

CHỦ ĐỀ 2.2. GIAO THOA SÓNG CƠ VỚI 2 NGUỒN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Xét hai nguồn kết hợp không đồng bộ tại hai điểm S_1 và S_2 có phương trình dao động $u_1 = a \cos(\omega t + \alpha_1)$ và $u_2 = b \cos(\omega t + \alpha_2)$.

Xét điểm M nằm trên phương truyền sóng, dao động tại M là tổng hợp của hai dao động thành phần:

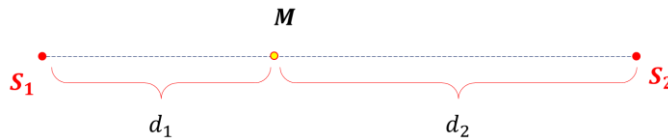
$$\begin{cases} u_{1M} = a \cos\left(\omega t + \alpha_1 - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) \\ u_{2M} = b \cos\left(\omega t + \alpha_2 - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right) \end{cases}$$

Độ lệch pha giữa hai dao động thành phần trên: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \alpha_2 - \alpha_1 + \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}$.

- Điểm M dao động với biên độ dao động cực đại khi $\Delta\varphi = 2k\pi \Leftrightarrow d_1 - d_2 = \left(k - \frac{\Delta\alpha}{2\pi}\right)\lambda$.
- Điểm M dao động với biên độ cực tiểu khi $\Delta\varphi = (2k+1)\pi \Leftrightarrow d_1 - d_2 = \left(k + 0,5 - \frac{\Delta\alpha}{2\pi}\right)\lambda$.

Như vậy, đối với bài toán giao thoa với 2 nguồn không đồng bộ ta chỉ cần thay đổi công thức hiệu đường đi và giải tương tự với bài toán giao thoa 2 nguồn đồng bộ.

Phần 1. Vị trí các điểm dao động với biên độ cực đại/cực tiểu trên đoạn S_1S_2



Ngoài điều kiện về hiệu đường đi khi M dao động với biên độ cực đại/cực tiểu thì ta có mối liên hệ: $d_1 + d_2 = S_1S_2$.

Khoảng cách từ M đến S_1 đạt giá trị cực đại khi k_{\max} và cực tiểu khi k_{\min} .

- Nếu M dao động với biên độ cực đại, ta có:
$$\begin{cases} d_1 - d_2 = \left(k - \frac{\Delta\alpha}{2\pi}\right)\lambda \\ d_1 + d_2 = S_1S_2 \end{cases} \Rightarrow d_1 = \left(k - \frac{\Delta\alpha}{2\pi}\right) \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1S_2}{2}$$

Với
$$\frac{-S_1S_2}{\lambda} + \frac{\Delta\alpha}{2\pi} < k < \frac{S_1S_2}{\lambda} + \frac{\Delta\alpha}{2\pi}$$

- Nếu M dao động với biên độ cực tiểu, ta có:

$$\begin{cases} d_1 - d_2 = \left(k + 0,5 - \frac{\Delta\alpha}{2\pi}\right)\lambda \\ d_1 + d_2 = S_1S_2 \end{cases} \Rightarrow d_1 = \left(k + 0,5 - \frac{\Delta\alpha}{2\pi}\right) \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{S_1S_2}{2}$$

Với $\frac{-S_1 S_2}{\lambda} - 0,5 + \frac{\Delta\alpha}{2\pi} < k < \frac{S_1 S_2}{\lambda} - 0,5 + \frac{\Delta\alpha}{2\pi}$.

Câu 1. Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = a_1 \cos(\omega t + \alpha)$ cm và $u_2 = a_2 \cos(\omega t)$ cm. Bước sóng lan truyền 2 cm. Khi đi từ A đến B, hãy các định vị trí cực đại gần A nhất, xa A nhất và cực đại lần thứ 2.

Xét các trường hợp:

a) $\alpha = -\pi$;

b) $\alpha = \frac{\pi}{2}$.

Câu 2. Trên mặt nước có hai nguồn A, B cách nhau 8 cm dao động cùng phương, phát ra hai sóng kết hợp với bước sóng 4 cm. Nguồn B sớm pha hơn nguồn A là $\pi/2$ và O là trung điểm AB. Điểm cực tiểu trên AO cách A gần nhất và xa nhất lần lượt là

A. 0,5 cm và 6,5 cm.

B. 0,5 cm và 2,5 cm.

C. 1,5 cm và 3,5 cm.

D. 1,5 cm và 2,5 cm.

Câu 3. Trên bề mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B ngược pha cách nhau 6 cm. Bước sóng lan truyền 1,5 cm. Điểm cực đại trên khoảng OB cách O gần nhất và xa nhất lần lượt là

