



DAO ĐỘNG CƠ - SÓNG CƠ

DAO ĐỘNG CƠ

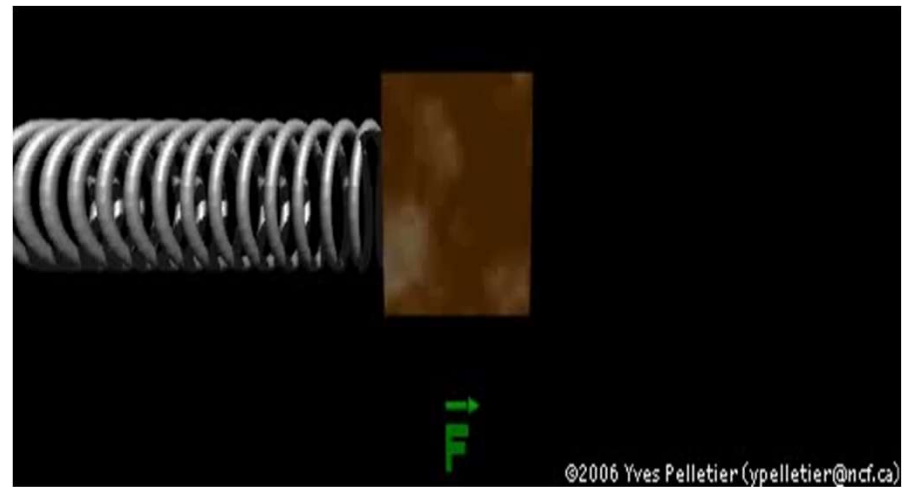
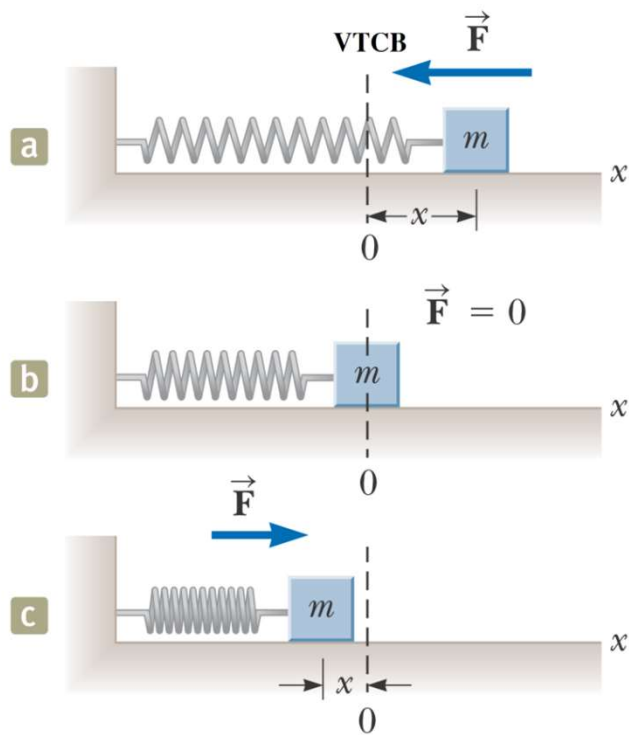
+ **Dao động cơ:** chuyển động cơ trong đó trạng thái của hệ vật biến đổi tuần hoàn theo thời gian.

+ **Điều kiện để một hệ vật có thể thực hiện dao động:**

- Hệ phải có một vị trí cân bằng bền.
 - Hệ phải chịu tác dụng của một lực kéo nó về vị trí cân bằng bền.
 - Hệ phải có quán tính để tiếp tục vượt qua vị trí cân bằng bền.
-

1. Dao động cơ điều hòa

a. Dao động cơ điều hòa của con lắc lò xo



1. Dao động cơ điều hòa

a. Dao động cơ điều hòa của con lắc lò xo

+ Lực tác dụng lên hệ: $F = F_{đh} = -kx$

+ Theo định luật II Newton: $F = ma$

+ Do đó: $ma + kx = 0$

+ Thay $a = \frac{d^2x}{dt^2}$, đặt: $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$, ta được:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0 \quad (1)$$

+ Phương trình dao động:

$$x = A \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad (2)$$

1. Dao động cơ điều hòa

a. Dao động cơ điều hòa của con lắc lò

+ Vận tốc: $v = \frac{dx}{dt} = -\omega_0 A \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$ (3)

+ Gia tốc: $a = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 A \cos(\omega_0 t + \varphi) = -\omega_0^2 x$ (4)

+ Chu kỳ: $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ (5)

+ Động năng: $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega_0^2 A^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$ (6)

+ Thế năng (gốc thế năng tại vị trí lò xo không bị biến dạng):
 $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega_0^2 A^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi)$ (7)

+ Cơ năng: $W = W_d + W_t = \frac{1}{2}m\omega_0^2 A^2 = \frac{1}{2}kA^2 = \text{const}$ (8)

1. Dao động cơ điều hòa

b. Dao động cơ điều hòa của con lắc vật lý

+ Xét con lắc vật lý có trục quay tại O, khối tâm G:

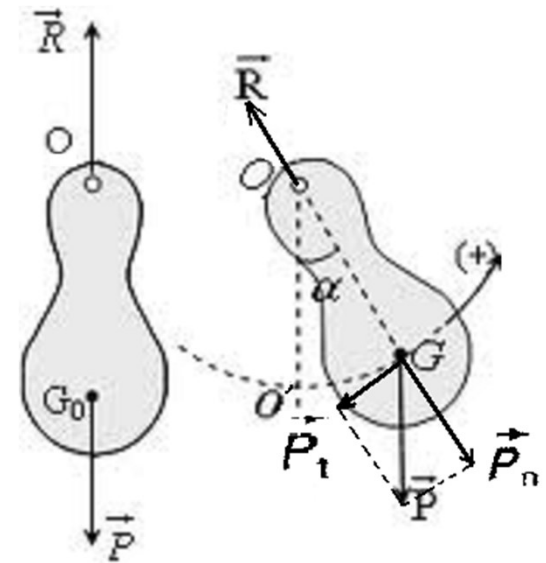
+ Phương trình vi phân của dao động cơ điều hòa của con lắc vật lý:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \omega_0^2\alpha = 0$$

với $\omega_0 = \sqrt{\frac{mg.l}{I}}$

+ Chu kỳ dao động của con lắc vật lý:

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg.l}}$$



1. Dao động cơ điều hòa

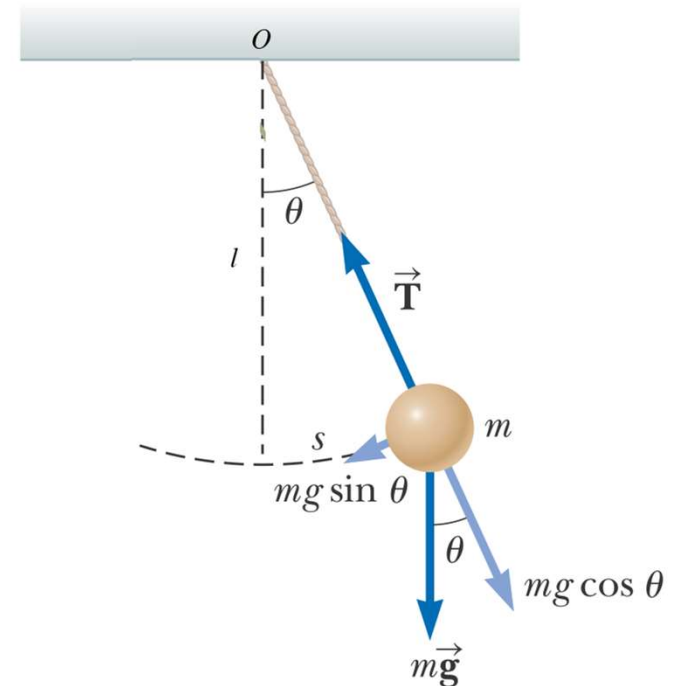
c. Dao động cơ điều hòa của con lắc đơn:

+ Chu kỳ dao động của con lắc đơn:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

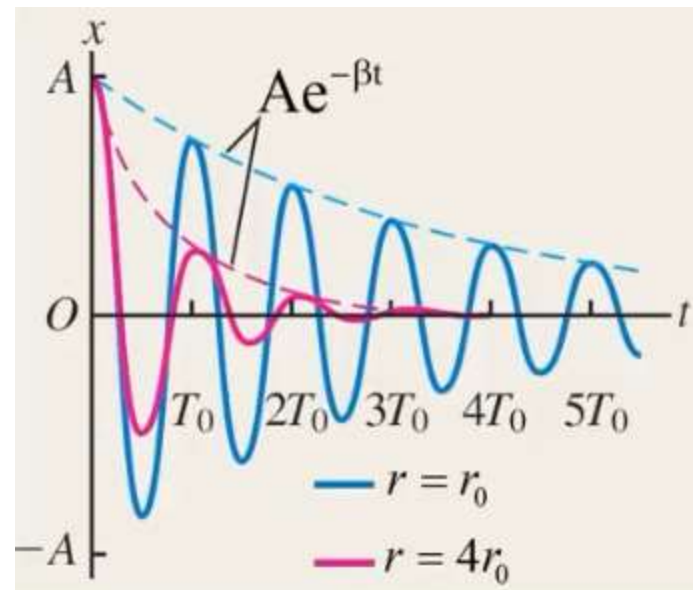
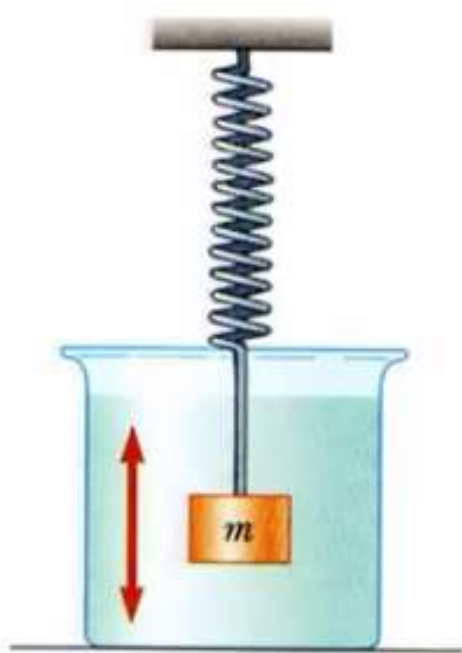
+ Ứng dụng: đo gia tốc trọng trường:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T_0^2} \quad \rightarrow \quad \text{khoáng vật}$$



2. Dao động cơ tắt dần

- + Lực cản của môi trường tác dụng lên vật: $F_c = -rv$
- + Kết quả: biên độ dao động giảm dần theo thời gian.



