

CHƯƠNG 1 – DAO ĐỘNG VÀ SÓNG

II. TÓM TẮT NỘI DUNG

A. DAO ĐỘNG

1. Dao động cơ

* Dao động điều hoà là dao động mà độ lệch khỏi vị trí cân bằng của vật là hàm của sin hay cosin theo thời gian. Phương trình của dao động cơ điều hoà: $x = A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$

* Dao động cơ tắt dần khác với dao động điều hoà do có thêm lực cản của môi trường. Phương trình dao động cơ tắt dần: $x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$

Để đặc trưng cho sự tắt dần là giảm lượng loga: $\delta = \ln \frac{A_{(t)}}{A_{(t+T)}} = \ln \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = \beta T$

* Dao động cơ cưỡng bức

Sau mỗi chu kỳ, tác dụng lên hệ một lực tuần hoàn: $\vec{F} = \vec{F}_0 \cos(\Omega t)$

Phương trình dao động cưỡng bức có dạng: $x = A_0 \cos(\Omega t + \Phi)$ Trong đó: - Tần số cưỡng bức: Ω

- Biên độ:
$$A = \frac{F_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\beta^2 \Omega^2}}$$

- Pha ban đầu Φ :
$$\tan \Phi = \frac{2\beta\Omega}{\omega_0^2 - \Omega^2}$$

Hiện tượng này gọi là hiện tượng cộng hưởng: $\omega_0^2 - \Omega^2 = 0 \Rightarrow \Omega = \omega_0$

$$A_{CH} = \frac{F_0}{2\beta\Omega} = \frac{F_0}{2\beta\omega_0}$$

2. Dao động điện từ:

* *Dao động điện từ điều hoà*

- *Mạch dao động điện từ LC*

- *Phương trình dao động điện từ điều hoà*: $i = I_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$

trong đó I_0 là biên độ của cường độ dòng điện, φ là pha ban đầu của dao động, ω_0 là tần số

góc riêng của dao động:
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

* Dao động điện từ tắt dần

- Mạch dao động điện từ RLC

- Phương trình dao động điện từ tắt dần: $i = I_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$

Với điều kiện hệ số tắt đủ nhỏ sao cho $\omega_0 > \beta$ hay $\frac{1}{LC} > \left(\frac{R}{2L}\right)^2$; $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2} < \omega_0$

Giảm lượng lôga : $\delta = \ln \frac{I_0 e^{-\beta t}}{I_0 e^{-\beta(t+T)}} = \beta T$

* Dao động điện từ cưỡng bức

- Mắc thêm vào mạch RLC một nguồn điện: $E = E_0 \sin \Omega t$

- Phương trình dao động điện từ cưỡng bức: $i = I_0 \cos(\Omega t + \Phi)$

Trong đó Ω là tần số góc của nguồn điện kích thích, I_0 là biên độ, Φ là pha ban đầu của dao động, được xác định bằng:

$$I_0 = \frac{E_0}{\sqrt{R^2 + \left(\Omega L - \frac{1}{\Omega C}\right)^2}}, \quad \cot \Phi = -\frac{\Omega L - \frac{1}{\Omega C}}{R}$$

*. **Hiện tượng cộng hưởng:** $\Omega L - \frac{1}{\Omega C} = 0$ hay $\Omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$\Omega_{ch} = \omega_0$$

3. Tổng hợp hai dao động

* Tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số

Hai dao động này cùng phương Ox và cùng tần số góc ω_0 , nhưng khác biên độ và pha ban đầu. Dao động tổng hợp của chất điểm bằng tổng của hai dao động thành phần

$$x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$$
$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}, \quad \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

- Nếu $(\varphi_2 - \varphi_1) = 2k\pi$, với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$, thì $\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = 1$ và biên độ A đạt cực đại: $A = A_1 + A_2 = A_{\max}$

- Nếu $(\varphi_2 - \varphi_1) = (2k + 1)\pi$, với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$, thì $\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = -1$ và biên độ A đạt cực tiểu: $A = |A_1 - A_2| = A_{\min}$

* **Tổng hợp hai dao động điều hoà có phương vuông góc, cùng tần số**

Phương trình quỹ đạo chuyển động tổng hợp của hai dao động điều hoà có phương vuông góc và có cùng tần số góc là : $\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$

Tổng hợp hai dao động điều hoà có phương vuông góc với nhau và cùng tần số góc là một dao động có dạng elip.

