



CHƯƠNG 6: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG CƠ

§1. Dao động điều hòa

§2. Dao động tắt dần. Dao động cưỡng bức

§3. Sóng cơ

§4. Giao thoa và nhiễu xạ sóng cơ

§5. Sóng dừng

§6. Sóng âm

§7. Hiệu ứng Doppler



§1. Dao động cơ điều hòa

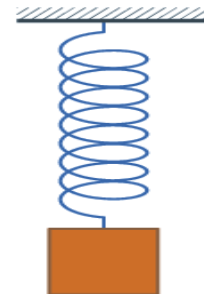
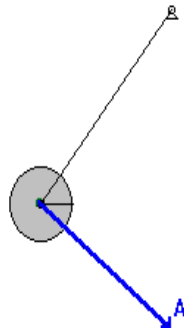
I. Dao động cơ học

Khái niệm dao động

Chuyển động lặp đi lặp lại xung quanh một vị trí cố định gọi là vị trí cân bằng (VTCB)

Tính chất của hệ dao động

- *Hệ dao động có một VTCB*
- *Khi hệ dời VTCB thì xuất hiện lực kéo hệ về VTCB*
- *Hệ dao động có quán tính*



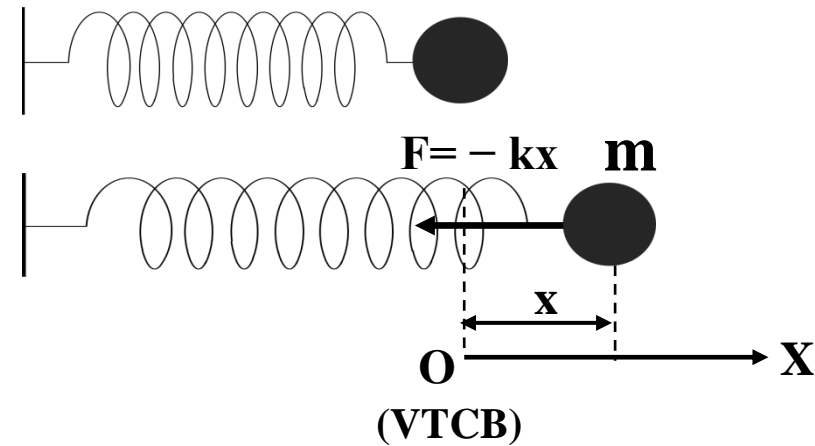


§1. Dao động cơ điều hòa

II. PT dao động cơ điều hòa

1. Phương trình

Xét con lắc lò xo nằm ngang.
Kéo con lắc lệch VTCB đoạn $x \rightarrow$ Xuất hiện lực kéo con lắc về VTCB



Theo Định luật 2 Newton:

$$F = ma = m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx \rightarrow \frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0 \quad (1), \quad (\omega_0^2 = \frac{k}{m})$$

Nghiệm của phương trình dao động (1) có dạng:

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



§1. Dao động cơ điều hòa

Định nghĩa dao động cơ điều hòa

*Dao động có li độ dao động (độ dời của vật) biến đổi tuần hoàn theo thời gian theo hàm **SIN** hoặc **COSIN***

2. Các đại lượng đặc trưng

Li độ dao động (x): Độ dời của vật (hệ) khỏi VTCB

Biên độ dao động (A): Là li độ lớn nhất của vật đđ

$$A = |x|_{\max}$$

Tần số góc: ($\omega_0 > 0$) Cho biết mức độ nhanh chậm của dao động. Đơn vị: radian/giây



§1. Dao động cơ điều hòa

Pha dao động $(\omega_0 t + \varphi)$ Xác định trạng thái dao động của hệ ở thời điểm t

Pha ban đầu (φ) : Xác định trạng thái dao động ở thời điểm ban đầu $t = 0$.

Chu kỳ dao động T : Là thời gian để hệ thực hiện được một dao động. Đơn vị: giây (s)

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



§1. Dao động cơ điều hòa

Tần số dao động (f_0)

Đặc trưng cho tính tuần hoàn dao động. Có trị số bằng số dao động hệ thực hiện được trong một đơn vị thời gian.

$$f_0 = \frac{1}{T} = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Vận tốc dao động

$$v = \frac{dx}{dt} = -\omega_0 A \sin(\omega_0 t + \varphi) = \omega_0 A \cos\left(\omega_0 t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

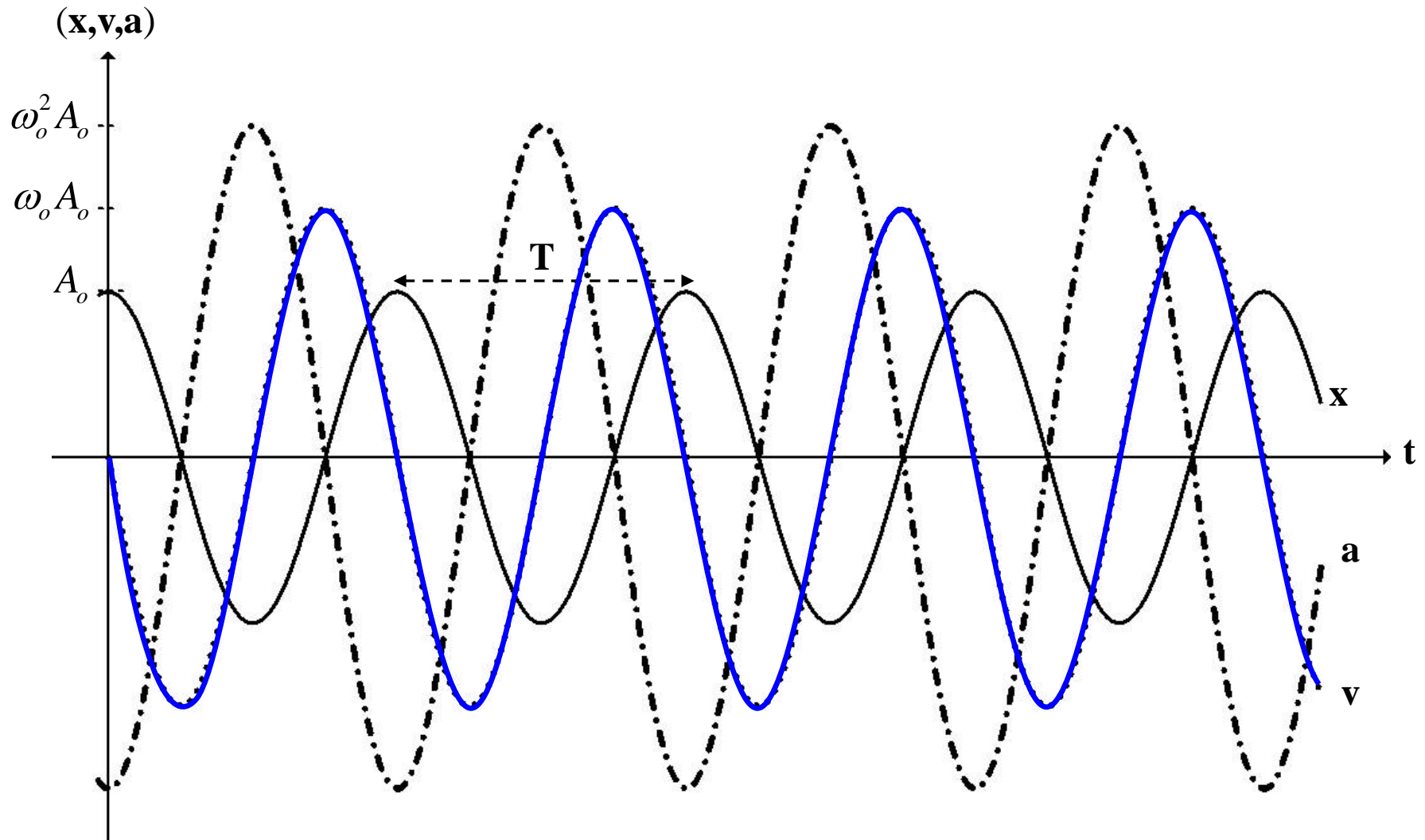
Gia tốc dao động

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



§1. Dao động cơ điều hòa

Đồ thị biểu diễn li độ, vận tốc, gia tốc





§1. Dao động cơ điều hòa

3. Năng lượng dao động cơ điều hòa

$$W = W_d + W_t$$

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

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega_0^2 A^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi)$$

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}m\omega_0^2 A^2 \left[\sin^2(\omega_0 t + \varphi) + \cos^2(\omega_0 t + \varphi) \right]$$

$$\rightarrow W = \frac{1}{2}m\omega_0^2 A^2 = \text{const} \rightarrow \omega_0 = \frac{1}{A} \sqrt{\frac{2W}{m}}$$

