

ÔN TẬP PHẦN SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

Phần lí thuyết

A. SÓNG CƠ VÀ SỰ TRUYỀN SÓNG CƠ

I. sóng cơ :

1. sóng cơ : Dao động lan truyền trong một môi trường
2. Sóng ngang : Phương dao động vuông góc với phương truyền sóng
sóng ngang truyền được trong chất rắn và bề mặt chất lỏng
3. Sóng dọc : Phương dao động trùng với phương truyền sóng
sóng dọc truyền trong chất khí, chất lỏng và chất rắn

II. Các đặc trưng của một sóng hình sin :

- a. Biên độ sóng : Biên độ dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua.
- b. Chu kỳ sóng (không phụ thuộc vào môi trường): Chu kỳ dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua.

Số lần nhô lên trên mặt nước là N trong khoảng thời gian t giây thì $T = \frac{t}{N-1}$

- c. Tốc độ truyền sóng (phụ thuộc vào môi trường): Tốc độ lan truyền dao động trong môi trường.

- d. Bước sóng : Quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kỳ. $\lambda = vT = \frac{v}{f}$

Hai phần tử cách nhau một bước sóng thì dao động cùng pha.

Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng dao động cùng pha.

- e. Năng lượng sóng : Năng lượng dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua.

-Sóng truyền trên 1 phương(sợi dây) thì W bằng nhau tại mọi điểm

-Sóng truyền trên mặt thì W tỉ lệ nghịch với r(r là khoảng cách từ điểm ta xét tới nguồn)

- Sóng truyền trong không gian thì W tỉ lệ nghịch với r²

Chú ý: Dao động cơ học trong các môi trường vật chất đàn hồi là các dao động cưỡng bức (dao động sóng, dao động âm)

III. Phương trình sóng :

Phương trình sóng tại gốc tọa độ : $u_0 = a \cos \omega t = a \cos 2\pi t/T$

Phương trình sóng tại M cách gốc tọa độ d :

Sóng truyền theo chiều dương : $u_M = a \cos(2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{d}{\lambda})$

Nếu sóng truyền ngược chiều dương : $u_M = a \cos(2\pi \frac{t}{T} + 2\pi \frac{d}{\lambda})$

Phương trình sóng là hàm tuần hoàn của thời gian và không gian

Độ lệch pha giữa hai điểm trên phương truyền sóng $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$.

+ Nếu $\Delta\varphi = 2n\pi \rightarrow d_2 - d_1 = n\lambda$: hai điểm dao động cùng pha. Hai điểm gần nhau nhất n = 1.

+ Nếu $\Delta\varphi = (2n+1)\pi \rightarrow d_2 - d_1 = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$: Hai điểm dao động ngược pha. Hai điểm gần nhau nhất n = 0.

+ Nếu $\Delta\varphi = (2n+1)\frac{\pi}{2} \rightarrow d_2 - d_1 = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$: Hai điểm dao động vuông pha. Hai điểm gần nhau nhất n = 0.

B. GIAO THOA SÓNG

I. Hiện tượng giao thoa của hai sóng trên mặt nước (xét 2 nguồn cùng pha)

1. Định nghĩa : Hiện tượng 2 sóng gặp nhau tạo nên các gợn sóng ổn định.

2. Giải thích :

- Những điểm đứng yên : 2 sóng gặp nhau triệt tiêu
- Những điểm dao động rất mạnh : 2 sóng gặp nhau tăng cường

II. Cực đại và cực tiểu :

1. Phương trình giao thoa: $x = 2a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos \left(\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} \right)$

2. Dao động của một điểm trong vùng giao thoa :

$$A_M = 2a \left| \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right|$$

3. Vị trí cực đại và cực tiểu giao thoa :

a. Vị trí các cực đại giao thoa : $d_2 - d_1 = k\lambda$

Những điểm tại đó dao động có biên độ cực đại là những điểm mà hiệu đường đi của 2 sóng từ nguồn truyền tới bằng một số nguyên lần bước sóng λ

b. Vị trí các cực tiểu giao thoa : $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$

Những điểm tại đó dao động có biên độ triệt tiêu là những điểm mà hiệu đường đi của 2 sóng từ nguồn truyền tới bằng một số nửa nguyên lần bước sóng λ

III. Điều kiện giao thoa. Sóng kết hợp :

Điều kiện để có giao thoa : 2 nguồn sóng là 2 nguồn kết hợp

Dao động cùng phương, cùng chu kỳ

Có hiệu số pha không đổi theo thời gian

Hiện tượng giao thoa là hiện tượng đặc trưng của sóng.