2. Dao động cơ tắt dần

+ Tổng hợp lực tác dụng lên hệ: $F_{hl} = F_{đh} + F_c = -kx - rv$

+ Theo định luật II Newton: $F_{hl} = ma$

+ Do đó: $-kx - rv = ma$ (1)

+ Thay $a = \frac{d^2x}{dt^2}$, $v = \frac{dx}{dt}$, đặt: $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ và $2\beta = \frac{r}{m}$, ta được:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$
 (2)

+ Phương trình của dao động cơ tắt dần:

$$x = A_0 \cdot e^{-\beta t} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$
 (3)

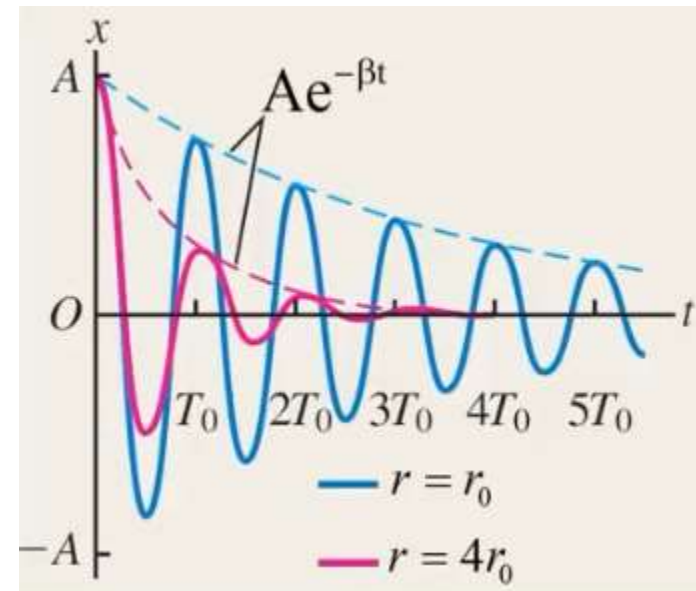
với: $\beta = \frac{r}{2m}$ - hệ số tắt dần

$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$ - tần số góc của dao động tắt dần

2. Dao động cơ tắt dần

- + Chu kỳ của dao động cơ tắt dần: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}} > T_0$
- + Biên độ của dao động cơ tắt dần: $A_t = A_0 \cdot e^{-\beta t}$

Nhận xét: biên độ của dao động cơ tắt dần không phải là hằng số mà giảm nhanh theo thời gian t theo quy luật hàm số mũ âm.



2. Dao động cơ tắt dần

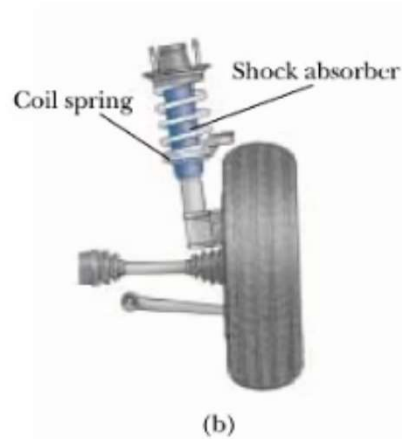
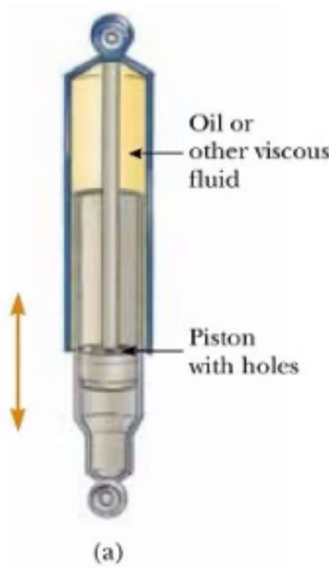
+ **Giảm lượng lôga** “Giảm lượng lôga của một dao động cơ tắt dần có trị số bằng lôga tự nhiên của tỷ số giữa hai biên độ dao động kế tiếp cách nhau một chu kỳ T”:

$$\delta = \ln \frac{A_t}{A_{t+T}} = \ln \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = \beta T$$

+ Khi $\omega_0 = \beta \rightarrow r = 2\sqrt{k \cdot m}$ - **giới hạn tắt dần**

2. Dao động cơ tắt dần

+ **Ứng dụng:** Dao động tắt dần được ứng dụng trong các thiết bị đóng cửa tự động, hệ thống giảm xóc cho ô tô...