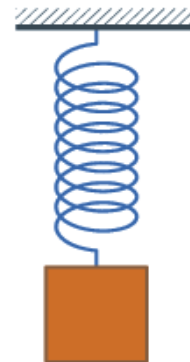


§2. Dao động tắt dần và cưỡng bức

I. Dao động tắt dần

Dao động cơ có biên độ giảm dần do mất mát năng lượng, chủ yếu do ma sát

$$\vec{F}_{ms} = -r \cdot \vec{v}$$



Phương trình dao động cơ tắt dần

$$F = -kx - rv \rightarrow m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - r \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{r}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0 \rightarrow \frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0 \quad (1)$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m}; 2\beta = \frac{r}{m}$$



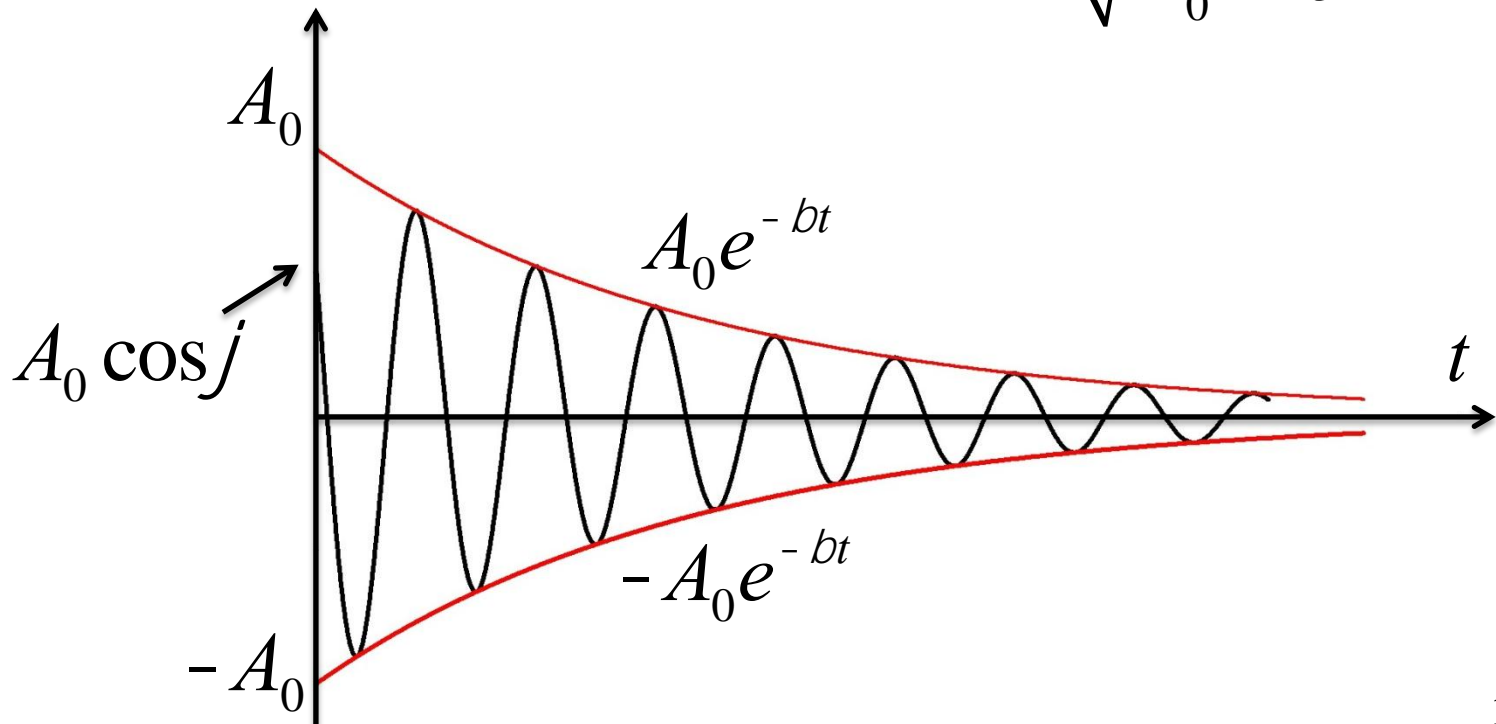
§2. Dao động tắt dần và cưỡng bức

Nghiệm của phương trình (1) có dạng

$$x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - b^2}$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - b^2}}$$





§2. Dao động tắt dần và cưỡng bức

Khảo sát dao động tắt dần

Biên độ của dao động giảm dần theo thời gian

$$A(t) = A_0 e^{-bt}$$

Li độ dao động luôn bị giới hạn tại mọi thời điểm

$$-A_0 e^{-bt} \leq x \leq A_0 e^{-bt}$$

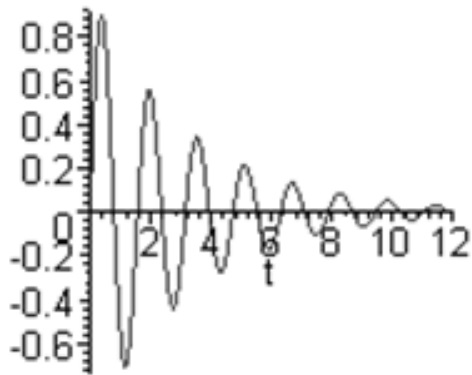
Lượng giảm loga: đại lượng đặc trưng cho mức độ giảm nhanh hay chậm của dao động tắt dần

$$d = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \ln \frac{A_0 e^{-bt}}{A_0 e^{-b(t+T)}} = \ln e^{bT} = bT$$

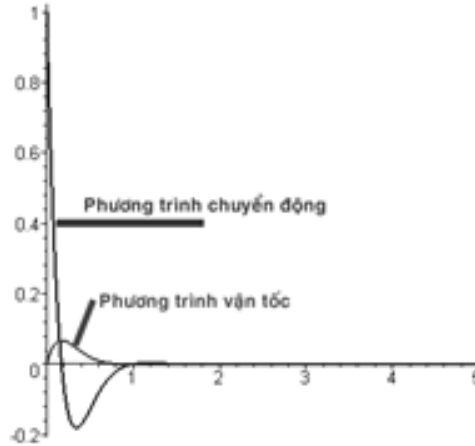


§2. Dao động tắt dần và cưỡng bức

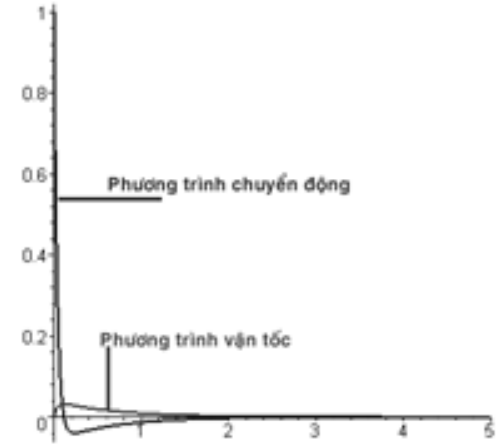
$T > T_0; \omega_0 > \beta$ mới có dao động. Nếu $W_0 \notin b$ thì lực cản quá lớn, biên độ giảm rất nhanh xuống 0 và ko có dao động



Dao động tắt dần ma sát nhỏ



Dao động tắt dần ma sát vừa



Dao động tắt dần ma sát lớn



§2. Dao động tắt dần và cưỡng bức

II. Dao động cưỡng bức

Khái niệm: Dao động dưới tác dụng của ngoại lực tuần hoàn nhằm mục đích bù trừ phần năng lượng mất mát trong mỗi chu kỳ gọi là dao động cưỡng bức.

