

## 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 . . . . .	17
Bài toán ghép tụ - tụ xoay . . . . .	29
Bài 2. Điện từ trường - Sóng điện từ - Nguyên tắc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến . . . . .	35
Điện từ trường . . . . .	36
Sóng điện từ và truyền sóng điện từ . . . . .	37
Nguyên tắc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến . . . . .	42
<b>Ôn tập: Chương IV. Dao động và sóng điện từ</b> . . . . .	45

### CHƯƠNG 5 Dòng điện không đổi

Bài 1. Dòng điện. Cường độ dòng điện . . . . .	52
Bài 2. Điện trở. Định luật Ohm . . . . .	53
Bài 3. Nguồn điện . . . . .	54
Bài 4. Năng lượng điện. Công suất điện . . . . .	55
Bài 5. Sóng dừng . . . . .	56
Bài 6. Bài tập về sóng . . . . .	57
Bài 7. Thí nghiệm đo tốc độ truyền âm . . . . .	58
Bài 8. Ôn tập Chương 2 . . . . .	59



## CHƯƠNG 4

---

# DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

---

Bài 1. Mạch dao động . . . . .	4
Bài 2. Điện từ trường - Sóng điện từ - Nguyên tắc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến. . . . .	35

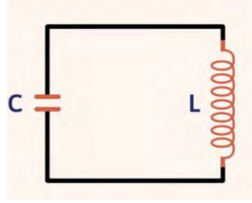
## **Mạch dao động**

Cấu tạo và nguyên tắc của mạch dao động . . . . .	5
Bài toán tương tự dao động cơ . . . . .	17
Bài toán ghép tụ - tụ xoay . . . . .	29

# 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

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

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

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.

$$W = W_{d \max} = W_{t \max} = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_0^2 \quad (6)$$

## 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  $10\text{pF}$  đến  $640\text{pF}$ . 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  $24\text{MHz}$ . Giá trị của  $f$  bằng

A.  $48\text{MHz}$ .

B.  $32\text{MHz}$ .

C.  $40\text{MHz}$ .

D.  $36\text{MHz}$ .

**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  $6\text{ V}$ . Khi hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là  $4\text{ V}$  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.  $10^{-5}\text{ J}$ .

**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  $6\text{ V}$ . Tìm năng lượng điện trường và năng lượng từ trường trong mạch khi điện áp trên tụ điện là  $4\text{ V}$  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: ★☆☆☆☆

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.  $\omega I_0$ .

**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:** ★☆☆☆☆

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 3:** ★☆☆☆☆

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 4:** ★☆☆☆☆

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 5:** ★☆☆☆☆

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.  $W = \frac{1}{2} C U_0^2$ .

C.  $W = \frac{1}{2} L I_0^2$ .

D.  $W = \frac{Q_0^2}{2C}$ .

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: A.**

**Câu 6:** ★☆☆☆☆

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 7:** ★☆☆☆☆

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 8:** ★☆☆☆☆

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 9:** ★☆☆☆☆

Một mạch dao động  $LC$  lí tưởng đang có dao động điện từ tự do với tần số góc  $\omega$ . 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 10:** ★☆☆☆☆

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 11:** ★☆☆☆☆

Một mạch dao động gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm  $L$  và tụ điện có điện dung  $C$ . Chu kỳ 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 kỳ dao động riêng của mạch dao động là  $2\pi\sqrt{LC}$ .

**Câu 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 13:** ★★☆☆☆

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 kỳ 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 kỳ 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 14:** ★★☆☆☆

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 15:** ★★☆☆☆

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

**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:

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

**Câu 16:** ★★☆☆☆

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.**

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

**Câu 17:** ★★☆☆☆

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

**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 18:** ★★☆☆☆

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.**

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

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 19:** ★★☆☆☆

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.  $2 \text{ V}$ .

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

D.  $4 \text{ V}$ .

**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 20: ★★☆☆☆**

Một mạch dao động điện từ  $LC$  lý 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.  $2,5 \cdot 10^7$  Hz.

B.  $10^6$  Hz.

C.  $2,5 \cdot 10^5$  Hz.

D.  $10^5$  Hz.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: C.**

**Câu 21: ★★☆☆☆**

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 22: ★★☆☆☆**

Mạch dao động  $LC$  lý tưởng gồm cuộn cảm có độ tự cảm  $L = 2$  mH và tụ điện có điện dung  $C = 2$  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 23: ★★☆☆☆**

Mạch dao động điện từ lý 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 kỳ 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 kỳ dao động riêng của mạch cho bởi công thức  $T = 2\pi\sqrt{LC}$ .

Lúc sau, chu kỳ 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 24: ★★☆☆☆**

Coi dao động điện từ của một mạch dao động  $LC$  là dao động tự do. Biết độ tự cảm của cuộn dây là  $2 \cdot 10^{-2}$  H, điện dung tụ điện là  $2 \cdot 10^{-10}$  F. Chu kỳ 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.  $4\pi$  s.

D.  $2\pi$  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 25:** ★★☆☆☆

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  $\mu\text{F}$ . Dao động điện từ riêng của mạch có tần số góc là

- A.  $2 \cdot 10^5 \text{ rad/s}$ .      B.  $10^5 \text{ rad/s}$ .      C.  $3 \cdot 10^5 \text{ rad/s}$ .      D.  $4 \cdot 10^5 \text{ rad/s}$ .

### 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 26:** ★★☆☆☆

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  $i = 2 \cos(5000t) \text{ (mA, s)}$ . 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  $i = 2 \cos(5000t) \text{ (mA, s)}$  ta rút ra tần số dao động riêng của mạch  $\omega = 5000 \text{ rad/s}$ .

