

CHỦ ĐỀ 27: CÁC ĐIỂM DAO ĐỘNG CÙNG PHA, NGƯỢC PHA

I. LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Phương pháp chung:

Phương trình sóng tại 2 nguồn cùng biên độ A:

(Điểm M cách hai nguồn lần lượt là $d_1; d_2$):

$$u_1 = A \cos(2\pi ft + \varphi_1) \text{ và } u_2 = A \cos(2\pi ft + \varphi_2)$$

Phương trình sóng tại M do hai sóng từ nguồn truyền tới: $u_{1M} = A \cos\left(2\pi ft - 2\pi \frac{d_1}{\lambda} + \varphi_1\right)$ và

$$u_{2M} = A \cos\left(2\pi ft - 2\pi \frac{d_2}{\lambda} + \varphi_2\right)$$

Phương trình giao thoa sóng tại M: $u_M = u_{1M} + u_{2M}$

$$u_M = 2A \cos\left[\pi \frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right] \cos\left[2\pi ft - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$$

Từ đó suy ra pha dao động của điểm M.

Điểm M dao động cùng pha với nguồn 1 khi $\varphi_M - \varphi_1 = k2\pi$.

Điểm M dao động ngược pha với nguồn 1 khi $\varphi_M - \varphi_1 = (2k+1)\pi$.

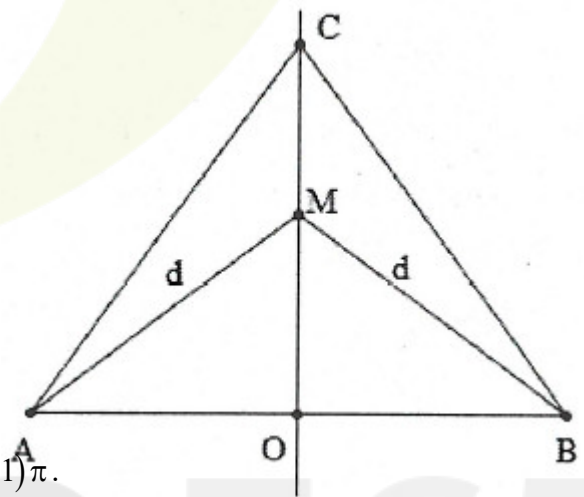
Với dạng toán này ta xét một số trường hợp sau:

▣ Dạng 1: Các điểm dao động cùng pha, ngược pha trên đường trung trực.

Bài toán: Tìm điểm M thuộc đường trung trực của AB, dao động cùng pha, ngược pha so với điểm A (B, trung điểm của AB ...).

TH1: Hai nguồn A, B dao động cùng pha với nhau

Giả sử $u_A = a \cos(\omega t), u_B = b \cos(\omega t)$



Khi đó: $u_{AM} = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right);$

$$u_{BM} = b \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

$$\Rightarrow u_M = (a + b) \cos\left(\omega t - \frac{2\pi \cdot d}{\lambda}\right)$$

PT tại O: $u_O = (a + b) \cos\left(\omega t - \frac{2\pi \cdot OA}{2}\right).$

Suy ra: Độ lệch pha giữa M và A và B là: $\Delta\varphi_{M/A,B} = \frac{2\pi d}{\lambda}.$

Độ lệch pha giữa M so với O là: $\Delta\varphi_{M/O} = \frac{2\pi(d - OM)}{\lambda}.$

Như vậy:

+) Điểm M dao động cùng pha với A (hoặc B) khi: $\frac{2\pi d}{\lambda} = k2\pi \Leftrightarrow d = k\lambda.$

+) Điểm M dao động cùng pha với điểm O khi: $d - OM = k\lambda \Rightarrow d = OM + k\lambda.$

+) Điểm M dao động ngược pha với A khi: $d = (k + 0,5)\lambda.$

+) Điểm M dao động ngược pha với O khi: $d - OM = (k + 0,5)\lambda \Rightarrow d = OM + (k + 0,5)\lambda.$

TH2: Hai nguồn A, B dao động ngược pha: Giả sử: $u_A = a \cos(\omega t + \pi), u_B = b \cos(\omega t)$

Khi đó: $u_{AM} = a \cos\left(\omega t + \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$ và $u_{BM} = b \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

Suy ra $u_M = u_{AM} + u_{BM} = -a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) + b \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = (b - a) \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right).$

Với $b = a$ thì điểm M không dao động (ta không xét).

