

## Viết phương trình giao thoa sóng

### A. Phương pháp & Ví dụ

**Bài toán:** Cho phương trình sóng ở 2 nguồn, viết phương trình sóng tại 1 điểm trong miền giao thoa. Xác định biên độ giao thoa.

#### 1. Phương pháp

Cho phương trình sóng tại 2 nguồn, ta tính toán các đại lượng và thay vào phương trình (1)

được phương trình sóng tại điểm cần tìm.

+ Biên độ sóng tại M:

+ Pha ban đầu tại M:

#### 2. Ví dụ

**Ví dụ 1:** Trên mặt thoáng của chất lỏng có 2 nguồn kết hợp A, B có phương trình dao động là  $u_A = u_B = 2\cos 10\pi t$  (cm). Vận tốc truyền sóng là 3m/s.

a) Viết phương trình sóng tại M cách A, B một khoảng lần lượt là  $d_1=15\text{cm}$ ,  $d_2=20\text{cm}$ .

b) Tìm biên độ và pha ban đầu của sóng tại N cách A 45cm, cách B 60cm.

c) Tìm biên độ sóng tại O là trung điểm giữa 2 nguồn.

**Hướng dẫn:**

Vậy 2 nguồn cùng pha thì trung điểm giữa 2 nguồn là 1 cực đại giao thoa,  $A_{\max} = 4\text{cm}$ , dao động với biên độ gấp đôi biên độ của nguồn.

Lưu ý: Làm tương tự như ví dụ c) cho 2 nguồn ngược pha, ta được tại trung điểm là một cực tiểu giao thoa,  $A_{\min} = 0\text{cm}$ .

**Ví dụ 2:** Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau  $\lambda/3$ . Tại thời điểm t, khi li độ dao động tại M là  $u_M = +3\text{ cm}$  thì li độ dao động tại N là  $u_N = -3\text{ cm}$ . Biên độ sóng bằng bao nhiêu?

**Hướng dẫn:**

Trong bài MN =  $\lambda/3$  (gt)  $\Rightarrow$  dao động tại M và N lệch pha nhau một góc  $2\pi/3$ . Giả sử dao động tại M sớm pha hơn dao động tại N.

Cách 1: (Dùng phương trình sóng)

Cách 2: (Dùng liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều:

Vecto ON (ứng với  $u_N$ ) luôn đi sau vectơ OM (ứng với  $u_M$ ) và chúng hợp với nhau một góc  $\Delta\varphi = 2\pi/3$  (ứng với MN =  $\lambda/3$ , dao động tại M và N lệch pha nhau một góc  $2\pi/3$ )

Do vào thời điểm đang xét t,  $u_M = +3\text{ cm}$ ,  $u_N = -3\text{ cm}$  (Hình), nên ta có

### B. Bài tập trắc nghiệm

**Câu 1.** Ở mặt nước, có 2 nguồn kết hợp A, B dao động theo phương thẳng đứng với phương trình  $u_A = u_B = 2\cos 20\pi t$  (mm). Tốc độ truyền sóng là 30 cm/s. Coi biên độ sóng không đổi khi sóng truyền đi. Phần tử M ở mặt nước cách 2 nguồn lần lượt là 10,5 cm và 13,5 cm có biên độ dao động là

- A. 4 mm.                      B. 2 mm.  
C. 1 mm.                      D. 0 mm.

**Lời giải:**

Chọn A.

Ta có:  $\lambda = 2\pi v/\omega = 3 \text{ cm}$ ;

**Câu 2.** Tại mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp  $S_1$  và  $S_2$  dao động theo phương vuông góc với mặt chất lỏng có cùng phương trình  $u = 2\cos 40\pi t$  (trong đó  $u$  tính bằng cm,  $t$  tính bằng s). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Gọi M là điểm trên mặt chất lỏng cách  $S_1, S_2$  lần lượt là 12 cm và 9 cm. Coi biên độ của sóng truyền từ hai nguồn trên đến điểm M là không đổi. Phần tử chất lỏng tại M dao động với biên độ là

A.  $\sqrt{2} \text{ cm}$ .                      B.  $2\sqrt{2} \text{ cm}$ .

C. 4 cm.                              D. 2 cm.

**Lời giải:**

Chọn B.