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

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

**Câu 27:** ★★☆☆☆

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  $4,2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$  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

**Đáp án: D.**

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

**Câu 28: ★★★★★**

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  $f' = f - 24$  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 29: ★★★★★**

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 30: ★★★★★**

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  $10 \text{ pF}$  đến  $360 \text{ pF}$ . 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  $10 \text{ pF}$  và  $500 \text{ pF}$ . 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  $100 \text{ m}$  đến  $730 \text{ m}$ .                      B. từ  $10,32 \text{ m}$  đến  $73 \text{ m}$ .  
C. từ  $1,24 \text{ m}$  đến  $73 \text{ m}$ .                      D. từ  $10 \text{ m}$  đến  $73 \text{ m}$ .

**Đáp án: B.**

## 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  $8 \text{ mA}$ , tại thời điểm  $t_2 = t_1 + \frac{T}{4}$ , hiệu điện thế giữa hai bản tụ có độ lớn  $6 \text{ V}$ . 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

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.  $32 \text{ V}$ .B.  $4\sqrt{2} \text{ V}$ .C.  $8 \text{ V}$ .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  $10^{-9} \text{ C}$  và  $6 \text{ mA}$ , cường độ dòng điện trong mạch thứ hai có độ lớn bằng

A.  $4 \text{ mA}$ .B.  $10 \text{ mA}$ .C.  $8 \text{ mA}$ .D.  $6 \text{ mA}$ .

### 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  $i = I_0 = 40 \text{ mA} = 4 \cdot 10^{-2}$  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  $L = 10 \mu\text{H}$ . 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  $6 \text{ V}$  thì dòng điện qua cuộn cảm có giá trị cực đại là

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

B.  $12 \text{ mA.}$

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

D.  $24 \text{ mA.}$

#### 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  $10^4 \text{ rad/s}$ . Điện tích cực đại trên tụ điện là  $10^{-9} \text{ C}$ . Cường độ dòng điện trong mạch cực đại bằng

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

B.  $10^{-5} \text{ A.}$

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

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

**Đáp án: B.**

#### Ví dụ 5



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

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.  $C = \frac{1}{4\pi}$   $\mu$ F.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

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

#### Câu 2: ★☆☆☆☆

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 3: ★★☆☆☆

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 4: ★★☆☆☆

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 5: ★☆☆☆☆**

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.  $6000\pi$  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 6: ★☆☆☆☆**

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 7: ★★★★★**

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 8: ★★★★★**

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  $8 \text{ mA}$ , tại thời điểm  $t_2 = t_1 + T/4$ , hiệu điện thế giữa hai bản tụ có độ lớn  $6 \text{ V}$ . Giá trị của  $L$  là

- A. 2,250 H.                      B. 1,125 H.                      C. 2,250 mH.                      D. 1,125 mH.

**Hướng dẫn giải**

**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 9:** ★★★★★

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 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  $10^{-9} \text{ C}$  và  $6 \text{ mA}$ , cường độ dòng điện trong mạch thứ hai có độ lớn bằng

A.  $4 \text{ mA}$ .

B.  $10 \text{ mA}$ .

C.  $8 \text{ mA}$ .

D.  $6 \text{ mA}$ .

**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 11:** ★★★★★

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  $10 \text{ pF}$  và  $500 \text{ pF}$ . 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  $100 \text{ m}$  đến  $730 \text{ m}$ .

B. từ  $10,32 \text{ m}$  đến  $73 \text{ m}$ .

C. từ 1,24 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 12: ★★★★★☆**

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 ms.

B. 4,67 ms.

C. 0,29 ms.

D. 4,54 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 13: ★★★★★☆**

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  $10 \text{ pF}$  đến  $360 \text{ pF}$ . 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 kì dao động riêng của mạch cho bởi:

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

Khi  $10 \text{ pF}$ , ta có:

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

Khi  $360 \text{ pF}$ , 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  $4 \cdot 10^{-8} \text{ s}$  đến  $2,4 \cdot 10^{-7} \text{ s}$ .

**Câu 14: ★★★★★**

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 tại thời điểm hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là  $5 \text{ V}$  thì điện tích trên một bản tụ điện bằng

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

**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

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

**Câu 15: ★★★★★**

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

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

**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 16: ★★★★★**

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 17: ★★★★★**

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  $\Delta t$  thì điện tích trên bản tụ này bằng một nửa giá trị cực đại. Chu kì 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 18: ★★★★★**

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 19: ★★★★★**

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 20: ★★★★★**

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  $\alpha$ :

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

### Mục tiêu 1

### Bài toán ghép tụ điện.

**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  $4000 \text{ Hz}$ . Nếu tháo rời khỏi mạch tụ điện thứ hai thì mạch còn lại dao động với tần số

**A.**  $2000 \text{ Hz}$ .**B.**  $4000 \text{ Hz}$ .**C.**  $8000 \text{ Hz}$ .**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  $10 \text{ MHz}$ . 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 kì 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  $0^\circ$  đến  $180^\circ$ . Biết điện dung của tụ phụ thuộc vào góc xoay theo hàm bậc nhất. Để mạch thu được sóng điện từ có bước sóng  $1200 \text{ m}$  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.  $99^\circ$ .

B.  $81^\circ$ .

C.  $121^\circ$ .

D.  $108^\circ$ .

#### Hướng dẫn giải

Bước sóng của một mạch thu sóng:

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

Khi mạch thu được bước sóng  $1200 \text{ m}$ , 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  $\alpha$  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  $0^\circ$  đến  $180^\circ$ . 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  $0^\circ$  đến  $180^\circ$  thì  $C$  tăng từ  $C_1 = 10 \text{ pF}$  đến  $C_2 = 370 \text{ pF}$

Tụ xoay thêm  $1^\circ$  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  $\alpha$  các bản tăng dần từ  $0^\circ$  đến  $180^\circ$ . 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  $\alpha$  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  $4000 \text{ Hz}$ . Nếu tháo rời khỏi mạch tụ điện thứ hai thì mạch còn lại dao động với tần số

A.  $2000 \text{ Hz}$ .B.  $4000 \text{ Hz}$ .C.  $8000 \text{ Hz}$ .D.  $16000 \text{ Hz}$ .**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  $0^\circ$  đến  $180^\circ$ . Biết điện dung của tụ phụ thuộc vào góc xoay theo hàm bậc nhất. Để mạch thu được sóng điện từ có bước sóng  $1200 \text{ m}$  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.  $99^\circ$ .                      B.  $81^\circ$ .                      C.  $121^\circ$ .                      D.  $108^\circ$ .