A. 0,75 cm và 2,25 cm.

B. 0,375 cm và 1,5 cm.

C. 0,375 cm và 1,875 cm.

D. 0,375 cm và 2,625 cm.

Câu 4. Trên bề mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 6 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 4 \cos(\pi t + \pi/6)$ cm, $u_B = 4 \cos(\pi t + 2\pi/3)$ cm. Bước sóng lan truyền 1,5 cm và O là trung điểm AB. Điểm cực tiểu trên khoảng OB cách O gần nhất và xa nhất lần lượt là

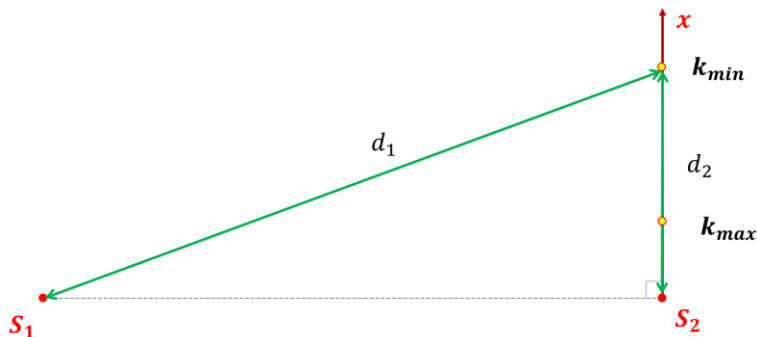
A. 0,75 cm và 2,25 cm.

B. 0,1875 cm và 2,4375 cm.

C. 0,5625 cm và 2,8125 cm.

D. 0,375 cm và 2,625 cm.

Phần 2. Vị trí các điểm dao động với biên độ cực đại/cực tiểu trên đường thẳng vuông góc $S_1 S_2$



Ngoài điều kiện về hiệu đường đi khi M dao động với biên độ cực đại/cực tiểu thì ta có mối liên hệ: $d_1^2 - d_2^2 = S_1 S_2$.

Khoảng cách từ M đến S_2 đạt giá trị cực đại khi k_{\min} và cực tiểu khi k_{\max} . Với M chạy từ B ra xa vô cùng. Khi M ở xa vô cùng ta có $d_1 - d_2 \approx 0$.

- Nếu M dao động với biên độ cực đại, ta có:
$$\begin{cases} d_1 - d_2 = \left(k - \frac{\Delta\alpha}{2\pi}\right)\lambda \\ d_1^2 - d_2^2 = S_1 S_2^2 \Leftrightarrow d_1 + d_2 = \frac{S_1 S_2^2}{d_1 - d_2} \end{cases}$$

Với $0 < k - \frac{\Delta\alpha}{2\pi} < \frac{S_1 S_2}{\lambda}$.

- Nếu M dao động với biên độ cực tiểu, ta có:
$$\begin{cases} d_1 - d_2 = \left(k + 0,5 - \frac{\Delta\alpha}{2\pi}\right)\lambda \\ d_1^2 - d_2^2 = S_1 S_2^2 \Leftrightarrow d_1 + d_2 = \frac{S_1 S_2^2}{d_1 - d_2} \end{cases}$$

$$\text{V} \text{óí } 0 < k + 0,5 - \frac{\Delta\alpha}{2\pi} < \frac{S_1 S_2}{\lambda}.$$

Câu 5. Trên mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn A, B cách nhau 3 cm dao động cùng phương, ngược pha, phát ra hai sóng kết hợp với bước sóng 1 cm. Tại một điểm Q nằm trên đường thẳng qua B, vuông góc với AB cách B một đoạn z. Nếu Q nằm trên vân cực đại thì z có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất lần lượt là

- A.** 4 cm và 1,25 cm. **B.** 8,75 cm và 0,55 cm.
C. 8,75 cm và 1,25 cm. **D.** 4 cm và 0,55 cm.

Câu 6. Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 5,4 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = \text{acos}(\omega t + \pi)$ cm và $u_2 = \text{acos}(\omega t + \pi/2)$ cm. Bước sóng lan truyền 2 cm. Tại một điểm P trên mặt chất lỏng nằm trên nửa đường thẳng $B\infty$ qua B, vuông góc với AB cách B một đoạn z, dao động cực tiểu. Gọi z_0 giá trị nhỏ nhất của z và gọi n là tổng số cực tiểu trên đoạn $B\infty$. Chọn các phương án đúng.

- A.** $n = 3$, $z_0 = 2,42\text{cm}$. **B.** $n = 2$, $z_0 = 2,42\text{cm}$.
C. $n=3$, $z_0 = 0,99\text{cm}$. **D.** $n = 2$, $z_0 = 0,99\text{cm}$.