Với $b > a$ thì $\varphi_M = -\frac{2\pi d}{\lambda}.$

Với $b < a$ thì $\varphi_M = \pi - \frac{2\pi d}{\lambda}$.

Dạng 2: Các điểm dao động CD, CT đồng thời cùng pha, ngược pha với nguồn trên AB.

Cách 1:

$$\text{Xét 2 nguồn: } u_A = u_B = a \cos(\omega t) \Rightarrow \begin{cases} u_{AM} = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi AM}{\lambda}\right) \\ u_{BM} = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi BM}{\lambda}\right) \end{cases}$$

$$\text{Do đó } u_M = u_{AM} + u_{BM} = 2a \cos\left(\omega t - \frac{\pi \cdot AB}{\lambda}\right) \cos \frac{\pi(MA - MB)}{\lambda}.$$

Để tồn tại cực đại, cực tiểu đồng thời cùng pha, ngược pha với nguồn thì $AB = n\lambda$.

$$\text{Khi đó: } u_M = 2a \cos(\omega t - n\pi) \cos \frac{\pi(MA - MB)}{\lambda}.$$

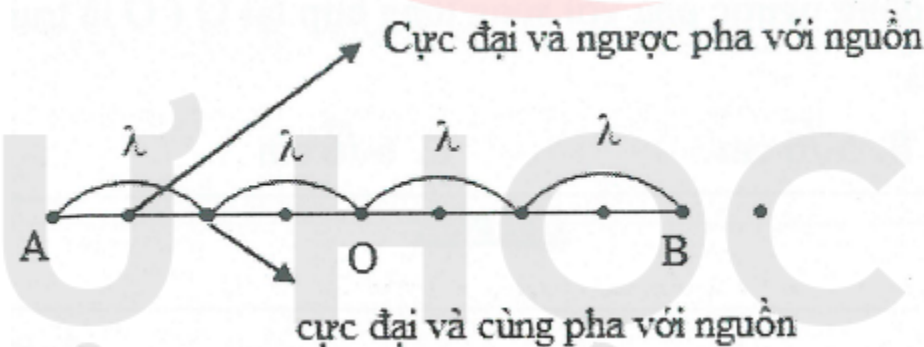
Nếu n chẵn thì cực đại cùng pha với nguồn khi $MA - MB = 2k\lambda$.

Nếu n lẻ thì cực đại cùng pha với nguồn khi: $MA - MB = (2k + 1)\lambda$.

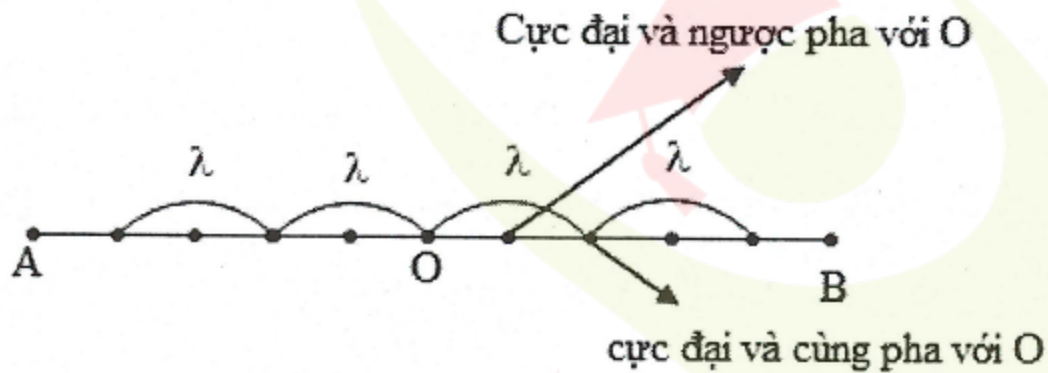
Cách 2: Vẽ hình và đếm

Cực đại cùng pha (ngược pha) với nguồn.