B. SÓNG

1. Một số khái niệm cơ bản về sóng

Sóng là quá trình lan truyền dao động trong môi trường. Sóng được chia thành hai loại: sóng ngang và sóng dọc.

Sóng ngang là sóng mà phương dao động của các phần tử vuông góc với phương truyền sóng.

Sóng dọc là sóng mà phương dao động của các phần tử trùng với phương truyền sóng.

Không gian có sóng truyền qua được gọi là *trường sóng*. *Mặt sóng* là quỹ tích những điểm dao động cùng pha trong trường sóng. Giới hạn giữa phần môi trường mà sóng đã truyền qua và chưa truyền tới gọi là *mặt đầu sóng*. Nếu sóng có mặt đầu sóng là mặt cầu thì được gọi là *sóng cầu* và nếu mặt đầu sóng là mặt phẳng thì được gọi là *sóng phẳng*.

2. Sóng cơ – sóng âm và hiệu ứng Doppler

2.1 Sóng cơ:

* Quá trình truyền dao động trong môi trường đàn hồi gọi là sóng cơ. Phần tử đầu tiên phát ra dao động gọi là nguồn sóng.

* Các đại lượng đặc trưng của sóng cơ:

- Phương trình sóng phẳng: $u = U_0 \cos \omega_0 \left(t - \frac{y}{v} \right)$

- Phương trình sóng cầu: $u = A \cos \omega_0 \left(t - \frac{y}{v} \right)$

Trong đó biên độ của sóng cầu: $A = k \frac{U_0}{y}$ (U_0 là biên độ sóng phẳng). Do đó phương

trình sóng cầu: $u = k \frac{U_0}{y} \cos \omega_0 \left(t - \frac{y}{v} \right)$

Trường hợp sóng truyền theo phương ngược lại: $u = k \frac{U_0}{y} \cos \omega_0 \left(t + \frac{y}{v} \right)$

- Mật độ năng lượng sóng: $\bar{\omega} = \frac{\overline{\Delta W}}{\Delta V} = \frac{1}{2} \rho \omega_0^2 U_0^2$

* **Nguyên lý chồng chất sóng:** “*Khi hai hay nhiều sóng có biên độ nhỏ, đồng thời truyền qua miền nào đó của môi trường đàn hồi thì giao động của mỗi điểm trong miền đó là tổng hợp các dao động gây bởi từng sóng riêng rẽ. Các sóng đó không làm nhiễu loạn nhau. Sau khi gặp nhau, các sóng đó vẫn truyền đi như khi chúng truyền đi riêng rẽ.*”

* **Sự giao thoa sóng cơ:** Khi có hai sóng kết hợp gặp nhau thì trong miền gặp nhau có những chỗ biên độ dao động cực đại, những chỗ biên độ dao động cực tiểu.

* **Nguyên lý Huyghen:** - “*Mỗi điểm trong không gian nhận được sóng từ nguồn thực S truyền đến đều trở thành nguồn thứ cấp phát sóng về phía trước nó.*”

* Nhiễu xạ sóng cơ: Hiện tượng các tia sóng đổi phương truyền khi đi qua các chướng ngại vật gọi là hiện tượng nhiễu xạ

2.2. Sóng âm và hiệu ứng Doppler

* **Sóng âm:** là sóng dọc lan truyền trong môi trường, (có biên độ nhỏ mà thính giác của ta có thể nhận biết được).

Những dao động âm có tần số trong khoảng từ 20 Hz đến 20 000 Hz. Những dao động có tần số nhỏ hơn 20 Hz gọi là sóng hạ âm, những dao động có tần số lớn hơn 20 000 Hz gọi là sóng siêu âm.

