

BỘ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG
Học viện công nghệ Bưu chính- Viễn Thông

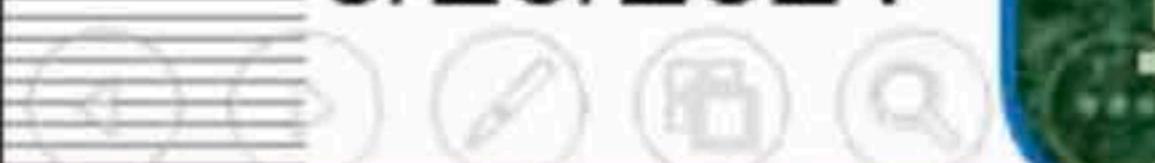


VẬT LÝ 3 VÀ THÍ NGHIỆM



Nguyễn Thị Thúy Liễu (0939 249 960)

lieubc1@gmail.com hoặc lieuntt@ptit.edu.vn



Nội dung



Chương 1: Dao động - sóng.

Chương 2: Giao thoa ánh sáng.

Chương 3: Nhiễu xạ ánh sáng.

Chương 4: Tán sắc, hấp thụ và tán xạ ánh sáng.

Chương 5: Phân cực ánh sáng.

Chương 6: Thuyết tương đối hẹp Einstein.

Chương 7: Quang học lượng tử.

Chương 8: Cơ học lượng tử.

Chương 9: Vật lí nguyên tử.

Chương 10: Vật lý chất rắn và bán dẫn.



Bài giảng Vật lý 3 và thí nghiệm

Tham khảo thêm:

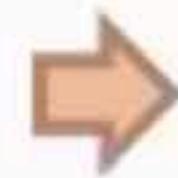
1. Vật lí đại cương. T.I, II, III - Lương Duyên Bình, Ngô Phú An, Lê Băng Sương và Nguyễn Hữu Tăng. NXB GD - 2003.
2. Cơ sở Vật lí, T.VI - Halliday, Resnick, Walker. NXB GD-1998.
3. Vật lí đại cương, tập I, II, III - Đặng Quang Khang và Nguyễn Xuân Chi. NXB-ĐHBK Hà nội - 2001.
4. Bài tập Vật lí Đại cương. T.I, II, III - Lương Duyên Bình. NXB GD- 1999.
5. Quang học, Huỳnh Huệ. NXB GD- 1992.
6. Quang học Nguyễn Thế Bình NXB ĐHQG Hà nội - 2007

.....

CHƯƠNG 1: ĐẠO ĐỘNG VÀ SÓNG



A. Dao động

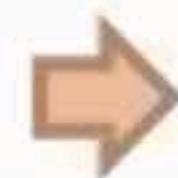


A.1 Dao động cơ

A.2 Dao động điện từ

A.3 Tổng hợp dao động

B. Sóng



B.1 Sóng cơ - Sóng âm và hiệu ứng Doppler

B.2 Sóng điện từ



A. DAO ĐỘNG



A.1 Dao động cơ



A.2 Dao động điện từ



A.3 Tổng hợp dao động



A.1. Dao động cơ

a. Dao động cơ điều hòa

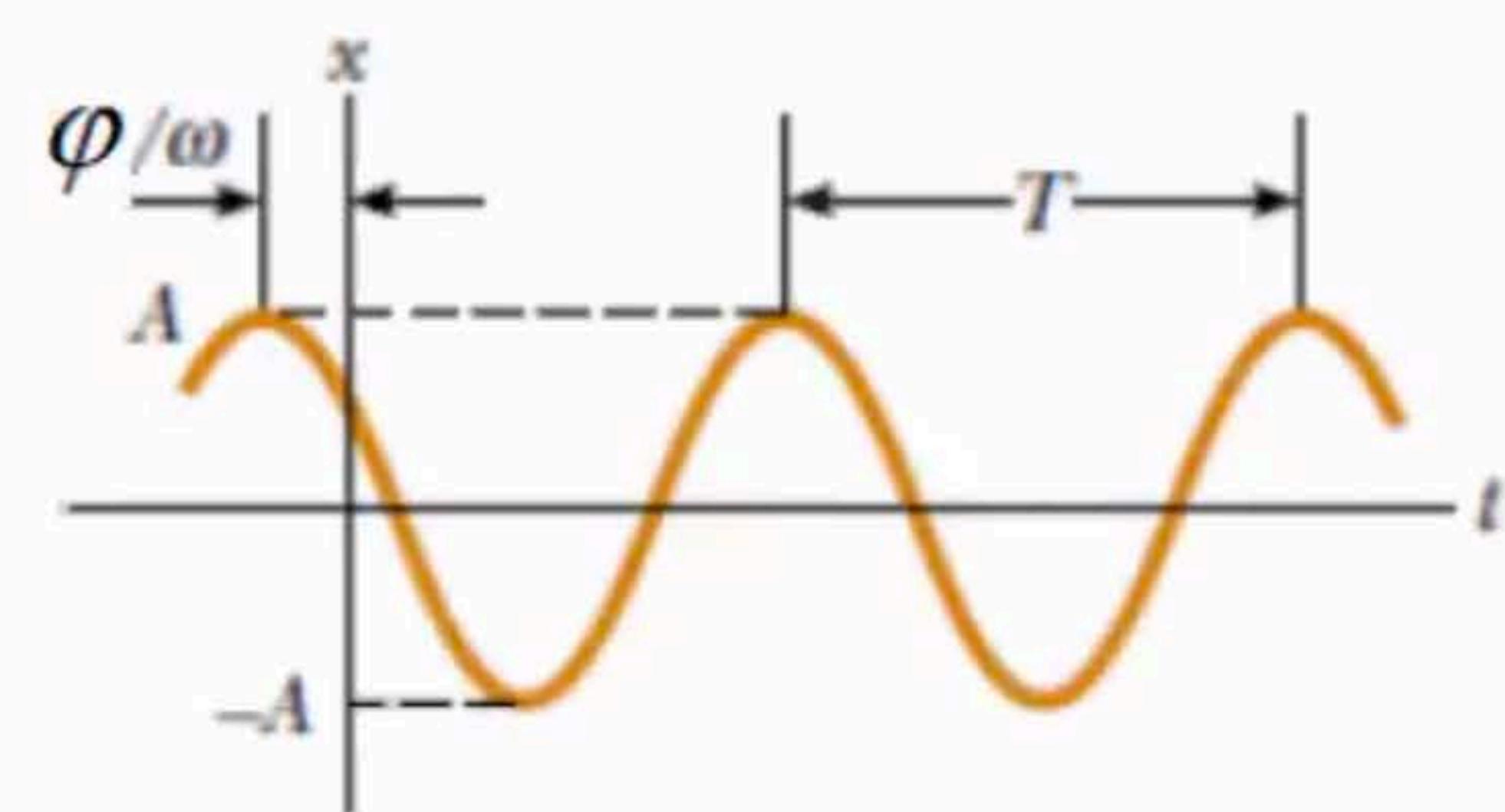
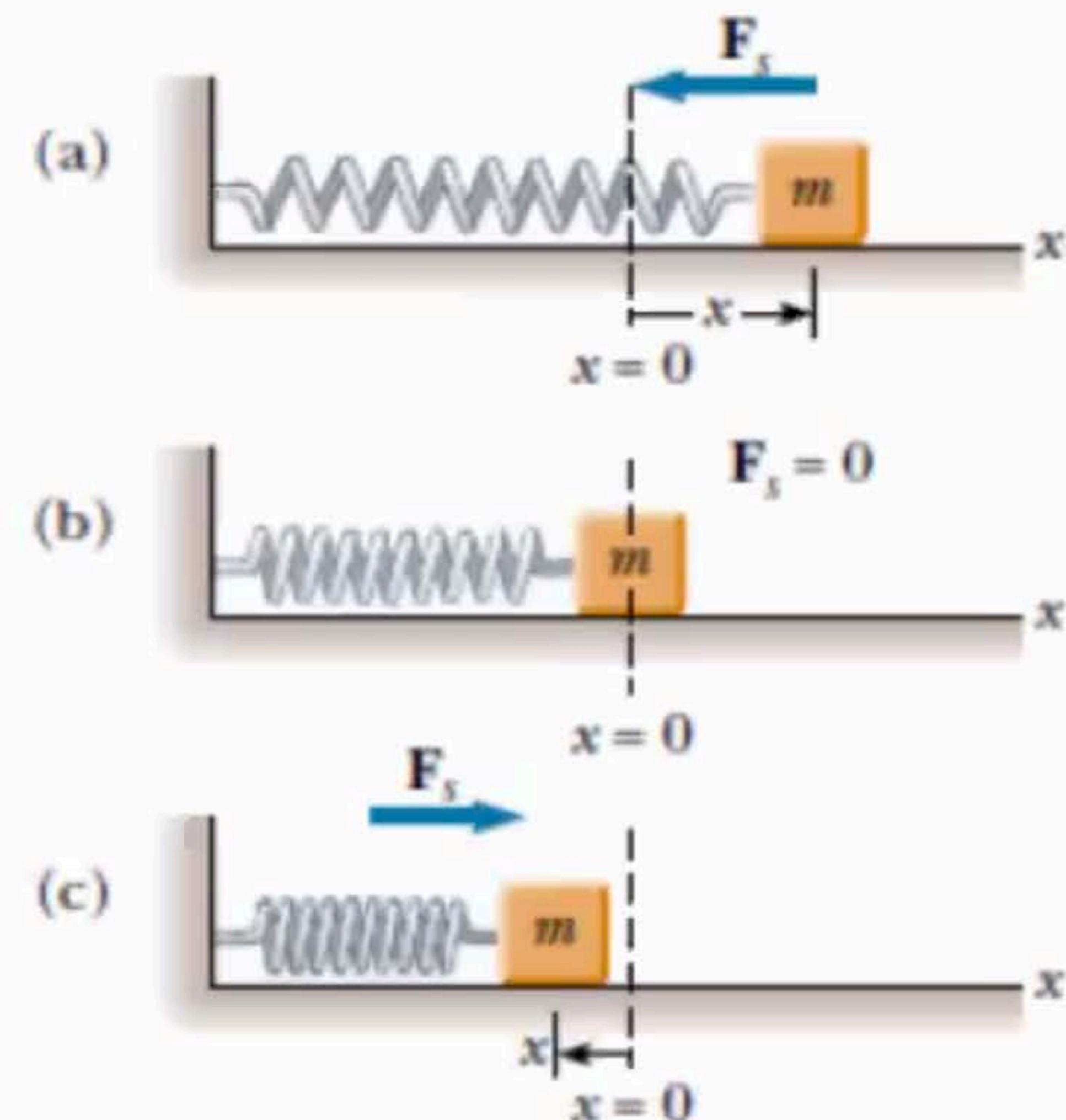
$$ma = F = -kx \quad a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$v = \frac{dx}{dt} = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi) = -\omega_0^2 x$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

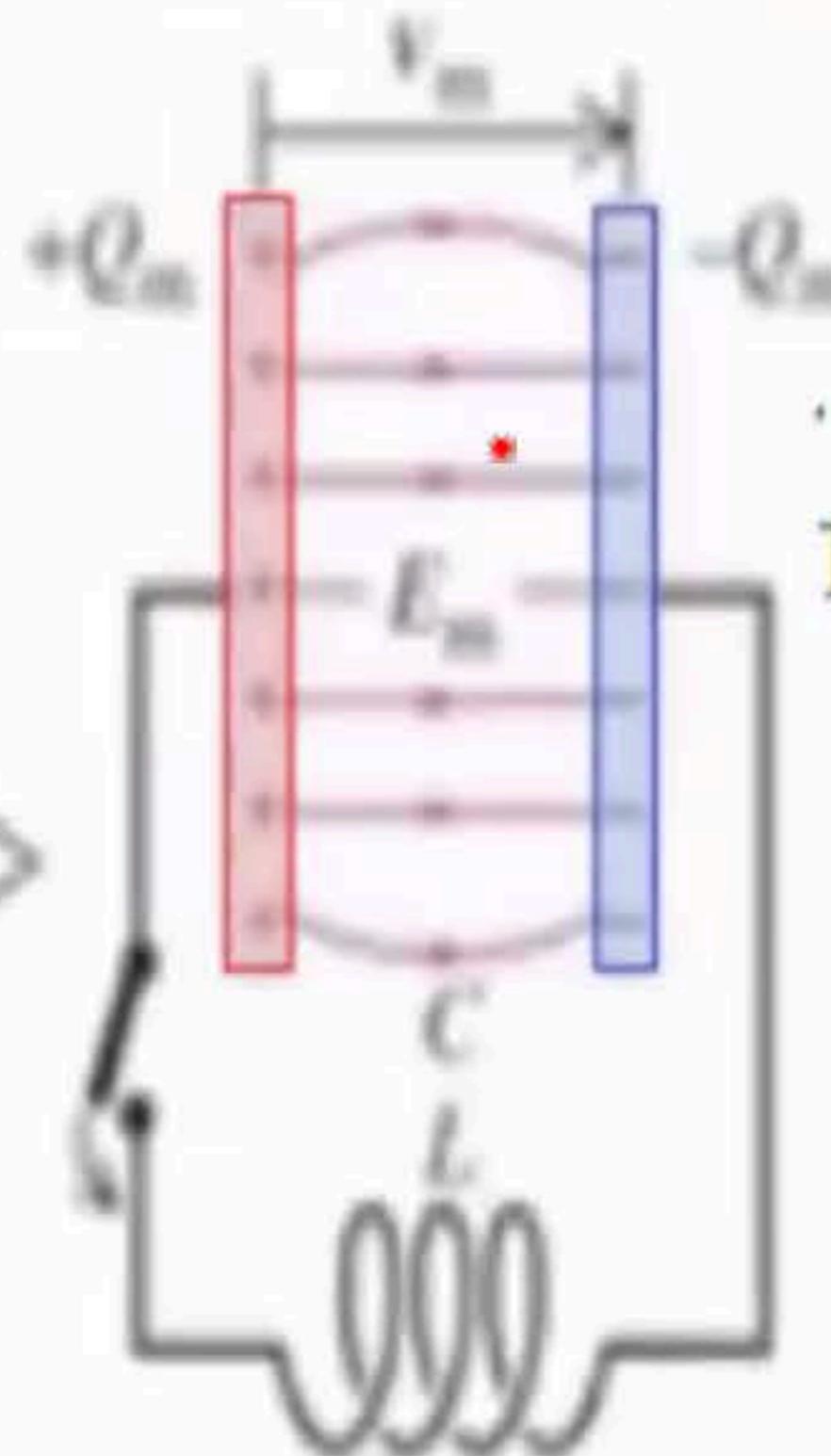


A.2. Dao động điện từ

Dao động điện từ là sự biến thiên tuần hoàn theo thời gian của các đại lượng điện và từ.

