao động điện từ LC có điện trở thuần không đáng kể?

A. Năng lượng điện từ của mạch dao động biến đổi tuần hoàn theo thời gian.

B. Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường cũng biến thiên tuần hoàn theo một tần số chung.

C. Năng lượng điện từ của mạch dao động bằng năng lượng điện trường cực đại ở tụ điện.

D. Năng lượng điện từ của mạch dao động bằng năng lượng từ trường cực đại ở cuộn cảm.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Khi điện trở thuần không đáng kể khi đó năng lượng điện từ được bảo toàn nên A sai.

Câu 22: ★☆☆☆☆

Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về mạch dao động điện từ LC có điện trở thuần không đáng kể?

- A. Năng lượng của mạch dao động gồm năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.
- B. Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường cùng biến thiên tuần hoàn theo một tần số chung là tần số của dao động điện từ.
- C. Tại mọi thời điểm, tổng năng lượng điện trường và năng lượng từ trường là không đổi.
- D. Dao động điện từ trong mạch là một dao động tự do.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường cùng biến thiên tuần hoàn theo một tần số chung và gấp đôi tần số của dao động điện từ do đó B sai.

Câu 23: ★☆☆☆☆

Biểu thức nào sau đây không phải là biểu thức tính năng lượng điện từ trong mạch dao động?

- A. $W = \frac{Q_0^2}{2L}$. B. $W = \frac{1}{2}CU_0^2$. C. $W = \frac{1}{2}LI_0^2$. D. $W = \frac{Q_0^2}{2C}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Câu 24: ★☆☆☆☆

Nhận xét nào sau đây liên quan đến năng lượng điện từ của mạch dao động là đúng? Điện tích trong mạch dao động lí tưởng biến đổi với chu kỳ T thì

- A. Năng lượng điện trường biến đổi với chu kỳ $2T$.
- B. Năng lượng từ trường biến đổi với chu kỳ $2T$.
- C. Năng lượng điện trường biến đổi với chu kỳ $T/2$.
- D. Năng lượng điện từ biến đổi với chu kỳ $T/2$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Câu 25: ★★☆☆☆

Mạch dao động lí tưởng LC , cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây là 36 mA. Khi năng lượng điện trường bằng 3 lần năng lượng từ trường thì cường độ dòng điện qua cuộn dây là

- A. 18 mA. B. 9 mA. C. 12 mA. D. 36 mA.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Khi $W_d = 3W_t \Rightarrow W = 4W_t \Rightarrow i = \frac{I_0}{2} = 18 \text{ mA}$.

Câu 26: ★★☆☆☆

Một mạch dao động LC có điện trở thuần không đáng kể, tụ điện có điện dung $5 \mu\text{F}$. Dao động điện từ tự do của mạch LC với hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ điện bằng 6 V. Khi hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là 4 V thì năng lượng từ trường trong mạch bằng

- A. $4 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. B. $5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. C. $9 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. D. $\cdot 10^{-5} \text{ J}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Ta có:

$$W_t = W - W_d = \frac{1}{2}C(U_0^2 - u^2) = 5 \cdot 10^{-5} \text{ J.}$$

Câu 27: ★★☆☆☆

Mạch dao động lí tưởng LC gồm tụ điện có điện dung $C = 25 \text{ nF}$ và cuộn dây có độ tự cảm L . Dòng điện trong mạch biến thiên theo phương trình $i = 0,02 \cos 8000t \text{ A}$. Năng lượng điện trường vào thời điểm $t = \frac{\pi}{48000} \text{ s}$ là

A. $W_C = 38,5 \mu\text{J}$.

B. $W_C = 39,5 \mu\text{J}$.

C. $W_C = 93,75 \mu\text{J}$.

D. $W_C = 36,5 \mu\text{J}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Vào thời điểm $t = \frac{\pi}{48000} \text{ s}$ thì $i = 0,01 \text{ A}$.

Do đó năng lượng điện trường

$$W_d = \frac{1}{2}L(I_0^2 - i^2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\omega^2 C} (I_0^2 - i^2) = 93,75 \mu\text{J}.$$

Câu 28: ★★☆☆☆

Cường độ dòng điện tức thời trong một mạch dao động LC lí tưởng là $i = 0,08 \cos 2000t \text{ A}$ với t tính bằng giây. Cuộn dây có độ tự cảm là $L = 50 \text{ mH}$. Tại thời điểm cường độ dòng điện tức thời trong mạch bằng giá trị cường độ dòng điện hiệu dụng thì điện áp giữa hai bản tụ điện có độ lớn bằng:

A. $4\sqrt{2} \text{ V}$.

B. 2 V .

C. $2\sqrt{2} \text{ V}$.

D. 4 V .

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Ta có:

$$\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2 \Rightarrow U_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}I_0 = \sqrt{L^2\omega^2}I_0 = 8 \text{ V} \Rightarrow u = 4\sqrt{2} \text{ V}.$$

Câu 29: ★★☆☆☆

Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng đang dao động với điện tích cực đại trên một bản cực của tụ điện là Q_0 . Cứ sau những khoảng thời gian bằng nhau và bằng 10^{-6} s thì năng lượng từ trường lại bằng $\frac{Q_0^2}{4C}$. Tần số của mạch dao động là

A. $2,5 \cdot 10^7 \text{ Hz}$.

B. 10^6 Hz .

C. $2,5 \cdot 10^5 \text{ Hz}$.

D. 10^5 Hz .

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Câu 30: ★★☆☆☆

Trong mạch LC điện tích của tụ điện biến thiên điều hoà với giá trị cực đại bằng Q_0 . Điện tích của tụ điện khi năng lượng từ trường gấp 3 lần năng lượng điện trường là

A. $q = \pm \frac{Q_0}{3}$.

B. $q = \pm \frac{Q_0}{4}$.

C. $q = \pm \frac{Q_0\sqrt{2}}{2}$.

D. $q = \pm \frac{Q_0}{2}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

Câu 31: ★★★★★

Cho mạch dao động lí tưởng LC . Khoảng thời gian ngắn nhất từ thời điểm năng lượng điện trường cực đại đến thời điểm năng lượng từ trường bằng năng lượng điện trường là

A. $\Delta t = \frac{\pi \sqrt{LC}}{6}$.

B. $\Delta t = \frac{\pi \sqrt{LC}}{8}$.

C. $\Delta t = \frac{\pi \sqrt{LC}}{4}$.

D. $\Delta t = \frac{\pi \sqrt{LC}}{2}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Câu 32: ★★★★★

Một mạch dao động gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 1,2 \cdot 10^{-4}$ H và một tụ điện có điện dung $C = 3$ nF. Do các dây nối và cuộn dây có điện trở tổng cộng $r = 2 \Omega$ nên có sự tỏa nhiệt trên mạch. Để duy trì dao động trong mạch không bị tắt dần với điện áp cực đại của tụ $U_0 = 6$ V thì trong một tuần lễ phải cung cấp cho mạch một năng lượng là

A. 76,67 J.

B. 544,32 J.

C. 155,25 J.

D. 554,42 J.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Bài toán tương tự dao động cơ

1. Lý thuyết

- Điện tích q của một bản tụ điện và cường độ dòng điện i trong mạch dao động biến thiên điều hòa theo thời gian, i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với q .

$$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi) \text{ C}, \quad (1)$$

$$i = \frac{dq}{dt} = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) \text{ A}, \quad (2)$$

trong đó: $I_0 = q_0 \omega$, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

- Biểu thức hiệu điện thế hai đầu tụ điện

$$u = \frac{q}{C} = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u) \text{ V}.$$

với $U_0 = \frac{Q_0}{C}$.