**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  $1200 \text{ m}$ , 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  $10 \text{ MHz}$ . 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 từ trường - Sóng điện từ - Nguyên tắc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến**

Điện từ trường . . . . .	36
Sóng điện từ và truyền sóng điện từ . . . . .	37
Nguyên tắc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến . . . . .	42

# Điện từ trường

## 1. Lý thuyết

### 1.1. Mối quan hệ giữa điện trường và từ trường

**Từ trường biến thiên và điện trường xoáy** Điện trường xoáy là điện trường có đường sức là đường cong kín. Nếu tại một nơi có từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện điện trường xoáy.

**Điện trường biến thiên và từ trường** Nếu tại một nơi có điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện từ trường. Đường sức của từ trường luôn khép kín.

### 1.2. Điện từ trường

Điện trường biến thiên và từ trường biến thiên liên quan mật thiết với nhau, là hai thành phần của một trường thống nhất - điện từ trường (trường điện từ).

## 2. Bài tập tự luyện

Câu 1: ★☆☆☆☆ [4]

Khi nói về điện từ trường, phát biểu nào sau đây là sai?

- A. Nếu tại một nơi có từ trường biến thiên theo thời gian thì tại đó xuất hiện điện trường xoáy.
- B. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một trường duy nhất gọi là điện từ trường.
- C. Trong quá trình lan truyền điện từ trường, vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ tại mọi điểm luôn vuông góc nhau.
- D. Điện trường không lan truyền được trong điện môi.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: D.**

Điện trường lan truyền cả trong môi trường điện môi lẫn chân không.

Câu 2: ★☆☆☆☆ [10]

Khi một từ trường biến thiên không đều và không tắt theo thời gian sẽ sinh ra

- A. điện trường xoáy.
- B. từ trường đều.
- C. dòng điện không đổi.
- D. điện trường đều.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: A.**

Từ trường biến thiên sinh ra điện trường xoáy.

# Sóng điện từ và truyền sóng điện từ

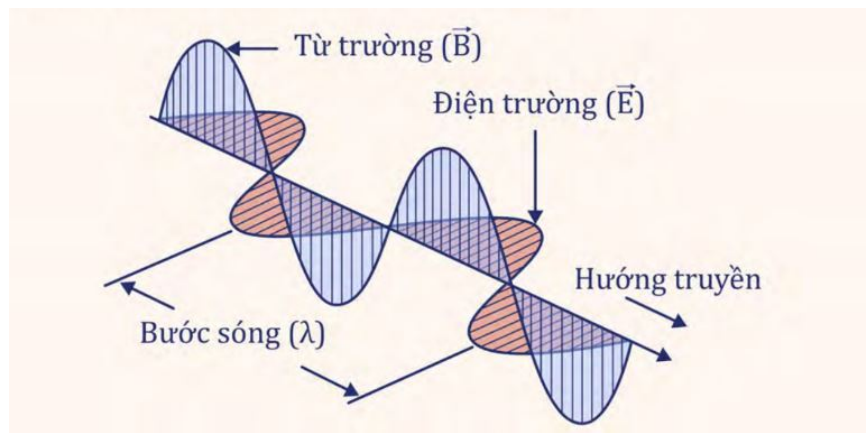
## 1. Lý thuyết

### 1.1. Định nghĩa

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.

### 1.2. Đặc điểm

- Sóng điện từ là sóng ngang, lan truyền được trong chân không và trong các môi trường vật chất.
- Tốc độ truyền sóng điện từ phụ thuộc vào môi trường truyền sóng; trong chân không, không khí là  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, trong các môi trường khác, tốc độ nhỏ hơn.
- Vectơ cường độ điện trường  $\vec{E}$  và vectơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  luôn luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng. Ba vectơ  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$  và  $\vec{v}$  tại mọi điểm tạo với nhau thành một tam diện thuận.



- Dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn luôn cùng pha với nhau.
- Sóng điện từ tuân theo định luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ như ánh sáng.
- Sóng điện từ mang năng lượng.

### 1.3. Bảng sóng vô tuyến và ứng dụng

Loại sóng	Bước sóng	Đặc điểm	Ứng dụng
Sóng dài	$\geq 1000$ m	Có năng lượng thấp. Bị các vật trên mặt đất hấp thụ mạnh nhưng nước lại hấp thụ ít.	Dùng trong thông tin liên lạc dưới nước.
Sóng trung	100 – 1000 m	Ban ngày bị tầng điện li hấp thụ mạnh nên không truyền đi xa được. Ban đêm bị tầng điện li phản xạ nên truyền đi xa được.	Dùng trong thông tin liên lạc vào ban đêm.
Sóng ngắn	10 – 100 m	Có năng lượng lớn. Bị phản xạ nhiều lần giữa tầng điện li và mặt đất.	Dùng trong thông tin liên lạc trên mặt đất.
Sóng cực ngắn	1 – 10 m	Có năng lượng rất lớn. Không bị tầng điện li hấp thụ hay phản xạ. Xuyên qua tầng điện li vào vũ trụ.	Dùng trong thông tin vũ trụ.