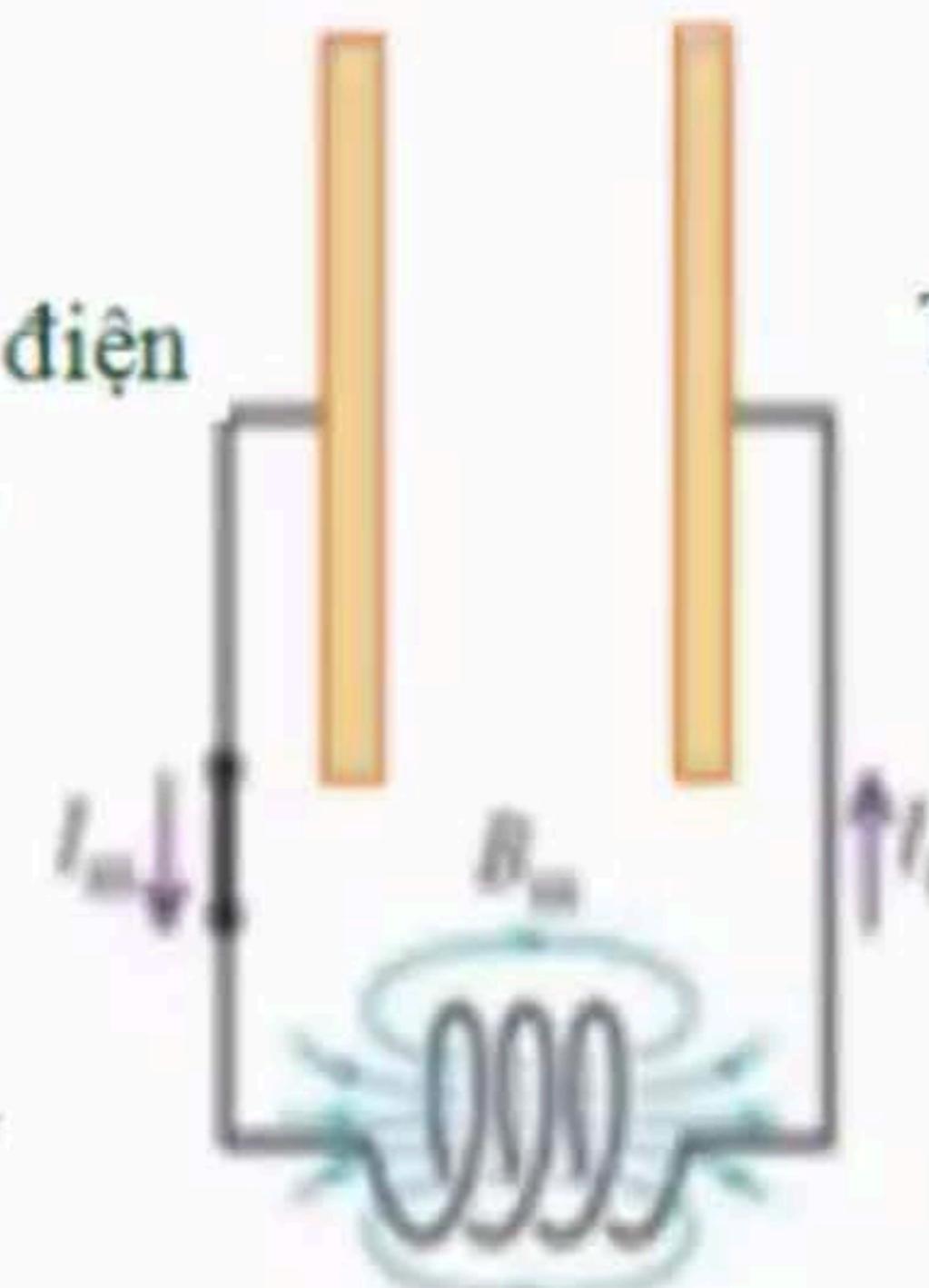
Tụ điện đảo cực

Tụ điện nạp đầy,
dòng điện bằng 0



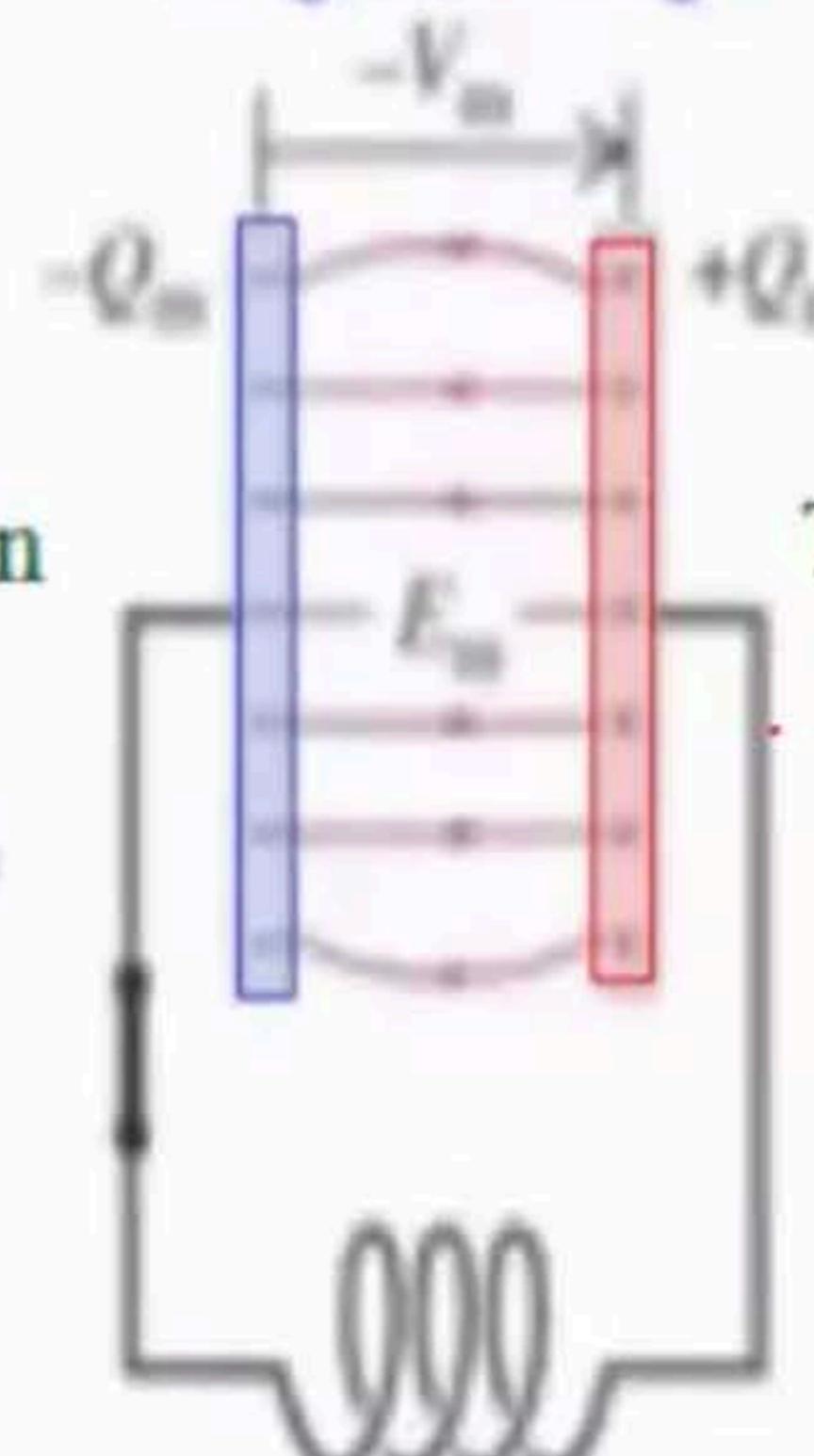
Tụ phóng điện
i tăng

Tụ điện phóng hất,
dòng điện cực đại

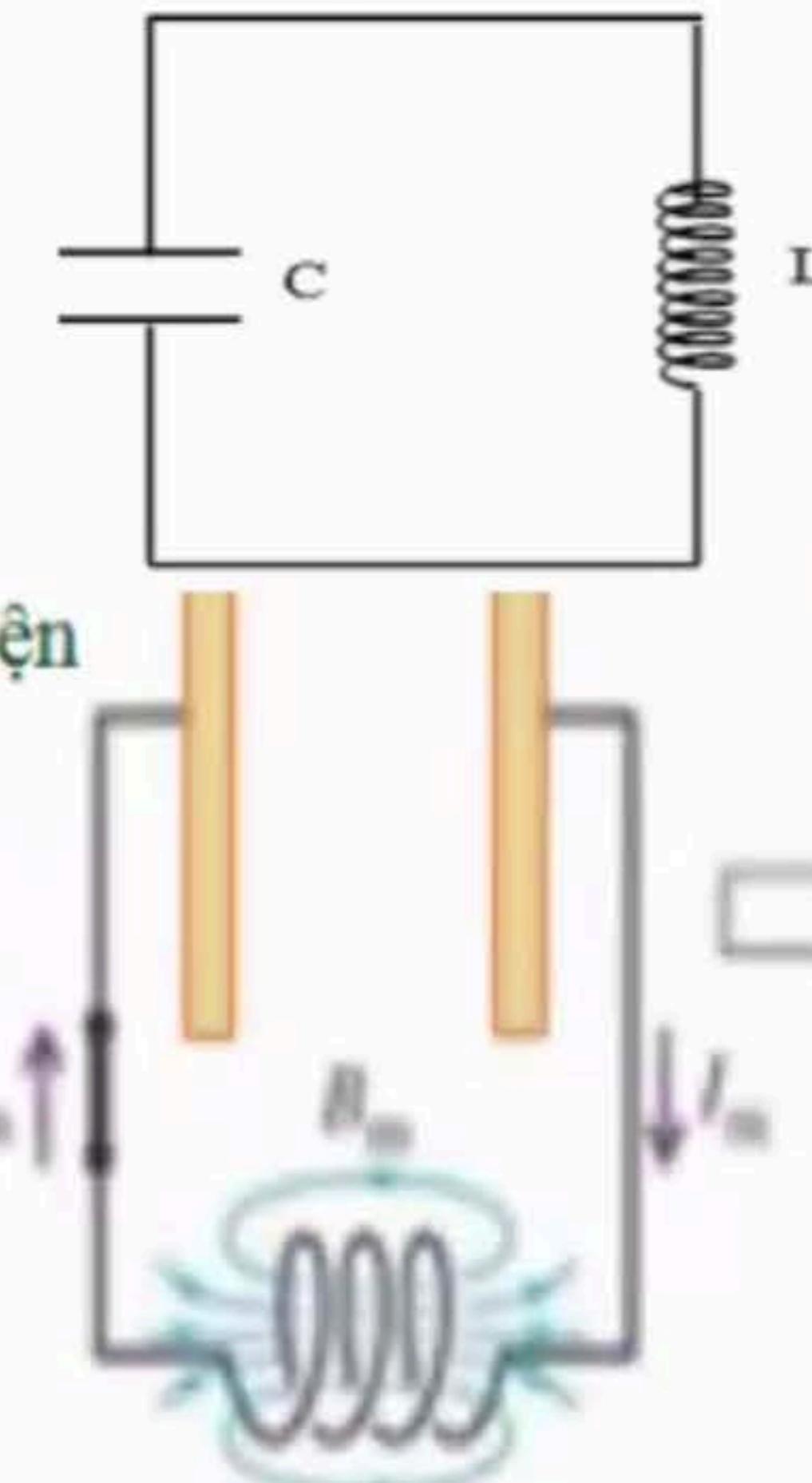


Tụ nạp điện
i giảm

Tụ điện nạp đầy,
dòng điện bằng 0



Tụ phóng điện
i tăng



(a) $t = 0$ and $t = T$
(close switch at $t = 0$)

$$(b) t = \frac{1}{4}T$$

$$(c) t = \frac{1}{2}T$$

$$(d) t = \frac{3}{4}T$$

$$E_m \rightarrow E_e$$

Tụ nạp điện, i giảm

$$E_m \leftrightarrow E_e$$

$$E = E_e + E_m = const$$

Dòng điện đảo chiều

2.1. Dao động điện từ điều hòa

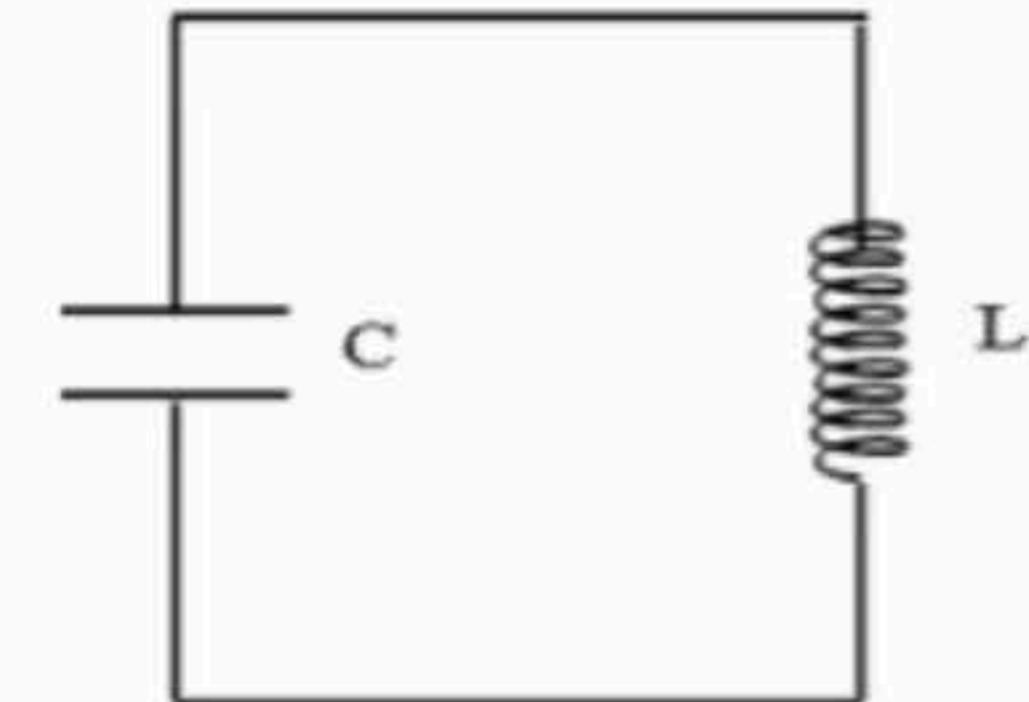
2* Phương trình dao động điện từ điều hòa

$$E = E_e + E_m = \text{const}$$

$$E = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$$i'' + \omega_0^2 i = D$$

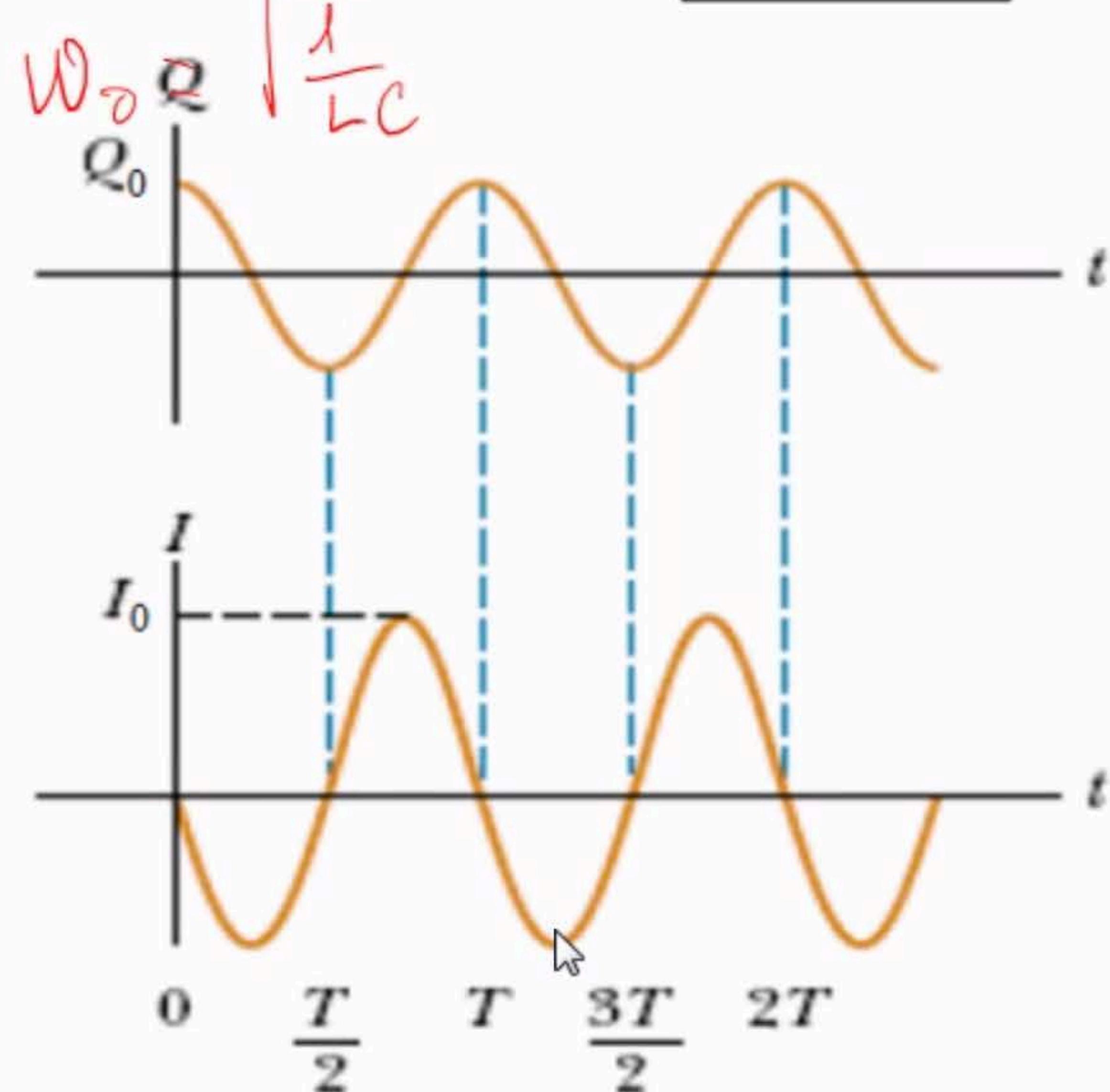


$$i = I_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$q = Q_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$u = U_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$$



$$\Leftrightarrow \frac{d^2i}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di}{dt} + \frac{1}{LC} i = 0$$

+ Đặt: $\beta = \frac{R}{2L}, \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$

$$\Rightarrow \frac{d^2i}{dt^2} + 2\beta \frac{di}{dt} + \omega_0^2 i = 0 \quad (**)$$

Điều kiện pt có nghiệm: $\frac{1}{LC} > \left(\frac{R}{2L}\right)^2$

+ Nghiệm của (**): $i = I_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \phi)$