Riêng trong chất khí vận tốc âm v được tính bằng công thức:
$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}$$

Với R là hằng số khí lý tưởng, $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$, T là nhiệt độ tuyệt đối của chất khí, μ là khối lượng

của một kilômol khí

* **Hiệu ứng Doppler:** Là một hiệu ứng trong đó tần số và bước sóng của các [sóng âm](#), [sóng điện từ](#) hay các [sóng](#) nói chung bị thay đổi khi nguồn phát sóng chuyển động tương đối với người quan sát.

- Trường hợp tổng quát, nguồn âm và máy thu đều chuyển động:
$$\nu' = \frac{v + u'}{v - u} \nu$$

- Trường hợp nguồn đứng yên, máy thu chuyển động:
$$\nu' = \left(1 + \frac{u'}{v}\right) \nu$$

- Trường hợp nguồn chuyển động, máy thu đứng yên:
$$\nu' = \frac{v}{v - u} \nu$$

3. Sóng điện từ

* Sóng điện từ là trường điện từ biến thiên truyền đi trong không gian

* Những tính chất của sóng điện từ

- Hệ phương trình Maxwell của sóng điện từ:

$$\text{rot}\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t} \qquad \text{rot}\vec{H} = \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}$$

$$\text{div}\vec{D} = 0 \qquad \text{div}\vec{B} = 0$$

$$\vec{D} = \varepsilon_0\varepsilon\vec{E} \qquad \vec{B} = \mu_0\mu\vec{H}$$

- Sóng điện từ tồn tại trong chân không và trong môi trường chất (khác với sóng cơ, không tồn tại trong chân không)

- Sóng điện từ là sóng ngang.

- Vận tốc truyền sóng điện từ: $v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$.

* Sóng điện từ phẳng đơn sắc: là sóng điện từ có những đặc tính sau:

- Các mặt sóng là những mặt phẳng song song, nghĩa là phương truyền sóng là những đường thẳng song song và nguồn sóng coi như ở rất xa.

- Các véc tơ \vec{E} và \vec{H} có phương không thay đổi và có trị số của chúng là hàm sin hoặc cos theo thời gian t.

- sóng điện từ phẳng đơn sắc có một tần số xác định ω (nghĩa là chu kỳ $T = \frac{2\pi}{\omega}$ xác định).

- Trong một số môi trường nhất định nó có bước sóng xác định: $\lambda = vT$

- Hai véc tơ \vec{E} và \vec{H} (hay \vec{B}) luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng.

- Ba véc tơ \vec{E} , \vec{H} , \vec{v} theo thứ tự hợp thành tam diện thuận.

- \vec{E} và \vec{H} luôn luôn dao động cùng pha., cụ thể là luôn luôn có trị số tỷ lệ với nhau:

$$\sqrt{\varepsilon_0\varepsilon}|\vec{E}| = \sqrt{\mu_0\mu}|\vec{H}|$$

Phương trình dao động của \vec{E} và \vec{H} :

$$E = E_0 \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right); \quad H = H_0 \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$$

* Mật độ năng lượng sóng điện từ: $\omega = \frac{1}{2} \varepsilon_0\varepsilon E^2 + \frac{1}{2} \mu_0\mu H^2$

* cường độ sóng điện từ tỉ lệ với bình phương biên độ của cường độ điện trường hay cường độ từ trường.

III. CÂU HỎI LÝ THUYẾT

1. Phương trình dao động điều hoà riêng không tắt (cho dao động cơ và dao động điện từ.)
2. Viết biểu thức tần số và chu kỳ của dao động riêng không tắt.
3. Mô tả mạch dao động cơ / điện từ tắt dần. Biểu thức của dòng điện trong mạch dao động điện từ tắt dần.
4. Viết biểu thức tần số và chu kỳ của mạch dao động cơ / dao động điện từ tắt dần. So sánh chu kỳ dao động tắt dần với chu kỳ dao động riêng.
5. Mô tả mạch dao động cơ / dao động điện từ cưỡng bức. Thiết lập biểu thức của dòng điện trong mạch dao động điện từ cưỡng bức. Nêu ý nghĩa của các đại lượng có trong biểu thức.
6. Hiện tượng cộng hưởng là gì? Khi nào xảy ra hiện tượng cộng hưởng?
7. Viết phương trình dao động tổng hợp của hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số. Khi nào thì biên độ dao động tổng hợp đạt giá trị cực đại và cực tiểu?
8. Viết phương trình dao động tổng hợp của hai dao động điều hoà cùng tần số có phương vuông góc với nhau. Với điều kiện nào thì dao động tổng hợp có dạng đường thẳng, elip vuông, đường tròn?
10. Viết phương trình sóng phẳng cơ / điện và nêu các đại lượng đặc trưng.
11. Sóng điện từ, Hệ phương trình Maxwell và các tính chất đặc trưng.
12. Mối quan hệ tần số của nguồn phát và nguồn thu của sóng âm khi nguồn phát và thu có sự chuyển động đối với nhau.