- Công thức độc lập:

$$\left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = 1; \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = 1.$$

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Xác định tần số, chu kỳ của mạch dao động.

Ví dụ 1



Cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động LC có dạng $i = 0,5 \cos(3000t)$. Tần số dao động riêng của mạch là

A. 3000 rad/s.

B. 477,46 Hz.

C. 6000π Hz.

D. 3000 Hz.

Hướng dẫn giải

Tần số dao động riêng trong mạch cho bởi biểu thức:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 477,76 \text{ Hz}.$$

Đáp án: B.

Câu hỏi tương tự

Một mạch dao động LC lí tưởng có $L = 20 \text{ mH}$ và $C = 200 \text{ pF}$. Chu kì riêng của dao động điện từ trong mạch xấp xỉ bằng

A. $1,3 \cdot 10^{-5} \text{ s}$.

B. $1,9 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

C. $12,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

D. $3,9 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

Đáp án: A.

Ví dụ 2



Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Biết điện tích cực đại trên một bản tụ điện là $4\sqrt{2}\mu\text{C}$ và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $0,5\sqrt{2}\text{A}$. Thời gian ngắn nhất để điện tích trên một bản tụ giảm từ giá trị cực đại đến nửa giá trị cực đại là

A. $\frac{4\pi}{3}\mu\text{s}$.

B. $\frac{16\pi}{3}\mu\text{s}$.

C. $\frac{2\pi}{3}\mu\text{s}$.

D. $\frac{8\pi}{3}\mu\text{s}$.

Hướng dẫn giải

Tần số riêng của mạch dao động là

$$\omega = \frac{I_0}{q_0} = 125 \cdot 10^3 \text{ rad/s}.$$

Từ đường tròn pha, ta thấy để điện tích trên một bản tụ giảm từ giá trị cực đại đến nửa giá trị cực đại thì vector quay được một góc nhỏ nhất là $\Delta\varphi = \pi/3$.

Vậy thời gian ngắn nhất để điện tích trên một bản tụ giảm từ giá trị cực đại đến nửa giá trị cực đại là

$$\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{8\pi}{3}\mu\text{s}.$$

Đáp án: D.

Câu hỏi tương tự

Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Thời gian ngắn nhất để năng lượng điện trường giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị cực đại là $1,5 \cdot 10^{-4}\text{s}$. Thời gian ngắn nhất để điện tích trên tụ giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị đó là

A. $2 \cdot 10^{-4}\text{s}$.

B. $6 \cdot 10^{-4}\text{s}$.

C. $12 \cdot 10^{-4}\text{s}$.

D. $3 \cdot 10^{-4}\text{s}$.

Đáp án: A.

Ví dụ 3



Một mạch dao động LC lí tưởng với $L = 2,4\text{mH}$ và $C = 1,5\text{mF}$. Gọi I_0 là cường độ dòng điện cực đại trong mạch. Khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp mà $i = \frac{I_0}{3}$ là

A. 4,76 ms.

B. 4,67 ms.

C. 0,29 ms.

D. 4,54 ms.

Hướng dẫn giải

Từ đường tròn pha, ta xác định được khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp $i = \frac{I_0}{3}$ là

$$\Delta t = \frac{2}{\omega} \arccos\left(\frac{i}{I_0}\right) = \frac{2}{\omega} \arccos\frac{1}{3}.$$

Lại có,

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \approx 527 \text{ rad/s}.$$

Khi đó,

$$\Delta t = \frac{2}{527} \arccos \frac{1}{3} = 4,67 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

Đáp án: B.

Câu hỏi tương tự

Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Tại thời điểm $t = 0$, tụ điện bắt đầu phóng điện. Sau khoảng thời gian ngắn nhất $\Delta t = 10^{-6}$ s thì điện tích trên một bản tụ điện bằng một nửa giá trị cực đại. Tính chu kì dao động riêng của mạch.

Đáp án: $T = 6 \cdot 10^{-6}$ s.

Ví dụ 4



Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm $4 \mu\text{H}$ và một tụ điện có điện dung biến đổi từ 10 pF đến 360 pF . Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kì dao động riêng của mạch có giá trị

- A. $4 \cdot 10^{-8}$ s đến $3,2 \cdot 10^{-7}$ s. B. $2 \cdot 10^{-8}$ s đến $3,6 \cdot 10^{-7}$ s.
C. $4 \cdot 10^{-8}$ s đến $2,4 \cdot 10^{-7}$ s. D. $2 \cdot 10^{-8}$ s đến $3 \cdot 10^{-7}$ s.

Hướng dẫn giải

Chu kì dao động riêng của mạch:

$$T = 2\pi \sqrt{LC}.$$

Khi $C = 10 \text{ pF}$, ta có:

$$T = 2\pi \sqrt{4 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-12}} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ s.}$$

Khi $C = 360 \text{ pF}$, ta có:

$$T = 2\pi \sqrt{4 \cdot 10^{-6} \cdot 360 \cdot 10^{-12}} = 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ s.}$$

Vậy chu kì dao động riêng của mạch biến thiên từ $4 \cdot 10^{-8}$ s đến $2,4 \cdot 10^{-7}$ s.

Đáp án: C.

Câu hỏi tương tự

Một mạch dao động ở máy vào của một máy thu thanh gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm $3 \mu\text{H}$ và tụ điện có điện dung biến thiên trong khoảng 10 pF và 500 pF . Biết rằng, muốn thu tần số riêng của mạch dao động phải bằng tần số của mạch cần thu (để có cộng hưởng). Trong không khí, tốc độ truyền sóng điện từ là $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, máy thu này có thể thu được sóng điện từ trong khoảng

- A. từ 100 m đến 730 m . B. từ $10,32 \text{ m}$ đến 73 m .
C. từ $1,24 \text{ m}$ đến 73 m . D. từ 10 m đến 73 m .

