

Xác định, tìm số điểm cực đại, cực tiểu trong giao thoa sóng

A. Phương pháp & Ví dụ

1. Phương pháp

- Một điểm trong miền giao thoa sẽ dao động với

+ Biên độ cực đại $A=2a$ khi

+ Biên độ cực tiểu $A=0$ khi

2. Ví dụ

Ví dụ 1: Hai nguồn sóng cơ A và B trên mặt chất lỏng cách nhau 20cm dao động theo phương trình $u_A = 4\cos(40\pi t + \pi/6)$ (cm,s) và $u_B = 4\cos(40\pi t + \pi/2)$ (cm,s), lan truyền trong môi trường với tốc độ $v = 1,2\text{m/s}$.

1/ Xét các điểm trên đoạn thẳng nối A với B.

a. Tính khoảng cách giữa hai điểm liên tiếp có biên độ cực đại.

b. Tìm số điểm dao động với biên độ cực đại và cực tiểu giữa 2 nguồn AB.

2/ Tại điểm N trên mặt nước cách A và B lần lượt là $d_1 = 35\text{ cm}$ và $d_2 = 39\text{ cm}$ dao động có biên độ như thế nào? Trên đoạn thẳng hạ vuông góc từ N đến đường trung trực của AB có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực tiểu?

3/ Vẽ hình chữ nhật SRPQ, với $SR = 15\text{ cm}$ như hình vẽ.

Tìm số cực đại trên đoạn SR, RP, QP, QS, SP, SRPQ.

4/ Gọi O là trung điểm của AB, Tìm số cực đại trên đường tròn tâm O bán kính 9cm.

Hướng dẫn:

1/

a) Khoảng cách giữa 2 điểm liên tiếp có biên độ cực đại bằng $\lambda/2 = 3\text{cm}$.

b) + Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn AB, tính cả 2 nguồn:

Dấu “=” tính cả 2 nguồn.

+ Số điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn AB, tính cả 2 nguồn:

2/

• Cách 1: Tính biên độ AN thay vào công thức theo dạng 1.

• Cách 2: Giả sử tại N là 1 cực đại, ta có: $d_{NB} - d_{NA} = (k_N + 1/6) \cdot \lambda \Rightarrow k_N = 0,5$ có giá trị bán nguyên nên tại N phải là một cực tiểu bậc 1, có biên độ dao động $A_N = 0$.

Từ N hạ đường vuông góc xuống đường trung trực của AB tại M. Số điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn NM là:

$\Rightarrow k_M \leq k \leq k_N \Rightarrow k = \{0\}$, có duy nhất 1 cực tiểu trên đoạn NM và đó là cực tiểu bậc 1 tại N.

3/ Tìm cực đại trên: SR, RP, QP, QS, SP, SRPQ..

Khoảng cách từ các điểm đến 2 nguồn A,B:

Sử dụng điều kiện tìm cực đại với các điểm S, R, P, Q.

+) Trên đoạn $SR \Leftrightarrow QP$:

$-2,001 \leq k \leq 1,7 \Rightarrow k = \{-2, -1, 0, 1\} \Rightarrow$ có 4 cực đại.

+) Trên đoạn SQ: ta tính trên đoạn SA rồi nhân đôi: $1,7 \leq k \leq 3,16 \Rightarrow k = \{2, 3\} \Rightarrow$ có $2 \cdot 2 = 4$ cực đại.

+) Trên đoạn RP: ta tính trên đoạn RB rồi nhân đôi: $-3,5 \leq k \leq -2,001 \Rightarrow k = \{-3\} \Rightarrow$ có $2 \cdot 1 = 2$ cực đại.

+) Trên Hình chữ nhật SRPQ có số cực đại $= 4 + 4 + 4 + 2 = 14$ cực đại.

Đường tròn tâm O bán kính 9 cm, gọi X, Y nằm trên đoạn AB là giao điểm của đường tròn với AB.

$\Rightarrow AX = 1\text{cm}, XB = 19\text{ cm}, YA = 19\text{cm}, YB = 1\text{cm}.$

\Rightarrow Trong đoạn XY có 6 cực đại bậc $k = \{-3, -2, -1, 0, 1, 2\}$ và tại X,Y không phải cực đại.