**Câu 3.** Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng nước, hai nguồn sóng kết hợp được đặt tại A và B dao động theo phương trình  $u_A = u_B = a\cos 25\pi t$  ( $a$  không đổi,  $t$  tính bằng s). Trên đoạn thẳng AB, hai điểm có phần tử nước dao động với biên độ cực đại cách nhau một khoảng ngắn nhất là 2 cm. Tốc độ truyền sóng là

A. 25 cm/s.                      B. 100 cm/s.

C. 75 cm/s.                      D. 50 cm/s.

**Lời giải:**

Chọn D.

Khoảng cách ngắn nhất trong giao thoa của sóng cơ là  $i = \lambda/2$

→  $\lambda = 2i = 4 \text{ cm}$ ;  $v = \lambda\omega/2\pi = 50 \text{ cm/s}$ .

**Câu 4.** Tại hai điểm A, B trong một môi trường truyền sóng có hai nguồn phát sóng kết hợp phát ra các dao động cùng phương với các phương trình là  $u_A = 8\cos 20\pi t$  (mm);  $u_B = 8\cos(20\pi t + \pi)$  (mm). Biết tốc độ truyền và biên độ sóng không đổi trong quá trình sóng truyền. Trong khoảng giữa A và B có giao thoa sóng do hai nguồn trên gây nên. Phần tử vật chất tại trung điểm của đoạn AB dao động với biên độ bằng

A. 16 mm.                      B. 8 mm.

C. 4 mm.                              D. 0.

**Lời giải:**

Chọn D.

Ta có:

Tại trung điểm của AB thì  $d_2 = d_1$  nên  $A_M = 2A|\cos(-\pi/2)| = 0$ .

**Câu 5.** Để khảo sát giao thoa sóng cơ, người ta bố trí trên mặt nước nằm ngang hai nguồn kết hợp A, B. Hai nguồn này dao động điều hòa theo phương thẳng đứng, cùng pha. Coi biên độ sóng không thay đổi trong quá trình truyền đi. Các điểm thuộc mặt nước nằm trên đường trung trực của đoạn AB sẽ :

A. Dao động với biên độ cực đại

B. Không dao động

C. Dao động với biên độ bằng nửa biên độ cực đại

D. Dao động với biên độ cực tiểu.

**Lời giải:**

Chọn A.

Do bài ra cho hai nguồn dao động cùng pha nên các điểm thuộc mặt nước nằm trên đường trung trực của AB sẽ dao động với biên độ cực đại.

**Câu 6.** Trên mặt nước tại hai điểm  $S_1, S_2$  cách nhau 8 cm, người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với phương trình  $u_A = 6\cos 40\pi t$  và  $u_B = 8\cos(40\pi t)$  ( $u_A$  và  $u_B$  tính bằng mm,  $t$  tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40cm/s, coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Số điểm dao động với biên độ 1cm trên đoạn thẳng  $S_1S_2$  là

- A. 16                  B. 8  
C. 7                    D. 14

**Lời giải:**

Chọn A.

Bước sóng  $\lambda = v/f = 2$  cm.

Xét điểm M trên  $S_1S_2$ :  $S_1M = d$  ( $0 < d < 8$  cm)

M dao động với biên độ 1 cm = 10 mm khi  $u_{S_1M}$  và  $u_{S_2M}$  vuông pha với nhau:  $2\pi d = \pi/2 + k\pi$

$\rightarrow -0,5 < k < 15,5 \rightarrow 0 \leq k \leq 15$ . Có 16 giá trị của  $k$

Số điểm dao động với biên độ 1cm trên đoạn thẳng  $S_1S_2$  là 16.

**Câu 7.** Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 10 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình  $u_A = 3\cos 40\pi t$  và  $u_B = 4\cos(40\pi t)$  ( $u_A$  và  $u_B$  tính bằng mm,  $t$  tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 cm/s. Hỏi trên đường Parabol có đỉnh I nằm trên đường trung trực của AB cách O một đoạn 10cm và đi qua A, B có bao nhiêu điểm dao động với biên độ bằng 5mm (O là trung điểm của AB):

- A. 13                  B. 14  
C. 26                  D. 28

**Lời giải:**

Chọn B.