Phương trình dao động cưỡng bức

$$F_{CB} = H \cos(\Omega t) \rightarrow F = -kx - rv + H \cos \Omega t$$

$$\rightarrow \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{r}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = \frac{H}{m} \cos \Omega t$$

$$\rightarrow \frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = H \cos \Omega t$$



§2. Dao động tắt dần và cưỡng bức

Nghiệm của phương trình:

Phương trình dao động cưỡng bức không có nghiệm thuần nhất mà có nghiệm dưới dạng

$$X = X_{\text{Tat dan}} + X_{\text{Cuong buc}}$$

Trong đó $X_{\text{Tat dan}} = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$ là nghiệm của phương trình dao động tắt dần

Sau một khoảng thời gian, dao động tắt dần biến mất chỉ còn dao động cưỡng bức

$$X \equiv X_{\text{Cuong buc}}$$



§2. Dao động tắt dần và cưỡng bức

Nghiệm riêng, dao động cưỡng bức

$$x = x_{CB} = A \cos(Wt + F)$$

$$A = \frac{H}{m\sqrt{(W^2 - W_0^2)^2 + 4b^2W^2}} \quad \text{tg}F = -\frac{2bW}{(W^2 - W_0^2)}$$

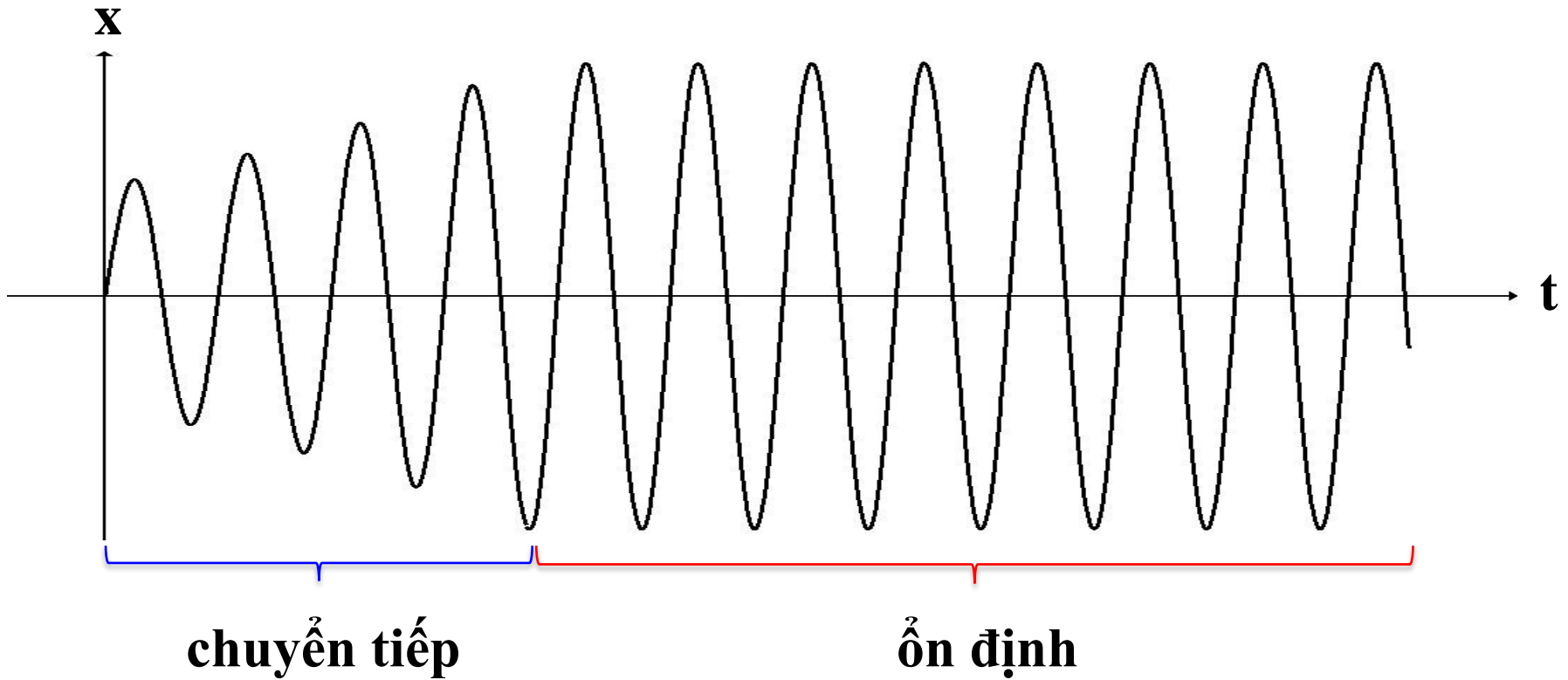
Khảo sát dao động cưỡng bức

W	0	$\sqrt{W_0^2 - 2b^2}$	∞
A	$\frac{H}{mW_0^2}$	A_{\max}	0

Diagram illustrating the relationship between angular frequency W and amplitude A. The horizontal axis is W, and the vertical axis is A. The amplitude A starts at $\frac{H}{mW_0^2}$ when W=0, increases to a maximum value A_{\max} at $W = \sqrt{W_0^2 - 2b^2}$, and then decreases towards 0 as W approaches infinity.



§2. Dao động tắt dần và cưỡng bức



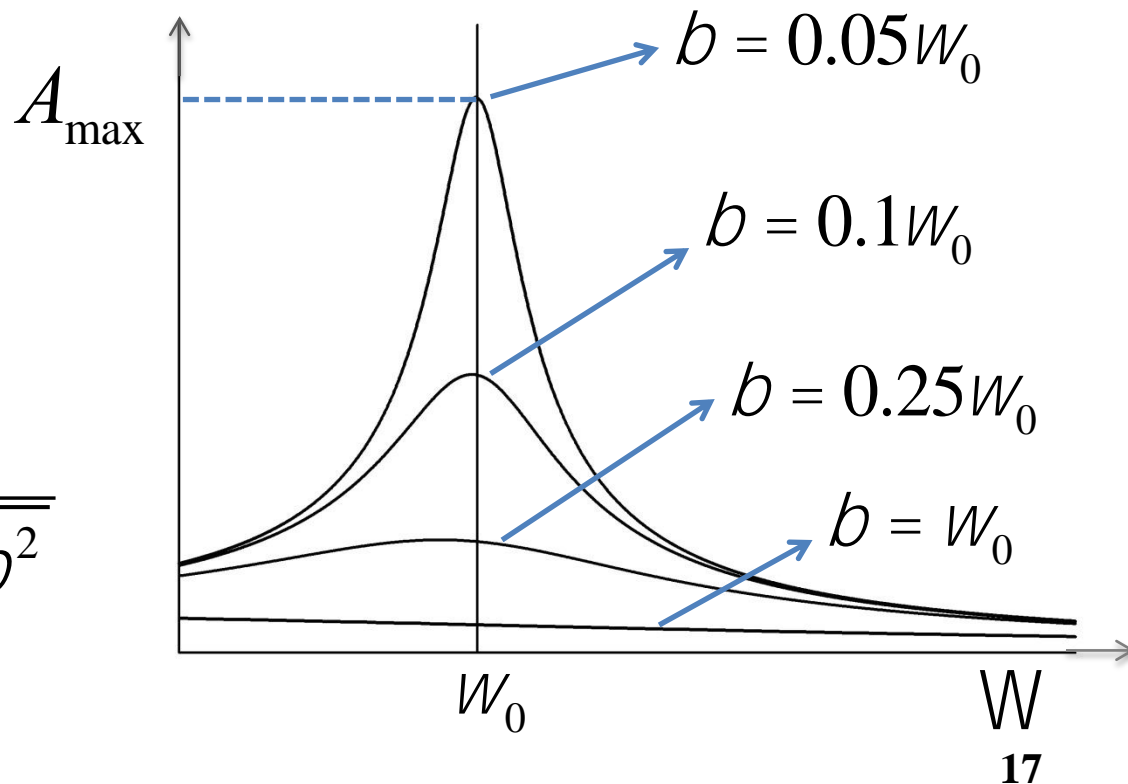


§2. Dao động tắt dần và cưỡng bức

Hiện tượng cộng hưởng: Khi tần số của ngoại lực tuần hoàn bằng tần số cộng hưởng $W = W_{ch}$ thì biên độ dao động cưỡng bức cực đại A_{max} , khi đó xảy ra hiện tượng cộng hưởng