Đáp án: B.

Mục tiêu 2**Xác định cường độ dòng điện, hiệu điện thế, điện tích trong mạch dao động.****Ví dụ 1**

Một mạch dao động LC có $C = 2 \text{ nF}$ đang thực hiện dao động điện từ tự do. Tại thời điểm t_1 , cường độ dòng điện trong mạch có độ lớn 8 mA , tại thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{T}{4}$, hiệu điện thế giữa hai bản tụ có độ lớn 6 V . Giá trị của L là

A. 2,250 H.**B.** 1,125 H.**C.** 2,250 mH.**D.** 1,125 mH.**Hướng dẫn giải**

Ta có thời điểm t_2 trễ hơn $\frac{T}{4}$ so với thời điểm t_1 nên đây là hai thời điểm vuông pha.
Suy ra i_2 vuông pha với i_1 .
Mà u_2 thì vuông pha với i_2 .
Nên i_1 và u_2 hoặc là cùng pha, hoặc là ngược pha với nhau.
Nếu chỉ xét độ lớn, ta có:

$$\frac{|i_1|}{I_0} = \frac{|u_2|}{U_0}.$$

Lại có $U_0 = \frac{Q_0}{C} = \frac{I_0}{\omega C}$. Thay vào biểu thức trên, ta được:

$$\frac{|i_1|}{I_0} = \frac{|u_2|}{\frac{I_0}{\omega C}}.$$

Suy ra

$$|i_1| = |u_2| \omega C \Rightarrow |i_1| = |u_2| \frac{1}{\sqrt{LC}} C.$$

Từ đó suy ra $L = 1,125 \text{ mH}$.

Đáp án: D.

Câu hỏi tương tự

Cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động LC lí tưởng là $i = 0,08 \sin(2000t) \text{ (A)}$. Cuộn dây có độ tự cảm là $L = 50 \text{ mH}$. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ tại thời điểm cường độ dòng điện tức thời trong mạch bằng cường độ dòng điện hiệu dụng là

A. 32 V.**B.** $4\sqrt{2} \text{ V}$.**C.** 8 V.**D.** $2\sqrt{2} \text{ V}$.

Đáp án: B.

Ví dụ 2

Hai mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Điện tích của tụ điện trong mạch thứ nhất và mạch thứ hai lần lượt là q_1 và q_2 với $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3 \cdot 10^{-17}$, q tính bằng C. Ở thời điểm t điện tích của tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch dao động thứ nhất lần lượt là 10^{-9} C và 6 mA , cường độ dòng điện trong mạch thứ hai có độ lớn bằng

A. 4 mA.**B.** 10 mA.**C.** 8 mA.**D.** 6 mA.

Hướng dẫn giải

Thay $q_1 = 10^{-9}$ C vào $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3 \cdot 10^{-17}$ ta tìm được $q_2 = 3$ nC.
Lấy đạo hàm hai vế phương trình $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3 \cdot 10^{-17}$ ta được:

$$8q_1 i_1 + 2q_2 i_2 = 0$$

Thay q_1, i_1, q_2 vào phương trình trên ta tìm được $i_2 = -8$ mA.

Đáp án: C.

Câu hỏi tương tự

Có hai mạch dao động điện từ lý tưởng đang có dao động điện từ tự do. Ở thời điểm t , gọi q_1 và q_2 lần lượt là điện tích của tụ điện trong mạch dao động thứ nhất và thứ hai. Biết $36q_1^2 + 36q_2^2 = 24^2$. Ở thời điểm $t = t_1$, trong mạch dao động thứ nhất: điện tích của tụ điện $q_1 = 2,4$ nC; cường độ dòng điện qua cuộn cảm $i_1 = 3,2$ mA. Khi đó, cường độ dòng điện qua cuộn cảm trong mạch dao động thứ hai là

A. $i_2 = 5,4$ mA.

B. $i_2 = 3,2$ mA.

C. $i_2 = 6,4$ mA.

D. $i_2 = 4,5$ mA.

Đáp án: B

Ví dụ 3



Một mạch dao động LC có tụ điện 25 pF và cuộn cảm 10^{-4} H. Biết ở thời điểm ban đầu của dao động, cường độ dòng điện có giá trị cực đại và bằng 40 mA. Tìm biểu thức của cường độ dòng điện, của điện tích trên bản cực của tụ điện và biểu thức của hiệu điện thế giữa hai bản cực của tụ điện.

A. $i = 4 \cdot 10^{-2} \cos(2 \cdot 10^7 t)$ A.

B. $i = 4 \cdot 10^{-2} \cos(2 \cdot 10^{-7} t)$ A.

C. $i = 4 \cdot 10^{-2} \cos\left(2 \cdot 10^7 t + \frac{\pi}{2}\right)$ A.

D. $i = 4 \cdot 10^{-2} \cos\left(2 \cdot 10^7 t - \frac{\pi}{2}\right)$ A.

Hướng dẫn giải

Tần số góc

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 2 \cdot 10^7 \text{ rad/s.}$$

Biểu thức cường độ dòng điện

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi).$$

Vì lúc $t = 0$ thì $i = I_0 = 40$ mA $= 4 \cdot 10^{-2}$ A nên $\varphi = 0$, do đó:

$$i = 4 \cdot 10^{-2} \cos(2 \cdot 10^7 t) \text{ A.}$$

Đáp án: A.

Câu hỏi tương tự

Một mạch dao động LC gồm tụ điện có điện dung $C = 40$ pF và cuộn cảm có độ tự cảm $L = 10$ μ H. Ở thời điểm ban đầu, cường độ dòng điện có giá trị cực đại và bằng $0,05$ A. Biểu thức hiệu điện thế ở hai cực của tụ điện?

A. $u = 50 \cos\left(5 \cdot 10^7 t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ V.}$

B. $u = 50 \cos\left(5 \cdot 10^7 t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ V.}$

C. $u = 25 \cos\left(5 \cdot 10^7 t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ V.}$

D. $u = 25 \cos\left(5 \cdot 10^7 t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ V.}$

Đáp án: C.

Ví dụ 4



Một mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung $C = 4 \mu\text{F}$ và cuộn cảm thuần có độ tự $L = 1 \text{ H}$, đang thực hiện dao động điện từ tự do với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 6 V thì dòng điện qua cuộn cảm có giá trị cực đại là

A. $24 \sqrt{2} \text{ mA.}$

B. 12 mA.

C. $12 \sqrt{2} \text{ mA.}$

D. 24 mA.

Hướng dẫn giải

Trong một mạch dao động, mối quan hệ giữa dòng điện cực đại I_0 và hiệu điện thế cực đại U_0 giữa hai bản tụ là

$$I_0 = \sqrt{\frac{C}{L}} U_0 = 12 \text{ mA.}$$

Đáp án: B.