## 2. Bài tập tự luyện

Câu 1: ★☆☆☆☆ [9]

Đặc điểm không phải đặc điểm chung của sóng cơ và sóng điện từ là

- A. là sóng ngang.
- B. truyền được trong chân không.
- C. bị nhiễu xạ khi gặp vật cản.
- D. mang năng lượng

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: B.**

Sóng cơ không truyền được trong chân không.

Câu 2: ★☆☆☆☆ [3]

Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường tại một điểm luôn dao động

- A. lệch pha nhau  $\frac{\pi}{4}$ .
- B. cùng pha nhau.
- C. lệch pha nhau  $\frac{\pi}{2}$ .
- D. ngược pha nhau.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: B.**

Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường tại một điểm luôn dao động cùng pha nhau.

Câu 3: ★☆☆☆☆ [7]

Sóng điện từ

- A. có điện trường và từ trường tại một điểm dao động cùng phương.
- B. là sóng dọc hoặc sóng ngang tùy vào môi trường truyền sóng.
- C. không truyền được trong chân không.
- D. là điện từ trường lan truyền trong không gian theo thời gian.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: D.**

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian theo thời gian.

Câu 4: ★☆☆☆☆ [7]

Một sóng điện từ có tần số 100 MHz truyền với tốc độ  $3 \cdot 10^8$  m/s có bước sóng là

- A. 0,3 m
- B. 3 m.
- C. 30 m.
- D. 300 m.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: B.**

Bước sóng của sóng điện từ cho bởi:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{100 \cdot 10^6} = 3 \text{ m.}$$

Câu 5: ★☆☆☆☆ [12]

Sóng điện từ là

- A. điện từ trường lan truyền trong không gian.
- B. sóng cơ và truyền được trong chất lỏng.
- C. sóng dọc và truyền được trong chân không.
- D. sóng ngang và không thể truyền trong chân không.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: A.**

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.

**Câu 6:** ★☆☆☆☆ [10]

Sóng điện từ

- A. là sóng dọc hoặc sóng ngang.
- B. là điện từ trường lan truyền trong không gian.
- C. có thành phần điện trường và thành phần từ trường tại một điểm dao động cùng phương.
- D. không truyền được trong chân không.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: B.**

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.

**Câu 7:** ★☆☆☆☆ [4]

Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào sau đây là sai?

- A. Sóng điện từ mang năng lượng.
- B. Sóng điện từ tuân theo các quy luật giao thoa, nhiễu xạ.
- C. Sóng điện từ là sóng ngang.
- D. Sóng điện từ không truyền được trong chân không.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: D.**

Sóng điện từ truyền được trong chân không.

**Câu 8:** ★☆☆☆☆ 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 9:** ★☆☆☆☆ [7]

Đối với sự lan truyền sóng điện từ thì

- A. vectơ cường độ điện trường cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cảm ứng từ vuông góc với vectơ cường độ điện trường.
- B. vectơ cảm ứng từ cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cường độ điện trường vuông góc với vectơ cảm ứng từ.
- C. vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn vuông góc với phương truyền sóng.
- D. vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn cùng phương với phương truyền sóng.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: C.**

Đối với sự lan truyền sóng điện từ thì vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn vuông góc với phương truyền sóng.

**Câu 10:** ★☆☆☆☆ [2]

Sóng điện từ được dùng trong lò vi ba (vi sóng) để hâm nóng, nấu chín thức ăn là

- A. tia tử ngoại.
- B. sóng cực ngắn.
- C. tia hồng ngoại.
- D. sóng ngắn.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Sóng điện từ được dùng trong lò vi ba (vi sóng) để hâm nóng, nấu chín thức ăn là sóng cực ngắn.

**Câu 11:** ★☆☆☆☆ [3]

Trong chân không, các bức xạ được sắp xếp theo tần số tăng dần là

- A. Tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.
- B. Ánh sáng tím, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.
- C. Tia Rơn-ghen, tia tử ngoại, ánh sáng tím, tia hồng ngoại.
- D. Tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia Rơn-ghen, tia tử ngoại.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: A.**

Trong chân không, các bức xạ được sắp xếp theo tần số tăng dần là tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.

**Câu 12:** ★★☆☆☆ [7]

Một sóng điện từ truyền qua điểm M trong không gian. Cường độ điện trường và cảm ứng từ tại M biến thiên điều hòa với giá trị cực đại lần lượt là  $E_0$  và  $B_0$ . Khi cảm ứng từ tại M bằng  $0,5B_0$  thì cường độ điện trường tại đó có độ lớn là

- A.  $2E_0$ .
- B.  $E_0$ .
- C.  $0,25E_0$ .
- D.  $0,5E_0$ .

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: D.**

Vì điện trường và từ trường cùng pha nên khi cảm ứng từ bằng  $0,5B_0$  thì cường độ cũng điện trường bằng  $0,5E_0$ .

**Câu 13:** ★★☆☆☆ [3]

Một sóng điện từ có tần số  $15 \cdot 10^6$  Hz truyền trong môi trường với tốc độ  $2,25 \cdot 10^8$  m/s. Trong môi trường đó, sóng điện từ có bước sóng là

- A. 45 m.
- B. 15 m.
- C. 7,5 m.
- D. 6,7 m.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Bước sóng của sóng điện từ cho bởi

$$\lambda = \frac{v}{f} = 15 \text{ m.}$$

**Câu 14:** ★★★★★ [3]

Tại một điểm có sóng điện từ truyền qua, cường độ điện trường biến thiên theo phương trình  $E = E_0 \cos\left(2\pi \cdot 10^8 t - \frac{2\pi}{3}\right)$  ( $E_0 > 0, t$  tính bằng s). Kể từ lúc  $t = 0$ , thời điểm đầu tiên để cảm ứng từ tại điểm đó bằng không là

- A.  $\frac{10^{-8}}{9}$  s.
- B.  $\frac{10^{-8}}{12}$  s.
- C.  $\frac{10^{-8}}{8}$  s.
- D.  $\frac{10^{-8}}{6}$  s.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Chu kỳ của sóng điện từ cho bởi

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi \cdot 10^8} = 10^{-8} \text{ s.}$$

Vì cảm ứng từ và cường độ điện trường luôn cùng pha nhau, nên thời điểm đầu tiên cảm ứng từ bằng không cũng chính là thời điểm đầu tiên cường độ điện trường bằng không.