3. Dao động cơ cưỡng bức

+ Ngoại lực cưỡng bức: $F_{cb} = F_0 \cdot \cos\Omega t$

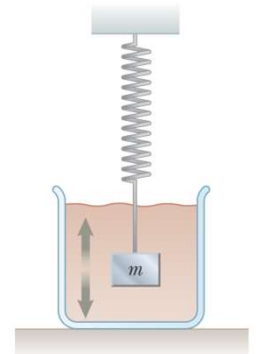
+ **Dao động cơ cưỡng bức:** dao động của hệ vật trong môi trường có thêm tác dụng của ngoại lực cưỡng bức tuần hoàn.

+ Tổng hợp lực tác dụng lên hệ:

$$F_{hl} = F_{đh} + F_c + F_{cb} = -kx - rv + F_0 \cos\Omega t$$

+ Theo định luật II Newton: $F_{hl} = ma$

+ Do đó: $-kx - rv + F_0 \cos\Omega t = ma$ (1)



3. Dao động cơ cưỡng bức

+ Do đó: $-kx - rv + F_0 \cos \Omega t = ma$ (1)

+Thay $a = \frac{d^2x}{dt^2}$, $v = \frac{dx}{dt}$, đặt: $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ và $2\beta = \frac{r}{m}$, ta được:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m} \cos \Omega t \quad (2)$$

+ **Phương trình của dao động cơ cưỡng bức:**

$$x = A \cdot \cos(\Omega t + \varphi) \quad (3)$$

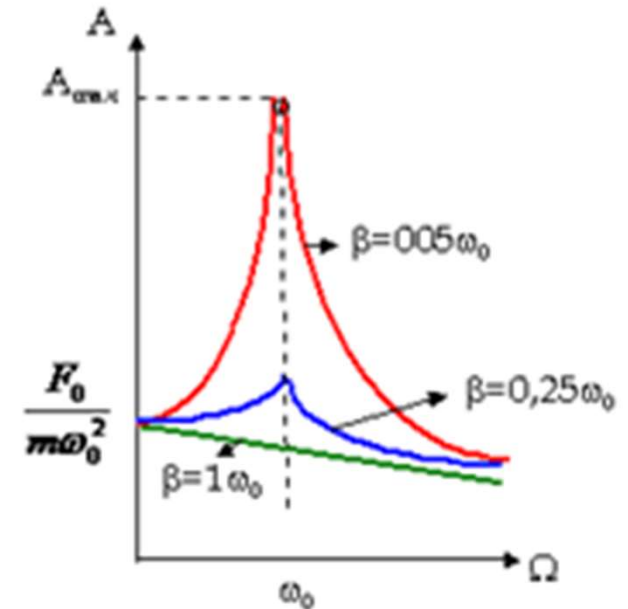
với: $A = \frac{F_0}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\beta^2 \Omega^2}}$ (4)

$$\operatorname{tg} \varphi = -\frac{2\beta \Omega}{\omega_0^2 - \Omega^2} \quad (5)$$

3. Dao động cơ cưỡng bức

+ Khi: $\Omega = \Omega_{ch} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$

thì: $A = A_{max} = \frac{F_0}{2m\beta\sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}}$ (6)



+ **Cộng hưởng:** Hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức đạt cực đại.

+ Nếu $\beta = 0$: $\Omega = \omega_0 \rightarrow$ cộng hưởng nhọn.

3. Dao động cơ cưỡng bức

* Ứng dụng

+ **Cộng hưởng có lợi:** tạo ra được biên độ dao động lớn. Ví dụ: trò chơi đánh đu, hộp cộng hưởng của đàn ghita, violon ...

+ **Cộng hưởng có hại:** làm gãy cầu, sập nhà, gãy trục động cơ, v. v...

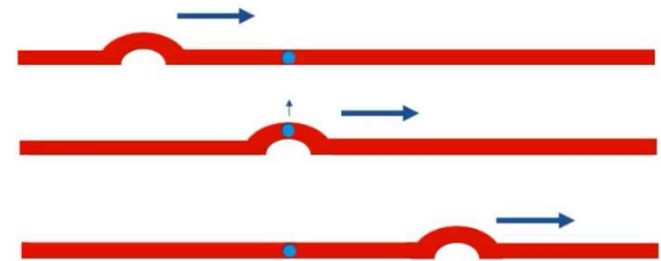


Sóng cơ

1. Sóng cơ trong môi trường đàn hồi

+ **Sóng cơ**: là sự lan truyền dao động cơ trong môi trường đàn hồi.

Chú ý: Khi một sóng truyền qua môi trường thì các phần tử của môi trường không chuyển động cùng sóng.



+ **Nguồn sóng**: vật gây kích động.