Các dạng bài tập:

1. Tìm số điểm dao động cực đại và không dao động giữa 2 nguồn:

a. Hai nguồn dao động cùng pha ($\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = 0$)

* Điểm dao động cực đại: $d_1 - d_2 = k\lambda$ ($k \in \mathbb{Z}$)

Số đường hoặc số điểm (không tính hai nguồn): $|k| < \frac{AB}{\lambda}$ (2 nguồn

không bao giờ là 2 điểm dao động cực đại nên bt không có dấu =)

* Điểm dao động cực tiểu (không dao động): $d_1 - d_2 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

($k \in \mathbb{Z}$)

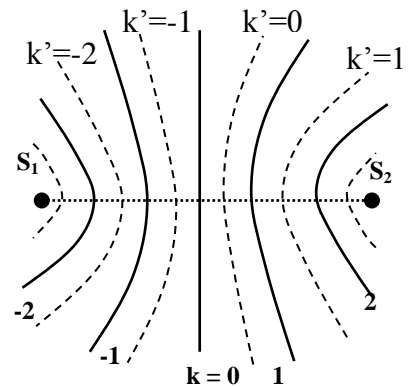
Số đường hoặc số điểm (không tính hai nguồn):

$$-\frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2} \quad (\text{nếu kể 2 nguồn thì biểu thức có thêm dấu } =)$$

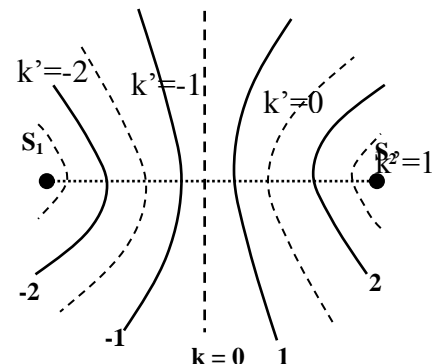
b. Hai nguồn dao động ngược pha: ($\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = \pi$) (vân trung tâm là vân cực tiểu)

* Điểm dao động cực đại: $d_1 - d_2 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ ($k \in \mathbb{Z}$)

Số đường hoặc số điểm (không tính hai nguồn):



Hình ảnh giao thoa sóng cùng pha



Hình ảnh giao thoa sóng ngược pha

$$-\frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2} \quad (\text{nếu kể 2 nguồn thì biểu thức có thêm dấu } =)$$

* Điểm dao động cực tiểu (không dao động): $d_1 - d_2 = k\lambda$ ($k \in \mathbb{Z}$)

$$\text{Số đường hoặc số điểm (không tính hai nguồn): } -\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda}$$

(nếu kể 2 nguồn thì biểu thức có thêm dấu =)

Chú ý: Với bài toán tìm số đường dao động cực đại và không dao động giữa hai điểm M, N cách hai nguồn lần lượt là $d_{1M}, d_{2M}, d_{1N}, d_{2N}$.

Đặt $\Delta d_M = d_{1M} - d_{2M}$; $\Delta d_N = d_{1N} - d_{2N}$ và giả sử $\Delta d_M < \Delta d_N$.

+ Hai nguồn dao động cùng pha: Cực đại: $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$ Cực tiểu: $\Delta d_M < (k+0,5)\lambda < \Delta d_N$

+ Hai nguồn dao động ngược pha: Cực đại: $\Delta d_M < (k+0,5)\lambda < \Delta d_N$ Cực tiểu: $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$

Số giá trị nguyên của k thoả mãn các biểu thức trên là số đường cần tìm.

Phương trình giao thoa tổng quát:

$$x = 2a \left[\cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} - \left(\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} \right) \right] \cos \left(\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \left(\frac{\alpha_2 + \alpha_1}{2} \right) \right)$$

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) + (\alpha_1 - \alpha_2)$$

C. SÓNG DỪNG

I. Sự phản xạ của sóng :

- Khi phản xạ trên vật cản cố định, sóng phản xạ luôn luôn ngược pha với sóng tới ở điểm phản xạ
- Khi phản xạ trên vật cản tự do, sóng phản xạ luôn luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ
- Với đầu A là nguồn dao động dao động nhỏ có thể xem là nút sóng

* Phương trình sóng dừng tại M cách B một khoảng d (đầu B cố định) : $u = 2a \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

* Phương trình sóng dừng tại M cách B một khoảng d (đầu B tự do) : $u_M = 2A \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \cos(2\pi ft)$

II. Sóng dừng :

1. Định nghĩa : Sóng truyền trên sợi dây trong trường hợp xuất hiện các nút và các bụng gọi là sóng dừng.