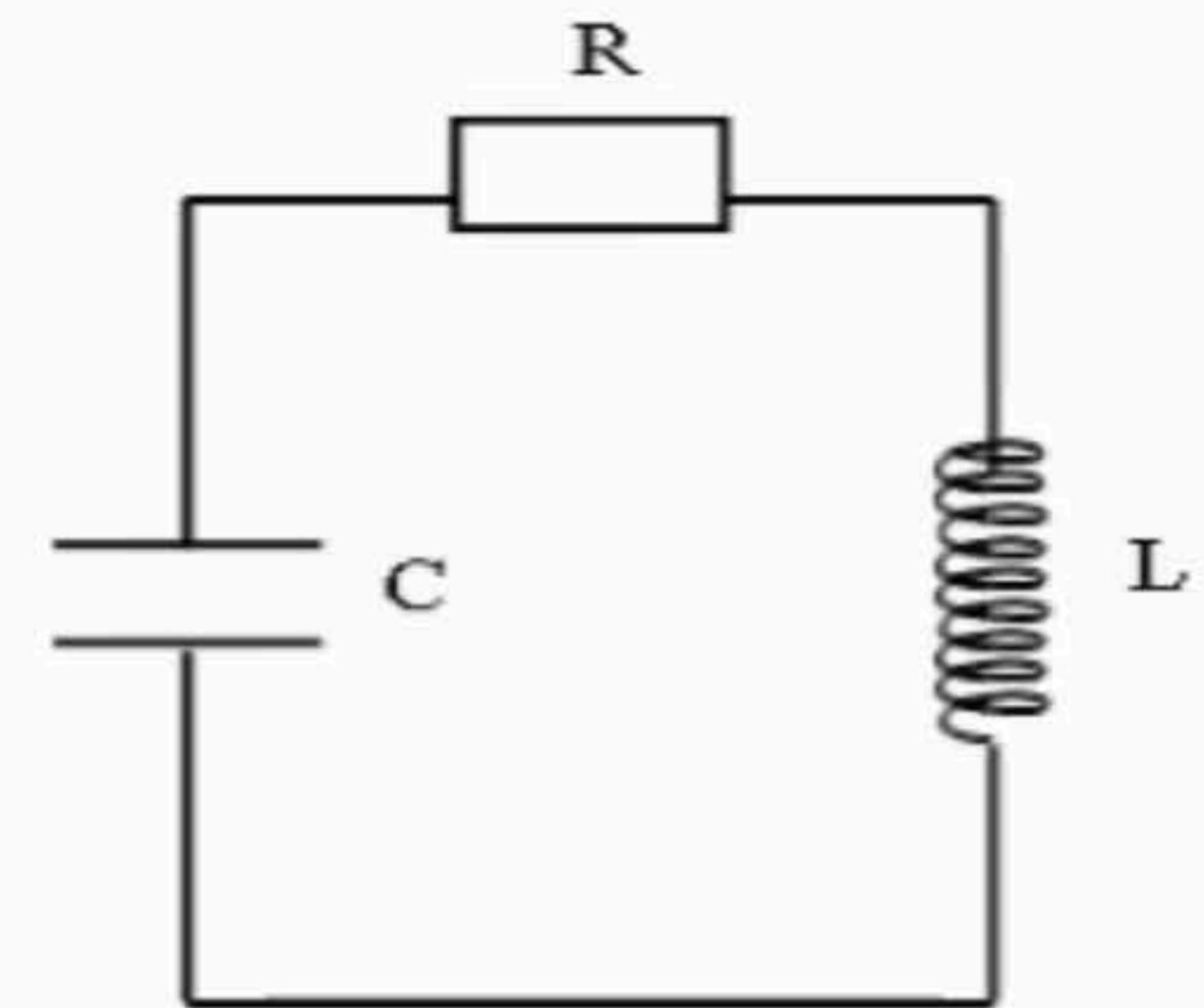
Cường độ dòng điện giảm dần theo hàm mũ với thời gian



2.2. Dao động điện từ tắt dần



1* Mạch dao động điện từ RLC



2* Phương trình dao động điện từ tắt dần ➔

$$-\frac{dE}{dt} = R i^2 \quad E = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}$$

$$\rightarrow \frac{d^2i}{dt^2} + 2\beta \frac{di}{dt} + \omega_0^2 i = 0$$

$$2\beta = \frac{R}{L}, \quad \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

điều kiện $\omega_0 > \beta \Leftrightarrow \frac{1}{LC} > \left(\frac{R}{2L}\right)^2$



$$i = I_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$q = Q_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$$

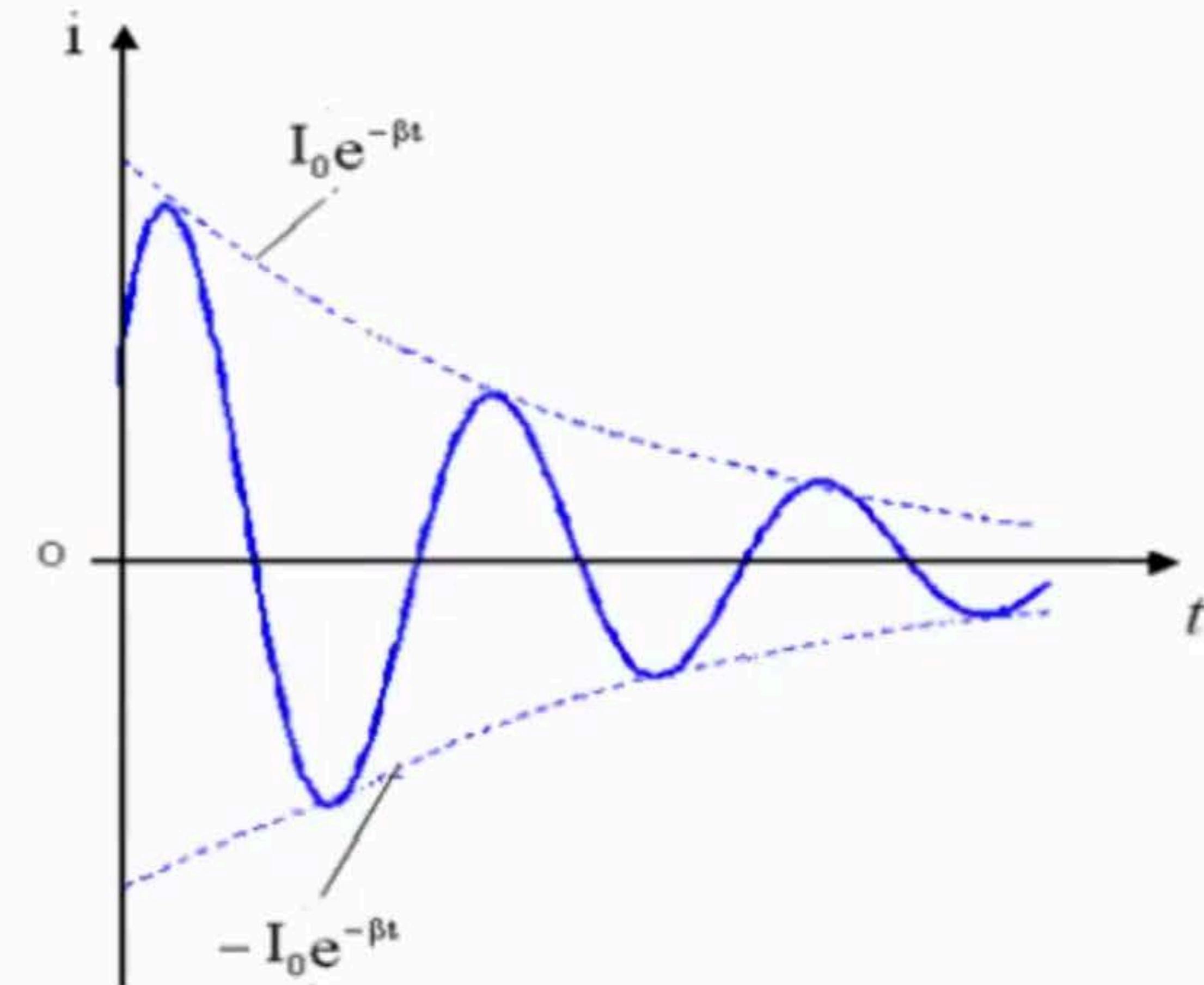
$$u = U_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$$

2.2. Dao động điện từ tắt dần

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2} < \omega_0$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}} > T_0$$

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



Chú ý : chỉ có hiện tượng dao động điện từ tắt dần khi:

$$\frac{1}{LC} > \left(\frac{R}{2L}\right)^2 \text{ hay } R < 2\sqrt{\frac{L}{C}} = R_0$$

2.3. Dao động điện từ cưỡng bức

1* Mạch dao động

2* Phương trình dao động điện từ cưỡng bức

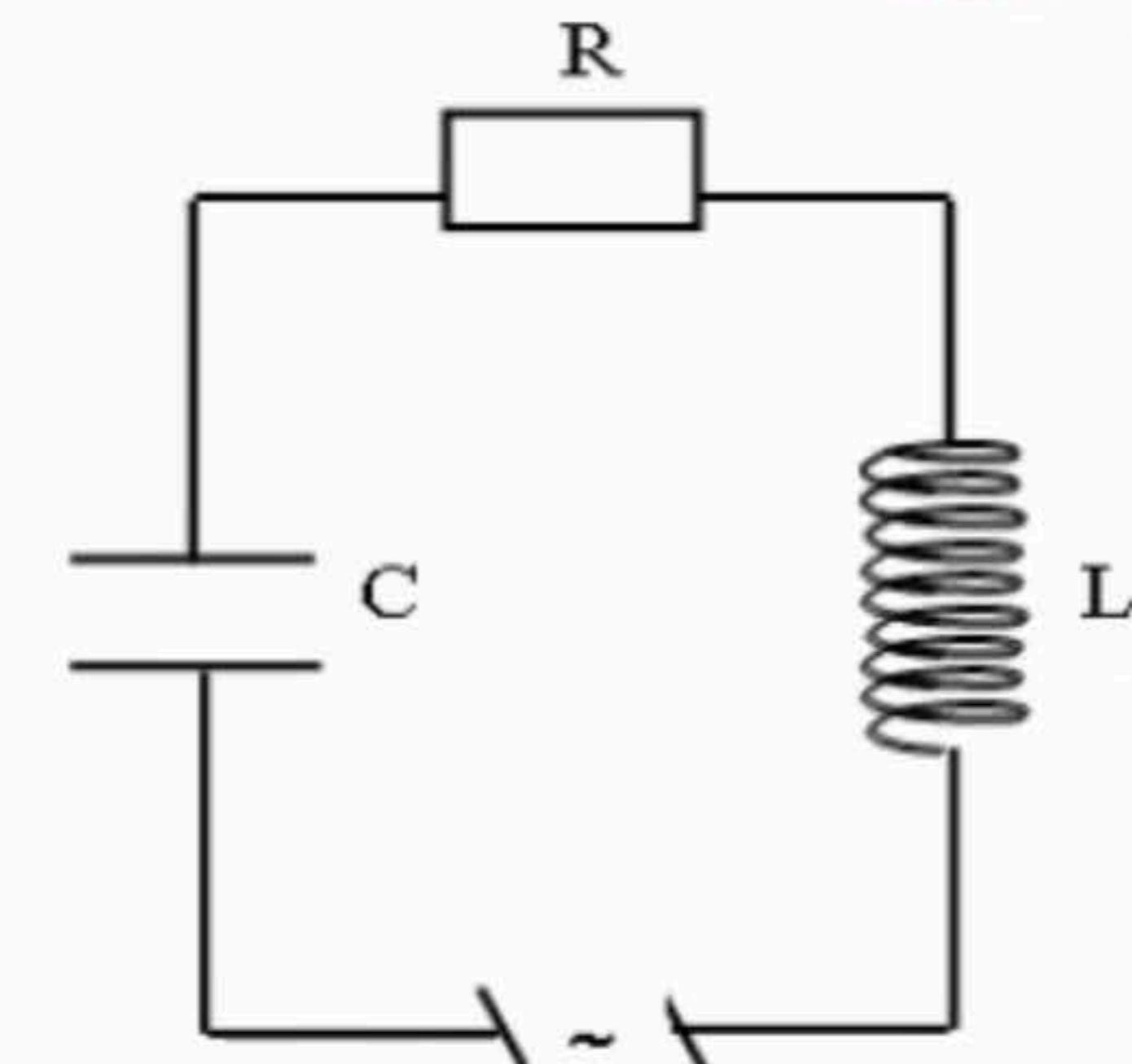
$$dE + Ri^2 dt = \varepsilon i dt$$

đặt $\frac{R}{L} = 2\beta$, $\frac{1}{LC} = \omega_0^2$

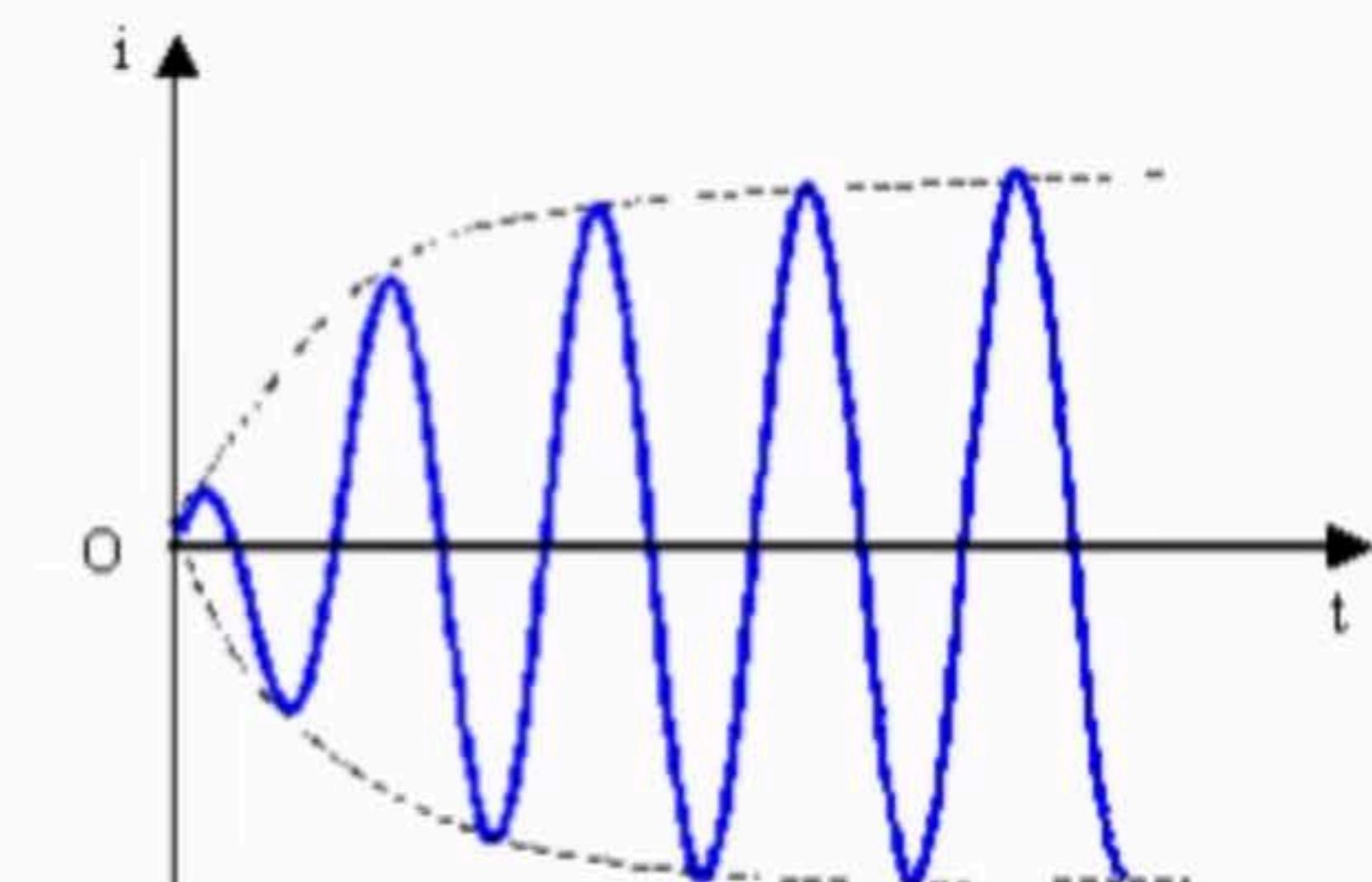
$$\Rightarrow \frac{d^2i}{dt^2} + 2\beta \frac{di}{dt} + \omega_0^2 i = \frac{\varepsilon_0 \Omega}{L} \cos \Omega t$$

$$\Rightarrow i = I_0 \cos(\Omega t + \Phi)$$

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + \left(\Omega L - \frac{1}{\Omega C} \right)^2}}$$