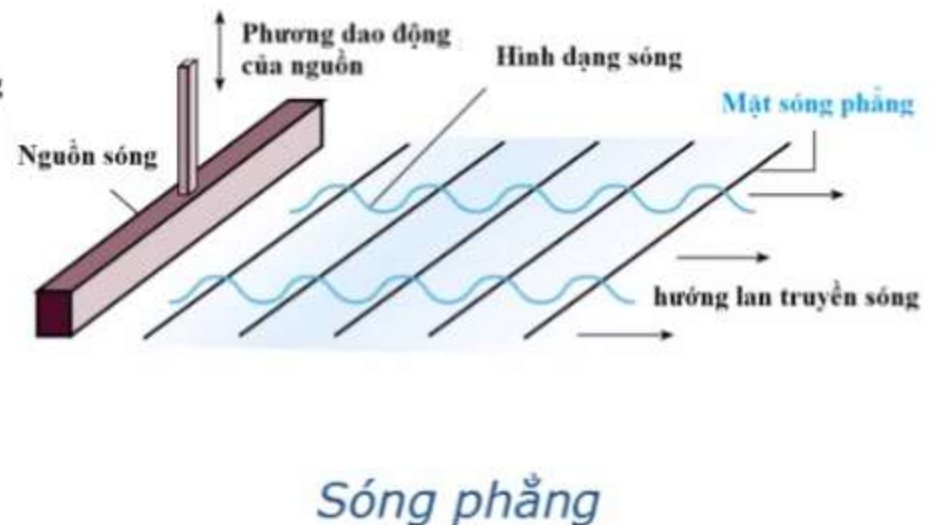
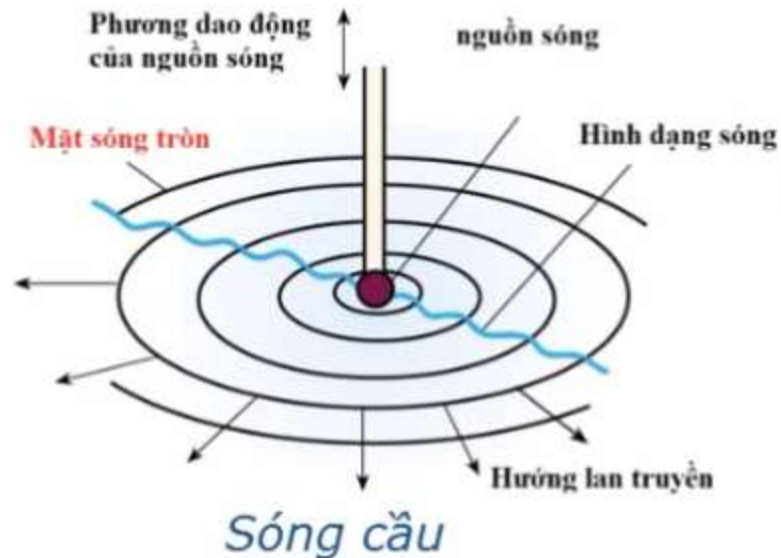
+ **Tia sóng**: phương truyền sóng.

+ **Trường sóng**: phần môi trường có sóng truyền qua.

1. Sóng cơ trong môi trường đàn hồi

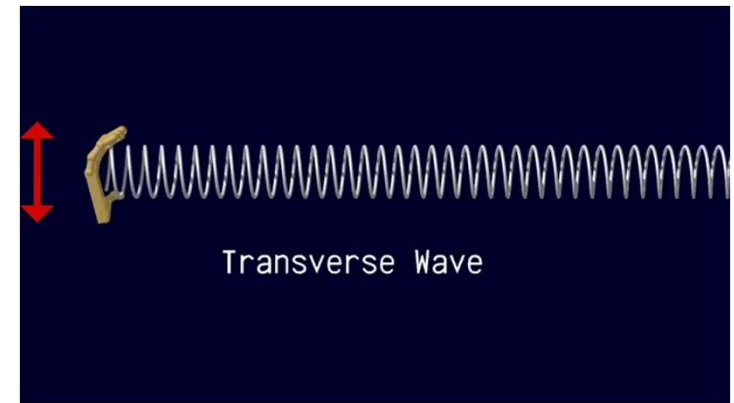
+ **Mặt sóng**: tập hợp những điểm trong trường sóng tại đó các phần tử dao động cùng pha.

+ **Mặt đầu sóng**: mặt ngoài cùng trong trường sóng.

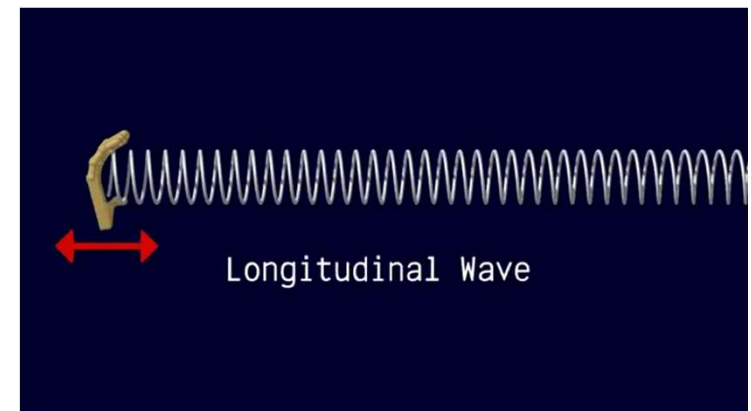
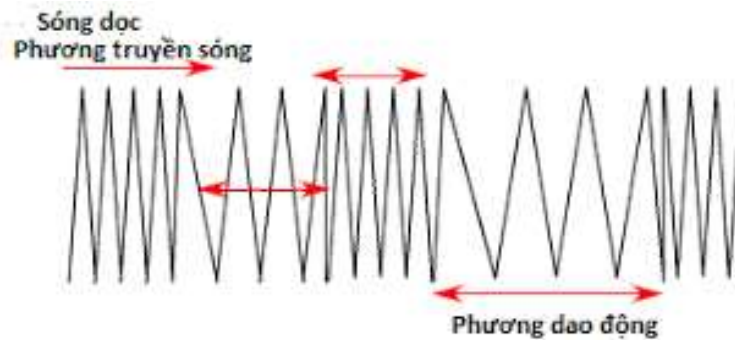