IV. BÀI TẬP

Thí dụ 1: Một mạch dao động điện từ điều hoà gồm một cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm $L = 5.10^{-2}H$ và một tụ điện có điện dung $C = 2.10^{-6}F$, tụ được tích điện tới hiệu điện thế cực đại $U_0 = 120V$. Tính:

- a. Tần số dao động của mạch.
- b. Năng lượng điện từ của mạch.
- c. Dòng điện cực đại trong mạch.

Bài giải:

- a. Tần số dao động của mạch:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2.3,14.\sqrt{5.10^{-2}.2.10^{-6}}} = 500 \text{ Hz}$$

- b. Năng lượng dao động của mạch: $E = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}2.10^{-6}.(120)^2 = 0,014J$

c. Dòng điện cực đại trong mạch:

$$E = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow I_0 = \sqrt{\frac{CU_0^2}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot (120)^2}{5 \cdot 10^{-2}}} = 0,76A$$

Thí dụ 2: Một mạch dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung $C = 7\mu F$, cuộn dây có hệ số tự cảm $L = 0,23H$ và điện trở $R = 40\Omega$. Ban đầu điện tích trên hai bản tụ $Q_0 = 5,6 \cdot 10^{-4}C$. Tìm:

- Chu kỳ dao động điện từ trong mạch.
- Lượng giảm lôga của mạch dao động điện từ tương ứng.
- Phương trình biến thiên theo thời gian của cường độ dòng điện trong mạch và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện.

Bài giải:

a. Vì điện trở $R = 40\Omega \neq 0$ nên dao động điện từ trong mạch là dao động điện từ tắt dần. Phương trình dao động của điện tích trên hai bản tụ: $q = Q_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$

Khi $t = 0$ thì $q = Q_0 \cos \varphi$, nhưng theo giả thiết $q = Q_0$ nên $\varphi = 0 \rightarrow$ phương trình dao động của điện tích trên hai bản tụ: $q = Q_0 e^{-\beta t} \cos \omega t$

Chu kỳ dao động của mạch:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}} = \frac{2 \cdot 3,14}{\sqrt{\frac{1}{0,23 \cdot 7 \cdot 10^{-6}} - \left(\frac{40}{2 \cdot 0,23}\right)^2}} = 8 \cdot 10^{-3} s$$

b. Lượng giảm lôga của dao động điện từ trong mạch:

$$\delta = \beta T = \frac{RT}{2L} = \frac{40 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,23} = 0,7$$

c. Phương trình biến thiên theo thời gian của cường độ dòng điện và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 250\pi \text{ (rad/s)}, i = \frac{dq}{dt} = -0,44e^{-87t} \sin 250\pi \text{ (A)}$

$$u = \frac{q}{C} = 80e^{-87t} \cos 250\pi \text{ (V)}$$

Bài tập tự giải

1. Một mạch dao động điện từ điều hoà gồm một tụ điện có điện dung $C = 2\mu F$ và một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 0,5H$. Tụ được tích đến hiệu điện thế cực đại $U_0 = 100V$. Tìm:

- Năng lượng điện từ của mạch.
- Dòng điện cực đại trong mạch.

2. Một mạch dao động điện từ điều hoà gồm một tụ điện có điện dung $C = 0,25\mu\text{F}$ và một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 1,015\text{H}$. Điện tích cực đại trên hai bản tụ $Q_0 = 2,5\mu\text{C}$. Tìm:

a.. Chu kỳ, tần số dao động của mạch.

b. Năng lượng điện từ của mạch.

c.. Dòng điện cực đại trong mạch.