Từ đường tròn pha, ta xác định được thời điểm đầu tiên cường độ điện trường bằng không cho bởi:

$$t = \frac{T}{12} = \frac{10^{-8}}{12} \text{ s.}$$



**Câu 15:** ★☆☆☆☆

Mạch chọn sóng của máy thu vô tuyến điện gồm tụ điện  $C = 880 \text{ pF}$  và cuộn cảm  $L = 20 \mu\text{H}$ . Bước sóng điện từ mà mạch thu được là

- A.  $\lambda = 100 \text{ m}$ .  
B.  $\lambda = 150 \text{ m}$ .  
C.  $\lambda = 250 \text{ m}$ .  
D.  $\lambda = 500 \text{ m}$ .

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: C.**

**Câu 16:** ★★☆☆☆

Một máy thu thanh đang thu sóng ngắn. Để chuyển sang thu sóng trung, có thể thực hiện giải pháp nào sau đây trong mạch dao động anten?

- A. Giảm  $C$  và giảm  $L$ .  
B. Giữ nguyên  $C$  và giảm  $L$ .  
C. Tăng  $L$  và tăng  $C$ .  
D. Giữ nguyên  $L$  và giảm  $C$ .

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: C.**

Để thu được sóng trung thì phải tăng bước sóng. Cần tăng  $L$  giữ nguyên  $C$  hoặc tăng  $C$  giữ nguyên  $L$  hoặc tăng cả hai.

**Câu 17:** ★★☆☆☆

Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây thuần cảm và một tụ điện có điện dung biến đổi được. Khi đặt điện dung của tụ điện có giá trị  $20 \text{ F}$  thì bắt được sóng có bước sóng  $30 \text{ m}$ . Khi điện dung của tụ điện giá trị  $180 \text{ F}$  thì sẽ bắt được sóng có bước sóng là

- A.  $\lambda = 150 \text{ m}$ .  
B.  $\lambda = 270 \text{ m}$ .  
C.  $\lambda = 90 \text{ m}$ .  
D.  $\lambda = 10 \text{ m}$ .

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: C.**

**Câu 18:** ★★☆☆☆

Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm một tụ điện có điện dung  $C = 0,1 \text{ nF}$  và cuộn cảm có độ tự cảm  $L = 30 \mu\text{H}$ . Mạch dao động trên có thể bắt được sóng vô tuyến thuộc dải

- A. sóng trung.  
B. sóng dài.  
C. sóng ngắn.  
D. sóng cực ngắn.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: A.**

**Câu 19:** ★☆☆☆☆

Mạch chọn sóng của một máy thu gồm một tụ điện có điện dung  $C = \frac{4}{9\pi^2} \text{ pF}$  và cuộn cảm có độ tự cảm biến thiên. Để có thể bắt được sóng điện từ có bước sóng  $\lambda = 100 \text{ m}$  thì độ tự cảm cuộn dây bằng bao nhiêu?

- A.  $L = 0,0645 \text{ H}$ .  
B.  $L = 0,0625 \text{ H}$ .  
C.  $L = 0,0615 \text{ H}$ .  
D.  $L = 0,0635 \text{ H}$ .

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: B.**

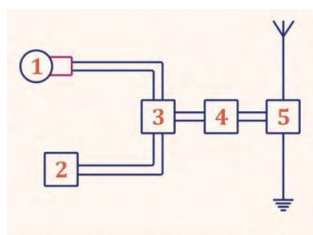
# Nguyên tắc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến

## 1. Lý thuyết

### 1.1. Nguyên tắc chung của việc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến

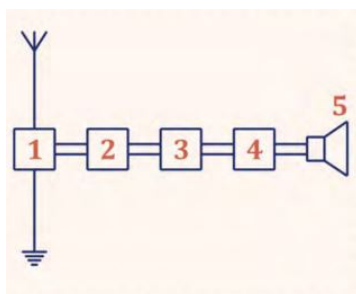
- Dùng sóng điện từ cao tần.
- Biến điệu sóng mang.
- Tách sóng.
- Khuếch đại.

### 1.2. Sơ đồ khối của máy phát thanh vô tuyến đơn giản



1. Micro.
2. Mạch tách sóng điện từ cao tần.
3. Mạch biến điệu (trộn sóng điện từ).
4. Mạch khuếch đại.
5. Anten phát.

### 1.3. Sơ đồ khối của một máy thu thanh vô tuyến đơn giản



1. Anten thu.
2. Mạch khuếch đại điện từ cao tần.
3. Mạch tách sóng.
4. Mạch khuếch đại dao động điện từ âm tần.
5. Loa.

### 1.4. Ứng dụng của sóng điện từ

Sóng vô tuyến điện dùng để tải các thông tin, âm thanh và hình ảnh. Nhờ đó con người có thể thông tin liên lạc từ vị trí này đến vị trí khác trên mặt đất và trong không gian mà không cần dây dẫn.

## 2. Bài tập tự luyện

Câu 1: ★☆☆☆☆ [1]

Máy phát thanh vô tuyến đơn giản không có bộ phận nào sau đây?

A. Mạch biến điện.

B. Micro.

C. Mạch tách sóng.

D. Mạch khuếch đại.

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: C.**

Máy phát thanh vô tuyến đơn giản không có bộ phận mạch tách sóng.