Để tồn tại cực đại, cực tiểu đồng thời cùng pha, ngược pha với nguồn thì $AB = n\lambda$.



Cực đại cùng pha (ngược pha) với trung điểm của AB.



- +) Các điểm dao động cùng pha cách nhau $k\lambda$.
- +) Các điểm dao động ngược pha cách nhau $(k + 0,5)\lambda$.
- +) Các điểm cực đại cách nhau $d = \frac{\lambda}{2}$, các điểm cực tiểu cách nhau $d = \frac{\lambda}{2}$.

II. VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Hai nguồn sóng kết hợp trên mặt nước S_1, S_2 dao động với phương trình:

$u_1 = u_2 = a \cos(\omega t)$, $S_1 S_2 = 9,6\lambda$. Điểm M gần nhất trên trung trực của $S_1 S_2$ dao động cùng pha với u_1 cách đường thẳng $S_1 S_2$ một khoảng là:

- A. 5λ B. $1,2\lambda$ C. $1,5\lambda$ D. $1,4\lambda$

Lời giải

Xét điểm M trên trung trực của S_1, S_2 : $S_1 M = S_2 M = d (d \geq 4,8\lambda)$.

Khi đó: $u_{1M} = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$ và $u_{2M} = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$.

Phương trình tại M là $u_M = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$.

$$d \geq 4,8\lambda \Rightarrow k \geq 4,8 \Rightarrow k_{\min} = 5.$$

Do đó $d_{\min} = 5\lambda \Rightarrow d_{(M;S_1S_2)} = \sqrt{(5\lambda)^2 - (4,8\lambda)^2} = 1,4\lambda$. **Chọn D.**

Ví dụ 2: Hai nguồn phát sóng kết hợp S_1, S_2 trên mặt nước cách nhau 20cm phát ra hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số $f = 40 \text{ Hz}$ và pha ban đầu bằng không. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng

$v = 3,2 \text{ m/s}$. Những điểm nằm trên đường trung trực của đoạn S_1S_2 mà sóng tổng hợp tại đó luôn dao động ngược pha với sóng tổng hợp tại O (O là trung điểm của S_1S_2) cách O một khoảng nhỏ nhất là:

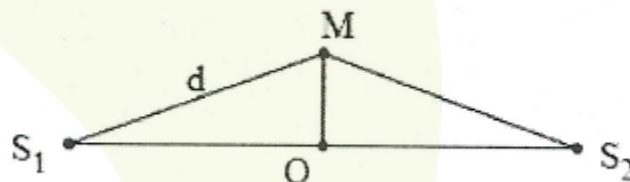
A. $4\sqrt{6} \text{ cm}$ B. $5\sqrt{6} \text{ cm}$ C. $6\sqrt{6} \text{ cm}$ D. 14 cm

Lời giải

Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 8 \text{ cm}$.

Giả sử hai sóng tại S_1, S_2 có dạng: $u_1 = u_2 = a \cos(\omega t)$.

Phương trình dao động tại M: $u_M = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$.



(với d là khoảng cách từ M đến S_1, S_2)

Phương trình dao động tại O: $u_O = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi OS_1}{\lambda}\right)$

Theo bài ra ta có M và O dao động ngược pha nên: $\frac{2\pi}{\lambda}(d - OA) = (2k + 1)\pi$

$\Rightarrow d - OS_1 = (k + 0,5)\lambda$. Do đó $d_{\min} = OS_1 + 0,5\lambda = 10 + 0,5 \cdot 8 = 14 \text{ cm}$

Suy ra: $OM_{\min} = \sqrt{14^2 - 10^2} = 4\sqrt{6} \text{ cm}$. **Chọn A.**

Ví dụ 3: Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 18 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = u_B = a \cos 50\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng ở mặt chất lỏng là $v = 2 \text{ m/s}$.