3. Một mạch dao động điện từ có điện dung $C = 0.25\mu\text{F}$, hệ số tự cảm $L = 1.015\text{H}$ và điện trở $R = 0$. Ban đầu hai cốt của tụ điện được tích điện $Q_0 = 2.5 \cdot 10^{-6}\text{C}$

a. Viết phương trình dao động của mạch điện đối với điện tích Q và dòng điện i .

b. Năng lượng điện từ của mạch.

c. Tần số dao động của mạch.

4. Một mạch dao động điện từ có điện dung $C = 0,405\mu\text{F}$ Hệ số tự cảm $L = 10^{-2}\text{H}$ và điện trở $R = 2\Omega$. Tìm:

a. Chu kỳ dao động của mạch

b. Sau thời gian một chu kỳ, hiệu điện thế giữa hai cốt của tụ điện giảm bao nhiêu lần?

5. Một mạch dao động gồm tụ điện có điện dung $C = 1,1 \cdot 10^{-9}\text{F}$, cuộn dây có độ tự cảm $L = 5 \cdot 10^{-5}\text{H}$ và lượng giảm lôga $\delta = 0,005$. Tìm thời gian để năng lượng điện từ trong mạch giảm đi 99%. Coi gần đúng chu kỳ dao động của mạch $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

6. Một mạch dao động điện từ điều hoà gồm một cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm $L = 1\text{H}$ và một tụ điện có điện tích trên hai bản tụ biến thiên điều hoà theo phương trình

$$q = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{\pi} \cos 400\pi t \text{ (C)}.$$

a. Tìm điện dung của tụ.

b. Tìm năng lượng điện từ của mạch.

c. Viết phương trình biến thiên theo thời gian của cường độ dòng điện trong mạch.

7. Một mạch dao động điện từ điều hoà gồm tụ điện có điện dung $C = 6,3 \cdot 10^{-7}\text{F}$ và một dây thuần cảm có hệ số tự cảm L . Phương trình biểu diễn sự biến thiên theo thời gian của cường độ dòng điện trong mạch $i = 0,02 \sin 400\pi t \text{ (A)}$. Tìm:

a. Chu kỳ, tần số dao động.

b. Hệ số tự cảm L .

- c. Năng lượng điện trường cực đại và năng lượng từ trường cực đại.
- d. Hiệu điện thế cực đại trên hai bản tụ.

8. Một mạch dao động điện từ điều hoà gồm tụ điện có điện dung $C = 9.10^{-7}F$ và cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm L . Hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện biến thiên điều hoà theo phương trình $u = 50\cos 10^4 \pi t$ (V).

- a. Tìm chu kỳ và tần số dao động.
- b. Tìm hệ số tự cảm L .
- c. Viết phương trình biến thiên của cường độ dòng điện trong mạch theo thời gian.
- d. Tìm năng lượng điện từ của mạch.

9. Một mạch dao động gồm tụ điện có điện dung $C = 0,4.10^{-6}F$, một cuộn dây có hệ số tự cảm $L = 10^{-2}H$ và điện trở $R = 2\Omega$.

- a. Tìm chu kỳ và tần số dao động của mạch.
- b. Sau thời gian một chu kỳ hiệu điện thế giữa hai cốt của tụ điện giảm đi bao nhiêu lần.

10. Một mạch dao động điện từ gồm tụ điện có điện dung $C = 0,4\mu F$, cuộn dây có độ tự cảm $L = 10^{-2}H$ và điện trở thuần của toàn mạch $R = 2\Omega$. Xác định:

- a. Chu kỳ dao động của mạch và lượng giảm loga.
- b. Sau thời gian bao lâu biên độ hiệu điện thế trên hai bản tụ giảm đi 3 lần

11. Một mạch dao động điện từ gồm tụ điện có điện dung $C = 0,2.10^{-6}F$, một cuộn dây có độ tự cảm $L = 5,07.10^{-3}H$ và điện trở R . Tìm:

- a. Lượng giảm lôga, biết hiệu điện thế trên hai bản tụ giảm đi 3 lần sau $10^{-3}s$. Coi gần đúng chu kỳ dao động của mạch theo công thức $T = 2\pi\sqrt{LC}$.
- b. Điện trở R của mạch.