Câu hỏi tương tự

Trong mạch dao động LC có dao động điện từ tự do (dao động riêng) với tần số góc 10^4 rad/s . Điện tích cực đại trên tụ điện là 10^{-9} C . Cường độ dòng điện trong mạch cực đại bằng

A. $2 \cdot 10^{-5} \text{ A.}$

B. 10^{-5} A.

C. 10^{-4} A.

D. $2 \cdot 10^{-4} \text{ A.}$

Đáp án: B.

Ví dụ 5



Mạch dao động gồm tụ điện có điện dung 4500 pF và cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $5 \mu\text{H}$. Hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ điện là 2 V . Cường độ dòng điện trong mạch cực đại bằng

A. $0,03 \text{ A.}$

B. $0,06 \text{ A.}$

C. $6 \cdot 10^{-4} \text{ A.}$

D. $3 \cdot 10^{-4} \text{ A.}$

Hướng dẫn giải

Cường độ dòng điện cực đại trong mạch

$$I_0 = \sqrt{\frac{C}{L}} U_0 = 0,06 \text{ A.}$$

Đáp án: B.

Câu hỏi tương tự

Mạch dao động điện từ điều hoà LC gồm tụ điện $C = 30 \text{ nF}$ và cuộn cảm $L = 25 \text{ mH}$. Nạp điện cho tụ điện đến hiệu điện thế $4,8 \text{ V}$ rồi cho tụ phóng điện qua cuộn cảm, cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch là bao nhiêu?

Đáp án: $I = 3,72 \text{ mA}$.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: ★☆☆☆☆

Mạch dao động điện từ điều hoà gồm cuộn cảm L và tụ điện C , khi tăng độ tự cảm của cuộn cảm lên 4 lần thì tần số dao động của mạch

- A. tăng 4 lần. B. tăng 2 lần. C. giảm 4 lần. D. giảm 2 lần.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{4LC}} = \frac{f}{2}.$$

Câu 2: ★☆☆☆☆

Một mạch dao động LC gồm một cuộn cảm có độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$ H và một tụ điện có điện dung C . Tần số dao động riêng của mạch là 1 MHz. Giá trị của C bằng

- A. $C = \frac{1}{4\pi}$ pF. B. $C = \frac{1}{4\pi}$ F. C. $C = \frac{1}{4\pi}$ mF. D. $C = \frac{1}{4\pi}$ μ F.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{4\pi} \text{ pF}.$$

Câu 3: ★☆☆☆☆

Gọi A và v_M lần lượt là biên độ và vận tốc cực đại của một vật trong dao động điều hoà; Q_0 và I_0 lần lượt là điện tích cực đại trên một bản tụ điện và cường độ dòng điện cực đại trong mạch dao động LC đang hoạt động. Biểu thức $\frac{v_M}{A}$ có cùng đơn vị với biểu thức:

- A. $\frac{I_0}{Q_0}$. B. $Q_0 I_0^2$. C. $\frac{Q_0}{I_0}$. D. $I_0 Q_0^2$

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Câu 4: ★★☆☆☆

Trong mạch dao động LC có dao động điện từ tự do (dao động riêng) với tần số góc 10^4 rad/s. Điện tích cực đại trên tụ điện là 10^{-9} C. Khi cường độ dòng điện trong mạch bằng $6 \cdot 10^{-6}$ A thì điện tích trên tụ điện là

- A. $6 \cdot 10^{-10}$ C. B. $8 \cdot 10^{-10}$ C. C. $2 \cdot 10^{-10}$ C. D. $4 \cdot 10^{-10}$ C.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Do i và q vuông pha với nhau nên theo hệ thức độc lập ta có:

$$\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{q}{Q_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow q = 8 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

Câu 5: ★★☆☆☆

Một mạch dao động LC gồm một cuộn cảm $L = 500 \mu\text{H}$ và một tụ điện có điện dung $C = 5 \mu\text{F}$. Lấy $\pi^2 = 10$. Giả sử tại thời điểm ban đầu điện tích của tụ điện đạt giá trị cực đại $Q_0 = 6 \cdot 10^{-4}$ C. Biểu thức của cường độ dòng điện qua mạch là

- A. $i = 6 \cos\left(2 \cdot 10^4 t + \frac{\pi}{2}\right)$ A. B. $i = 12 \cos\left(2 \cdot 10^4 t - \frac{\pi}{2}\right)$ A.
C. $i = 6 \cos\left(2 \cdot 10^4 t - \frac{\pi}{2}\right)$ A. D. $i = 12 \cos\left(2 \cdot 10^4 t + \frac{\pi}{2}\right)$ A.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Tần số góc của mạch dao động

$$\omega = \frac{1}{LC} = 2 \cdot 10^4 \text{ rad/s.}$$

Dòng điện cực đại chạy trong mạch

$$I_0 = \omega Q_0 = \frac{Q_0}{\sqrt{LC}} = 12 \text{ A.}$$

Câu 6: ★☆☆☆☆ [4]

Cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động LC có dạng $i = 0,5 \cos(3000t)$. Tần số dao động riêng của mạch là

A. 3000 rad/s.

B. 477,46 Hz.

C. 6000π Hz.

D. 3000 Hz.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Tần số dao động riêng trong mạch cho bởi biểu thức:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{3000}{2\pi} = 477,76 \text{ Hz.}$$

Câu 7: ★☆☆☆☆ [12]

Một mạch dao động LC lí tưởng có $L = 20 \text{ mH}$ và $C = 200 \text{ pF}$. Chu kì riêng của dao động điện từ trong mạch xấp xỉ bằng

A. $1,3 \cdot 10^{-5} \text{ s}$.

B. $1,9 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

C. $12,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

D. $3,9 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Chu kì dao động riêng của mạch cho bởi

$$T = 2\pi \sqrt{LC} = 2\pi \sqrt{20 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^{-12}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

Câu 8: ★★★★★ [10]

Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Biết điện tích cực đại trên một bản tụ điện là $4\sqrt{2} \mu\text{C}$ và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là $0,5\sqrt{2} \text{ A}$. Thời gian ngắn nhất để điện tích trên một bản tụ giảm từ giá trị cực đại đến nửa giá trị cực đại là

A. $\frac{4\pi}{3} \mu\text{s}$.

B. $\frac{16\pi}{3} \mu\text{s}$.

C. $\frac{2\pi}{3} \mu\text{s}$.

D. $\frac{8\pi}{3} \mu\text{s}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

Tần số riêng của mạch dao động là

$$\omega = \frac{I_0}{q_0} = \frac{0,5\sqrt{2}}{4\sqrt{2} \cdot 10^{-6}} = 125 \cdot 10^3 \text{ rad/s.}$$

Từ đường tròn pha, ta thấy để điện tích trên một bản tụ giảm từ giá trị cực đại đến nửa giá trị cực đại thì vector quay được một góc nhỏ nhất là $\Delta\varphi = \pi/3$.