$$W_{ch} = \sqrt{W_0^2 - 2b^2}$$

$$A_{max} = \frac{H}{2mb\sqrt{W_0^2 - b^2}}$$



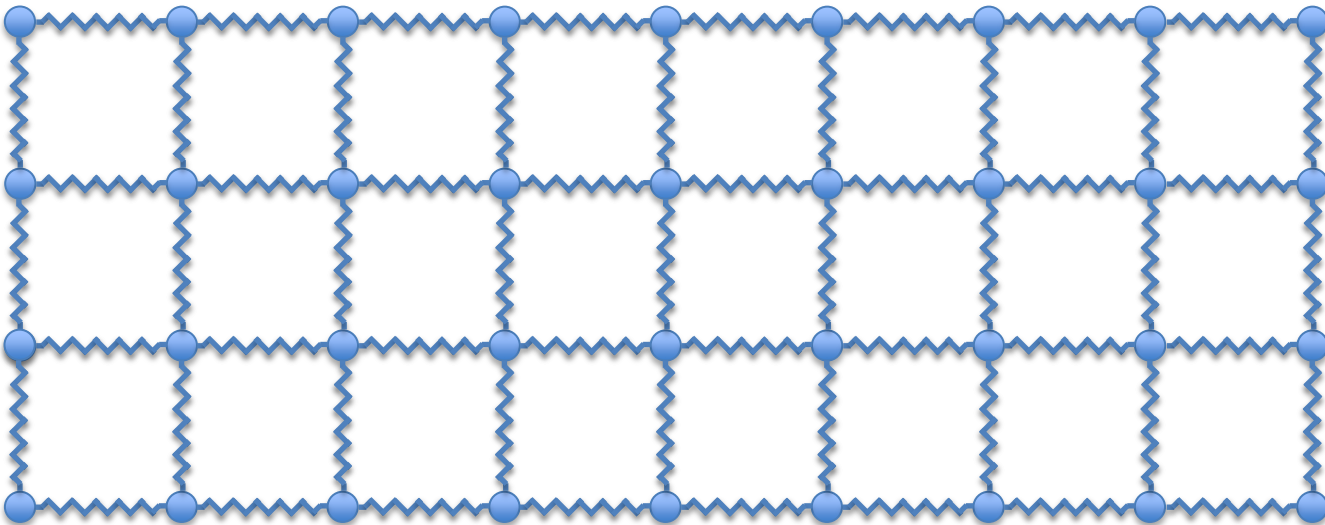


§3. Sóng cơ học

I. Định nghĩa sóng cơ học

Môi trường đàn hồi

Bao gồm các phân tử phân bố đều và liên kết chặt chẽ với nhau bằng lực đàn hồi. Bình thường mỗi phân tử có một vị trí cân bằng bền.

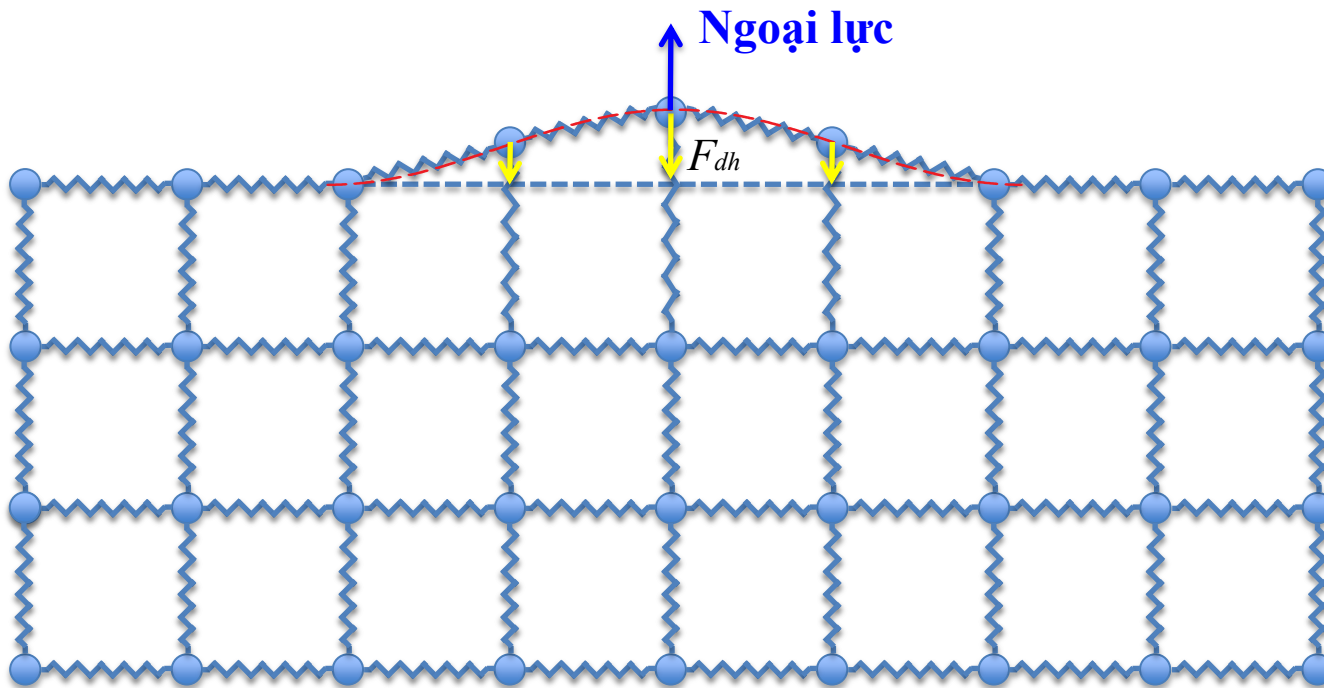




§3. Sóng cơ học

Quá trình sóng

Sự hình thành sóng cơ trong môi trường vật chất

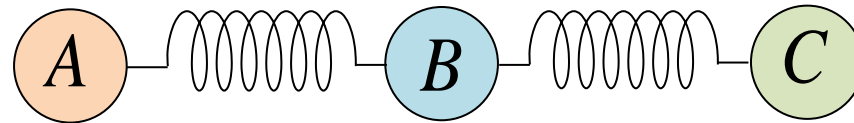




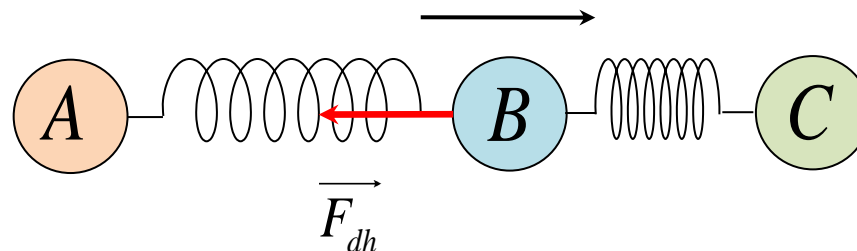
§3. Sóng cơ học

Quá trình sóng

Xét 3 phân tử A, B, C gắn với nhau thông qua các lò xo đàn hồi (Môi trường đàn hồi).



Kéo phân tử B lệch khỏi VTCB của nó (Kéo sang C).



Khi đó lò xo nối giữa A và B bị giãn, lò xo nối B và C bị nén. Khi đó, xuất hiện lực đàn hồi kéo B trở về VTCB.



§3. Sóng cơ học

Do có quán tính, phân tử B vượt qua VTCB sang A.

Như vậy, phân tử B dao động xung quanh VTCB của nó.

Điều này xảy ra tương tự với các phân tử A và C

Kết luận: Đầu tiên kích thích cho 1 phân tử dao động. Do các phân tử liên kết nhau thông qua môi trường đàn hồi nên sau một thời gian kéo theo các phân tử lân cận cũng dao động theo.

→ Quá trình như vậy được gọi là quá trình sóng



§3. Sóng cơ học

Định nghĩa sóng cơ học

Là quá trình lan truyền các dao động cơ học trong môi trường đàn hồi.

Điều kiện để có sóng cơ học

- + **Nguồn sóng** (Phần tử dao động điều hòa đầu tiên của môi trường).
- + **Môi trường đàn hồi** (Sóng cơ học không thể truyền trong chân không vì trong đó không có môi trường đàn hồi).



§3. Sóng cơ học

Một số khái niệm

Nguồn sóng: Vật gây kích động dao động

Tia sóng: Là đường sóng từ nguồn sóng và chỉ phương lan truyền sóng. Thông thường ta không quan sát thấy tia sóng.

Mặt sóng: Là quỹ tích các điểm có dao động cùng pha ở mọi thời điểm. Ta có thể quan sát thấy mặt sóng nước...

Trường sóng: Là không gian mà sóng truyền qua.