$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \Omega t$$



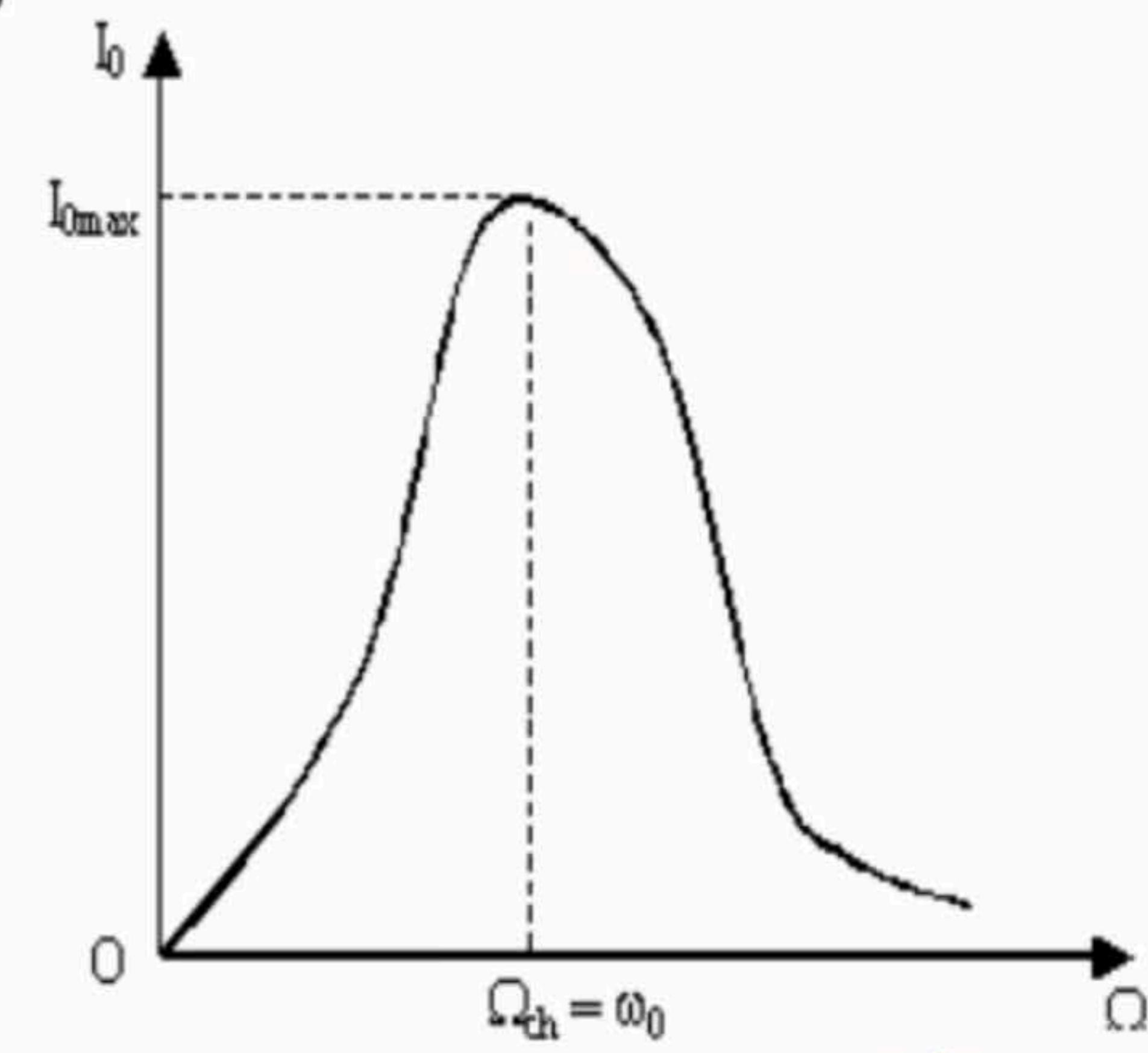
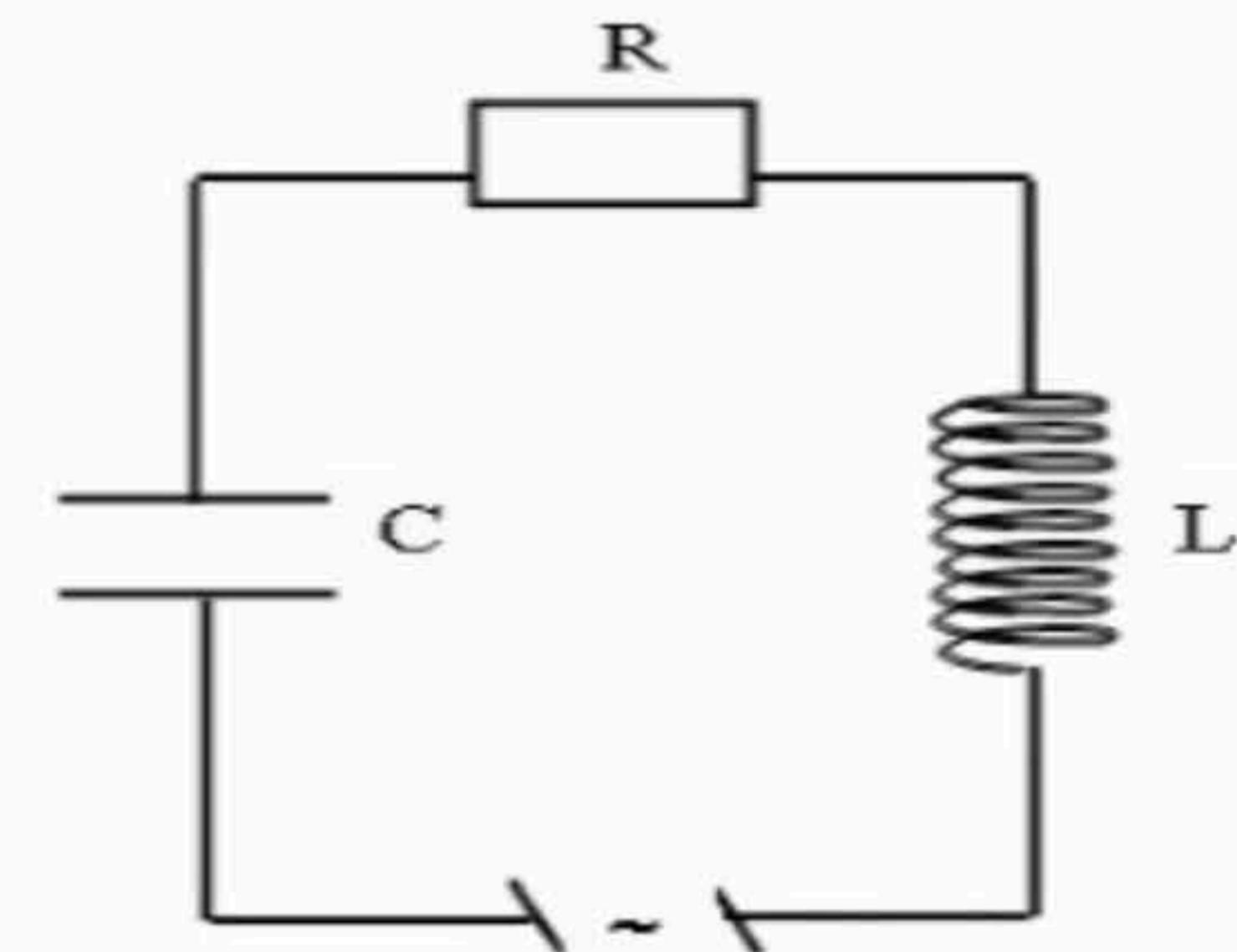
2.3. Dao động điện từ cưỡng bức

3* Hiện tượng cộng hưởng:

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + \left(\Omega L - \frac{1}{\Omega C} \right)^2}} = (I_0)_{\max}$$

$$\Omega L - \frac{1}{\Omega C} = 0 \text{ hay } \Omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \Omega_{ch} = \omega_0$$

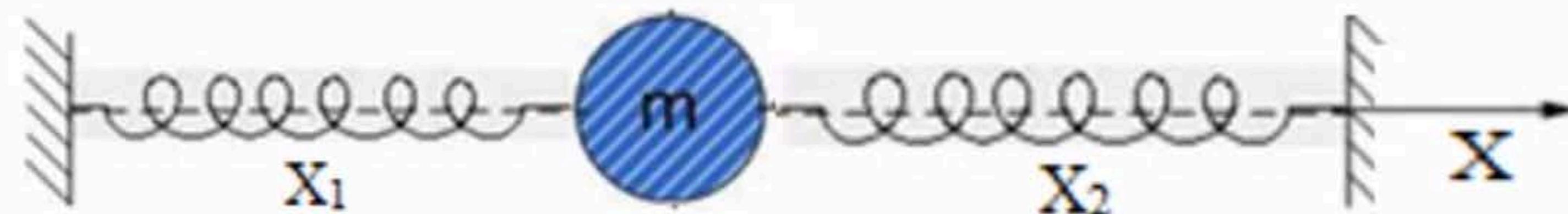
Hiện tượng cộng hưởng điện
xảy ra khi tần số góc của
nguồn xoay chiều kích thích
có giá trị bằng tần số góc riêng
của mạch dao động.



A.3.Tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số

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

Giả sử



$$x_1 = A_{01} \cos(\omega_0 t + \varphi_{01}) \quad x_2 = A_{02} \cos(\omega_0 t + \varphi_{02})$$

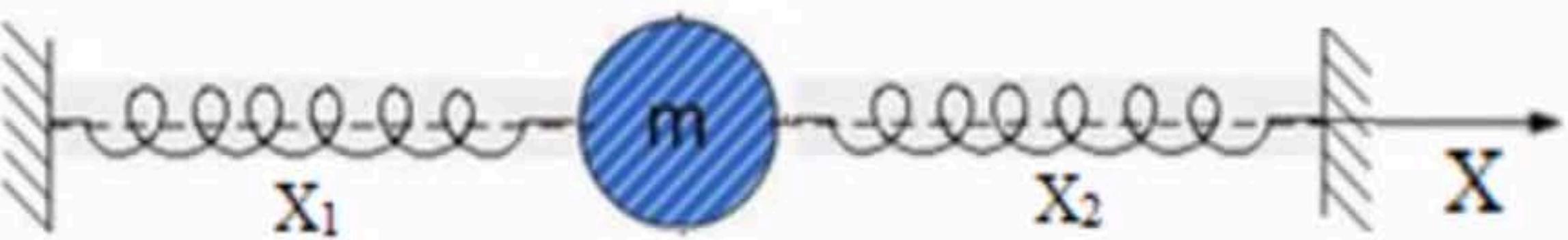
$$\rightarrow x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$A = \sqrt{A_{01}^2 + A_{02}^2 + 2A_{01}A_{02} \cos(\varphi_{02} - \varphi_{01})}$$

Tổng hợp hai dao động điều hoà x_1 và x_2 cùng phương, cùng tần số góc cũng là một dao động điều hoà x có cùng phương và cùng tần số góc ω_0 với các dao động thành phần.

A.3.Tổng hợp hai dao động điện từ

$$A = \sqrt{A_{01}^2 + A_{02}^2 + 2A_{01}A_{02} \cos(\varphi_{02} - \varphi_{01})}$$



- Nếu x_1 và x_2 là hai
dao động cùng pha.



$$(\varphi_{02} - \varphi_{01}) = 2k\pi \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

$$A = A_1 + A_2 = A_{\max}$$

- Nếu x_1 và x_2 là hai
dao động ngược pha.



$$(\varphi_{02} - \varphi_{01}) = (2k+1)\pi \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

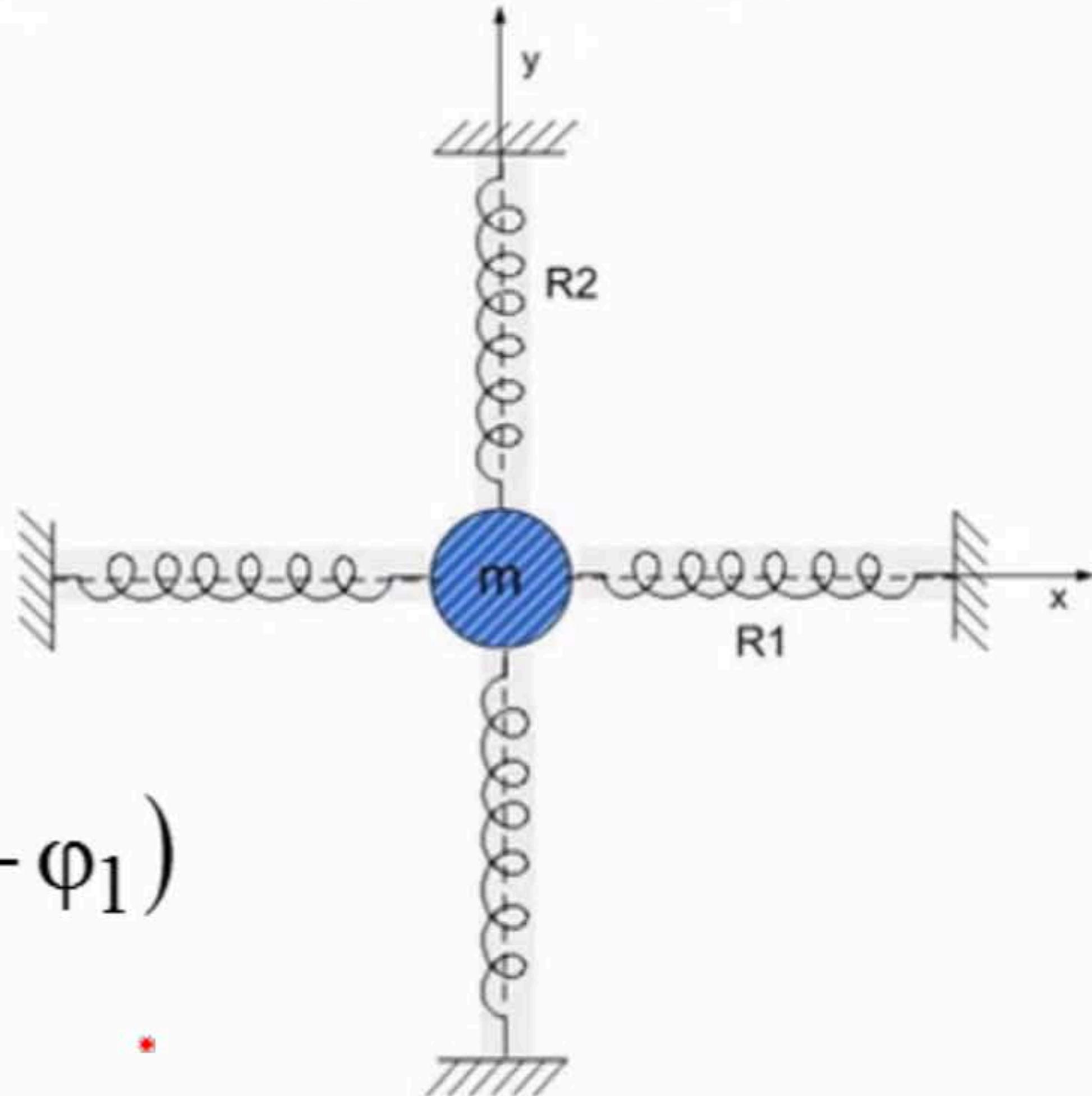
$$A = |A_1 - A_2| = A_{\min}$$

A.3.Tổng hợp hai dao động điều hoà có phương vuông góc và cùng tần số

3.1.Tổng hợp hai dao động điều hoà có phương vuông góc và cùng tần số

$$x = A_1 \cos(\omega_0 t + \varphi_1)$$

$$y = A_2 \cos(\omega_0 t + \varphi_2)$$



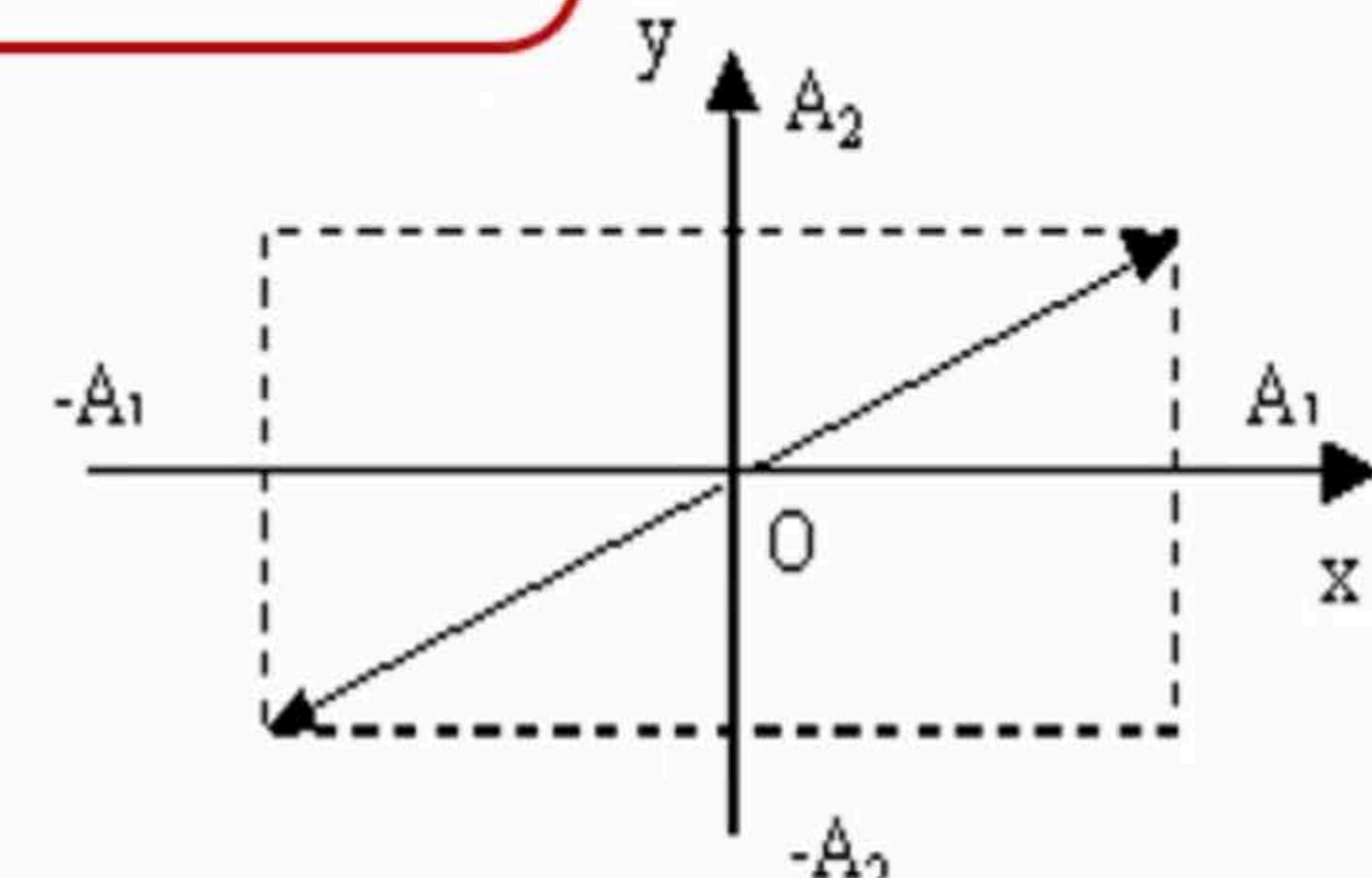
$$\rightarrow \frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$$