Câu 7. Có hai nguồn dao động kết hợp ngược pha A và B trên mặt nước cách nhau 10,5 cm. Bước sóng lan truyền trên mặt nước là 1,4 cm. Xem biên độ của sóng không đổi trong quá trình truyền đi. Điểm M trên mặt nước thuộc đường thẳng By vuông góc với AB tại B và cách A một khoảng 15 cm. Điểm dao động cực đại trên BM cách M một khoảng nhỏ nhất là

- A.** 1,91 cm. **B.** 8,8 cm. **C.** 3,94 cm. **D.** 2,87 cm.

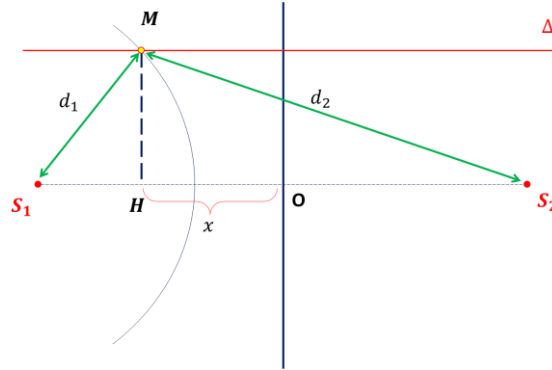
Câu 8. Có hai nguồn dao động kết hợp A và B trên mặt nước cách nhau 13 cm có phương trình dao động lần lượt là $u_A = a \cos(\omega t + \pi/2)$ (mm) và $u_B = a \cos(\omega t - \pi/6)$ (cm). Bước sóng lan truyền trên mặt nước là 2 cm. Xem biên độ của sóng không đổi trong quá trình truyền đi. Điểm M trên mặt nước thuộc đường thẳng Bz vuông góc với AB tại B và cách A một khoảng 20 cm. Điểm dao động cực đại trên AM cách M một khoảng nhỏ nhất là

- A.** 0,54 cm. **B.** 0,33 cm. **C.** 3,74 cm. **D.** 1,03 cm.

Câu 9. Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp O_1 và O_2 cách nhau 6 cm, dao động ngược pha, cùng biên độ. Chọn hệ trục tọa độ vuông góc xOy thuộc mặt nước với gốc tọa độ là vị trí đặt nguồn O_1 còn nguồn O_2 nằm trên trục Oy . Hai điểm P và Q nằm trên Ox có $OP = 4,5$ cm và $OQ = 8$ cm. Biết phần tử nước tại P và tại Q không dao động. Giữa P và Q chỉ có hai cực đại. Trên đoạn OP , điểm gần P nhất mà các phần tử nước dao động với biên độ cực tiểu cách P một đoạn gần **giá trị nào nhất** sau đây?

- A. 1,4 cm. B. 2,0 cm. C. 3,5 cm. D. 3,1 cm.

Phần 3. Vị trí các điểm dao động với biên độ cực đại/cực tiểu trên đường thẳng Δ song song với S_1S_2



Đường hyperbol cắt (Δ) tại M , dựa vào điều kiện M dao động với biên độ cực đại/cực tiểu ta thu được phương trình hiệu đường đi

$$\Delta d = d_2 - d_1 = f_{(k)} \quad (1)$$

Gọi x là khoảng cách từ chân đường cao hạ từ M lên S_1S_2 đến

trung điểm O của S_1S_2 , ta được:

$$\begin{cases} d_1 = \sqrt{h^2 + \left(\frac{AB}{2} - x\right)^2} \\ d_2 = \sqrt{h^2 + \left(\frac{AB}{2} + x\right)^2} \end{cases}$$

Thay vào phương trình (1) ta được: $\Delta d = \sqrt{h^2 + \left(\frac{AB}{2} + x\right)^2} - \sqrt{h^2 + \left(\frac{AB}{2} - x\right)^2} \Rightarrow x = \dots$

Câu 10. Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = \cos(\omega t - \pi/2)$ cm và $u_2 = \cos(\omega t + \pi/2)$ cm. Bước sóng lan truyền 2 cm. Trên đường thẳng xx' song song với AB , cách AB một khoảng 3 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB . Khoảng cách xa nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực đại nằm trên xx' là

- A. 4,47 cm. B. 1,65 cm. C. 2,70 cm. D. 0,79 cm.