Khoảng cách giữa 2 nút liên tiếp hoặc 2 bụng liên tiếp bằng nửa bước sóng

2. Sóng dừng trên sợi dây có hai đầu cố định : $l = n \frac{\lambda}{2}$

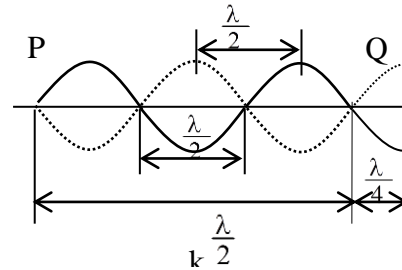
Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu cố định là chiều dài của sợi dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng.

Số bó sóng = số bụng sóng = n ; số nút sóng = n + 1

3. Sóng dừng trên sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do : $l = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}$

Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do là chiều dài của sợi dây phải bằng một số lẻ lần $\frac{\lambda}{4}$

Số bụng = số nút = $n + 1$



Lưu ý

Nguồn được nuôi bằng dòng điện có tần số 50 Hz thì tạo ra tần số dao động trên dây là 100 Hz

Đầu cố định hoặc đầu dao động nhỏ là nút sóng.

Đầu tự do là bụng sóng

Hai điểm đối xứng với nhau qua nút sóng luôn dao động ngược pha.

Hai điểm đối xứng với nhau qua bụng sóng luôn dao động cùng pha.

Các điểm trên dây đều dao động với biên độ không đổi \Rightarrow năng lượng không truyền đi

Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây căng ngang (các phần tử đi qua VTCB) là nửa chu kỳ.

Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây duỗi thẳng $T/2$

D. ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ CỦA ÂM

I. Âm. Nguồn âm :

1. Âm là gì : Sóng cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn

2. Nguồn âm : Một vật dao động phát ra âm là một nguồn âm.

Chú ý: Dao động âm là *dao động cưỡng bức* có tần số bằng tần số của nguồn phát.

3. Âm nghe được, hạ âm, siêu âm :

- Âm nghe được (sóng âm) tần số từ : 16Hz đến 20.000Hz

- Hạ âm : Tần số < 16Hz

- Siêu âm : Tần số > 20.000Hz

4. Sự truyền âm :

a. Môi trường truyền âm : Âm truyền được qua các chất rắn, lỏng và khí

b. Vận tốc truyền âm:

Vận tốc truyền âm trong môi trường rắn lớn hơn môi trường lỏng, môi trường lỏng lớn hơn môi trường khí.

Vận tốc truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi và mật độ của môi trường.

Trong một môi trường, vận tốc truyền âm phụ thuộc vào nhiệt độ và khối lượng riêng của môi trường đó.

II. Những đặc trưng vật lý của âm :

1. Tần số âm : Đặc trưng vật lý quan trọng của âm

2. Cường độ âm và mức cường độ âm :

a. Cường độ âm I : Đại lượng đo bằng lượng năng lượng mà sóng âm tải qua một đơn vị diện tích vuông góc với phương truyền âm trong một đơn vị thời gian. Đơn vị W/m^2

$$\text{Cường độ âm: } I = \frac{W}{St} = \frac{P}{S}$$

Với W (J), P (W) là năng lượng, công suất phát âm của nguồn

S (m^2) là diện tích mặt vuông góc với phương truyền âm (với sóng cầu thì S là diện tích mặt cầu $S=4\pi R^2$)

*Cường độ âm tại A, B cách nguồn N có tỷ lệ

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{NB^2}{NA^2} \Rightarrow L_A - L_B = 20 \lg \frac{SB}{SA}$$

b. Mức cường độ âm : $L(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$

* Âm chuẩn có $f = 1000\text{Hz}$ và $I_0 = 10^{-12}\text{W/m}^2$

* Tai người cảm thụ được âm : 0dB đến 130dB

Chú ý: Khi I tăng lên 10^n lần thì L tăng thêm $10n$ (dB)

3. Âm cơ bản và họa âm :

- Khi một nhạc cụ phát ra một âm có tần số f_0 (âm cơ bản) thì đồng thời cũng phát ra các âm có tần số $2f_0, 3f_0, 4f_0 \dots$ (các họa âm) tập hợp các họa âm tạo thành phổ của nhạc âm.