Quỹ đạo chuyển động tổng hợp là một đường elip

A.3.Tổng hợp hai dao động điện từ

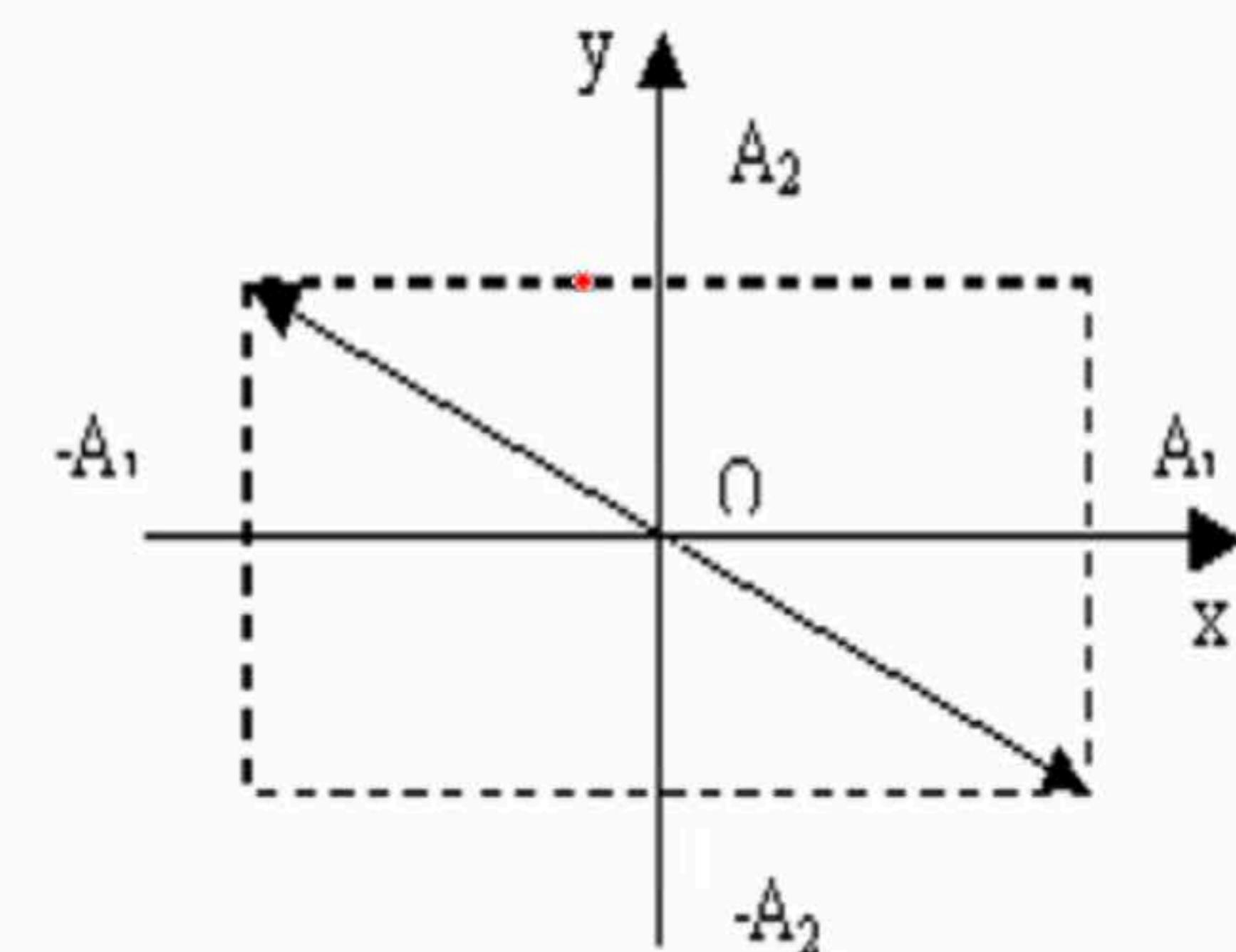
$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$$

- Nếu: $(\varphi_2 - \varphi_1) = 2k\pi \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$



→ $\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} = 0 \quad \text{hay} \quad \frac{x}{A_1} - \frac{y}{A_2} = 0$

- Nếu: $(\varphi_2 - \varphi_1) = (2k+1)\pi \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$



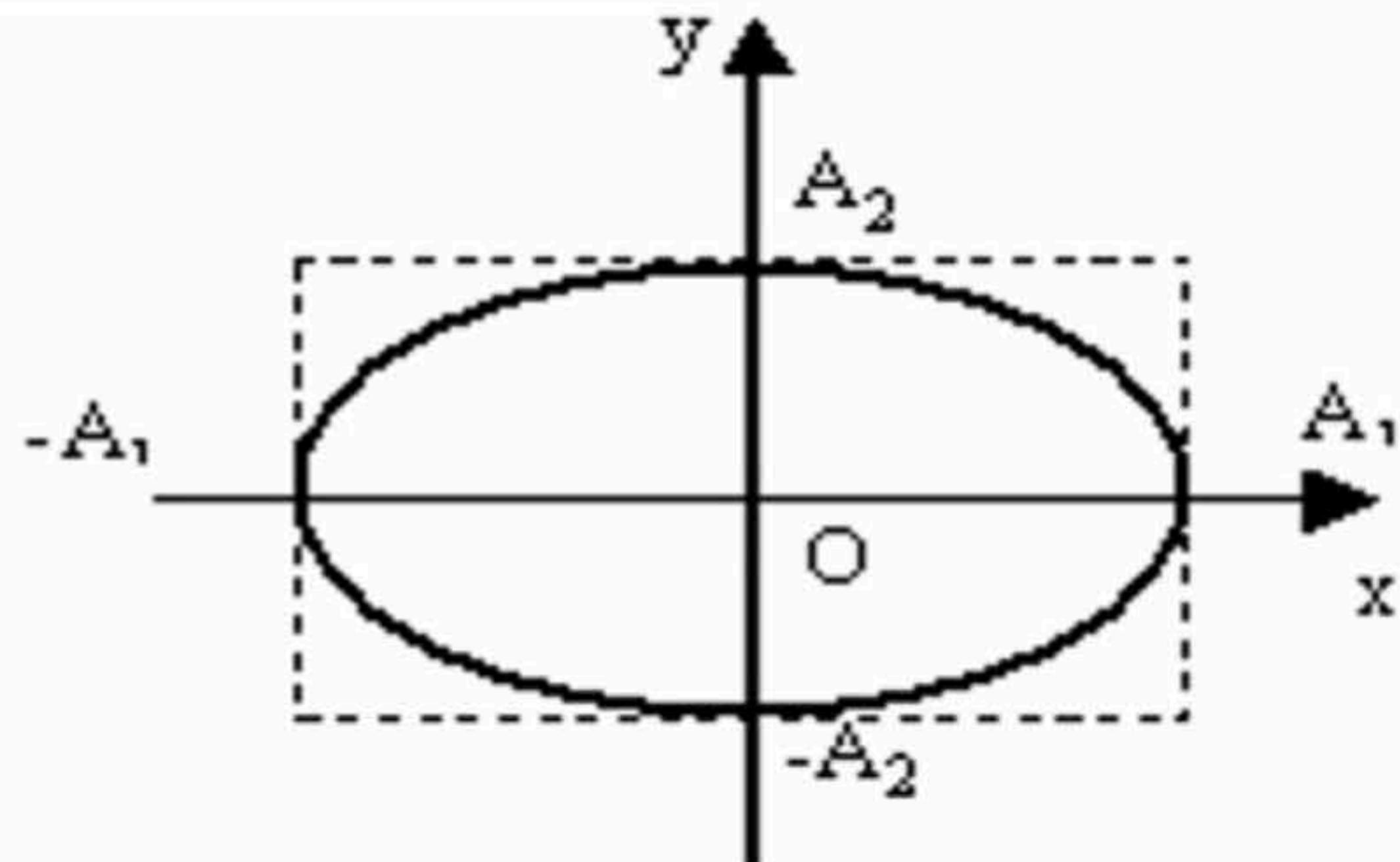
→ $\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} + \frac{2xy}{A_1 A_2} = 0 \quad \text{hay} \quad \frac{x}{A_1} + \frac{y}{A_2} = 0$

A.3.Tổng hợp hai dao động điện từ

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$$

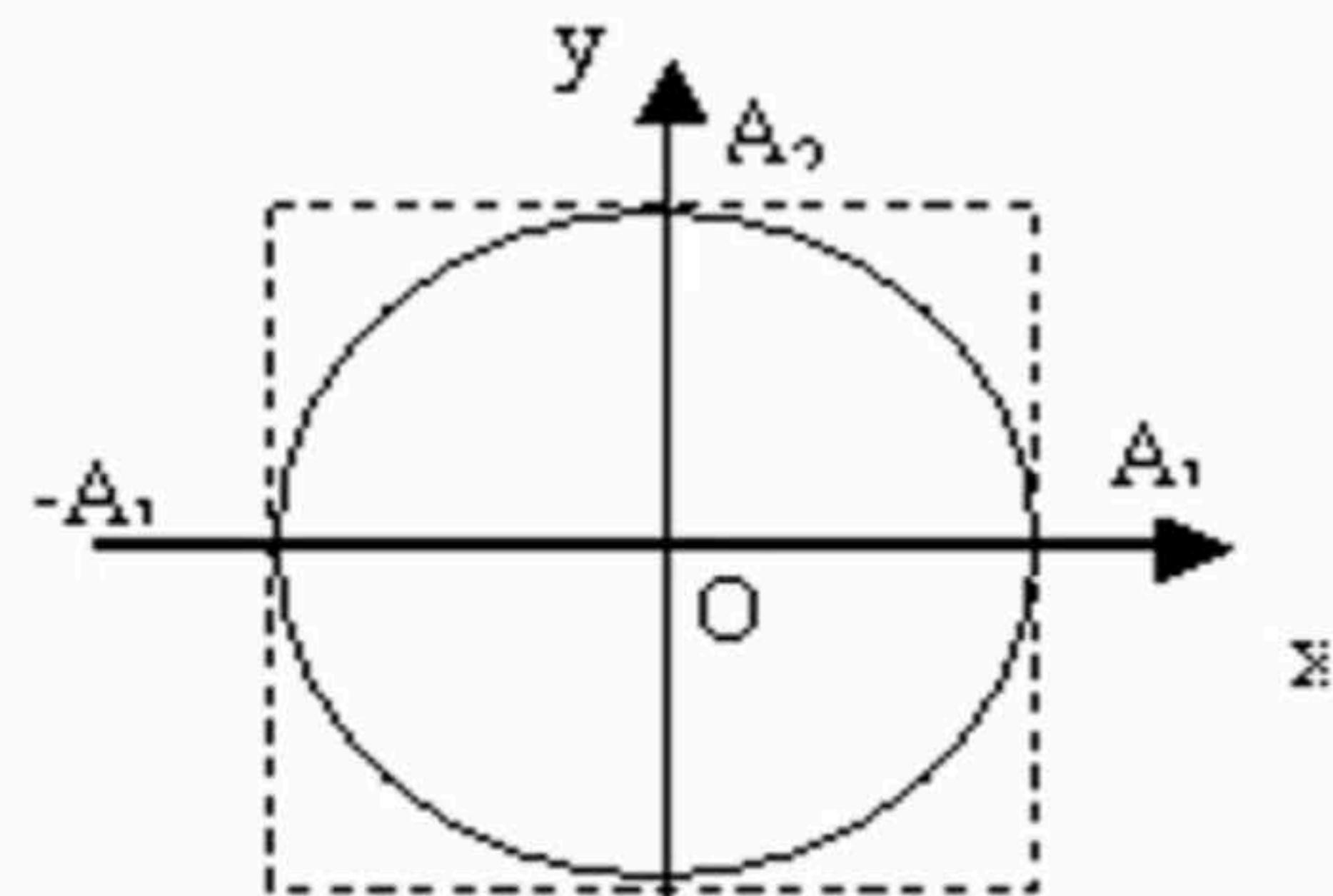
- Nếu: $(\varphi_2 - \varphi_1) = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ $k = 0, \pm 1, \pm$

$$\Rightarrow \frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} = 1$$

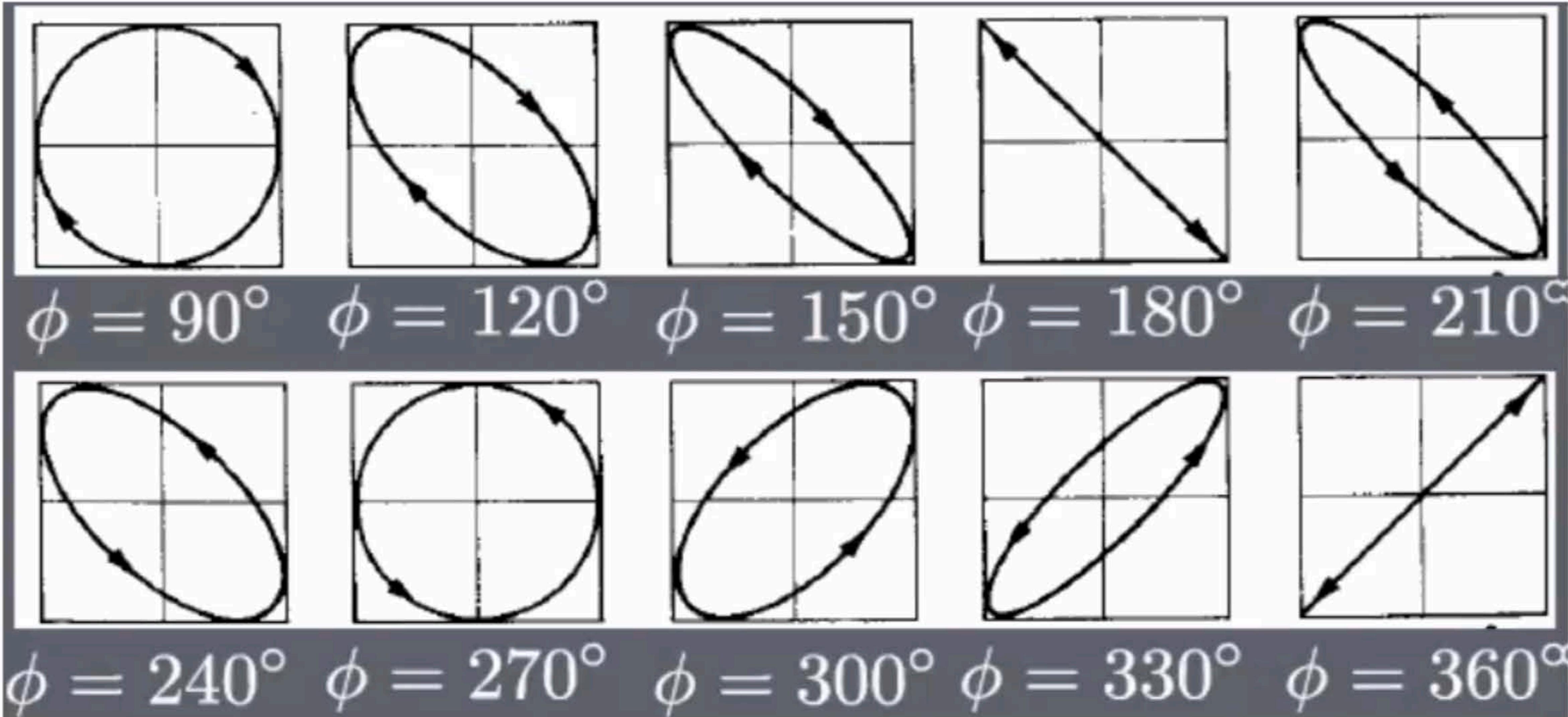


- Nếu: $(\varphi_2 - \varphi_1) = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ $A_1 = A_2 = A$