§3. Sóng cơ học

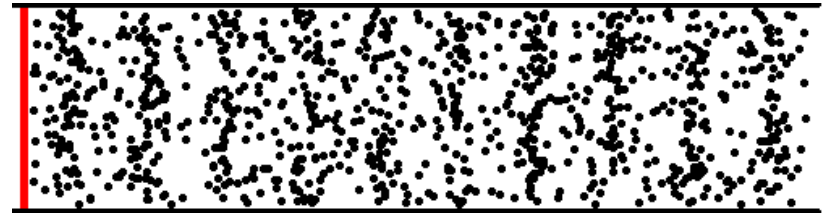
II. Phân loại sóng

Dựa vào phương chiều lan truyền sóng



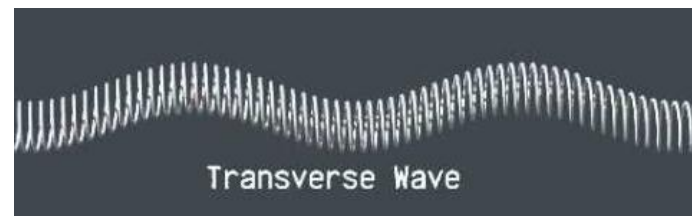
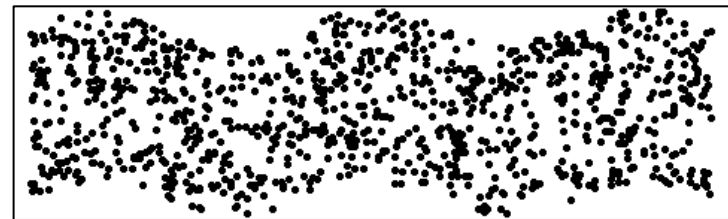
Sóng dọc

Phương dao động trùng với phương truyền sóng



Sóng ngang

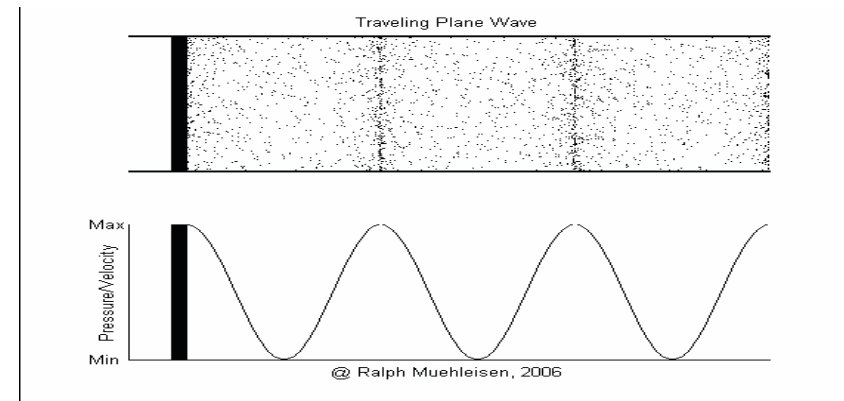
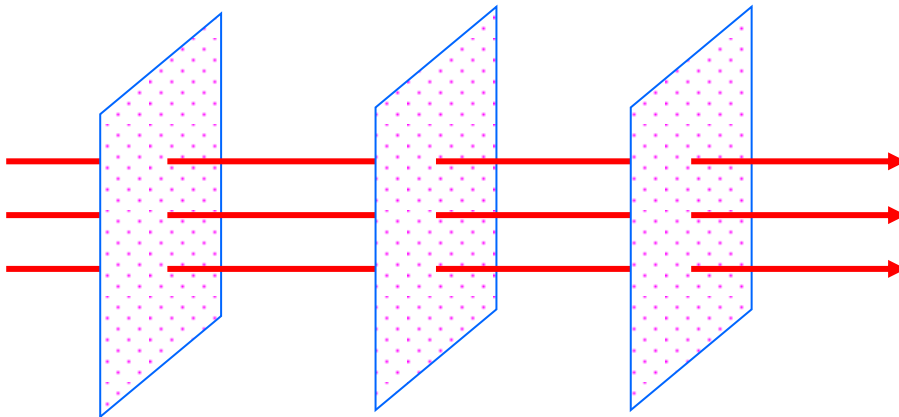
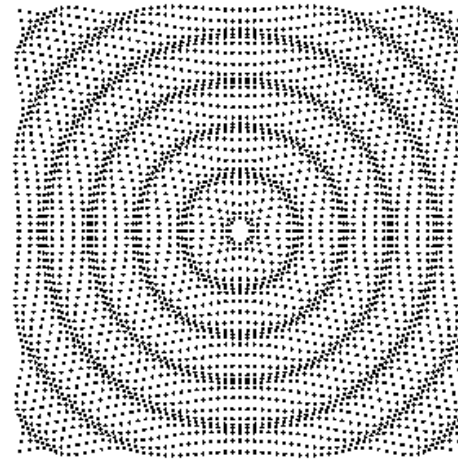
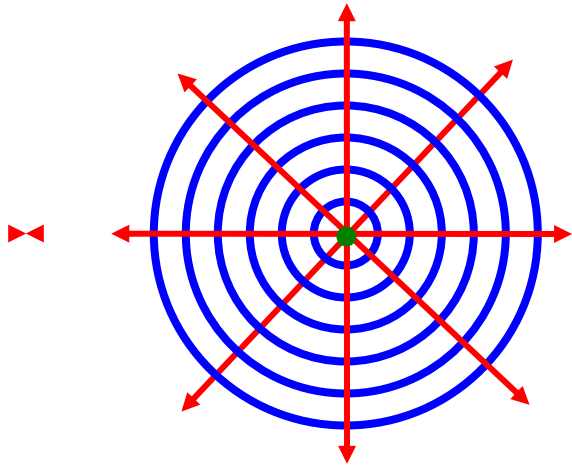
Phương dao động vuông góc với phương truyền sóng





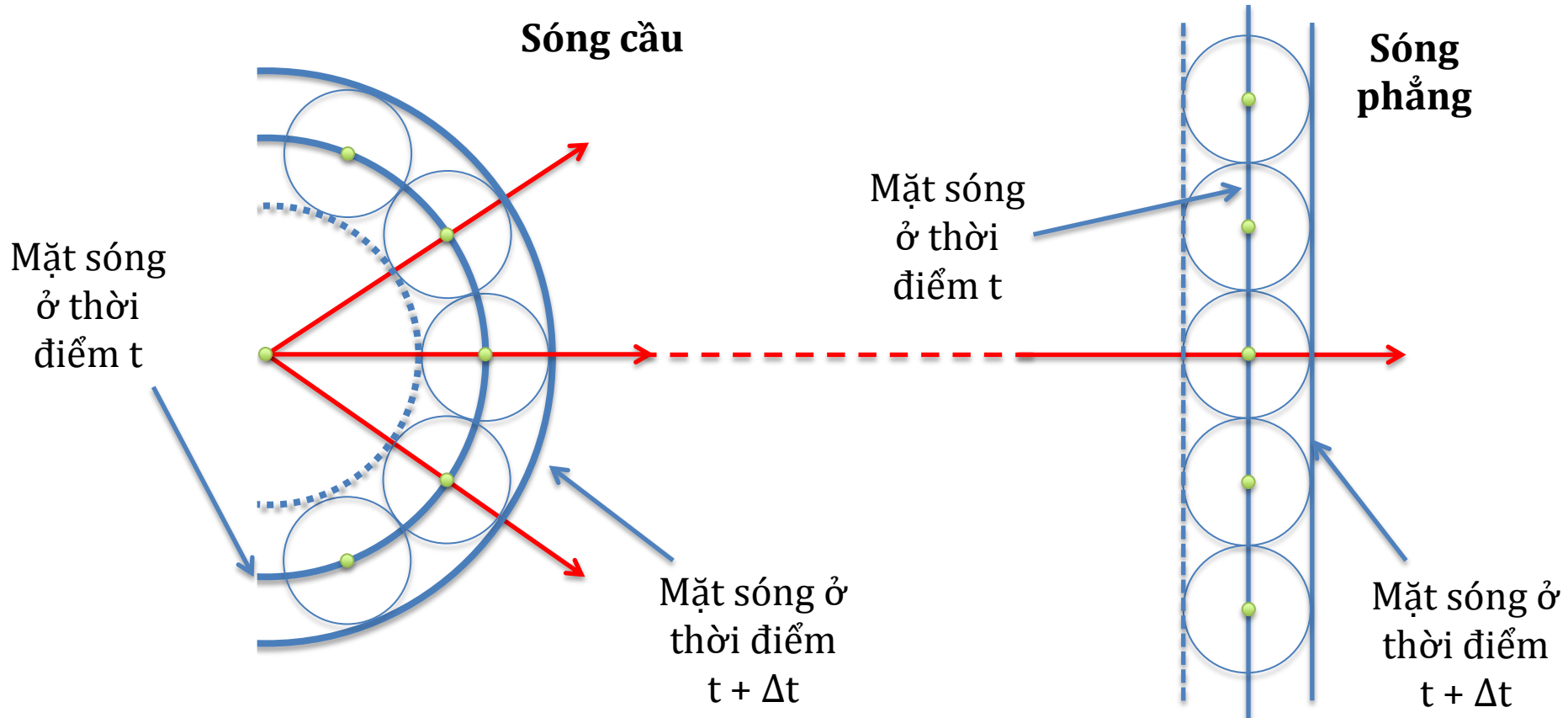
§3. Sóng cơ học

Dựa vào mặt sóng: **Sóng cầu** và **sóng phẳng**



§3. Sóng cơ học

Nguyên lý Huyghen



- Mỗi điểm trên mặt sóng trở thành một nguồn phát sóng thứ cấp
- Mặt bao hình của các sóng cầu thứ cấp sẽ là mặt sóng ở thời điểm sau