Mỗi đường cực đại trên đoạn X,Y cắt đường tròn tại 2 điểm nên số cực đại trên đường tròn là: $2 \cdot 6 = 12$ cực đại.

Tìm cực tiểu dựa vào điều kiện cực tiểu tìm tương tự.

Ví dụ 2: Hai nguồn sóng cơ A và B giống hệt nhau trên mặt chất lỏng cách nhau 16cm dao động theo phương trình $u_A = u_B = 5\cos(80\pi t + \pi/2)$ (cm,s), lan truyền trong môi trường với tốc độ $v = 1,2\text{m/s}.$

a) Tìm số cực đại, cực tiểu trên đoạn thẳng nối 2 nguồn.

b) Tính số cực đại trên đoạn MN, biết $AM=24, BM=18\text{cm}, AN=42,5\text{cm}, BN=29\text{cm}.$

c) Gọi O là trung điểm của AB, tìm cực đại trên đường tròn tâm O bán kính 6cm.

Hướng dẫn:

a) 2 nguồn A,B giống hệt nhau nên chúng cùng pha

+ Sử dụng điều kiện tìm cực đại:

$\rightarrow k_A = 5,3; k_B = -5,3 \rightarrow k = \{-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\} \Rightarrow$ Có 11 cực đại trên đoạn nối 2 nguồn.

+ Sử dụng điều kiện tìm cực tiểu:

$\rightarrow k_A = 4,8; k_B = -5,3 \rightarrow k = \{-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4\} \Rightarrow$ Có 10 cực tiểu trên đoạn nối 2 nguồn.

b) + Sử dụng điều kiện tìm cực đại cho 2 nguồn cùng pha:

$\Rightarrow k = \{-2, -3, -4\} \Rightarrow$ Có 3 cực đại trên đoạn MN.

c) Sử dụng điều kiện tìm cực đại cho 2 nguồn cùng pha:

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 20 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình là $u_A = u_B = 2\cos 50\pi t$ (cm); (t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 1,5 m/s. Trên đoạn thẳng AB, số điểm có biên độ dao động cực đại và số điểm đứng yên lần lượt là

- A. 9 và 8. B. 7 và 8.
C. 7 và 6. D. 9 và 10.

Lời giải:

Chọn C.

Ta có: $\lambda = 2\pi v/\omega = 0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$.

Cực đại:

→ có 7 cực đại.

Cực tiểu:

→ có 6 cực tiểu.

Câu 2. Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng nước, hai nguồn A và B cách nhau 16 cm, dao động điều hòa theo phương vuông góc với mặt nước với cùng phương trình $u = 2\cos 16\pi t$ (u tính bằng mm, t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 12 cm/s. Trên đoạn AB, số điểm dao động với biên độ cực đại là

A. 11. B. 20.

C. 21. D. 10.

Lời giải:

Chọn C.

Ta có: $\lambda = 2\pi v/\omega = 1,5 \text{ cm}$;

vì $k \in \mathbb{Z}$ nên có 21 giá trị của k.

Câu 3. Tại mặt chất lỏng nằm ngang có hai nguồn sóng O_1, O_2 cách nhau 24 cm, dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với cùng phương trình $u = A\cos \omega t$. Ở mặt chất lỏng, gọi d là đường vuông góc đi qua trung điểm O của đoạn O_1O_2 . M là điểm thuộc d mà phần tử sóng tại M dao động cùng pha với phần tử sóng tại O, đoạn OM ngắn nhất là 9 cm. Số điểm cực tiểu giao thoa trên đoạn O_1O_2 là

A. 18. B. 16.

C. 20. D. 14.

Lời giải:

Chọn B.

Ta có:

Pha ban đầu của dao động tổng hợp tại O là:

Pha ban đầu của dao động tổng hợp tại M là:

M là điểm gần O nhất dao động cùng pha với O nên

Số điểm cực tiểu:

vì $k \in \mathbb{Z}$ nên có 16 giá trị của k.

Câu 4. Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20 cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là $u_1 = 5\cos 40\pi t$ (mm); $u_2 = 5\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên S_1S_2 là

A. 11. B. 9.

C. 10. D. 8.

Lời giải:

Chọn C.

Ta có: $\lambda = 2\pi v/\omega = 4 \text{ cm}$

→ có 10 cực đại.