**Câu 2:** ★☆☆☆☆ [1]

Sóng vô tuyến điện không bị tần điện li hấp thụ, phản xạ và truyền thẳng qua được tầng điện li có bước sóng là

A. 20 m.

B. 2 m.

C. 2000 m.

D. 200 m.

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Sóng vô tuyến không bị tần điện li hấp thụ, phản xạ và truyền thẳng qua được tầng điện li là sóng cực ngắn có bước sóng vào cỡ vài mét.

**Câu 3:** ★☆☆☆☆ [3]

Ở đảo Song Tử Tây (là đảo lớn thứ hai của quần đảo Trường Sa do Việt Nam quản lý), để có thể xem được các chương trình truyền hình phát sóng qua vệ tinh, người ta dùng anten thu sóng trực tiếp từ vệ tinh, qua bộ xử lý tín hiệu rồi đưa ra màn hình. Sóng điện từ mà anten trực tiếp thu từ vệ tinh là loại

A. sóng ngắn.

B. sóng cực ngắn.

C. sóng trung.

D. sóng dài.

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Sóng vô tuyến dùng để truyền phát tín hiệu qua vệ tinh là sóng cực ngắn.

**Câu 4:** ★☆☆☆☆ [7]

Trong “máy bắn tốc độ” của cảnh sát giao thông sử dụng để đo tốc độ của phương tiện giao thông

A. chỉ có máy thu sóng vô tuyến.

B. có cả máy phát và thu sóng vô tuyến.

C. chỉ có máy phát sóng vô tuyến.

D. không có máy phát và thu sóng vô tuyến.

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Trong “máy bắn tốc độ” của cảnh sát giao thông sử dụng để đo tốc độ của phương tiện giao thông có cả máy phát và thu sóng vô tuyến.

**Câu 5:** ★☆☆☆☆ [9]

Khi sử dụng máy thu thanh vô tuyến điện, người ta vặn nút dò đài là để

A. thay đổi tần số của sóng tới.

B. tách tín hiệu cần thu ra khỏi sóng mang cao tần.

C. thay đổi tần số riêng của mạch chọn sóng.

D. khuếch đại tín hiệu thu được.

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: C.**

Khi sử dụng máy thu thanh vô tuyến điện, người ta vặn nút dò đài là để thay đổi tần số riêng của mạch chọn sóng.

**Câu 6:** ★☆☆☆☆ [9]

Trong sơ đồ của một máy phát sóng vô tuyến điện không có mạch

A. biến điệu.

B. khuếch đại.

C. tách sóng.

D. phát động cao tần.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: C.**

Trong sơ đồ của một máy phát sóng vô tuyến điện không có mạch tách sóng.

**Câu 7:** ★★★★★ [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 từ  $10\text{pF}$  đến  $500\text{pF}$ . Biết rằng, muốn thu được sóng điện từ thì tần số riêng của mạch dao động phải bằng tần số của sóng điện từ cần thu (để có cộng hưởng). Trong không khí, tốc độ truyền sóng điện từ là  $3.10^8\text{ m/s}$ , máy thu này có thể thu được sóng điện từ có bước sóng trong khoảng

A. từ 100 m đến 730 m.

B. từ 10,32 m đến 73 m.

C. từ 1,24 m đến 73 m.

D. từ 10 m đến 730 m.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Bước sóng của mạch dao động cho bởi:

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

Với  $C_1 = 10\text{pF}$ , ta thu được bước sóng

$$\lambda_1 = 2\pi c \sqrt{LC_1} = 2\pi \cdot 3.10^8 \sqrt{3.10^{-6} \cdot 10.10^{-12}} = 10,32\text{ m}.$$

Với  $C_2 = 500\text{pF}$ , ta thu được bước sóng

$$\lambda_2 = 2\pi c \sqrt{LC_2} = 2\pi \cdot 3.10^8 \sqrt{3.10^{-6} \cdot 500.10^{-12}} = 73\text{ m}.$$

Vậy máy này có thể thu được bước sóng trong khoảng từ 10,32 m đến 73 m.

# Ôn tập: Chương IV. Dao động và sóng điện từ

## 1. Lý thuyết: Điện từ trường

Câu 1: ★☆☆☆☆ [4]

Khi nói về điện từ trường, phát biểu nào sau đây là sai?

- A. Nếu tại một nơi có từ trường biến thiên theo thời gian thì tại đó xuất hiện điện trường xoáy.
- B. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một trường duy nhất gọi là điện từ trường.
- C. Trong quá trình lan truyền điện từ trường, vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ tại mọi điểm luôn vuông góc nhau.
- D. Điện trường không lan truyền được trong điện môi.

Hướng dẫn giải

Đáp án: D.

Điện trường lan truyền cả trong môi trường điện môi lẫn chân không.

Câu 2: ★☆☆☆☆ [10]

Khi một từ trường biến thiên không đều và không tắt theo thời gian sẽ sinh ra

- A. điện trường xoáy.
- B. từ trường đều.
- C. dòng điện không đổi.
- D. điện trường đều.

Hướng dẫn giải

Đáp án: A.

Từ trường biến thiên sinh ra điện trường xoáy.

Hướng dẫn giải

BẢNG ĐÁP ÁN

01.D	02.A								
------	------	--	--	--	--	--	--	--	--

## 2. Lý thuyết: Sóng điện từ và truyền sóng điện từ

Câu 1: ★☆☆☆☆ [9]

Đặc điểm không phải đặc điểm chung của sóng cơ và sóng điện từ là

- A. là sóng ngang.
- B. truyền được trong chân không.
- C. bị nhiễu xạ khi gặp vật cản.
- D. mang năng lượng

Hướng dẫn giải

Đáp án: B.

Sóng cơ không truyền được trong chân không.

Câu 2: ★☆☆☆☆ [3]

Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường tại một điểm luôn dao động

- A. lệch pha nhau  $\frac{\pi}{4}$ .
- B. cùng pha nhau.
- C. lệch pha nhau  $\frac{\pi}{2}$ .
- D. ngược pha nhau.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường tại một điểm luôn dao động cùng pha nhau.