12. Một mạch dao động điện từ điều hoà gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 3.10^{-5}H$ và một tụ điện. Mạch dao động cộng hưởng với bước sóng $\lambda = 750m$. Tìm điện dung của tụ điện. Cho $c = 3.10^8 m/s$.

13. Một mạch dao động điện từ điều hòa gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 1\text{H}$ và tụ điện có điện dung C . Điện tích trên hai bản tụ biến thiên theo thời gian theo phương trình: $q = 5 \cdot 10^{-6} \cos 4000\pi t$ (C). Tìm:

- Chu kỳ dao động, điện dung của tụ.
- Viết phương trình cường độ dòng điện tức thời trong mạch.
- Tính năng lượng điện từ trong mạch
- Tìm bước sóng cộng hưởng của mạch dao động.

14. Một mạch dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung $C = 2,5 \cdot 10^{-6}\text{ F}$, một cuộn dây có hệ số tự cảm $L = 120\text{mH}$, điện trở thuần $R = 40\ \Omega$. Hãy tìm:

- Chu kỳ dao động điện từ trong mạch, giảm lượng loga.
- Qui luật biến thiên của điện tích trên một bản của tụ điện trong mạch biết lúc đầu tụ điện có điện tích cực đại $Q_0 = 40\ \mu\text{C}$.

15. Một mạch dao động mà cường độ dòng điện dao động trong mạch có biểu thức $i = 10^{-2} \cos 1000\pi t$ (A). Hệ số tự cảm của cuộn cảm là $0,3\text{H}$. Xác định:

- Điện dung của tụ điện.
- Tính tỷ số năng lượng điện và năng lượng từ tại thời điểm $t = T/8$

16. Phương trình biểu diễn sự biến thiên theo thời gian của cường độ dòng điện trong mạch dao động được viết dưới dạng $i = 0,02 \sin 400\pi t$ (A), hệ số tự cảm L của mạch bằng 1H . Tìm:

- Chu kỳ dao động và điện dung C của mạch
- Hiệu điện thế cực đại trên hai bản tụ
- Năng lượng điện trường cực đại và năng lượng từ trường cực đại

17. Một mạch dao động điện từ R, L, C có $L = 0,1/\pi$ (H), $R = 2\Omega$. Hỏi sau thời gian bao lâu biên độ dao động giảm đi e lần.

18. Hai điểm sáng cách nhau một khoảng $y = 2\text{m}$ trên phương truyền sóng phẳng, bước sóng $\lambda = 1\text{m}$. Tìm hiệu pha của các dao động ở hai điểm đó tại cùng một thời điểm.

19. Một nguồn sóng O dao động với phương trình $x = \sin 2,5\pi t$ (cm). Tìm ly độ dao động của

một điểm M cách nguồn một khoảng $y = 20\text{m}$ tại thời điểm $t = 1\text{s}$. Biết vận tốc truyền sóng $u = 100\text{ m/s}$

20. Một con dơi bay theo hướng tới vuông góc với một bức tường với vận tốc 6 m/s . Con dơi phát ra một tia siêu âm có tần số $4,5 \cdot 10^4\text{ Hz}$. Hỏi dơi nhận được âm phản xạ có tần số là bao nhiêu? Biết vận tốc âm truyền trong không khí là 340 m/s .

21. Một nguồn âm phát ra một âm có tần số 500Hz chạy lại gần người quan sát với vận tốc là 200km/h . Hỏi người quan sát nghe thấy âm có tần số là bao nhiêu? Biết vận tốc âm truyền là 340m/s

22. Một viên đạn bay với vận tốc 200m/s . Hỏi độ cao của tiếng rít thay đổi bao nhiêu lần khi viên đạn bay qua trên đầu một người quan sát đang đứng yên. Biết vận tốc âm là 333m/s .