Câu 5. Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 2\cos 40\pi t$ và $u_B = 2\cos(40\pi t + \pi)$ (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. Xét hình vuông AMNB thuộc mặt thoáng chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn BM là

- A. 19. B. 18.
C. 17. D. 20.

Lời giải:

Chọn A.

Ta có: $\lambda = 2\pi v/\omega = 1,5$ cm

Cực đại:

→ - 12,8 < k < 6,02 → có 19 cực đại.

Câu 6. Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng nước, hai nguồn sóng kết hợp dao động cùng pha đặt tại hai điểm A và B cách nhau 16 cm. Sóng truyền trên mặt nước với bước sóng 3 cm. Trên đoạn AB, số điểm mà tại đó phần tử nước dao động với biên độ cực đại là

- A. 9. B. 10.
C. 11. D. 12.

Lời giải:

Chọn C.

$k \in \mathbb{Z} \rightarrow$ có 11 giá trị của k.

Câu 7. Hai nguồn sóng cùng biên độ cùng tần số và ngược pha. Nếu khoảng cách giữa hai nguồn là: $AB = 16,2\lambda$ thì số điểm đứng yên và số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn AB lần lượt là:

- A. 32 và 33 B. 34 và 33
C. 33 và 32 D. 33 và 34.

Lời giải:

Chọn C.

Do hai nguồn dao động ngược pha nên số điểm đứng yên trên đoạn AB là:

Thay số:

Hay: $16,2 < k < 16,2 \rightarrow$ có 33 điểm đứng yên.

Tương tự số điểm cực đại là:

Thay số:

Hay $-17,2 < k < 15,2$. Có 32 điểm.

Câu 8. Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 10(cm) dao động theo các phương trình: $u_1 = 0,2\cos(50\pi t + \pi)$ cm và $u_2 = 0,2\cos(50\pi t + \pi/2)$ cm. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 0,5(m/s). Tính số điểm cực đại và cực tiểu trên đoạn A, B.

- A. 8 và 8 B. 9 và 10
C. 10 và 10 D. 11 và 12

Lời giải:

Chọn C.

Nhìn vào phương trình ta thấy A, B là hai nguồn dao động vuông pha nên số điểm dao động cực đại và cực tiểu là bằng nhau và thỏa mãn :

Với $\omega = 50\pi$ (rad/s)

Vậy: $\lambda = v.T = 0,5 \cdot 0,04 = 0,02$ (m) = 2 cm

Thay số:

Vậy: $-5,25 < k < 4,75$.

Kết luận có 10 điểm dao động với biên độ cực đại và cực tiểu

Câu 9. Trên mặt nước có hai nguồn sóng nước giống nhau cách nhau $AB = 8$ (cm). Sóng truyền trên mặt nước có bước sóng 1,2(cm). Số đường cực đại đi qua đoạn thẳng nối hai nguồn là:

- A. 11 B. 12
C. 13 D. 14

Lời giải:

Chọn C.

Do A, B dao động cùng pha nên số đường cực đại trên AB thỏa mãn:

thay số ta có:

$$\Leftrightarrow -6,67 < k < 6,67$$

Suy ra nghĩa là lấy giá trị K bắt đầu từ -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Kết luận có 13 đường

Câu 10. Tại hai điểm A,B trên mặt chất lỏng cách nhau 10(cm) có hai nguồn phát sóng theo phương thẳng đứng với các phương trình: $u_1 = 0,2\cos(50\pi t)$ cm và $u_2 = 0,2\cos(50\pi t + \pi)$ cm . Vận tốc truyền sóng là 0,5(m/s). Coi biên độ sóng không đổi. Xác định số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng AB ?

- A. 8 B. 9
C. 10 D. 11

Lời giải:

Chọn C.

Nhìn vào phương trình ta thấy A, B là hai nguồn dao động ngược pha nên số điểm dao động cực đại thỏa mãn :

Với $\omega = 50\pi$ (rad/s)

Vậy: $\lambda = v.T = 0,5 \cdot 0,04 = 0,02$ (m) = 2 cm .