- Tổng hợp đồ thị dao động của tất cả các họa âm ta có đồ thị dao động của nhạc âm là đặc trưng vật lý của âm

* Dành cho chương trình nâng cao: Tần số do đàn phát ra (hai đầu dây cố định \Rightarrow hai đầu là nút sóng)

$f = k \frac{v}{2l}$ ($k \in \mathbb{N}^*$) Ứng với $k = 1 \Rightarrow$ âm phát ra âm cơ bản có tần số $f_1 = \frac{v}{2l}$ $k = 2, 3, 4 \dots$ có các họa âm bậc 2 (tần số $2f_1$), bậc 3 (tần số $3f_1$)...

* Tần số do ống sáo phát ra (một đầu bịt kín, một đầu để hở \Rightarrow một đầu là nút sóng, một đầu là bụng sóng)

$f = (2k+1) \frac{v}{4l}$ ($k \in \mathbb{N}$) Ứng với $k = 0 \Rightarrow$ âm phát ra âm cơ bản có tần số $f_1 = \frac{v}{4l}$ ($k = 1, 2, 3 \dots$ có các

họa âm bậc 3 (tần số $3f_1$), bậc 5 (tần số $5f_1$)

III. ĐẶC TRƯNG SINH LÝ CỦA ÂM

I. Độ cao : Đặc trưng sinh lý của âm gắn liền với tần số.

Tần số lớn : Âm cao

Tần số nhỏ : Âm trầm

Hai âm có cùng độ cao thì có cùng tần số.

II. Độ to : Đặc trưng sinh lý của âm gắn liền với mức cường độ âm. (ngoài ra còn phụ thuộc tần số)

Cường độ càng lớn : Nghe càng to

III. Âm sắc : Đặc trưng sinh lý của âm giúp ta phân biệt âm do các nguồn âm khác nhau phát ra.

Âm sắc liên quan mật thiết với đồ thị dao động âm.

Âm do các nguồn âm khác nhau phát ra thì khác nhau về âm sắc.

Hiệu ứng Doppler: (Dành cho chương trình nâng cao)

a. Tần số âm khi tiến lại gần người quan sát: $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{v - v_s} f_s; \begin{cases} f_s : \text{tần số nguồn phát} \\ v_s : \text{vận tốc của nguồn phát} \end{cases}$

b. Tần số âm khi tiến ra xa người quan sát: $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{v + v_s} f_s; \begin{cases} f_s : \text{tần số nguồn phát} \\ v_s : \text{vận tốc của nguồn phát} \end{cases}$

c. Tần số âm khi người quan sát tiến lại gần: $f = \frac{v + v_n}{\lambda} = \frac{v + v_n}{v} f_s; \begin{cases} f_s : \text{tần số nguồn phát} \\ v_n : \text{vận tốc của người} \end{cases}$

d. Tần số âm khi người quan sát tiến ra xa: $f = \frac{v - v_n}{\lambda} = \frac{v - v_n}{v} f_s$; $\begin{cases} f_s : \text{tần số nguồn phát} \\ v_n : \text{vận tốc của người} \end{cases}$

(v : là vận tốc âm khi nguồn đứng yên).

Tổng quát: $f' = \frac{v \pm v_M}{v \mp v_s} f_s$; $\begin{cases} f_s : \text{tần số nguồn phát} \\ v_s : \text{vận tốc của nguồn phát;} \\ v_M : \text{vận tốc của máy thu} \end{cases}$ $\begin{cases} \text{Với } v_M \begin{cases} (+) : \text{Máy thu lại gần} \\ (-) : \text{Máy thu ra xa} \end{cases} \\ \text{Với } v_s \begin{cases} (-) : \text{Nguồn thu lại gần} \\ (+) : \text{Nguồn thu ra xa} \end{cases} \end{cases}$

c. Cộng hưởng âm: $\begin{cases} l = k \frac{\lambda}{2} \\ f_{ch} = \frac{v}{\lambda} = \frac{nv}{2l} \end{cases}$

Chú ý:

Dao động cơ học trong các môi trường vật chất đàn hồi là các dao động cưỡng bức (dao động sóng, dao động âm)