$$\Rightarrow x^2 + y^2 = A^2$$



A.3.Tổng hợp hai dao động điện từ



B.1 Sóng cơ - Sóng âm và hiệu ứng Doppler



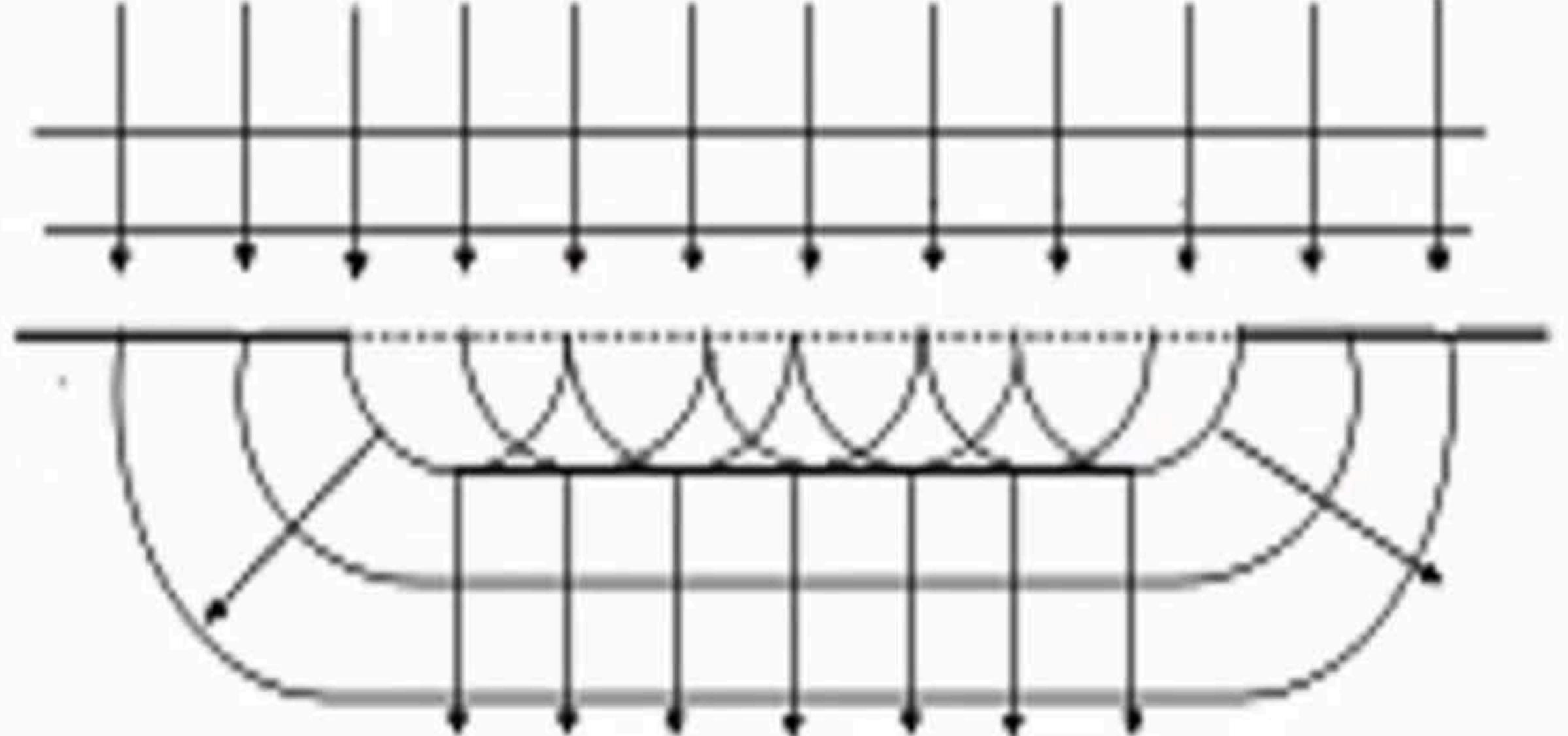
B.2 Sóng điện từ



B.1.1. Sóng cơ



- * Một số khái niệm cơ bản
- * Sự giao thoa, nhiễu xạ sóng cơ
- * Nguyên lý Huyghen



Hiệu ứng Doppler

f là tần số của nguồn âm A phát ra
 u là vận tốc chuyển động của nguồn âm
 u' là vận tốc chuyển động của máy thu
 V là vận tốc truyền âm
 f' là tần số mà máy B thu được

$$f' = \frac{V + u'}{V - u} f$$

Qui ước về dấu

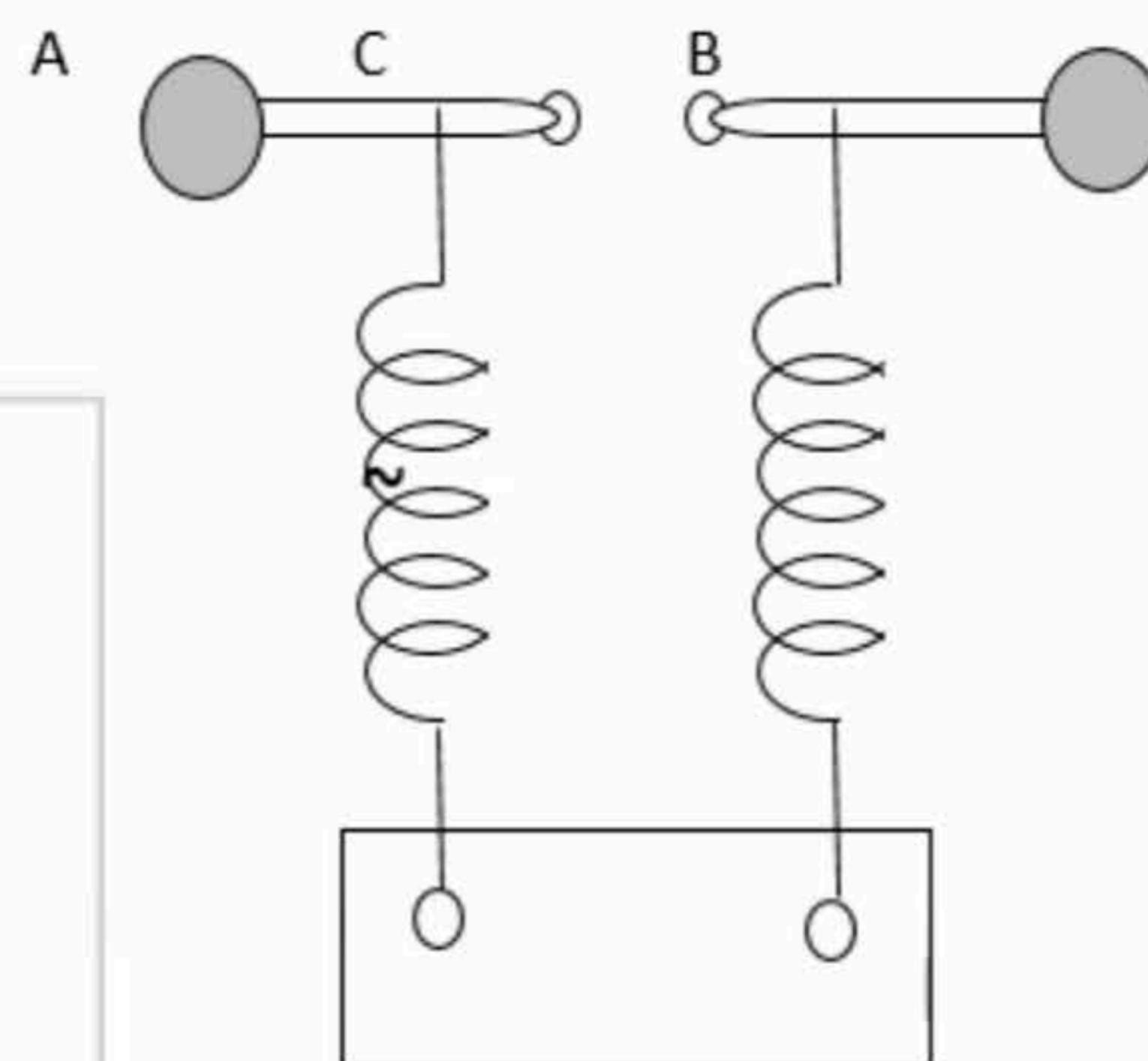
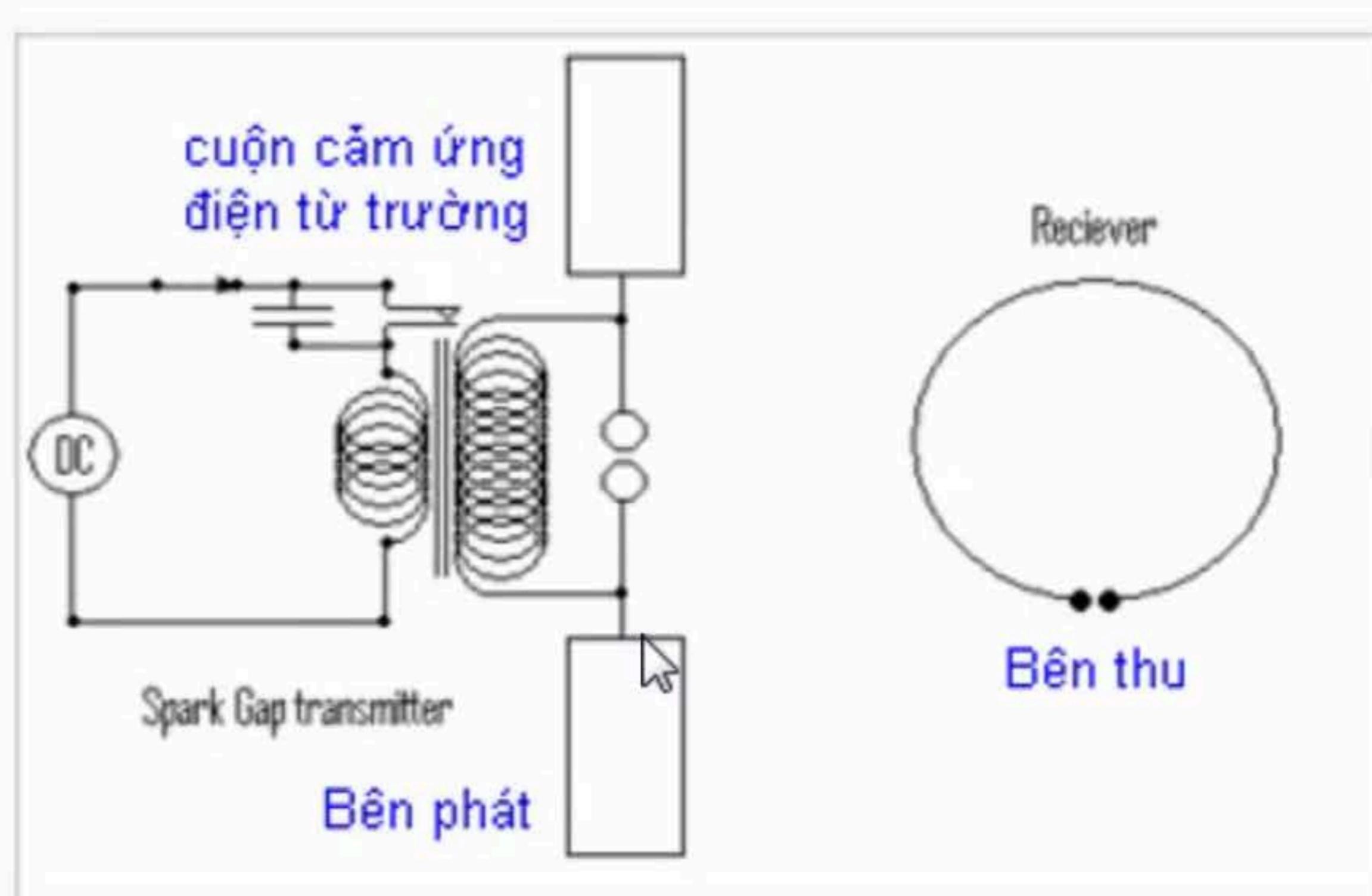
$u > 0$ khi nguồn âm tiến lại gần máy thu
 $u < 0$ khi nguồn âm chuyển động xa máy thu
 $u' > 0$ khi máy thu tiến lại gần nguồn âm
 $u' < 0$ khi máy thu chuyển động ra xa nguồn âm
 $u=0, u'=0$ khi nguồn phát, nguồn thu đứng yên

Hiệu ứng Doppler

$$f' = \frac{V + u'}{V - u} f$$



1. Thí nghiệm Hertz tạo ra sóng điện từ



Máy phát sóng đầu tiên của con người được thực hiện với nhà vật lý Hertz (năm 1887)

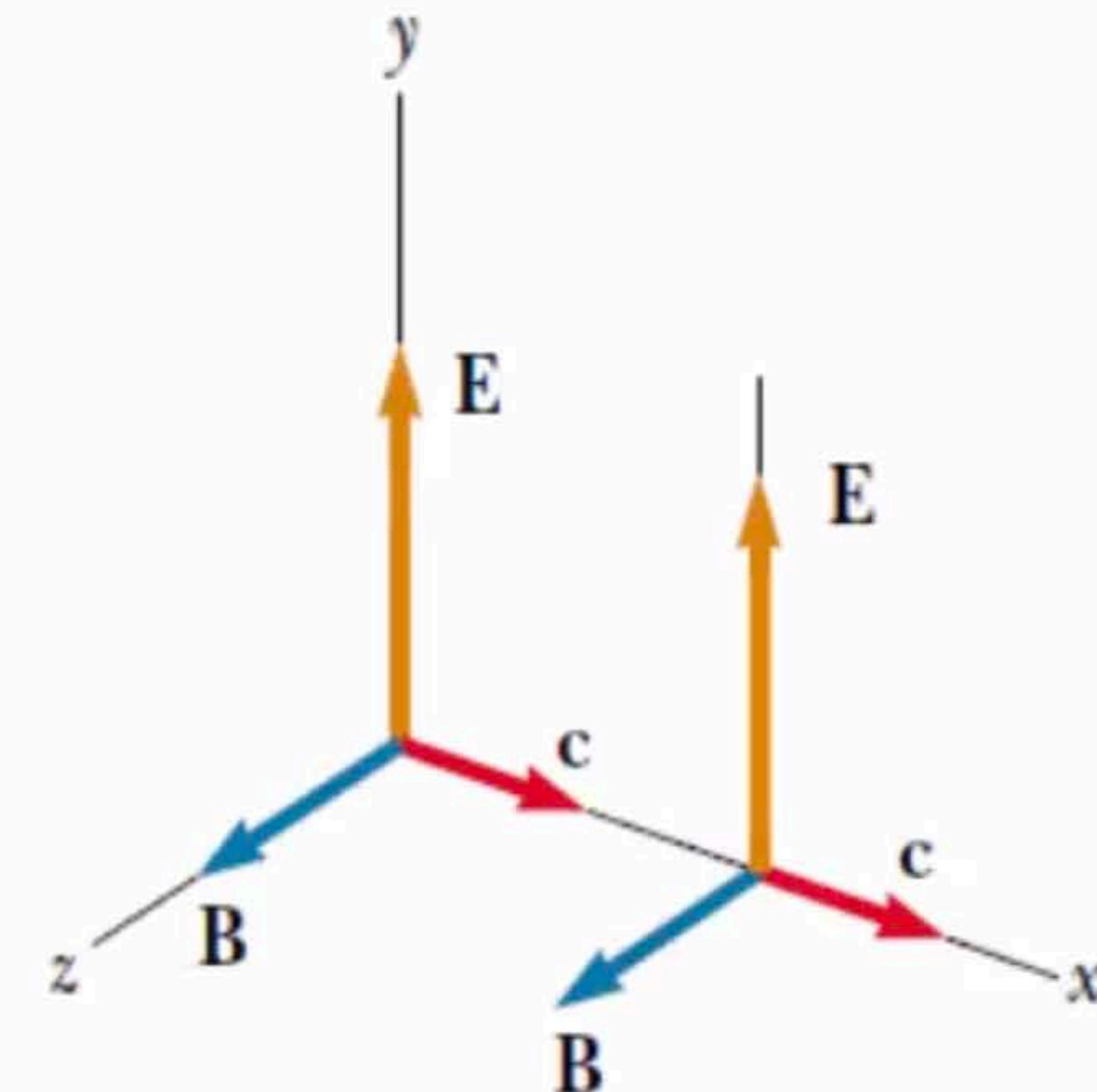
Heinrich Rudolf Hertz

(February 22, 1857 – January 1, 1894)