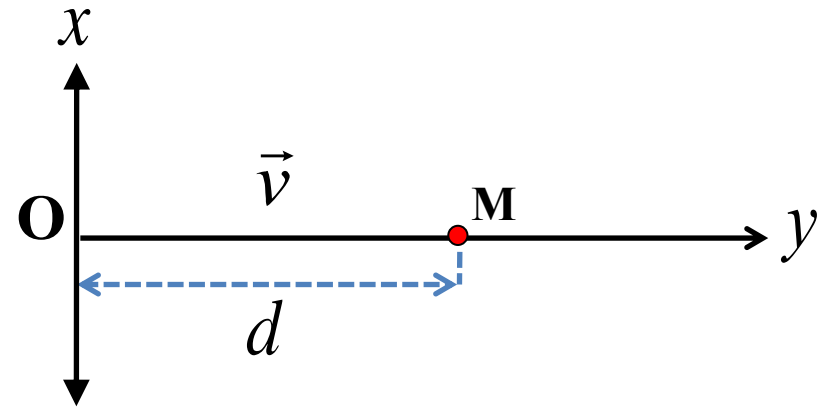


§3. Sóng cơ học

III. Hàm sóng

Là hàm liên hệ giữa li độ dao động của sóng với không gian, thời gian mà sóng lan truyền trong môi trường

Xét một sóng ngang xuất phát từ nguồn O và lan truyền theo phương Oy.



Giả sử phương trình dao động tại nguồn O có dạng:

$$x_o(t) = A \cos(\omega t) \quad (1)$$



§3. Sóng cơ học

Gọi τ là thời gian sóng truyền từ $O \rightarrow M$: $\tau = \frac{\overline{OM}}{v} = \frac{d}{v}$

Nhận xét: Dao động tại M ở thời điểm t chính là dao động tại O ở thời điểm $(t - \tau)$. M trễ pha hơn O

$$x_M(t) = x_O(t - \tau)$$

$$\rightarrow x_M(t) = A \cos \omega(t - \tau) = A \cos \left(\omega t - \omega \frac{d}{v} \right) = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{T} \frac{d}{v} \right)$$



§3. Sóng cơ học

Đặt: $\lambda = v.T$ là bước sóng (Quãng đường mà sóng lan truyền được trong một chu kỳ)

$$\rightarrow x_M(t) = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) \quad (2)$$

Phương trình (2) được gọi là hàm sóng, mô tả một sóng ngang, phẳng, đơn sắc, lan truyền theo phương Oy



§3. Sóng cơ học

Nhận xét

Nếu sóng truyền theo chiều ngược lại từ M→O thì biểu thức hàm sóng tại M có dạng:

$$\rightarrow x_M(t, d) = A \cos\left(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right) \quad (3)$$

Nếu sóng truyền trong môi trường thực thì biên độ của hàm sóng sẽ giảm khi sóng lan truyền:

$$x_M(t, d) = \frac{k}{d} A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) \quad (4)$$



§3. Sóng cơ học

Tính chất của hàm sóng

Tuần hoàn theo thời gian với T: $x_M(t) = x_M(t + mT)$

$$x_M(t + mT) = A \cos \left[\omega(t + mT) - \frac{2\pi d}{\lambda} \right] = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} + 2m\pi \right)$$

$$\rightarrow x_M(t + mT) = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) = x_M(t)$$

Tuần hoàn theo không gian với λ : $x_M(d) = x_N(d + n\lambda)$

$$x_N(d + n\lambda) = A \cos \left[\omega t - \frac{2\pi(d + n\lambda)}{\lambda} \right] = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} - 2n\pi \right)$$

$$\rightarrow x_N(d + n\lambda) = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) = x_M(d)$$



§3. Sóng cơ học

IV. Năng lượng của sóng cơ

Giả thiết MT truyền sóng là đồng nhất, xét thể tích dV

$$dW = dW_d + dW_t$$

$$dW_d = \frac{1}{2} mu^2 \quad m = r \times dV \quad u = \frac{dx}{dt} = -WA \sin\left(\omega t - \frac{2\pi y}{l}\right)$$

$$dW_d = \frac{1}{2} rdV \omega^2 A^2 \sin^2\left(\omega t - \frac{2\pi y}{l}\right)$$

$$dW_t = \frac{1}{2} \frac{1}{a} \left(\frac{dx}{dy}\right)^2 dV \quad \frac{dx}{dy} = \frac{\omega}{v} A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi y}{l}\right)$$

$$dW_t = \frac{1}{2} rdV \omega^2 A^2 \sin^2\left(\omega t - \frac{2\pi y}{l}\right)$$

$$v = \sqrt{\frac{1}{ar}}$$



§3. Sóng cơ học

- Năng lượng của sóng cơ: giả thiết môi trường truyền sóng là đồng nhất, xét thể tích dV

$$dW = r dV W^2 A^2 \sin^2 \left(\omega t - \frac{2\pi y}{\lambda} \right)$$

- Mật độ năng lượng

$$v = \frac{dW}{dV} = r W^2 A^2 \sin^2 \left(\omega t - \frac{2\pi y}{\lambda} \right)$$

- Mật độ năng lượng trung bình $v_{TB} = \frac{1}{2} r W^2 A^2$
- Như vậy không gian có sóng truyền qua mang năng lượng. Năng lượng này do nguồn sóng truyền tới vì vậy quá trình truyền sóng còn có thể được coi là quá trình truyền năng lượng.



§3. Sóng cơ học

Năng thông của sóng, véc tơ Umôp-Pointing

- Năng thông của sóng P truyền qua một mặt nào đó trong môi trường về mặt trị số bằng năng lượng gửi qua mặt đó trong một đơn vị thời gian

$$P = \frac{V \times dV}{dt} = V \times Sv$$

- Giá trị trung bình của năng thông

$$\bar{P} = V_{TB} \times Sv = \frac{1}{2} rW^2 A^2 Sv$$



§3. Sóng cơ học

- Xét mật độ năng thông trung bình của sóng gửi qua một đơn vị diện tích

$$\bar{F} = \frac{\bar{P}}{S} = \frac{1}{2} r W^2 A^2 v = v \times v$$

- Định nghĩa véc tơ Umôp-Pointing

$$\vec{\Phi} = \vec{\omega} \cdot \vec{v}$$



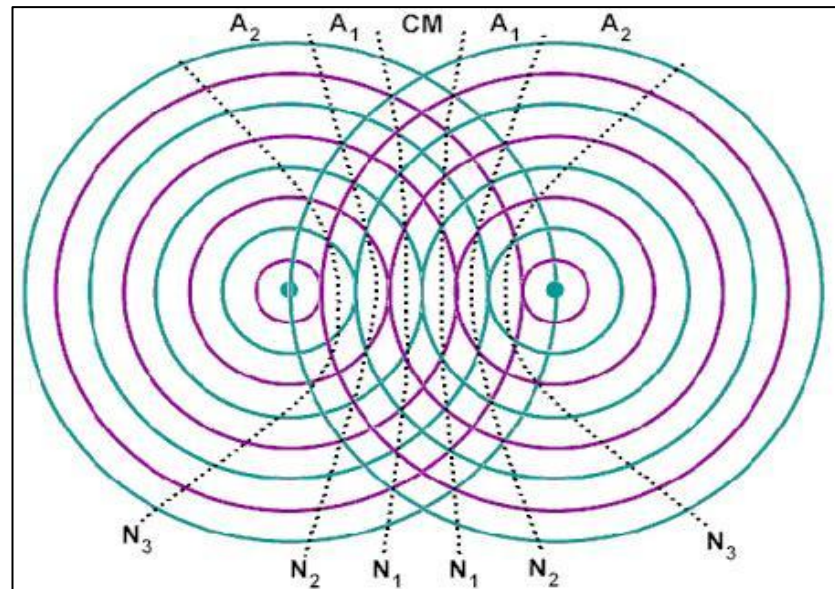
§4. Giao thoa. Nhiễu xạ sóng cơ

I. Hiện tượng giao thoa sóng cơ

- **Nguyên lý chồng chất sóng:** Các sóng do nhiều nguồn truyền tới một điểm trong không gian không nhiễu loạn nhau. Dao động của một phần tử môi trường là tổng hợp của các dao động thành phần khi nhiều sóng gặp nhau
- **Nguồn sóng kết hợp:** hai nguồn sóng có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian gọi là nguồn sóng kết hợp.
- Hiện tượng giao thoa sóng chỉ xảy ra đối với nguồn sóng kết hợp và xảy ra đối với cả sóng ngang, sóng dọc