Vậy thời gian ngắn nhất để điện tích trên một bản tụ giảm từ giá trị cực đại đến nửa giá trị cực đại là

$$\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\pi/3}{125 \cdot 10^3} = \frac{8\pi}{3} \mu\text{s.}$$

Câu 9: ★★★★★ [12]

Một mạch dao động LC có $C = 2 \text{ nF}$ đang thực hiện dao động điện từ tự do. Tại thời điểm t_1 , cường độ dòng điện trong mạch có độ lớn 8 mA , tại thời điểm $t_2 = t_1 + T/4$, hiệu điện thế giữa hai bản tụ có độ lớn 6 V . Giá trị của L là

A. $2,250 \text{ H}$.

B. $1,125 \text{ H}$.

C. $2,250 \text{ mH}$.

D. $1,125 \text{ mH}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

Ta có thời điểm t_2 trễ hơn $T/4$ so với thời điểm t_1 nên đây là hai thời điểm vuông pha.

Suy ra i_2 vuông pha với i_1 .

Mà u_2 thì vuông pha với i_2 .

Nên i_1 và u_2 hoặc là cùng pha, hoặc là ngược pha với nhau.

Nếu chỉ xét độ lớn, ta có:

$$\frac{|i_1|}{I_0} = \frac{|u_2|}{U_0}.$$

Lại có $U_0 = \frac{Q_0}{C} = \frac{I_0}{\omega C}$. Thay vào biểu thức trên, ta được:

$$\frac{|i_1|}{I_0} = \frac{|u_2|}{\frac{I_0}{\omega C}}.$$

Suy ra

$$|i_1| = |u_2| \omega C \Rightarrow |i_1| = |u_2| \frac{1}{\sqrt{LC}} C \Rightarrow 8 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot \frac{1}{\sqrt{L \cdot 2 \cdot 10^{-9}}} \cdot 2 \cdot 10^{-9}$$

Từ đó suy ra $L = 1,125 \text{ mH}$.

Câu 10: ★★★★★ [10]

Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Thời gian ngắn nhất để năng lượng điện trường giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị cực đại là $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}$. Thời gian ngắn nhất để điện tích trên tụ giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị đó là

A. $2 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

B. $6 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

C. $12 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

D. $3 \cdot 10^{-4} \text{ s}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Thời gian ngắn nhất để năng lượng điện trường giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị cực đại là $T/4$.

Ta có $T/8 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ s} \Rightarrow T = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

Từ đường tròn pha, ta xác định được thời gian ngắn nhất để điện tích trên tụ giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị đó là

$$\Delta t = \frac{T}{6} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ s}.$$

Câu 11: ★★★★★ [10]

Hai mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Điện tích của tụ điện trong mạch thứ nhất và mạch thứ hai lần lượt là q_1 và q_2 với $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3 \cdot 10^{-17}$, q tính bằng C. Ở thời điểm t điện tích của tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch dao động thứ nhất lần lượt là 10^{-9} C và 6 mA , cường độ dòng điện trong mạch thứ hai có độ lớn bằng

A. 4 mA .

B. 10 mA .

C. 8 mA .

D. 6 mA .

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Thay $q_1 = 10^{-9} \text{ C}$ vào $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3 \cdot 10^{-17}$ ta tìm được $q_2 = 3 \text{ nC}$.

Lấy đạo hàm hai vế phương trình $4q_1^2 + q_2^2 = 1,3 \cdot 10^{-17}$ ta được:

$$8q_1 i_1 + 2q_2 i_2 = 0$$

Thay q_1, i_1, q_2 vào phương trình trên ta tìm được $i_2 = -8 \text{ mA}$.

Câu 12: ★★★★★☆ [10]

Một mạch dao động ở máy vào của một máy thu thanh gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm $3 \mu\text{H}$ và tụ điện có điện dung biến thiên trong khoảng 10 pF và 500 pF . Biết rằng, muốn thu tần số riêng của mạch dao động phải bằng tần số của mạch cần thu (để có cộng hưởng). Trong không khí, tốc độ truyền sóng điện từ là $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, máy thu này có thể thu được sóng điện từ trong khoảng

A. từ 100 m đến 730 m .

B. từ $10,32 \text{ m}$ đến 73 m .

C. từ $1,24 \text{ m}$ đến 73 m .

D. từ 10 m đến 730 m .

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Sóng điện từ thu được từ mạch dao động cho bởi biểu thức:

$$\lambda = 2\pi c \sqrt{LC}.$$

Sóng điện từ có bước sóng dài nhất thu được khi $C = C_{\max} = 500 \text{ pF}$. Khi đó:

$$\lambda_{\max} = 2\pi c \sqrt{LC_{\max}} = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{3 \cdot 10^{-6} \cdot 500 \cdot 10^{-12}} = 73 \text{ m}.$$

Sóng điện từ có bước sóng ngắn nhất thu được khi $C = C_{\min} = 10 \text{ pF}$. Khi đó:

$$\lambda_{\min} = 2\pi c \sqrt{LC_{\min}} = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{3 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-12}} = 10,32 \text{ m}.$$

Câu 13: ★★★★★☆ [9]

Một mạch dao động LC lí tưởng với $L = 2,4 \text{ mH}$ và $C = 1,5 \text{ mF}$. Gọi I_0 là cường độ dòng điện cực đại trong mạch. Khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp mà $i = I_0/3$ là

A. $4,76 \text{ ms}$.

B. $4,67 \text{ ms}$.

C. $0,29 \text{ ms}$.

D. $4,54 \text{ ms}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Từ đường tròn pha, ta xác định được khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần liên tiếp $i = I_0/3$ là

$$\Delta t = \frac{2}{\omega} \arccos\left(\frac{i}{I_0}\right) = \frac{2}{\omega} \arccos \frac{1}{3}.$$

Lại có,

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}}} \approx 527 \text{ rad/s}.$$

Khi đó,

$$\Delta t = \frac{2}{527} \arccos \frac{1}{3} = 4,67 \cdot 10^{-3} \text{ s}.$$

Câu 14: ★★★★★☆ [9]

Một mạch dao động lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm $4 \mu\text{H}$ và một tụ điện có điện dung biến đổi từ 10 pF đến 360 pF . Lấy $\pi^2 = 10$. Chu kì dao động riêng của mạch có giá trị

A. $4 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ đến $3,2 \cdot 10^{-7} \text{ s}$.

B. $2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ đến $3,6 \cdot 10^{-7} \text{ s}$.

C. $4 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ đến $2,4 \cdot 10^{-7} \text{ s}$.

D. $2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ đến $3 \cdot 10^{-7} \text{ s}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: C.