**Câu 3:** ★☆☆☆☆ [7]

Sóng điện từ

- A. có điện trường và từ trường tại một điểm dao động cùng phương.
- B. là sóng dọc hoặc sóng ngang tùy vào môi trường truyền sóng.
- C. không truyền được trong chân không.
- D. là điện từ trường lan truyền trong không gian theo thời gian.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: D.**

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian theo thời gian.

**Câu 4:** ★☆☆☆☆ [7]

Một sóng điện từ có tần số 100 MHz truyền với tốc độ  $3 \cdot 10^8$  m/s có bước sóng là

- A. 0,3 m
- B. 3 m.
- C. 30 m.
- D. 300 m.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Bước sóng của sóng điện từ cho bởi:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{100 \cdot 10^6} = 3 \text{ m.}$$

**Câu 5:** ★☆☆☆☆ [12]

Sóng điện từ là

- A. điện từ trường lan truyền trong không gian.
- B. sóng cơ và truyền được trong chất lỏng.
- C. sóng dọc và truyền được trong chân không.
- D. sóng ngang và không thể truyền trong chân không.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: A.**

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.

**Câu 6:** ★☆☆☆☆ [10]

Sóng điện từ

- A. là sóng dọc hoặc sóng ngang.
- B. là điện từ trường lan truyền trong không gian.
- C. có thành phần điện trường và thành phần từ trường tại một điểm dao động cùng phương.
- D. không truyền được trong chân không.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.

**Câu 7:** ★☆☆☆☆ [4]

Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào sau đây là sai?

- A. Sóng điện từ mang năng lượng.
- B. Sóng điện từ tuân theo các quy luật giao thoa, nhiễu xạ.
- C. Sóng điện từ là sóng ngang.
- D. Sóng điện từ không truyền được trong chân không.

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: D.**

Sóng điện từ truyền được trong chân không.

**Câu 8:** ★☆☆☆☆ [7]

Đối với sự lan truyền sóng điện từ thì

- A. vectơ cường độ điện trường cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cảm ứng từ vuông góc với vectơ cường độ điện trường.
- B. vectơ cảm ứng từ cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cường độ điện trường vuông góc với vectơ cảm ứng từ.
- C. vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn vuông góc với phương truyền sóng.
- D. vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn cùng phương với phương truyền sóng.

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: C.**

Đối với sự lan truyền sóng điện từ thì vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn vuông góc với phương truyền sóng.

**Câu 9:** ★☆☆☆☆ [2]

Sóng điện từ được dùng trong lò vi ba (vi sóng) để hâm nóng, nấu chín thức ăn là

- A. tia tử ngoại.
- B. sóng cực ngắn.
- C. tia hồng ngoại.
- D. sóng ngắn.

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Sóng điện từ được dùng trong lò vi ba (vi sóng) để hâm nóng, nấu chín thức ăn là sóng cực ngắn.

**Câu 10:** ★☆☆☆☆ [3]

Trong chân không, các bức xạ được sắp xếp theo tần số tăng dần là

- A. Tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.
- B. Ánh sáng tím, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.
- C. Tia Rơn-ghen, tia tử ngoại, ánh sáng tím, tia hồng ngoại.
- D. Tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia Rơn-ghen, tia tử ngoại.

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: A.**

Trong chân không, các bức xạ được sắp xếp theo tần số tăng dần là tia hồng ngoại, ánh sáng tím, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen.

**Câu 11:** ★★☆☆☆ [7]

Một sóng điện từ truyền qua điểm M trong không gian. Cường độ điện trường và cảm ứng từ tại M biến thiên điều hòa với giá trị cực đại lần lượt là  $E_0$  và  $B_0$ . Khi cảm ứng từ tại M bằng  $0,5B_0$  thì cường độ điện trường tại đó có độ lớn là

- A.  $2E_0$ .
- B.  $E_0$ .
- C.  $0,25E_0$ .
- D.  $0,5E_0$ .

#### Hướng dẫn giải

**Đáp án: D.**

Vì điện trường và từ trường cùng pha nên khi cảm ứng từ bằng  $0,5B_0$  thì cường độ điện trường bằng  $0,5E_0$ .

**Câu 12:** ★★☆☆☆ [3]

Một sóng điện từ có tần số  $15 \cdot 10^6$  Hz truyền trong môi trường với tốc độ  $2,25 \cdot 10^8$  m/s. Trong môi trường đó, sóng điện từ có bước sóng là

- A. 45 m.                      B. 15 m.                      C. 7,5 m.                      D. 6,7 m.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: B.**

Bước sóng của sóng điện từ cho bởi

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{2,25 \cdot 10^8}{15 \cdot 10^6} = 15 \text{ m.}$$

**Câu 13:** ★★☆☆☆ [3]

Tại một điểm có sóng điện từ truyền qua, cường độ điện trường biến thiên theo phương trình  $E = E_0 \cos\left(2\pi \cdot 10^8 t - \frac{2\pi}{3}\right)$  ( $E_0 > 0$ ,  $t$  tính bằng s). Kể từ lúc  $t = 0$ , thời điểm đầu tiên để cảm ứng từ tại điểm đó bằng không là

- A.  $\frac{10^{-8}}{9}$  s.                      B.  $\frac{10^{-8}}{12}$  s.                      C.  $\frac{10^{-8}}{8}$  s.                      D.  $\frac{10^{-8}}{6}$  s.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: B.**

Chu kì của sóng điện từ cho bởi

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi \cdot 10^8} = 10^{-8} \text{ s.}$$

Vì cảm ứng từ và cường độ điện trường luôn cùng pha nhau, nên thời điểm đầu tiên cảm ứng từ bằng không cũng chính là thời điểm đầu tiên cường độ điện trường bằng không.