§4. Giao thoa. Nhiễu xạ sóng cơ





§4. Giao thoa. Nhiễu xạ sóng cơ

Khảo sát hiện tượng giao thoa sóng

$$x_{O_1}(t) = A_1 \cos \omega t; \quad x_{O_2}(t) = A_2 \cos \omega t$$

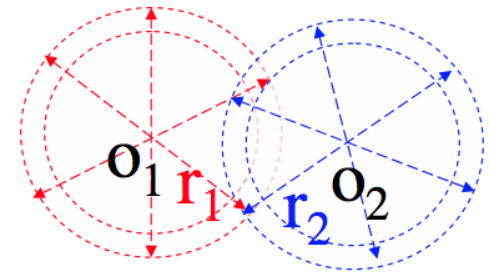
$$x_1(t) = A_1 \cos\left(\omega t - \frac{2\rho r_1}{l}\right); \quad x_2(t) = A_2 \cos\left(\omega t - \frac{2\rho r_2}{l}\right)$$

$$x_M(t) = A \cos(\omega t + f)$$

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \frac{2\rho}{l}(r_1 - r_2)} \quad \tan f = \frac{A_2 \sin \frac{2\rho}{l}(r_1 - r_2)}{A_1 + A_2 \cos \frac{2\rho}{l}(r_1 - r_2)}$$

$$A_{\max} = A_1 + A_2 \quad \text{khi } r_1 - r_2 = k l \quad \rightarrow \text{Cực đại giao thoa}$$

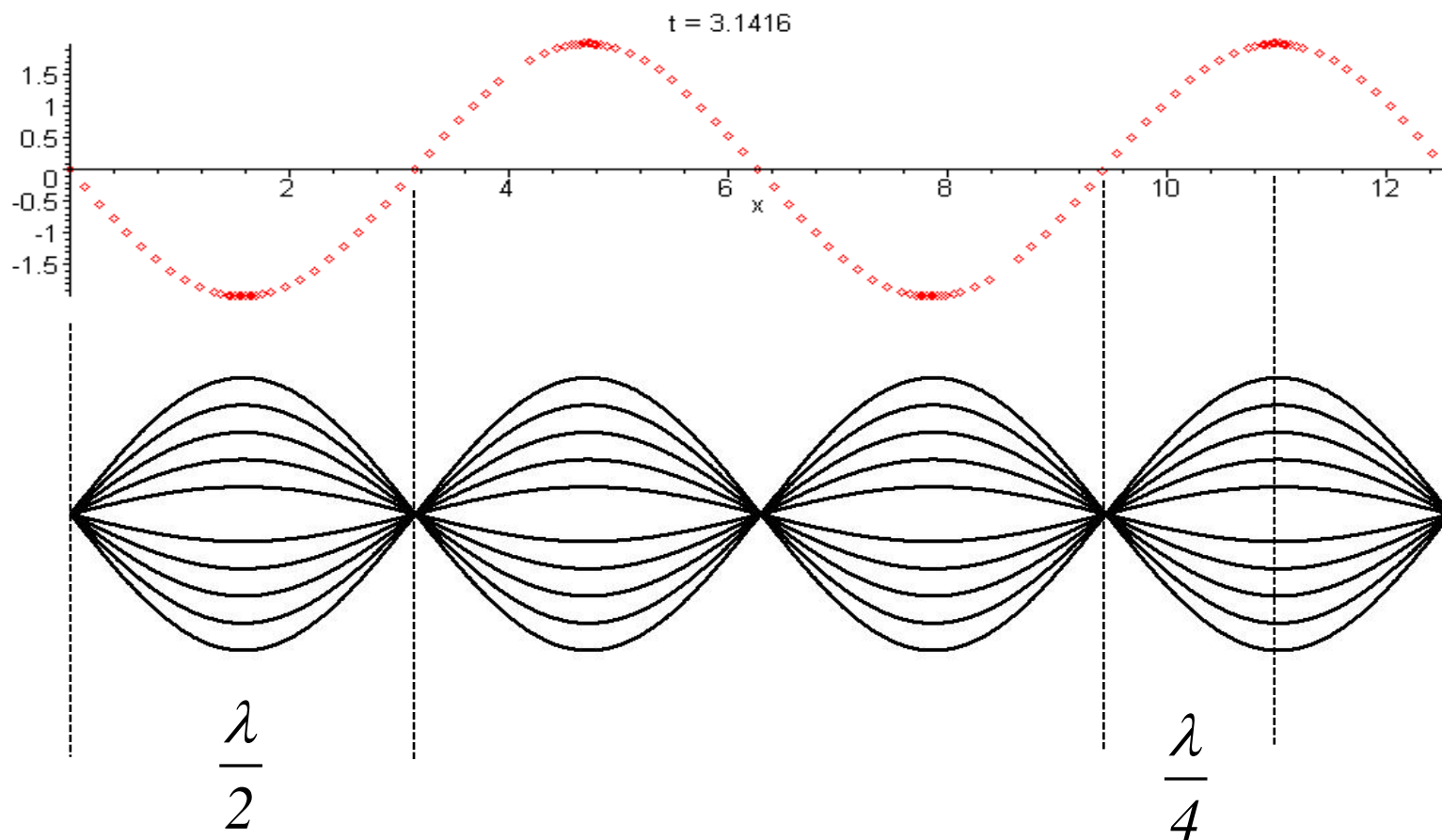
$$A_{\min} = |A_1 - A_2| \quad \text{khi } r_1 - r_2 = (2k + 1) l / 2 \quad \rightarrow \text{Cực tiểu giao thoa}$$





Sóng dừng

- **Sóng dừng:** là hiện tượng giao thoa của hai sóng phẳng cùng biên độ và tần số lan truyền ngược chiều nhau (sóng tới và sóng phản xạ)





Sóng dừng

Điều kiện sóng dừng

+ Sóng dừng trên sợi dây có hai đầu cố định

$$l = k \frac{\lambda}{2} \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

+ Sóng dừng trên sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do

$$l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

+ Cực đại (Bụng sóng)

$$\left| \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \right| = 1 \quad \text{Khi} \quad d = \frac{k\lambda}{2} \quad (k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots)$$

+ Cực tiểu (Nút sóng)

$$\left| \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \right| = 0 \quad \text{Khi} \quad d = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots)$$



Sóng âm

- Sóng âm, theo nghĩa hẹp, là sóng cơ truyền trong môi trường vật chất khi truyền đến tai người gây ra cảm giác âm.
- Tuy nhiên ngày nay khái niệm sóng âm được mở rộng bất kể là chúng có gây ra cảm giác âm hay không vì vậy sóng âm được định nghĩa là **“những sóng cơ lan truyền trong môi trường vật chất”**
- Điều kiện để có sóng âm
 - Phải có nguồn phát sóng âm
 - Phải có một môi trường vật chất (sóng âm không truyền trong chân không)



Sóng âm

Phân loại sóng âm:

Sóng âm được phân loại dựa trên tần số sóng (dựa trên cảm giác âm mà sóng âm gây ra). Có 3 loại sóng âm

- **Sóng hạ âm:** sóng âm có tần số nhỏ hơn 16 Hz
- **Sóng âm nghe được:** tần số $16 \text{ Hz} < f < 20000 \text{ Hz}$
- **Sóng siêu âm:** sóng âm có tần số lớn hơn 20000 Hz
- Tai người chỉ nghe được những sóng âm nghe được có tần số trong khoảng $16 - 20000 \text{ Hz}$. Một số loài động vật như dơi, cá heo có thể nghe được sóng siêu âm



Sóng âm

Đặc trưng của âm

Tần số âm: tần số dao động của các phân tử môi trường có sóng âm truyền qua.

Cường độ âm: Vì sóng âm là sóng cơ lan truyền trong môi trường vật chất nên khi sóng âm truyền đến đâu sẽ làm cho phân tử môi trường dao động ở đó. Như vậy sóng âm mang năng lượng.

Cường độ âm I tại một điểm là đại lượng đo bằng năng lượng mà sóng âm truyền qua một đơn vị diện tích vuông góc với phương truyền sóng đặt tại điểm đó, trong một đơn vị thời gian.