Chu kỳ dao động riêng của mạch cho bởi:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Khi 10 pF , ta có:

$$T = 2\pi\sqrt{4 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-12}} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ s.}$$

Khi 360 pF , ta có:

$$T = 2\pi\sqrt{4 \cdot 10^{-6} \cdot 360 \cdot 10^{-12}} = 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ s.}$$

Vậy chu kỳ dao động riêng của mạch biến thiên từ $4 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ đến $2,4 \cdot 10^{-7} \text{ s}$.

Câu 15: ★★★★★ [1]

Một mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung $C = 2\text{ }\mu\text{F}$ và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L , đang thực hiện dao động điện từ tự do tại thời điểm hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là 5 V thì điện tích trên một bản tụ điện bằng

- A. $5\text{ }\mu\text{C}$. B. $2\text{ }\mu\text{C}$. C. $4\text{ }\mu\text{C}$. D. $10\text{ }\mu\text{C}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

Trong một mạch dao động đang hoạt động, mối quan hệ giữa điện thế u và điện tích q ở một thời điểm bất kì cho bởi

$$q = Cu = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 = 10\text{ }\mu\text{C}.$$

Câu 16: ★★★★★ [1]

Một mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung $C = 4\text{ }\mu\text{F}$ và cuộn cảm thuần có độ tự $L = 1\text{ H}$, đang thực hiện dao động điện từ tự do với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 6 V thì dòng điện qua cuộn cảm có giá trị cực đại là

- A. $24\sqrt{2}\text{ mA}$. B. 12 mA . C. $12\sqrt{2}\text{ mA}$. D. 24 mA .

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Trong một mạch dao động, mối quan hệ giữa dòng điện cực đại I_0 và hiệu điện thế cực đại U_0 giữa hai bản tụ là

$$I_0 = \sqrt{\frac{C}{L}} U_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-6}}{1}} \cdot 6 = 12\text{ mA}.$$

Câu 17: ★★★★★ [3]

Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do, với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ là U_0 và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là I_0 . Tại thời điểm t , hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là u và cường độ dòng điện trong mạch là i . Hệ thức liên hệ giữa u và i là

- A. $i^2 = LC(U_0^2 - u^2)$. B. $i^2 = \frac{L(U_0^2 - u^2)}{C}$.
C. $i^2 = \sqrt{LC}(U_0^2 - u^2)$. D. $i^2 = \frac{C(U_0^2 - u^2)}{L}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

Điện áp hai đầu tụ điện u và cường độ dòng điện i ở một thời điểm t là những đại lượng vuông pha nhau. Vậy nên ta có hệ thức độc lập:

$$\frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u^2}{U_0^2} = 1 \rightarrow i^2 = \frac{I_0^2}{U_0^2} (U_0^2 - u^2) = \frac{C}{L} (U_0^2 - u^2).$$

Câu 18: ★★★★★ [4]

Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Tại thời điểm $t = 0$, điện tích trên một bản tụ điện có giá trị cực đại. Sau khoảng thời gian ngắn nhất Δt thì điện tích trên bản tụ này bằng một nửa giá trị cực đại. Chu kỳ dao động riêng của mạch dao động này là

A. $4\Delta t$.B. $6\Delta t$.C. $3\Delta t$.D. $12\Delta t$.**Hướng dẫn giải****Đáp án: B.**

Từ đường tròn pha, ta có khoảng thời gian ngắn nhất để điện tích trên bản tụ điện giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị cực đại là

$$\Delta t = \frac{T}{6} \rightarrow T = 6\Delta t.$$

Câu 19: ★★★★★ [10]

Trong mạch dao động LC có dao động điện từ tự do (dao động riêng) với tần số góc 10^4 rad/s. Điện tích cực đại trên tụ điện là 10^{-9} C. Cường độ dòng điện trong mạch cực đại bằng

A. $2 \cdot 10^{-5}$ A.B. 10^{-5} A.C. 10^{-4} A.D. $2 \cdot 10^{-4}$ A.**Hướng dẫn giải****Đáp án: B.**

Cường độ dòng điện cực đại trong mạch cho bởi

$$I_0 = \omega Q_0 = 10^4 \cdot 10^{-9} = 10^{-5} \text{ A}.$$

Câu 20: ★★★★★ [10]

Mạch dao động gồm tụ điện có điện dung 4500 pF và cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $5 \mu\text{H}$. Hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ điện là 2 V. Cường độ dòng điện trong mạch cực đại bằng

A. 0,03 A.

B. 0,06 A.

C. $6 \cdot 10^{-4}$ A.D. $3 \cdot 10^{-4}$ A.**Hướng dẫn giải****Đáp án: B.**

Cường độ dòng điện cực đại trong mạch cho bởi biểu thức;

$$I_0 = \sqrt{\frac{C}{L}} U_0 = \sqrt{\frac{4500 \cdot 10^{-12}}{5 \cdot 10^{-6}}} \cdot 2 = 0,06 \text{ A}$$

Câu 21: ★★★★★ [10]

Cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động LC lí tưởng là $i = 0,08 \sin(2000t)$ (A). Cuộn dây có độ tự cảm là $L = 50 \text{ mH}$. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ tại thời điểm cường độ dòng điện tức thời trong mạch bằng cường độ dòng điện hiệu dụng là

A. 32 V.

B. $4\sqrt{2}$ V.

C. 8 V.

D. $2\sqrt{2}$ V.**Hướng dẫn giải****Đáp án: B.**

Điện dung của tụ điện cho bởi biểu thức

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{2000^2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 5 \mu\text{C}.$$

Điện áp cực đại giữa hai đầu bản tụ cho bởi:

$$U_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} I_0 = \sqrt{\frac{50 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-6}}} \cdot 0,08 = 8 \text{ V}.$$

Thay $i = \frac{I_0 \sqrt{2}}{2}$ vào hệ thức độc lập giữa i và u ta được:

$$\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1 \rightarrow \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 + \left(\frac{u}{8}\right)^2 = 1 \rightarrow |u| = 4\sqrt{2} \text{ V}.$$

Bài toán ghép tụ - tụ xoay

1. Lý thuyết

1.1. Công thức ghép tụ

Ghép thêm tụ điện

Mạch dao động LC_1 có chu kỳ T_1 , tần số . Mạch dao động LC_2 có chu kỳ T_2 , tần số f_2

+ Trường hợp 1: C_1 mắc nối tiếp với C_2 . Khi đó:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

$$f_{nt}^2 = f_1^2 + f_2^2.$$

$$\frac{1}{T_{nt}} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}.$$

+ Trường hợp 2: C_1 mắc song song với C_2 . Khi đó:

$$C = C_1 + C_2.$$

$$T_{ss}^2 = T_1^2 + T_2^2.$$

$$\frac{1}{f_{ss}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}.$$

1.2. Công thức tụ xoay

Thường trong mạch có tụ xoay:

- Nếu có n lá thì có $n - 1$ tụ điện phẳng mắc song song.