1. Sóng cơ trong môi trường đàn hồi

+ Sóng ngang:



+ Sóng dọc:



1. Sóng cơ trong môi trường đàn hồi

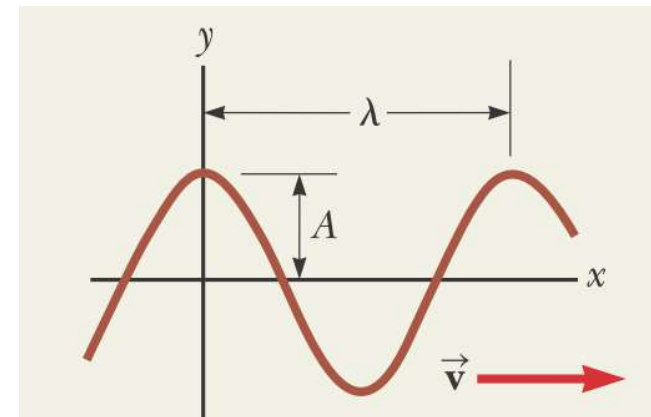
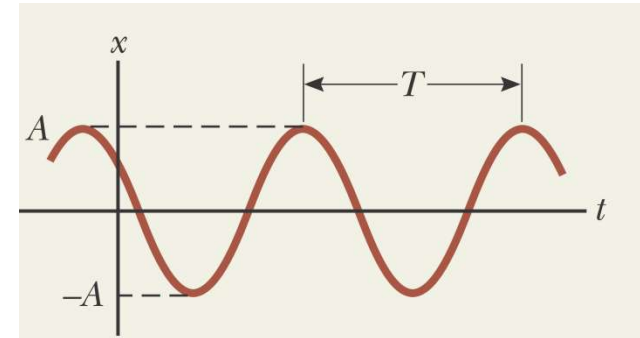
* Các đặc trưng của sóng:

+ Vận tốc sóng (v)

+ Chu kỳ (T), tần số (f)

+ Bước sóng (λ)

$$\lambda = v.T = \frac{v}{f}$$



2. Phương trình sóng

+ Xét sóng phẳng đơn sắc, truyền theo phương Ox:



+ Tại **O**: $x_0 = A \cos \omega t$ (1)

+ Tại **M**: $x_M = A \cos \omega \left(t - \frac{d}{v} \right) = A \cos \left(\omega t - 2\pi \frac{d}{\lambda} \right)$ (2)

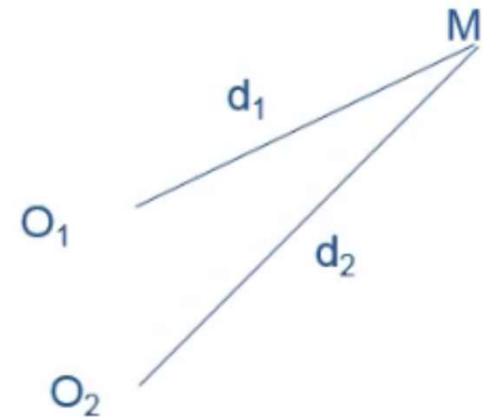
* **Đối với sóng cầu**: $x = k \frac{A}{d} \cos \left(\omega t - 2\pi \frac{d}{\lambda} \right)$ (3)

3. Giao thoa sóng

+ Xét 2 nguồn sóng O_1 và O_2 có cùng phương, cùng tần số, pha ban đầu bằng 0:

$$x_{O_1} = A_1 \cos \omega t \quad (4)$$

$$x_{O_2} = A_2 \cos \omega t \quad (5)$$



+ Sóng do O_1 và O_2 truyền tới M:

$$x_{M1} = A_1 \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda}\right) \quad (6)$$

$$x_{M2} = A_2 \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{d_2}{\lambda}\right) \quad (7)$$

3. Giao thoa sóng

+ Sóng tổng hợp tại M: $x = x_{M1} + x_{M2} = A \cos(\omega t + \varphi)$

Biên độ sóng tổng hợp tại M:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}, \text{ với } \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$$

* **Nhận xét:**

- Nếu $\varphi_1 - \varphi_2 = 2k\pi \Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda$, với $k = 0, 1, 2, \dots$