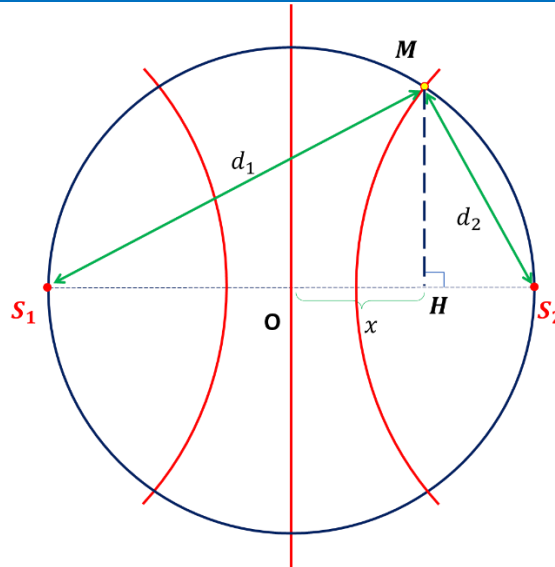
Câu 11. Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = \cos(\omega t - \pi/4)$ cm và $u_2 = \cos(\omega t + \pi/4)$ cm. Bước sóng lan truyền 2 cm. Trên đường thẳng xx' song

song với AB, cách AB một khoảng 3 cm, gọi C là giao điểm của xx' với đường trung trực của AB. Khoảng cách gần nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực đại nằm trên xx' là

- A. 6,59 cm. B. 1,21 cm. C. 2,70 cm. D. 0,39 cm.

Phần 4. Vị trí các điểm cực đại/cực tiểu trên đường tròn

4.1. Vị trí cực đại, cực tiểu trên đường tròn (C) đường kính S₁S₂

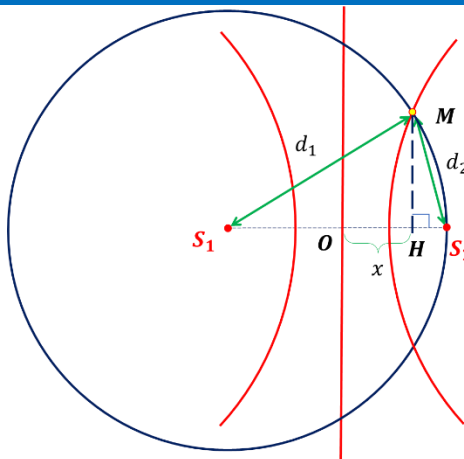


Đường hyperbol (cực đại/cực tiểu) đi qua M, ta xác định được hiệu đường đi:

$$\Delta d = d_2 - d_1 = f(k) \quad (1)$$

Mà $\triangle MS_1S_2$ vuông ở M, ta có: $d_1^2 + d_2^2 = S_1S_2^2 \quad (2)$

4.2. Vị trí cực đại, cực tiểu trên đường tròn (C) tâm S₁, bán kính S₁S₂



Đường hyperbol (cực đại/cực tiểu) đi qua M, ta xác định được hiệu đường đi: $\Delta d = d_2 - d_1 = f(k)$

Ta lại có $d_1 = S_1S_2$

Câu 12. Tại mặt nước, hai nguồn kết hợp được đặt ở S₁ và S₂ cách nhau 68 mm, dao động điều hòa cùng tần số, ngược pha, theo phương vuông góc với mặt nước. Trên đoạn S₁S₂, hai phần tử nước dao động với biên

độ cực đại có vị trí cân bằng cách nhau một đoạn ngắn nhất là 10 mm. Điểm M là vị trí cân bằng của phần tử ở mặt nước sao cho $S_1M \perp S_2M$. Phần tử nước ở M dao động với biên độ cực tiểu. Khoảng cách MS_2 lớn nhất bằng

- A. 37,6 mm. B. 67,6 mm. C. 64,0 mm. D. 66,1 mm.

Câu 13. Trên mặt nước có hai nguồn A và B cách nhau 5 cm, có phương trình lần lượt là: $u_1 = a \cos(\omega t - \pi/3)$ cm và $u_2 = a \cos(\omega t + \pi/3)$ cm. Bước sóng lan truyền 3 cm. Điểm M trên đường tròn đường kính AB (không nằm trên trung trực của AB) thuộc mặt nước gần đường trung trực của AB nhất dao động với biên độ cực đại. M cách A là

- A. 4cm. B. 0,91 cm C. 2,39 cm. D. 3cm

Câu 14. Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 20 cm dao động điều hòa theo phương thẳng đứng, ngược pha, cùng tần số và tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng 3 cm. Xét các điểm trên mặt nước thuộc đường tròn tâm A, bán kính AB, điểm nằm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại, cách đường trung trực của AB gần nhất một khoảng bằng bao nhiêu?

- A. 27,75 mm. B. 26,1 mm. C. 14,4375 mm. D. 32,4 mm.

--- HẾT ---