- Điện dung của tụ phẳng

$$C = \frac{S_{\max}}{k4\pi d}.$$

- Điện dung của tụ điện sau khi quay các lá 1 góc α :

Từ giá trị cực đại:

$$C_{V\alpha} = C_{V\max} - \frac{C_{V\max} - C_{V\min}}{180^\circ} \alpha.$$

Từ giá trị cực tiểu:

$$C_{V\alpha} = C_{V\min} + \frac{C_{V\max} - C_{V\min}}{180^\circ} \beta.$$

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Ví dụ 1

Cho một mạch dao động điện từ gồm một cuộn dây thuần cảm và hai tụ điện có điện dung $C_1 = 2 \text{ nF}$ và $C_2 = 6 \text{ nF}$ mắc song song với nhau. Mạch có tần số là 4000 Hz . Nếu tháo rời khỏi mạch tụ điện thứ hai thì mạch còn lại dao động với tần số

A. 2000 Hz .B. 4000 Hz .C. 8000 Hz .D. $16\,000 \text{ Hz}$.**Hướng dẫn giải**

Điện dung của tụ điện mắc song song cho bởi

$$C = C_1 + C_2 = 8 \text{ nF}.$$

Chu kì của mạch khi mắc song song hai tụ là

$$T = \frac{1}{f} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}.$$

Khi tháo rời khỏi mạch tụ điện C_2 mạch chỉ còn tụ điện C_1 . Chu kì của mạch chỉ chứa tụ C_1 và mạch chứa tụ C cho bởi

$$T_1 = 2\pi\sqrt{LC_1}, T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Lập tỉ lệ hai biểu thức trên, ta được:

$$\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{C_1}{C}} \Rightarrow T_1 = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ s}.$$

Tần số dao động của mạch chỉ chứa C_1 là

$$f_1 = \frac{1}{T_1} = 8000 \text{ Hz}.$$

Đáp án: C.

Câu hỏi tương tự

Trong mạch dao động, khi mắc tụ điện có điện dung C_1 với cuộn cảm L thì tần số dao động của mạch là $f_1 = 60 \text{ kHz}$. Khi mắc tụ có điện dung C_2 với cuộn cảm L thì tần số dao động của mạch là $f_2 = 80 \text{ kHz}$. Khi mắc C_1 song song với C_2 rồi mắc vào cuộn cảm L thì tần số dao động của mạch là bao nhiêu?

Đáp án: $f = 48 \text{ kHz}$.

Ví dụ 2

Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm không đổi, tụ điện có điện dung C thay đổi. Khi $C = C_1$ thì tần số dao động riêng của mạch là $7,5 \text{ MHz}$ và khi $C = C_2$ thì tần số dao động riêng của mạch là 10 MHz . Nếu $C = C_1 + C_2$ thì tần số dao động riêng của mạch là

A. $6,0 \text{ MHz}$.B. $17,5 \text{ MHz}$.C. $12,5 \text{ MHz}$.D. $2,5 \text{ MHz}$.**Hướng dẫn giải**

Tần số dao động riêng của mạch cho bởi

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C \sim \frac{1}{f^2}.$$

Khi đó biểu thức $C = C_1 + C_2$ trở thành

$$\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow f = 6 \text{ MHz.}$$

Đáp án: A.

Câu hỏi tương tự

Một mạch dao động điện từ có cuộn cảm không đổi L . Nếu thay tụ điện C bởi các tụ điện C_1, C_2 . Nếu C_1 nối tiếp C_2 , C_1 song song C_2 thì chu kỳ dao động riêng của mạch lần lượt là $T_1, T_2, T_{nt} = 4,8 \mu\text{s}, T_{ss} = 10 \mu\text{s}$. Hãy xác định T_1 , biết $T_1 > T_2$.

Đáp án: $T_1 = 8 \mu\text{s}$.

Mục tiêu 2

Bài toán tụ xoay.

Ví dụ 1



Một mạch dao động gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 1,5 \text{ mH}$ và một tụ xoay có điện dung biến thiên từ $C_1 = 50 \text{ pF}$ đến $C_2 = 450 \text{ pF}$ khi một trong hai bản tụ xoay từ 0° đến 180° . Biết điện dung của tụ phụ thuộc vào góc xoay theo hàm bậc nhất. Để mạch thu được sóng điện từ có bước sóng 1200 m cần xoay bản động của tụ điện một góc bằng bao nhiêu kể từ vị trí mà tụ điện có điện dung cực đại? Cho $\pi^2 = 10$.

A. 99° .

B. 81° .

C. 121° .

D. 108° .

Hướng dẫn giải

Bước sóng của một mạch thu sóng:

$$\lambda = 2\pi c \sqrt{LC}.$$

Khi mạch thu được bước sóng 1200 m , ta có:

$$\lambda = 2\pi c \sqrt{LC} \Rightarrow C = 270 \text{ pF.}$$

Công thức tụ xoay

$$\frac{C - C_1}{C_2 - C_1} = \frac{\alpha - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} \Rightarrow \alpha = 99^\circ.$$

Đáp án: A.

Câu hỏi tương tự

Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 2,9 \mu\text{H}$ và tụ điện có điện dung $C = 490 \text{ pF}$. Để máy thu được dải sóng từ $\lambda_m = 10 \text{ m}$ đến $\lambda_M = 50 \text{ m}$, người ta ghép thêm một tụ xoay C_V biến thiên từ $C_m = 10 \text{ pF}$ đến $C_M = 490 \text{ pF}$. Muốn mạch thu được sóng có bước sóng $\lambda = 20 \text{ m}$, thì phải xoay các bản di động của tụ C_V từ vị trí ứng với điện dung cực đại C_M một góc α là bao nhiêu?

Đáp án: $\alpha = 168^\circ$.

Ví dụ 2

Tụ xoay có điện dung biến thiên liên tục và tỉ lệ thuận với góc quay từ giá trị $C_1 = 10 \text{ pF}$ đến $C_2 = 370 \text{ pF}$ tương ứng khi góc quay của các bản tụ tăng dần từ 0° đến 180° . Tụ điện được mắc với một cuộn dây có hệ số tự cảm $L = 2 \mu\text{H}$ để tạo thành mạch chọn sóng của máy thu. Để thu được sóng có bước sóng $\lambda = 18,84 \text{ m}$ phải xoay tụ một góc bằng bao nhiêu kể từ khi tụ có điện dung nhỏ nhất.