+ Vì parabol đi qua hai nguồn A,B nên số điểm có biên độ bằng 5mm nằm trên parabol không phụ thuộc vào vị trí đỉnh của parabol. Số điểm có biên độ bằng 5mm nằm trên parabol bằng hai lần số điểm có biên độ bằng 5mm nằm trên đường thẳng nối hai nguồn.

+ Phương trình sóng do nguồn A gây ra tại điểm M,nằm trên đường thẳng chứa hai nguồn có dạng :

+ Phương trình sóng do nguồn B gây ra tại điểm M,nằm trên đường thẳng chứa hai nguồn có dạng :

+ Phương trình sóng do nguồn A,B gây ra tại điểm M :

Với:

[áp dụng công thức trong tổng hợp ddđh]

Để  $a = 5$ mm thì:

Thay:  $\lambda = 15\text{mm}$ ,  $l = 100\text{mm}$  và:  $0 < d < 100$

Ta có :  $k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ . Tức là có 7 điểm có biên độ bằng 5mm.

Do đó trên đường parabol trên có 14 điểm có biên độ bằng 5mm.

**Câu 8.** Trên mặt nước tại hai điểm  $S_1, S_2$  người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với phương trình  $u_A = 6\cos 40\pi t$  và  $u_B = 8\cos(40\pi t)$  ( $u_A$  và  $u_B$  tính bằng mm,  $t$  tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40cm/s, coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Trên đoạn thẳng  $S_1S_2$ , điểm dao động với biên độ 1cm và cách trung điểm của đoạn  $S_1S_2$  một đoạn gần nhất là

- A. 0,25 cm                      B. 0,5 cm  
C. 0,75 cm                      D. 1

**Lời giải:**

Chọn A.

Bước sóng  $\lambda = v/f = 2\text{ cm}$ ,  $l$  là trung điểm của  $S_1S_2$

Xét điểm M trên  $S_1S_2$ :  $IM = d$  ( $0 < d < 4\text{cm}$ )

Điểm M dao động với biên độ 1 cm = 10 mm khi  $u_{S_1M}$  và  $u_{S_2M}$  vuông pha với nhau:

khi  $k = 0 \rightarrow d_{\min} = 0,25\text{ cm}$ .

**Câu 9.** Trên mặt nước tại hai điểm  $S_1, S_2$  người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với phương trình  $u_A = u_B = 6\cos 40\pi t$  ( $u_A$  và  $u_B$  tính bằng mm,  $t$  tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40cm/s, coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Trên đoạn thẳng  $S_1S_2$ , điểm dao động với biên độ 6mm và cách trung điểm của đoạn  $S_1S_2$  một đoạn gần nhất là

- A. 1/3cm                      B. 0,5 cm  
C. 0,25 cm                      D. 1/6cm

**Lời giải:**

Chọn A.

Bước sóng  $\lambda = v/f = 2\text{ cm}$ ,  $l$  là trung điểm của  $S_1S_2$

Xét điểm M trên  $S_1S_2$ :  $IM = d$

Điểm M dao động với biên độ 6 mm khi  $u_{S_1M}$  và  $u_{S_2M}$  lệch pha nhau  $2\pi/3$

khi  $k = 1 \rightarrow d_{\min} = 1/3\text{ cm}$

**Câu 10.** Hai nguồn phát sóng kết hợp A và B trên mặt chất lỏng dao động theo phương trình:  $u_A = a\cos(100\pi t)$ ;  $u_B = b\cos(100\pi t)$ . Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng 1m/s.  $l$  là trung điểm của AB. M là điểm nằm trên đoạn Al, N là điểm nằm trên đoạn IB. Biết  $IM = 5\text{ cm}$  và  $IN = 6,5\text{ cm}$ . Số điểm nằm trên đoạn MN có biên độ cực đại và cùng pha với  $l$  là:

- A. 7              B. 4  
C. 5              D. 6

**Lời giải:**

Chọn C.

Bước sóng  $\lambda = v/f = 1/50 = 0,02\text{m} = 2\text{cm}$

Xét điểm C trên AB cách I:  $IC = d$

C là điểm dao động với biên độ cực đại khi  $d_1 - d_2 = (AB/2 + d) - (AB/2 - d) = 2d = k\lambda$   
 $\rightarrow d = k = k(\text{cm})$  với  $k = 0; -1; -2; 1; 2..$

$\rightarrow$  trên MN có 12 điểm dao động với biên độ cực đại, (ứng với  $k: -5 \leq d = k \leq 6,5$ ) trong đó kể cả trung điểm I ( $k = 0$ ). Các điểm cực đại dao động cùng pha với I cũng chính là cùng pha với nguồn ứng với  $k = -4; -2; 2; 4; 6 \rightarrow$  MN có 5 điểm có biên độ cực đại và cùng pha với I.