Thay số:

Vậy $-5,5 < k < 4,5$: Kết luận có 10 điểm dao động với biên độ cực đại

Câu 11. : Hai nguồn sóng cơ AB cách nhau dao động chạm nhẹ trên mặt chất lỏng, cùng tần số 100Hz, cùng pha theo phương vuông góc với mặt chất lỏng. Vận tốc truyền sóng 20m/s.Số điểm không dao động trên đoạn $AB = 1$ m là :

- A.11 điểm B. 20 điểm
C.10 điểm D. 15 điểm

Lời giải:

Chọn C.

Bước sóng $\lambda = v/f = 0,2$ m: Gọi số điểm không dao động trên đoạn AB là k, ta có :

Suy ra $-5,5 < k < 4,5$ vậy: $k = -5; -4; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; 4 \rightarrow$ Có 10 điểm.

Câu 12. Hai nguồn sóng cơ dao động cùng tần số, cùng pha. Quan sát hiện tượng giao thoa thấy trên đoạn AB có 5 điểm dao động với biên độ cực đại (kể cả A và B). Số điểm không dao động trên đoạn AB là:

- A. 6 B. 4
C. 5 D. 2

Lời giải:

Chọn B.

Trong hiện tượng giao thoa sóng trên mặt chất lỏng, hai nguồn dao động cùng pha thì trên đoạn AB, số điểm dao động với biên độ cực đại sẽ hơn số điểm không dao động là 1.

Do đó số điểm không dao động là 4 điểm.

Câu 13. Hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 45mm ở trên mặt thoáng chất lỏng dao động theo phương trình $u_1 = u_2 = 2\cos 100\pi t$ (mm). Trên mặt thoáng chất lỏng có hai điểm M và M' ở cùng một phía của đường trung trực của AB thỏa mãn: $MA - MB = 15\text{mm}$ và $M'A - M'B = 35\text{mm}$. Hai điểm đó đều nằm trên các vân giao thoa cùng loại và giữa chúng chỉ có một vân loại đó. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là:

- A. 0,5cm/s B. 0,5m/s
C. 1,5m/s D. 0,25m/s

Lời giải:

Chọn B.

Giả sử M và M' thuộc vân cực đại. Khi đó: $MA - MB = 15\text{mm} = k\lambda$;

$M'A - M'B = 35\text{mm} = (k + 2)\lambda \rightarrow (k + 2)/k = 7/3$

$\rightarrow k = 1,5$ không thỏa mãn \rightarrow M và M' không thuộc vân cực đại.

Nếu M, M' thuộc vân cực tiểu thì: $MA - MB = 15\text{mm} = (2k + 1)\lambda / 2$;

Vậy M, M' thuộc vân cực tiểu thứ 2 và thứ 4

Ta suy ra: $MA - MB = 15\text{mm} = (2k + 1)\lambda / 2 \rightarrow \lambda = 10\text{mm} \rightarrow v = \lambda \cdot f = 500\text{mm/s} = 0,5\text{m/s}$.

Câu 14. Dao động tại hai điểm S_1, S_2 cách nhau 10,4 cm trên mặt chất lỏng có biểu thức: $s = a\cos 80\pi t$, vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là 0,64 m/s. Số hypebol mà tại đó chất lỏng dao động mạnh nhất giữa hai điểm S_1 và S_2 là:

- A. $n = 9$. B. $n = 13$.
C. $n = 15$. D. $n = 26$.

Lời giải:

Chọn B.

Tính tương tự như bài 12 ta có $\lambda = 1,6\text{ cm}$.

Số khoảng $i = \lambda / 2 = 0,8\text{cm}$ trên nửa đoạn S_1S_2 là

Như vậy, số cực đại trên S_1S_2 là: $6.2 + 1 = 13$.

Số hypebol ứng với các cực đại là $n = 13$.

Câu 15. Trên mặt một chất lỏng có hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 dao động với tần số $f = 25\text{ Hz}$. Giữa S_1, S_2 có 10 hypebol là quỹ tích của các điểm đứng yên. Khoảng cách giữa đỉnh của hai hypebol ngoài cùng là 18 cm. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là:

- A. $v = 0,25\text{ m/s}$. B. $v = 0,8\text{ m/s}$.
C. $v = 0,75\text{ m/s}$. D. $v = 1\text{ m/s}$.

Lời giải:

Chọn D.