A. $\alpha = 90^\circ$.B. $\alpha = 20^\circ$.C. $\alpha = 120^\circ$.D. $\alpha = 30^\circ$.**Hướng dẫn giải**

Khi tụ xoay từ 0° đến 180° thì C tăng từ $C_1 = 10 \text{ pF}$ đến $C_2 = 370 \text{ pF}$

Tụ xoay thêm 1° thì C tăng thêm một lượng

$$\frac{(370 - 10)}{180} = 2 \text{ pF}.$$

Lại có

$$\lambda = cT = c2\pi\sqrt{LC}.$$

$$\Rightarrow C = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 L} = 50 \text{ pF}.$$

Điện dung của tụ cần tăng

$$\Delta C = 50 - 10 = 40 \text{ pF}.$$

Tụ cần xoay một góc

$$\alpha = \frac{40}{2} = 20^\circ.$$

Đáp án: B.

Câu hỏi tương tự

Một tụ điện xoay có điện dung tỉ lệ thuận với góc quay các bản tụ. Tụ có giá trị điện dung C biến đổi giá trị $C_1 = 10 \text{ pF}$ đến $C_2 = 490 \text{ pF}$ ứng với góc quay của các bản tụ là α các bản tăng dần từ 0° đến 180° . Tụ điện được mắc với một cuộn dây có hệ số tự cảm $L = 2 \mu\text{H}$ để làm thành mạch dao động ở lõi vào của 1 một máy thu vô tuyến điện. Để bắt được sóng $19,2 \text{ m}$ phải quay các bản tụ một góc α là bao nhiêu tính từ vị trí điện dung C bé nhất.

Đáp án: $\alpha = 15,7^\circ$.

3. Bài tập tự luyện

Câu 1: ★★★★★ [10]

Cho một mạch dao động điện từ gồm một cuộn dây thuần cảm và hai tụ điện có điện dung $C_1 = 2 \text{ nF}$ và $C_2 = 6 \text{ nF}$ mắc song song với nhau. Mạch có tần số là 4000 Hz . Nếu tháo rời khỏi mạch tụ điện thứ hai thì mạch còn lại dao động với tần số

A. 2000 Hz .B. 4000 Hz .C. 8000 Hz .D. $16\,000 \text{ Hz}$.**Hướng dẫn giải**

Đáp án: C.

Điện dung của tụ điện mắc song song cho bởi

$$C = C_1 + C_2 = 2 + 6 = 8 \text{ nF}.$$

Chu kì của mạch khi mắc song song hai tụ là

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{4000} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}.$$

Khi tháo rời khỏi mạch tụ điện C_2 mạch chỉ còn tụ điện C_1 . Chu kì của mạch chỉ chứa tụ C_1 và mạch chứa tụ C cho bởi

$$\begin{aligned} T_1 &= 2\pi \sqrt{LC_1}, \\ T &= 2\pi \sqrt{LC}. \end{aligned}$$

Lập tỉ lệ hai biểu thức trên, ta được:

$$\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{C_1}{C}} \rightarrow \frac{T_1}{2,5 \cdot 10^{-4}} = \sqrt{\frac{2}{8}} \rightarrow T_1 = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ s}.$$

Tần số dao động của mạch chỉ chứa C_1 là

$$f_1 = \frac{1}{T_1} = 8000 \text{ Hz}.$$

Câu 2: ★★★★★ [10]

Một mạch dao động gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 1,5 \text{ mH}$ và một tụ xoay có điện dung biến thiên từ $C_1 = 50 \text{ pF}$ đến $C_2 = 450 \text{ pF}$ khi một trong hai bản tụ xoay từ 0° đến 180° . Biết điện dung của tụ phụ thuộc vào góc xoay theo hàm bậc nhất. Để mạch thu được sóng điện từ có bước sóng 1200 m cần xoay bản động của tụ điện một góc bằng bao nhiêu kể từ vị trí mà tụ điện có điện dung cực đại? Cho $\pi^2 = 10$.

A. 99° .

B. 81° .

C. 121° .

D. 108° .

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Bước sóng của một mạch thu sóng cho bởi

$$\lambda = 2\pi c \sqrt{LC}$$

Khi mạch thu được bước sóng 1200 m , ta có:

$$\lambda = 2\pi c \sqrt{LC} \rightarrow 1200 = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \sqrt{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot C} \rightarrow 270 \text{ pF}.$$

Công thức tụ xoay cho bởi:

$$\frac{C - C_1}{C_2 - C_1} = \frac{\alpha - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} \rightarrow \frac{270 - 50}{450 - 50} = \frac{\alpha - 0^\circ}{180^\circ - 0^\circ} \rightarrow \alpha = 99^\circ.$$

Câu 3: ★★★★★ [9]

Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm không đổi, tụ điện có điện dung C thay đổi. Khi $C = C_1$ thì tần số dao động riêng của mạch là $7,5 \text{ MHz}$ và khi $C = C_2$ thì tần số dao động riêng của mạch là 10 MHz . Nếu $C = C_1 + C_2$ thì tần số dao động riêng của mạch là

A. $6,0 \text{ MHz}$.

B. $17,5 \text{ MHz}$.

C. $12,5 \text{ MHz}$.

D. $2,5 \text{ MHz}$.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Tần số dao động riêng của mạch cho bởi

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \rightarrow C \sim \frac{1}{f^2}.$$

Khi đó biểu thức $C = C_1 + C_2$ trở thành

$$\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \rightarrow \frac{1}{f^2} = \frac{1}{(7,5 \cdot 10^6)^2} + \frac{1}{(10 \cdot 10^6)^2} \rightarrow f = 6 \text{ MHz.}$$

Điện thế và thế năng điện

Tụ điện

Năng lượng và ứng dụng của tụ điện

Ôn tập Chương 3

CHƯƠNG 5

Dòng điện không đổi

Bài 1. Dòng điện. Cường độ dòng điện	42
Bài 2. Điện trở. Định luật Ohm	43
Bài 3. Nguồn điện	44
Bài 4. Năng lượng điện. Công suất điện	45
Bài 5. Sóng dừng.	46
Bài 6. Bài tập về sóng.	47
Bài 7. Thí nghiệm đo tốc độ truyền âm	48
Bài 8. Ôn tập Chương 2.	49

Dòng điện. Cường độ dòng điện

Điện trở. Định luật Ohm

Nguồn điện

Năng lượng điện. Công suất điện

Sóng dừng

Bài tập về sóng

Thí nghiệm đo tốc độ truyền âm

Ôn tập Chương 2