Sóng âm

Đặc trưng của âm

- Mức cường độ âm: thay vì sử dụng cường độ âm, mức cường độ âm là đại lượng được sử dụng để đặc trưng cho sự mạnh yếu của sóng âm.
- Mức cường độ âm là logarith thập phân của tỉ số giữa cường độ thực tế trên cường độ âm chuẩn
- I_0 là cường độ âm chuẩn

Cường độ âm I	I_0	$10I_0$	$100I_0$	$1000I_0$
I/I_0	1	10	100	1000
$\lg I/I_0$	0	1	2	3

- Mức cường độ âm
$$L = \lg \frac{I}{I_0}$$



Sóng âm

- Đơn vị của mức cường độ âm: *ben* (B)
- 1 *ben* là mức cường độ âm của sóng âm có cường độ bằng $I = 10I_0 = 10^{-11} \text{ W/m}^2$. 1 *ben* là tương đối lớn nên trong thực tế người ta sử dụng đơn vị *đề xi ben* (dB)

$$1dB = \frac{1}{10} B$$

$$L(dB) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$



Sóng âm

- Âm cơ bản, họa âm: Mỗi nguồn âm thường phát ra một âm có tần số đặc trưng (f_0). Đồng thời với âm cơ bản, nguồn âm cũng phát ra một loạt âm có tần số tương ứng là bội số của tần số đặc trưng ($2f_0, 3f_0, 4f_0 \dots$).
- Âm có tần số f_0 được gọi là âm cơ bản còn những âm có tần số $2f_0, 3f_0, 4f_0 \dots$ được gọi là họa âm tương ứng bậc 2, bậc 3, ...
- Tập hợp tất cả các âm phát ra gọi là âm phổ. Mỗi một nguồn phát có một âm phổ đặc trưng riêng



Sóng âm

Đặc trưng sinh lý của âm

- **Độ cao của âm:** Đặc trưng cho độ trầm bổng của âm. Độ cao của âm do tần số của âm quyết định. Âm cao hay thấp phụ thuộc vào tần số âm.
- **Độ to của âm:** Độ to của âm phụ thuộc vào biên độ dao động của âm (năng lượng). Là đại lượng đặc trưng cho sự mạnh yếu của âm về mặt sinh lý (gây ra cảm giác âm).
- **Âm sắc:** Là đại lượng đặc trưng cho sắc thái của âm (Du dương hay thô kệch, trong hay đục)



Sóng âm

Siêu âm và ứng dụng

Đặc tính của siêu âm:

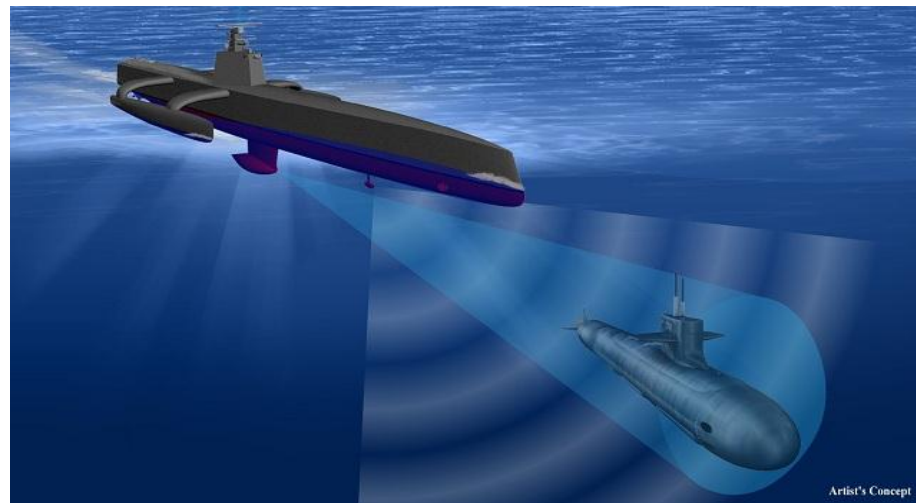
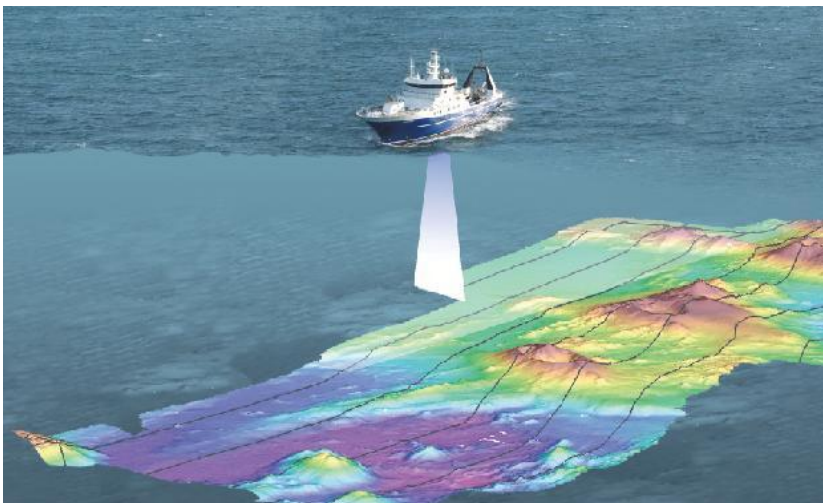
Có tính định hướng cao: Khi truyền trong môi trường có thể truyền thẳng thành tia như tia sáng.

Tính hấp thụ: Sóng siêu âm bị hấp thụ mạnh trong không khí, ít bị hấp thụ trong chất lỏng. Rất ít bị hấp thụ trong kim loại.

Năng lượng của siêu âm: Tần số của siêu âm lớn hơn nhiều so với tần số của sóng âm nên siêu âm mang năng lượng lớn hơn sóng âm rất nhiều.

Áp suất siêu âm: Do có tần số âm lớn nên siêu âm gây ra một áp suất âm đáng kể.

Ứng dụng của siêu âm





Sóng âm

Ứng dụng của siêu âm

Trong công nghiệp: Sóng siêu âm được ứng dụng để đo độ sâu của đáy sông, đáy biển, tìm lỗ hổng trong các sản phẩm đúc bằng kim loại, bê tông...

Thiết bị thăm dò dưới biển hiện nay là sona (hoạt động theo nguyên tắc của rada): Sona gồm một máy đặt mặt ngoài của đáy tàu, máy này phát ra chùm siêu âm hẹp. Gặp đáy biển hoặc đàn cá...sóng âm phản xạ rọi vào máy thu đôi khi chính là máy phát.



Sóng âm

Trong y dược: Chữa bệnh như thần kinh, tê thấp, kiểm tra, chuẩn đoán bệnh..., dùng sóng siêu âm phá vỡ các viên sỏi trong thận, các cục máu đông.

Trong nông nghiệp: Xử lý một số hạt giống thực vật dẫn đến kích thích quá trình sinh trưởng, phát triển làm tăng năng suất...

Trong ngư nghiệp: Thăm dò đàn cá trên biển qua đó có thể chọn thời điểm đánh bắt thích hợp...



Hiệu ứng Doppler

Hiệu ứng Doppler: Là những thay đổi tần số của âm liên quan đến chuyển động.

Công thức Doppler

* Người quan sát M (máy thu) đứng yên, nguồn âm S chuyển động lại gần người quan sát.

$$f' = \frac{v}{v - v_S} f$$

* Người quan sát M (máy thu) đứng yên, nguồn âm S chuyển động ra xa người quan sát

$$f' = \frac{v}{v + v_S} f$$



Hiệu ứng Doppler

* Nguồn âm S đứng yên, người quan sát M chuyển động lại gần nguồn âm.

$$f' = \frac{v + v_M}{v} f$$

* Nguồn âm S đứng yên, người quan sát M chuyển động ra xa nguồn âm.

$$f' = \frac{v - v_M}{v} f$$



Hiệu ứng Doppler

* Cả nguồn âm S và người quan sát M (máy thu) chuyển động.

$$f' = \left(\frac{v \pm v_M}{v \mp v_S} \right) f$$

“+” nếu máy thu chuyển động lại gần nguồn phát;
“-” nếu máy thu chuyển động ra xa nguồn phát

“-” nếu nguồn phát chuyển động lại gần máy thu; “+” nếu nguồn phát chuyển động ra xa máy thu



Hiệu ứng Doppler

Ứng dụng

- + Hiệu ứng Doppler ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật để đo tốc độ của những vật mà ta không tiếp cận được.
- + Hiệu ứng Doppler với sóng cực ngắn được ứng dụng để đo tốc độ của máy bay, xe tăng, ô tô, xe máy trong kiểm soát giao thông, của quả bóng tennis, cái lao,...
- + Hiệu ứng Doppler với sóng ánh sáng nhìn thấy cho phép các nhà thiên văn xác định sự chuyển động của các ngôi sao, thiên hà đối với Trái Đất.



HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM
VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

Hết chương 6