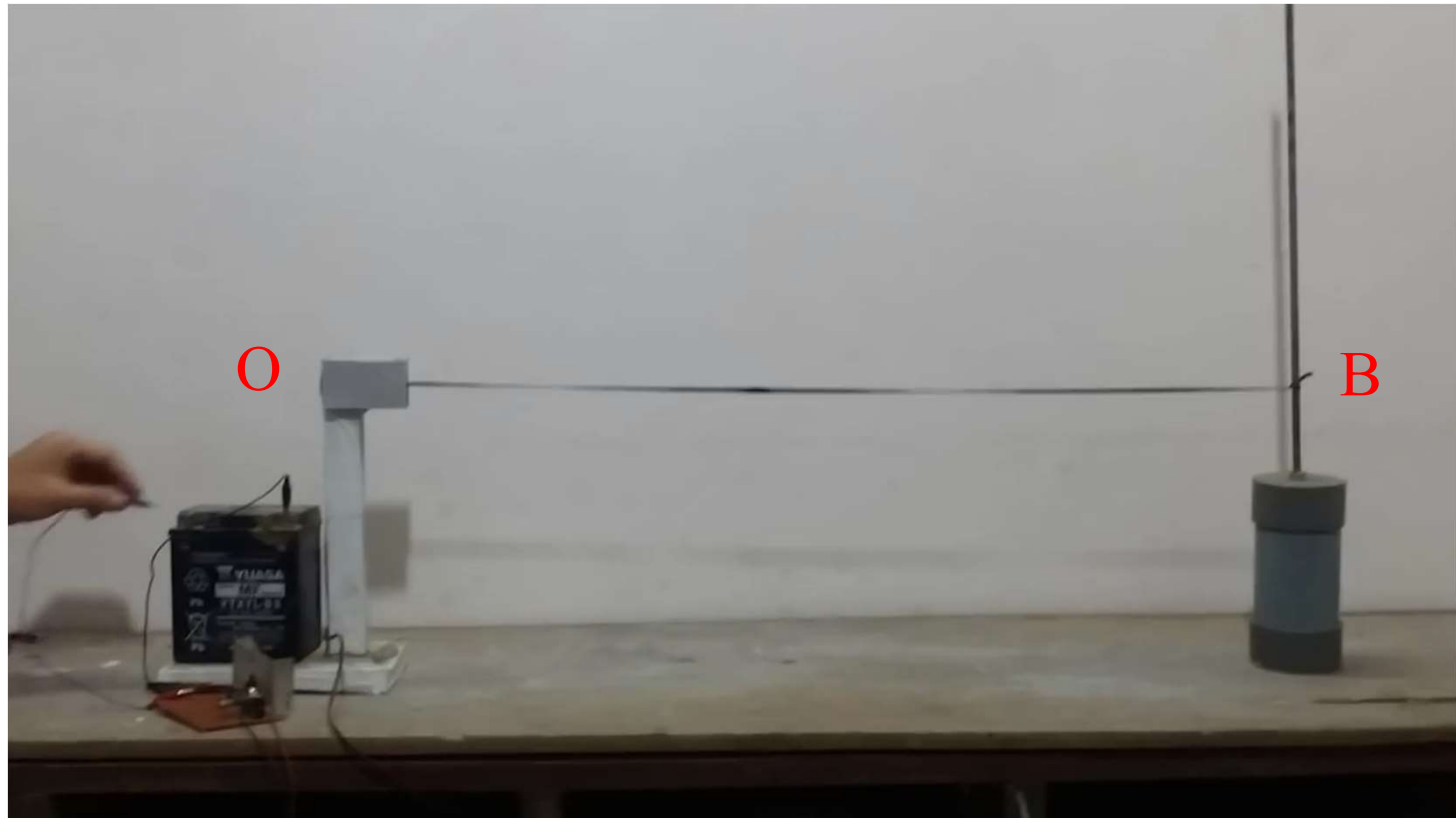
thì $A = A_{max} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2} = A_1 + A_2 \rightarrow$ **Cực đại**

- Nếu $\varphi_1 - \varphi_2 = (2k + 1)\pi \Rightarrow d_2 - d_1 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$, với $k = 0, 1, 2, \dots$

thì $A = A_{min} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2} = |A_1 - A_2| \rightarrow$ **Cực tiểu**

4. Sóng dừng

+ **Sóng dừng:** là hiện tượng giao thoa của 2 sóng phẳng cùng biên độ và tần số, truyền cùng phương nhưng ngược chiều.