**Câu 11.** Hai điểm M, N cùng nằm trên một hướng truyền sóng và cách nhau một phần ba bước sóng. Biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền. Tại một thời điểm, khi li độ dao động của phần tử tại M là 3 cm thì li độ dao động của phần tử tại N là -3 cm. Biên độ sóng bằng

- A. 6 cm.              B. 3 cm.  
C.  $2\sqrt{3}$  cm.        D.  $3\sqrt{2}$  cm.

**Lời giải:**

Chọn C.

Giả sử  $x_M = a \cos \omega t = 3 \text{ cm}$ .

Khi đó

**Câu 12.** Sóng truyền trên mặt nước hai điểm M và N cách nhau 5,75 trên cùng một phương truyền sóng. Tại thời điểm nào đó thì li độ sóng tại M và N là  $u_M = 3\text{mm}$ ,  $u_N = -4\text{mm}$ . Coi biên độ sóng không đổi. Xác định biên độ sóng tại M và chiều truyền sóng.

- A. 7mm từ N đến M              B. 5mm từ N đến M  
C. 7mm từ M đến N.            D. 5mm từ M đến N

**Lời giải:**

Chọn B.

$MN = 5\lambda + 3\lambda/4$  suy ra xét điểm N' gần M nhất và  $MN' = 3\lambda/4$ .

Vậy hai điểm M và N luôn dao động vuông pha với nhau.

Bài toán sóng truyền trên nước có phương trình:

nên biên độ sóng tại các điểm M và N một lúc nào đó sẽ bằng  $u_0$ .

Tại thời điểm t:  $u_M = 3\text{mm}$ ;  $u_N = -4\text{mm} \Rightarrow a = 5\text{mm}$ .

Do sóng truyền theo 1 chiều nhất định nên hai điểm M và N' sẽ lệch pha nhau

Vậy điểm M ở dưới tại thời điểm t và căn cứ như vậy theo chiều dương thì điểm N có pha nhanh hơn điểm N là  $3\pi/2$  nên sóng phải truyền từ N đến M.

**Câu 13.** Tại hai điểm A, B trong môi trường truyền sóng có hai nguồn kết hợp dao động cùng phương với phương trình lần lượt là:  $U_A = a \cdot \cos(\omega t)(\text{cm})$  và  $U_B = a \cdot \cos(\omega t + \pi)(\text{cm})$ . Biết vận tốc và biên độ do mỗi nguồn truyền đi không đổi trong quá trình truyền sóng. Trong khoảng giữa A và B có giao thoa sóng do hai nguồn trên gây ra. Phần tử vật chất tại trung điểm O của đoạn AB dao động với biên độ bằng :

- A.  $a/2$                   B.  $2a$   
C. 0                      D.  $a$

**Lời giải:**

Chọn C.

Theo giả thiết nhìn vào phương trình sóng ta thấy hai nguồn dao động ngược pha nên tại O là trung điểm của AB sẽ dao động với biên độ cực tiểu  $A_M = 0$ .

**Câu 14.** Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp  $S_1$  và  $S_2$  cách nhau 20cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là  $u_1 = 5\cos 40\pi t$  (mm) và  $u_2 = 5\cos(40\pi t + \pi)$  (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Xét các điểm trên  $S_1S_2$ . Gọi I là trung điểm của  $S_1S_2$ ; M nằm cách I một đoạn 3cm sẽ dao động với biên độ:

- A. 0mm                  B. 5mm  
C. 10mm                D. 2,5 mm

**Lời giải:**

Chọn C.

Hai nguồn ngược pha, trung điểm I dao động cực tiểu  $\lambda = 4\text{cm}$ . Điểm cách I đoạn 2cm là nút, điểm cách I đoạn 3cm là bụng  $\rightarrow$  biên độ cực đại  $A = 2a = 10\text{ cm}$ .