Giữa 10 hypebol có khoảng $i = \lambda / 2 = 2\text{ cm}$. Suy ra $\lambda = 4\text{ cm}$.

Câu 16. Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động với tần số 15Hz và cùng pha. Tại một điểm M cách nguồn A và B những khoảng $d_1 = 16\text{cm}$ và $d_2 = 20\text{cm}$, sóng có biên độ cực tiểu. Giữa M và đường trung trực của AB có hai dãy cực đại. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là

- A. 24cm/s B. 48cm/s
C. 40cm/s D. 20cm/s

Lời giải:

Chọn A.

Ta có: $d_2 - d_1 = (k + 0,5) \lambda = 2,5\lambda = 4\text{ cm} \rightarrow \lambda = 1,6\text{cm}$. ($k = 2$ do M nằm trên đường cực tiểu thứ 3. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = \lambda f = 1,6 \cdot 15 = 24\text{cm/s}$

Câu 17. Hai nguồn sóng kết hợp cùng pha A và B trên mặt nước có tần số 15Hz. Tại điểm M trên mặt nước cách các nguồn đoạn 14,5cm và 17,5cm sóng có biên độ cực đại. Giữa M và trung trực của AB có hai dãy cực đại khác. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là

- A. $v = 15\text{cm/s}$ B. $v = 22,5\text{cm/s}$
C. $v = 5\text{cm/s}$ D. $v = 20\text{m/s}$

Lời giải:

Chọn A.

$|MA - MB| = 17,5 - 14,5 = 3\text{ (cm)} = k\lambda$

CM nằm trên dãy cực đại thứ 3 $\Rightarrow k = 3$; $\lambda = 1\text{ (cm)} \rightarrow v = \lambda \cdot f = 15\text{ (cm/s)}$

Câu 18. Trên mặt nước nằm ngang, tại hai điểm S_1, S_2 cách nhau 8,2cm, người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hoà theo phương thẳng đứng có tần số 15Hz và luôn dao động cùng pha. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 30cm/s và coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn S_1S_2 là:

- A. 11 B. 8
C. 5 D. 9

Lời giải:

Chọn D.

Ta có: $\lambda = v/f = 2\text{cm}$

$\rightarrow -4,1 \leq k \leq 4,1 \rightarrow k = -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4 \rightarrow k$ có 9 điểm

Câu 19. Hai nguồn S_1 và S_2 trên mặt nước cách nhau 13cm cùng dao động theo phương trình $u = 2\cos 40\pi t\text{(cm)}$. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 0,8m/s. Biên độ sóng không đổi. Số điểm cực đại trên đoạn S_1S_2 là:

- A. 7. B. 9.
C. 11. D. 5.

Lời giải:

Chọn A.

$\omega = 2\pi f = 40\pi\text{(rad/s)} \rightarrow f = 20\text{ Hz}$.

Bước sóng $\lambda = v/f = 0,04\text{ m} = 4\text{ cm}$.

Trên đoạn S_1S_2 , hai cực đại liên tiếp cách nhau $\lambda/2 = 4/2 = 2\text{ cm}$.

Gọi $S_1S_2 = l = 13\text{cm}$, số khoảng $i = \lambda/2$ trên nửa đoạn S_1S_2 là:

Như vậy số cực đại trên S_1S_2 sẽ là $3 \cdot 2 + 1 = 7$.

Câu 20. Hai điểm S_1, S_2 trên mặt một chất lỏng, cách nhau 18cm, dao động cùng pha với biên độ a và tần số $f = 20\text{ Hz}$. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là $v = 1,2\text{m/s}$. Nếu không tính đường trung trực của S_1S_2 thì số gợn sóng hình hypebol thu được là:

- A. 2 gợn. B. 8 gợn.
C. 4 gợn. D. 16 gợn.

Lời giải:

Chọn C.

Ở đây, S_1 và S_2 là hai nguồn đồng bộ do đó điểm giữa của S_1S_2 là một cực đại. Ta có số khoảng $\lambda/2$ trên S_1S_2 vừa đúng bằng 6. Như vậy lẽ ra số cực đại là $6 + 1 = 7$ nhưng hai nguồn không được tính là cực đại do đó số cực đại trên S_1S_2 là 5. Nếu trừ đường trung trực thì chỉ còn 4 hypebol.