Từ đường tròn pha, ta xác định được thời điểm đầu tiên cường độ điện trường bằng không cho bởi:

$$t = \frac{T}{12} = \frac{10^{-8}}{12} \text{ s.}$$

**Hướng dẫn giải**

**BẢNG ĐÁP ÁN**

01.B	02.B	03.D	04.B	05.A	06.B	07.D	08.C	09.B	10.A
11.D	12.B	13.B							

**3. Lý thuyết: Nguyên tắc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến**

**Câu 1:** ★☆☆☆☆ [1]

Máy phát thanh vô tuyến đơn giản không có bộ phận nào sau đây?

- A. Mạch biến điệu.                      B. Micro.                      C. Mạch tách sóng.                      D. Mạch khuếch đại.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: C.**

Máy phát thanh vô tuyến đơn giản không có bộ phận mạch tách sóng.

**Câu 2:** ★☆☆☆☆ [1]

Sóng vô tuyến điện không bị tần điện li hấp thụ, phản xạ và truyền thẳng qua được tầng điện li có bước sóng là

- A. 20 m.                      B. 2 m.                      C. 2000 m.                      D. 200 m.

**Hướng dẫn giải**



**Đáp án: B.**

Sóng vô tuyến không bị tần điện li hấp thụ, phản xạ và truyền thẳng qua được tầng điện li là sóng cực ngắn có bước sóng vào cỡ vài mét.

**Câu 3:** ★☆☆☆☆ [3]

Ở đảo Song Tử Tây (là đảo lớn thứ hai của quần đảo Trường Sa do Việt Nam quản lý), để có thể xem được các chương trình truyền hình phát sóng qua vệ tinh, người ta dùng anten thu sóng trực tiếp từ vệ tinh, qua bộ xử lý tín hiệu rồi đưa ra màn hình. Sóng điện từ mà anten trực tiếp thu từ vệ tinh là loại

A. sóng ngắn.

B. sóng cực ngắn.

C. sóng trung.

D. sóng dài.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: B.**

Sóng vô tuyến dùng để truyền phát tín hiệu qua vệ tinh là sóng cực ngắn.

**Câu 4:** ★☆☆☆☆ [7]

Trong “máy bắn tốc độ” của cảnh sát giao thông sử dụng để đo tốc độ của phương tiện giao thông

A. chỉ có máy thu sóng vô tuyến.

B. có cả máy phát và thu sóng vô tuyến.

C. chỉ có máy phát sóng vô tuyến.

D. không có máy phát và thu sóng vô tuyến.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: B.**

Trong “máy bắn tốc độ” của cảnh sát giao thông sử dụng để đo tốc độ của phương tiện giao thông có cả máy phát và thu sóng vô tuyến.

**Câu 5:** ★☆☆☆☆ [9]

Khi sử dụng máy thu thanh vô tuyến điện, người ta vặn nút dò đài là để

A. thay đổi tần số của sóng tới.

B. tách tín hiệu cần thu ra khỏi sóng mang cao tần.

C. thay đổi tần số riêng của mạch chọn sóng.

D. khuếch đại tín hiệu thu được.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: C.**

Khi sử dụng máy thu thanh vô tuyến điện, người ta vặn nút dò đài là để thay đổi tần số riêng của mạch chọn sóng.

**Câu 6:** ★☆☆☆☆ [9]

Trong sơ đồ của một máy phát sóng vô tuyến điện không có mạch

A. biến điệu.

B. khuếch đại.

C. tách sóng.

D. phát động cao tần.

**Hướng dẫn giải**

**Đáp án: C.**

Trong sơ đồ của một máy phát sóng vô tuyến điện không có mạch tách sóng.

**Câu 7:** ★★★★★ [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 từ  $10\text{pF}$  đến  $500\text{pF}$ . Biết rằng, muốn thu được sóng điện từ thì tần số riêng của mạch dao động phải bằng tần số của sóng điện từ cần thu (để có cộng hưởng). Trong không khí, tốc độ truyền sóng điện từ là  $3.10^8\text{ m/s}$ , máy thu này có thể thu được sóng điện từ có bước sóng trong khoảng

A. từ 100 m đến 730 m.

B. từ 10,32 m đến 73 m.

C. từ 1,24 m đến 73 m.

D. từ 10 m đến 730 m.

### Hướng dẫn giải

**Đáp án: B.**

Bước sóng của mạch dao động cho bởi:

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

Với  $C_1 = 10pF$ , ta thu được bước sóng

$$\lambda_1 = 2\pi c \sqrt{LC_1} = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \sqrt{3 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-12}} = 10,32 \text{ m}.$$

Với  $C_2 = 500pF$ , ta thu được bước sóng

$$\lambda_1 = 2\pi c \sqrt{LC_2} = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \sqrt{3 \cdot 10^{-6} \cdot 500 \cdot 10^{-12}} = 73 \text{ m}.$$

Vậy máy này có thể thu được bước sóng trong khoảng từ 10,32 m đến 73 m.

### Hướng dẫn giải

### BẢNG ĐÁP ÁN

01.C	02.C	03.B	04.B	05.B	06.C	07.B			
------	------	------	------	------	------	------	--	--	--

## CHƯƠNG 5

---

# Dòng điện không đổi

---

Bài 1. Dòng điện. Cường độ dòng điện . . . . .	52
Bài 2. Điện trở. Định luật Ohm . . . . .	53
Bài 3. Nguồn điện . . . . .	54
Bài 4. Năng lượng điện. Công suất điện . . . . .	55
Bài 5. Sóng dừng. . . . .	56
Bài 6. Bài tập về sóng. . . . .	57
Bài 7. Thí nghiệm đo tốc độ truyền âm . . . . .	58
Bài 8. Ôn tập Chương 2. . . . .	59

## **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**