Nhà vật lý người Đức, có tên được dùng làm đơn vị chỉ tần số Hertz (Hz)

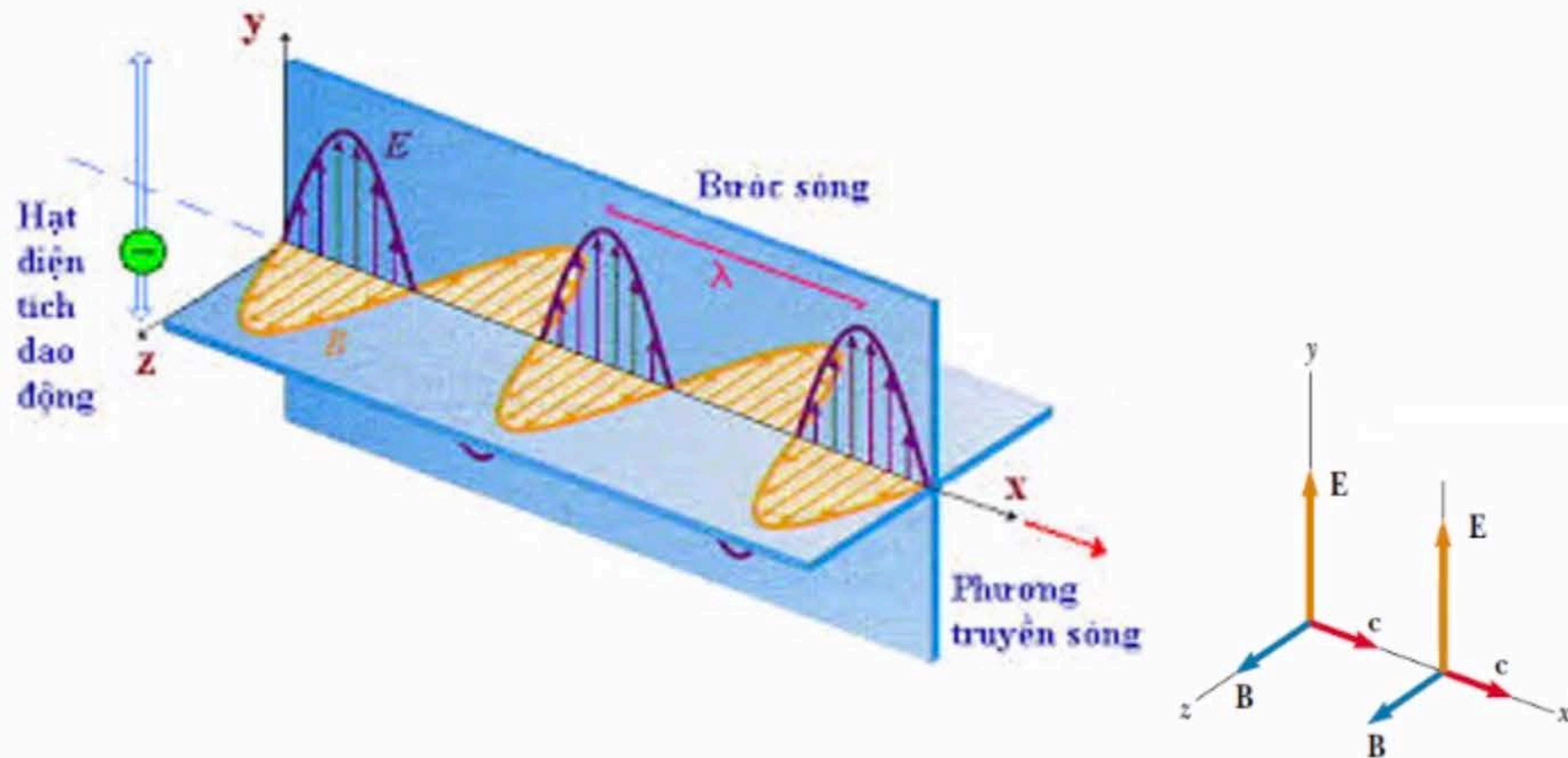
2. Những tính chất tổng quát của sóng điện từ

- Sóng điện từ tồn tại trong chân không và trong môi trường chất.
- Sóng điện từ là sóng ngang.
- Vận tốc truyền sóng điện từ trong môi trường đồng chất, đẳng hướng: $v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$

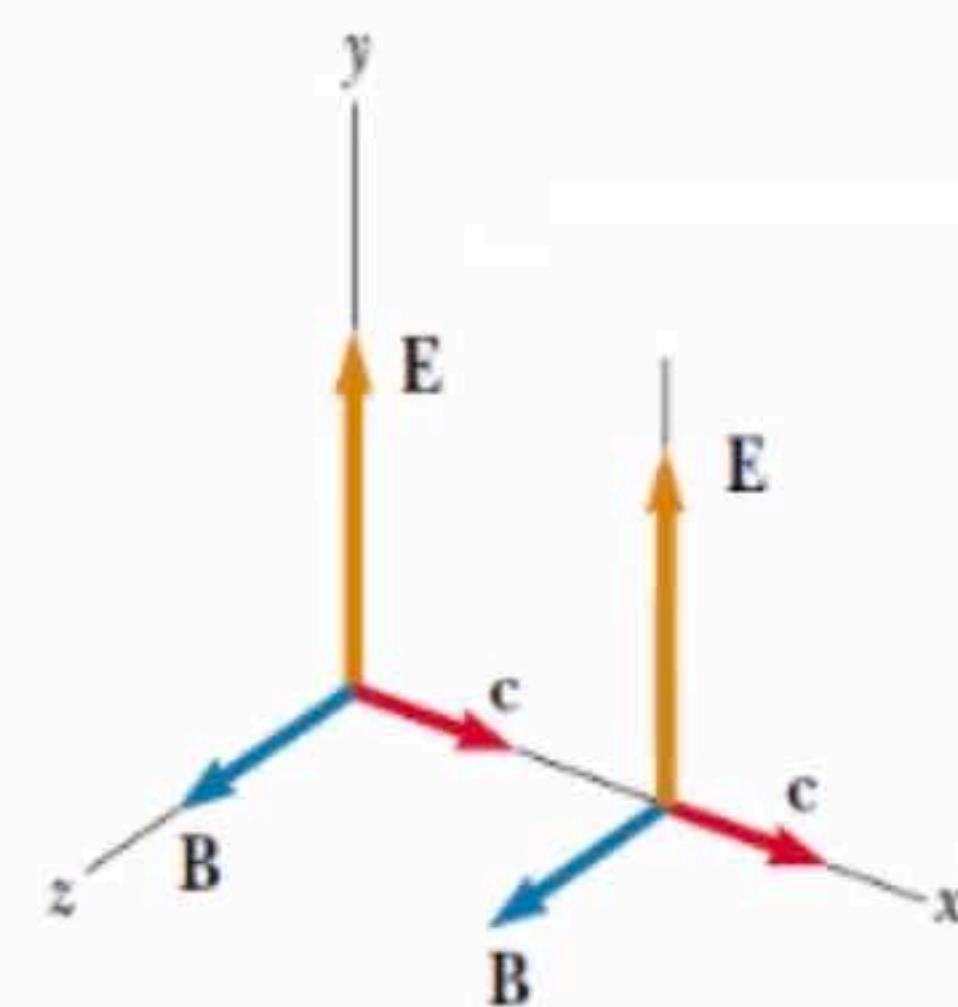


B.2. Sóng điện từ

Sóng điện từ phẳng đơn sắc



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



B.2. Sóng điện từ

3. Năng lượng sóng điện từ

Năng lượng sóng điện từ là năng lượng trường điện từ; năng lượng này định sứ trong không gian có sóng điện từ

Mật độ năng lượng sóng điện từ:

$$\omega = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon E^2 + \frac{1}{2} \mu_0 \mu H^2$$

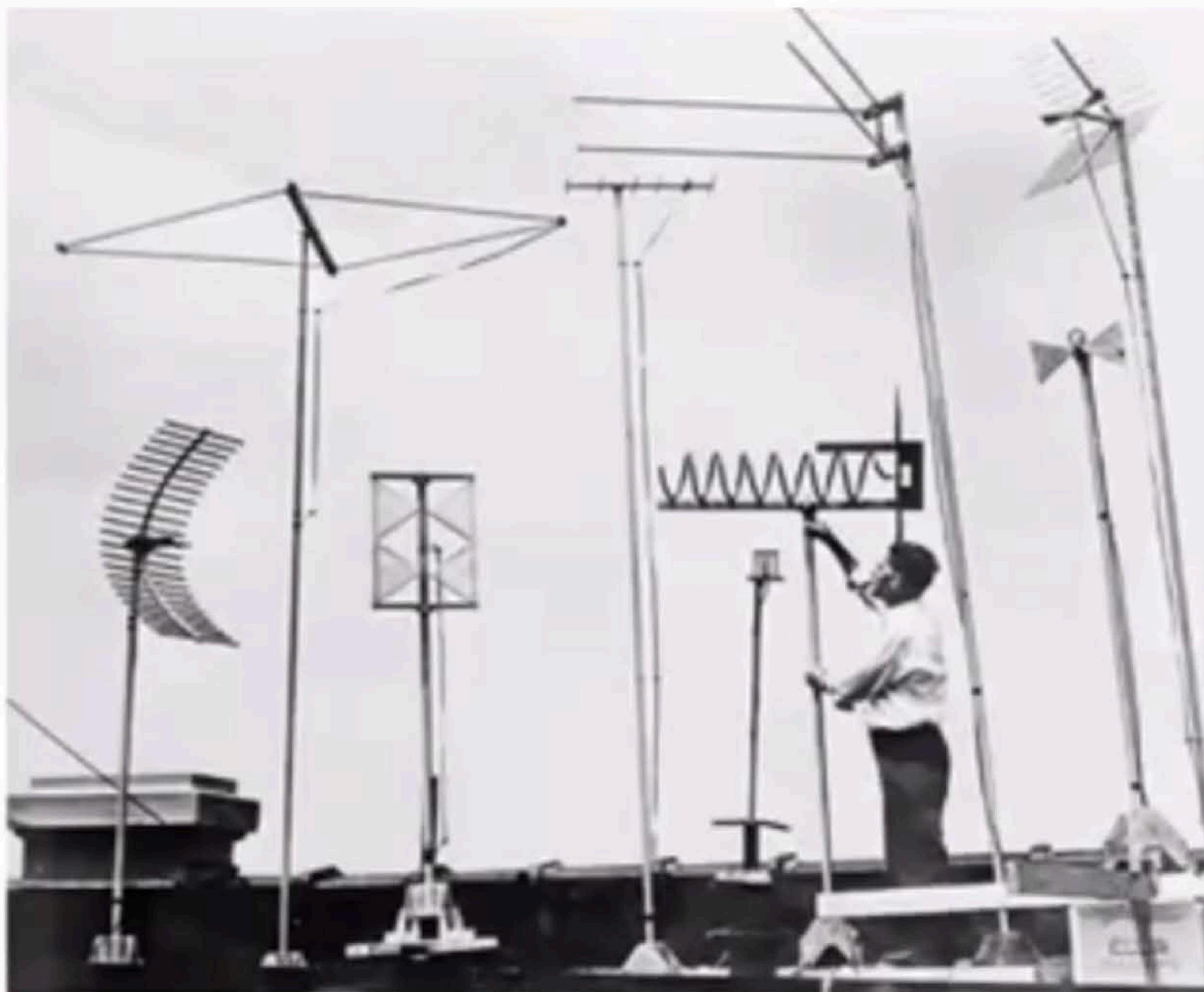
Đối với sóng điện từ phẳng đơn sắc:

$$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} |\vec{E}| = \sqrt{\mu_0 \mu} |\vec{H}| \rightarrow \omega = \epsilon_0 \epsilon E^2 = \mu_0 \mu H^2$$

Cường độ sóng điện từ là đại lượng có trị số bằng năng lượng truyền qua một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian.

Vì vậy, cường độ sóng điện từ tỉ lệ với bình phương biên độ của cường độ điện trường hay cường độ từ trường.

B.2. Sóng điện từ



Bức ảnh chụp năm 1952 tại Mỹ với các kiểu cัน antenna thu phát sóng truyền hình khác nhau.



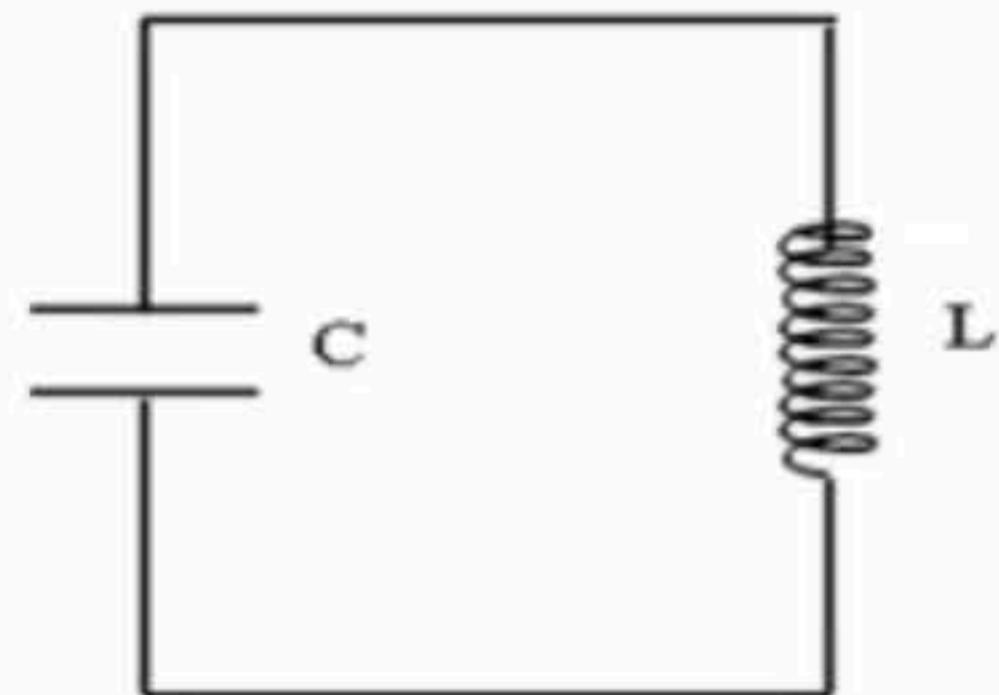
- **Mạch dao động điện từ điều hòa:** Mô tả mạch dao động; Thiết lập biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động điện từ điều hòa; Viết phương trình năng lượng điện trường và năng lượng từ trường.
- **Mạch dao động điện từ tắt dần:** Mô tả mạch dao động; Thiết lập biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động điện từ tắt dần. Viết biểu thức của tần số và chu kỳ của mạch.
- **Mạch dao động điện từ cưỡng bức:** Mô tả; Thiết lập biểu thức cường độ dòng điện trong mạch.; Điều kiện xảy ra hiện tượng cộng hưởng và ứng dụng.
- Viết phương trình ***dao động tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số***. Khi nào biên độ dao động tổng hợp đạt giá trị cực đại, cực tiểu?
- Viết phương trình ***dao động tổng hợp hai dao động điều hòa có cùng tần số, phương dao động vuông góc***. Khi nào dao động tổng hợp là đường thẳng, elip vuông, đường tròn?