4. Sóng dừng



+ Tại O: $x_0 = A_0 \cos \omega t$

+ Sóng tới truyền đến M: $x_{M1} = A_0 \cos(\omega t - 2\pi \frac{d}{\lambda})$

+ Sóng phản xạ truyền đến M: $x_{M2} = A_0 \cos(\omega t + 2\pi \frac{d}{\lambda})$

+ Sóng tổng hợp tại M:

$$x = x_{M1} + x_{M2} = 2A_0 \cos 2\pi \frac{d}{\lambda} \cdot \cos \omega t \rightarrow \text{Sóng dừng}$$

4. Sóng dừng

+ Sóng tổng hợp tại M:

$$x = x_1 + x_2 = 2A_0 \cos 2\pi \frac{d}{\lambda} \cdot \cos \omega t \rightarrow \text{Sóng dừng}$$

$$\text{Biện độ sóng dừng: } A = \left| 2A_0 \cos 2\pi \frac{d}{\lambda} \right|$$

* *Nhận xét:*

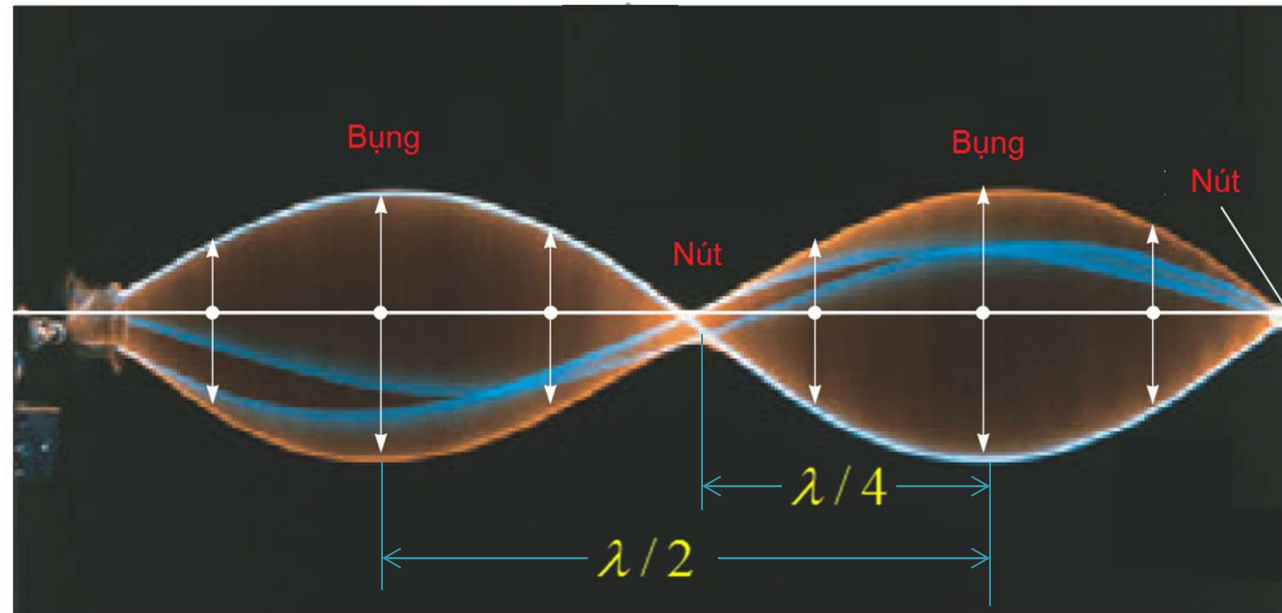
- Nếu $2\pi \frac{d}{\lambda} = k\pi \Rightarrow d = k \frac{\lambda}{2}$, với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

thì $A = A_{max} = 2A_0 \rightarrow$ **Bụng sóng**

- Nếu $2\pi \frac{d}{\lambda} = (2k + 1) \frac{\pi}{2} \Rightarrow d = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$, với $k = 0, \pm 1, \dots$

thì $A = A_{min} = 0 \rightarrow$ **Nút sóng**

4. Sóng dừng



5. Sóng âm

- + **Sóng âm:** sóng dọc, truyền được trong chất rắn, lỏng và khí.
 - + **Miền nghe được:** $f = [20\text{Hz} \div 20000\text{Hz}]$.
 - + **Sóng hạ âm:** $f < 20\text{Hz}$.
 - + **Sóng siêu âm:** $f > 20000\text{Hz}$
-

5. Sóng âm

* Siêu âm:

+ *Đặc tính:*

- Chùm siêu âm kích thước nhỏ,
- Ít lệch phương truyền,
- Bị phản xạ mạnh trên các mặt phân cách giữa 2 môi trường khác nhau,
- Bị hấp thụ mạnh trong chất khí và hấp thụ yếu trong chất lỏng, rắn.

+ *Ứng dụng:*

- Trong kỹ thuật thăm dò độ sâu của đáy sông, đáy biển, phát hiện các chương ngại vật dưới biển.
- Kiểm tra các vật đúc bằng kim loại để phát hiện các vết nứt hoặc lỗ hổng nhỏ do các bọt khí tạo nên trong các vật.

5. Sóng âm

* Các đại lượng đặc trưng sinh lý của âm:

+ **Độ cao của âm**: là cảm giác thanh trầm của tai đối với sóng âm, phụ thuộc vào tần số f .

+ **Âm sắc**: đặc trưng cho sắc thái của âm, giúp phân biệt được giọng nói của người này với người khác, hay âm phát ra từ nguồn này với nguồn khác.

+ **Độ to của âm**:

Cường độ âm (I)

Mức cường độ âm: $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$, đơn vị: đề xi ben (dB)

$I_0 = 10^{-12} \left(\frac{W}{m^2} \right)$ - cường độ mốc tiêu chuẩn