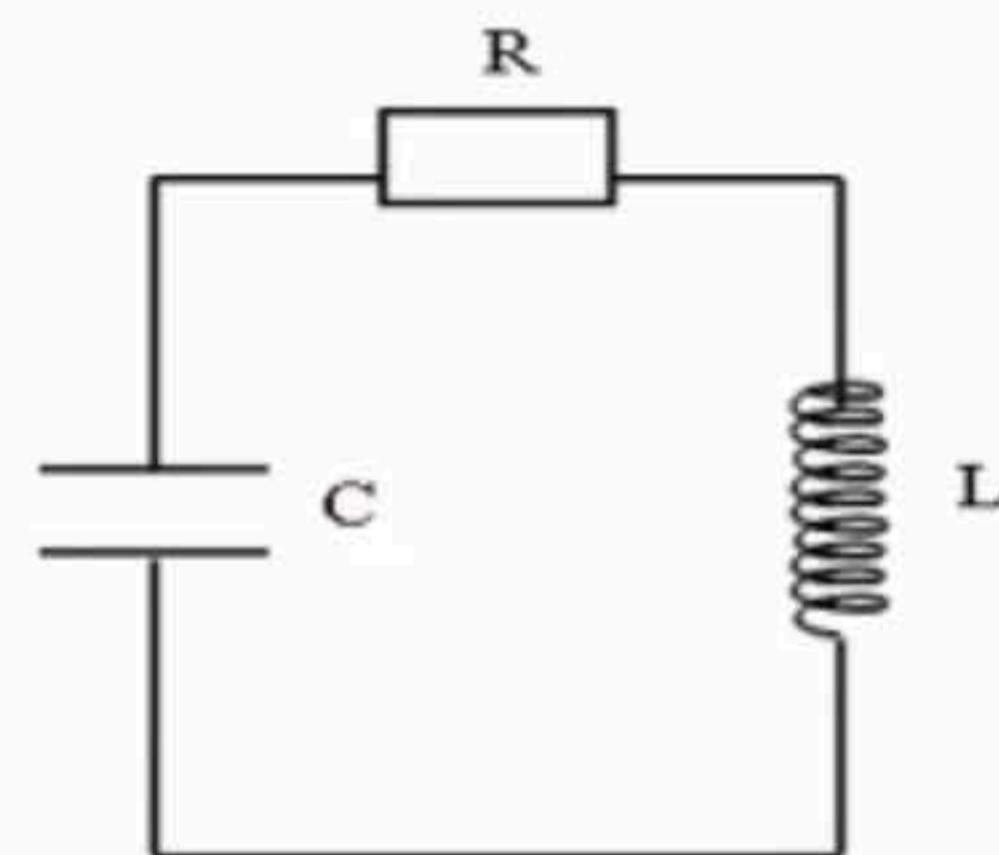
Bài tập



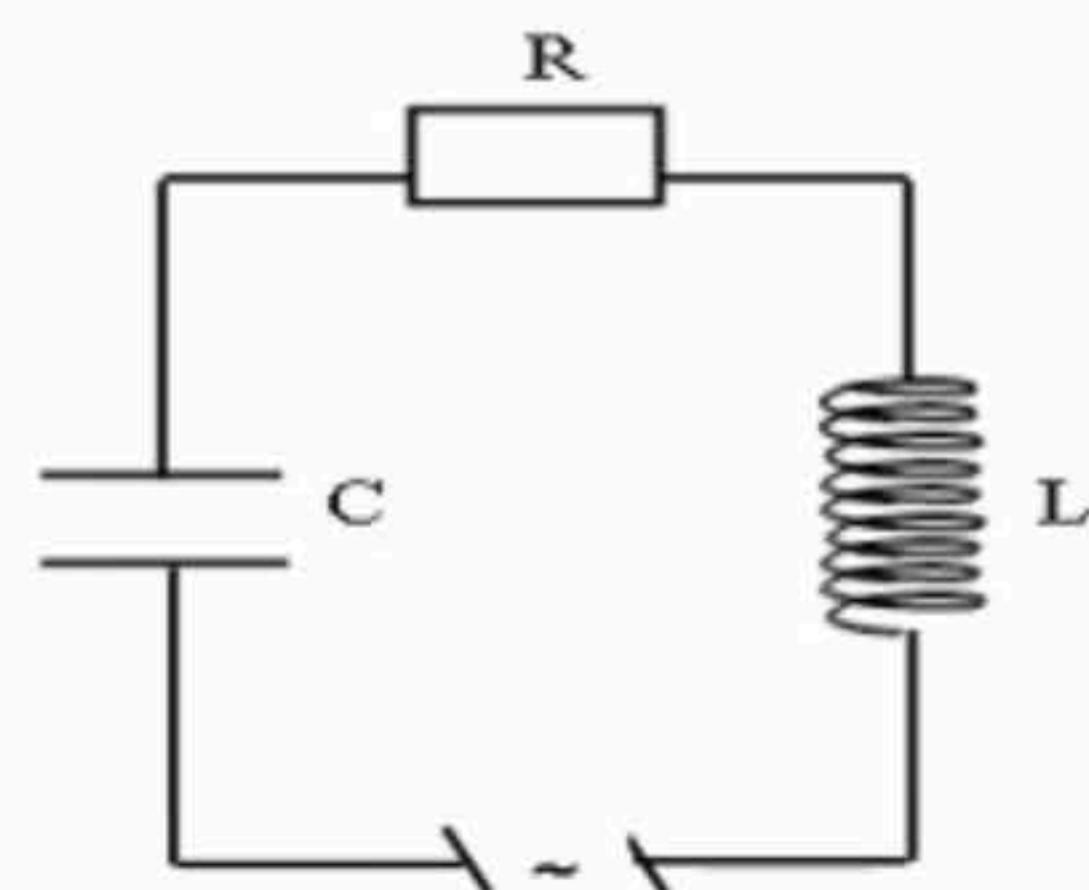
Đao động điện từ điều hoà (LC)

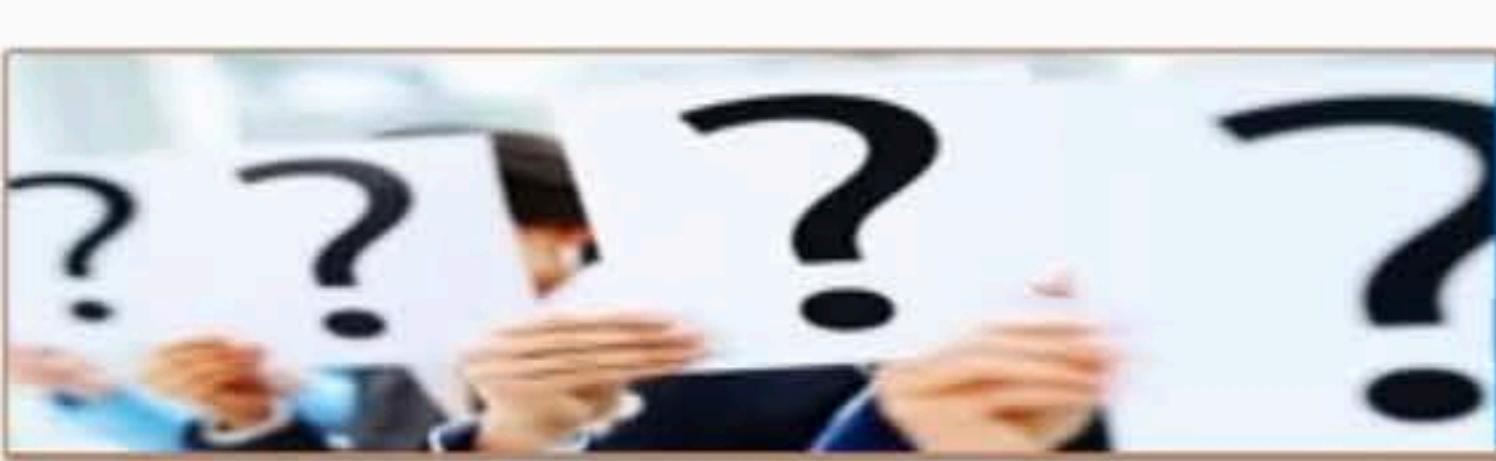


Đao động điện từ tắt dần (RLC)



Đao động điện từ cường bức



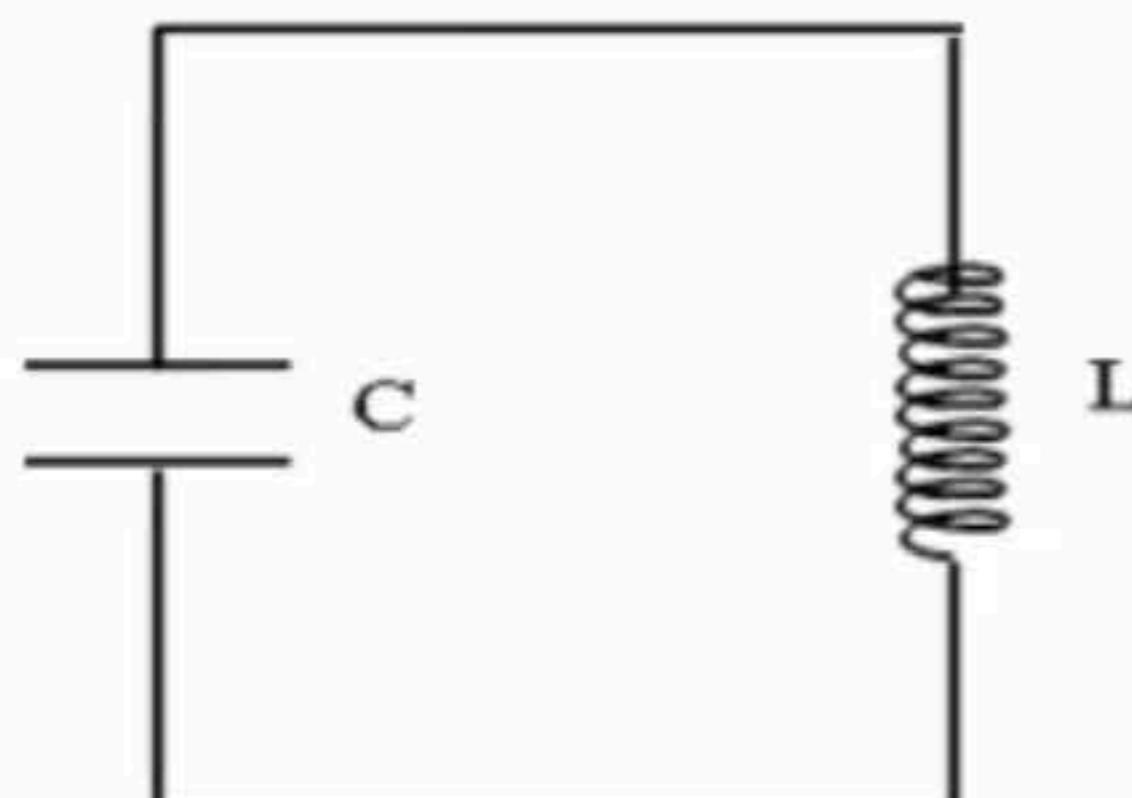


Bài tập



Một mạch dao động điện từ điều hoà gồm một cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm $L = 5 \cdot 10^{-2} \text{H}$ và một tụ điện có điện dung $C = 2 \cdot 10^{-6} \text{F}$, tụ được tích điện tới hiệu điện thế cực đại $U_0 = 120 \text{V}$. Tính:

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



$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}} = 500(\text{Hz})$$

$$W = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}2 \cdot 10^{-6} \cdot (120)^2 = 0,014J$$

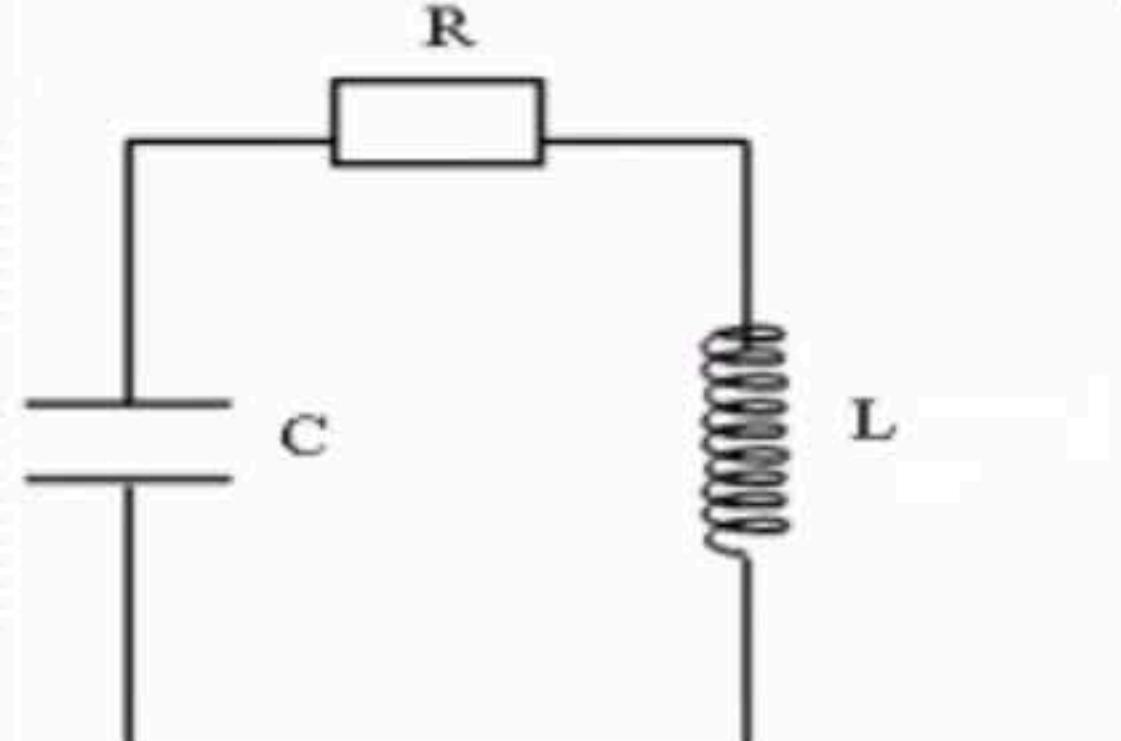
$$W = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow I_0 = \sqrt{\frac{CU_0^2}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot (120)^2}{5 \cdot 10^{-2}}} = 0,76A$$

Bài tập



Một mạch dao động điện từ gồm tụ điện có $C = 7\mu F$, cuộn dây có $L = 0,23H$ 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.



$$R = 40\Omega \neq 0 \quad q = Q_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$$

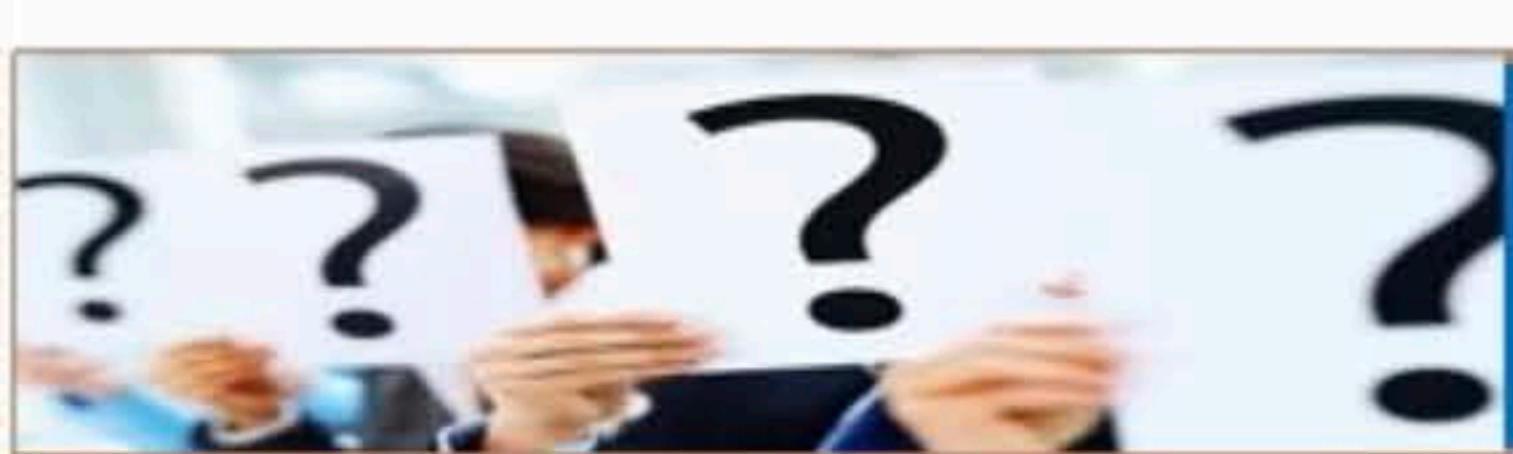
Khi $t = 0$ thì $q = Q_0 \cos \varphi$ giả thiết $q = Q_0 \rightarrow \varphi = 0$

$$\Rightarrow q = Q_0 e^{-\beta t} \cos \omega t$$

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

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

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 250\pi \text{ (rad/s)} \quad i = \frac{dq}{dt} = 0,44 e^{-87t} \cos(250\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ (A)}$$



Bài tập



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 $4,5 \cdot 10^4$ 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.

$$u_2 = 0, u_1 = 6 \text{ m/s}$$

$$\textcircled{1} D: f_1 =$$

$$\text{tg: } f'_1 = \frac{\sqrt{v+u_1}}{\sqrt{v-u_1}} \cdot f_1$$

$$\textcircled{2}: \text{tg: } f_2 = f'_1 - 15 \text{ kHz} \quad f'_2 = \frac{\sqrt{v+u_2}}{\sqrt{v-u_2}} \cdot f_2$$

$u_2 = 0$