Gọi O là trung điểm của AB, điểm M ở chất lỏng nằm trên đường trung trực của AB và gần O nhất sao cho phân tử chất lỏng tại M dao động ngược pha với phân tử tại O. Khoảng cách MO là:

A. $14,42 \text{ cm}$ B. $9,38 \text{ cm}$ C. $5,00 \text{ cm}$ D. $7,93 \text{ cm}$

Lời giải

Ta có: $f = \frac{\omega}{2\pi} = 25 \text{ Hz}$, $\lambda = \frac{v}{f} = 8 \text{ cm}$ Bước sóng:

Phương trình sóng tại điểm M và O lần lượt là:

$$u_M = 2a \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right), u_O = 2a \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi OA}{\lambda}\right).$$

Theo bài ra ta có M và O dao động ngược pha nên: $\frac{2\pi}{\lambda}(d - OA) = (2k + 1)\pi$

$$\Rightarrow d - OA = (k + 0,5)\lambda. \text{ Do đó } d_{\min} = OA + 0,5\lambda = 9 + 0,5 \cdot 8 = 13 \text{ cm}.$$

Suy ra: $OM_{\min} = \sqrt{13^2 - 9^2} = 9,38 \text{ cm}$. **Chọn B.**

Ví dụ 4: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 30 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u = 4 \cos 100\pi t$ (mm). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 1,5m/s. Phần tử O thuộc bề mặt chất lỏng là trung điểm S_1S_2 . Điểm trên mặt chất lỏng thuộc trung trực của S_1S_2 dao động cùng pha với O, gần O nhất, cách O đoạn:

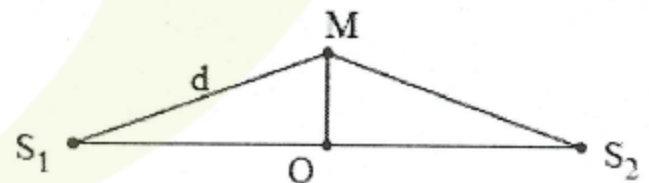
- A. 11,7 cm B. 9,9 cm C. 19 cm D. 18 cm

Lời giải

Ta có: $f = \frac{\omega}{2\pi} = 50\text{Hz}$. Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 3 \text{ cm}$

Phương trình sóng tại điểm M và O lần lượt là:

$$u_M = 2a \cos\left(100\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right), u_O = 2a \cos\left(100\pi t - \frac{2\pi OA}{\lambda}\right).$$



Theo bài ra ta có: M và O dao động cùng pha nên $d - OS_1 = k\lambda$

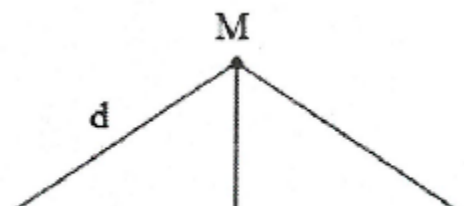
$$d_{\min} = OS_1 + \lambda = 18 \Rightarrow MO_{\min} = \sqrt{18^2 - 15^2} = 9,9 \text{ cm}.$$
 Chọn B.

Ví dụ 5: Hai nguồn sóng kết hợp, đặt tại A và B cách nhau 16 cm dao động theo phương trình $u = a \cos(\omega t)$ trên mặt nước, coi biên độ không đổi, bước sóng $\lambda = 2,5 \text{ cm}$. Gọi O là trung điểm của AB. Một điểm nằm trên đường trung trực AB, dao động cùng pha với các nguồn A và B, cách A hoặc B một đoạn nhỏ nhất là:

- A. 12 cm B. 10 cm C. 13,5 cm D. 13 cm

Lời giải

Phương trình sóng của 2 nguồn là:



$$u_A = u_B = a \cos(\omega t).$$

Phương trình sóng tại điểm M là:

$$u_M = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right).$$

Điểm M dao động cùng pha với nguồn khi $d = k\lambda = 2,5k \geq \frac{AB}{2} = 8 \Rightarrow k \geq 3,2 \Rightarrow k_{\min} = 4$. Khi đó $d_{\min} = 10 \text{ cm}$. **Chọn B.**

Ví dụ 6: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 16 cm dao động theo phương trình $u_A = u_B = a \cos(30\pi t) \text{ mm}$. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $1,2 \text{ m/s}$ và biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền. Điểm gần nhất ngược pha với các nguồn nằm trên đường trung trực của AB cách AB một đoạn:

A. 6 cm

B. 4 cm

C. $4\sqrt{5}$ cm

D. 12 cm

Lời giải

Ta có: $f = 15 \text{ Hz}, \lambda = \frac{v}{f} = 8 \text{ cm}$.

Phương trình sóng của 2 nguồn là:

$$u_A = u_B = a \cos(30\pi t).$$

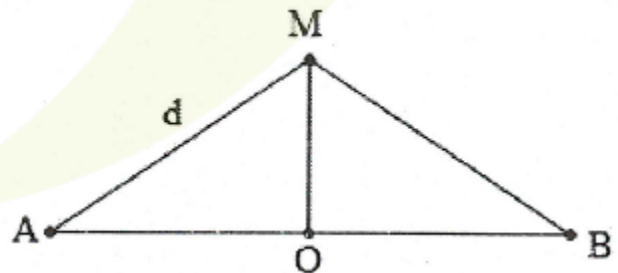
Phương trình sóng tại điểm M là:

$$u_M = 2a \cos\left(30\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right).$$

Điểm M dao động ngược pha với nguồn khi

$$d = (k + 0,5)\lambda = 8(k + 0,5) \geq \frac{AB}{2} = 8 \Rightarrow k \geq 0,5 \Rightarrow k_{\min} = 1. \text{ Khi đó } d_{\min} = 12 \text{ cm}.$$

$$\text{Suy ra } OM_{\min} = \sqrt{d_{\min}^2 - \left(\frac{AB}{2}\right)^2} = 4\sqrt{5} \text{ cm}. \text{ Chọn C.}$$



Ví dụ 7: [Trích đề thi đại học năm 2014]. Trong một thí nghiệm giao thoa sóng nước, hai nguồn S_1 và S_2 cách nhau 16 cm, dao động theo phương vuông góc với mặt nước, cùng biên độ, cùng pha, cùng tần số

80 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40 cm/s. Ở mặt nước, gọi d là đường trung trực của đoạn S₁S₂. Trên d, điểm M ở cách S₁ 10 cm; điểm N dao động cùng pha với M và gần M nhất sẽ cách M một đoạn có giá trị **gần giá trị nào nhất** sau đây?

- A. 6,8 mm B. 8,8 mm C. 9,8 mm D. 7,8 mm

Lời giải

Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{40}{80} = 0,5 \text{ cm}$

Phương trình sóng tại M và N có dạng:

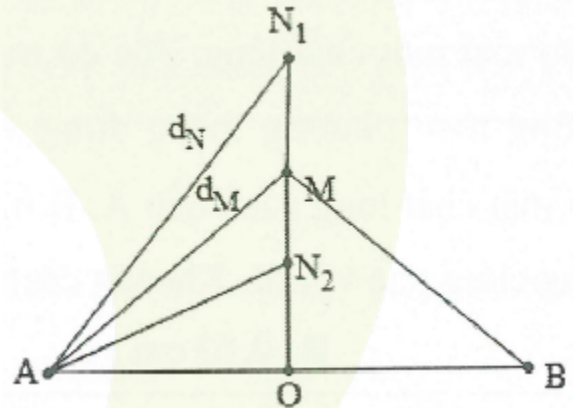
$$u_M = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_M}{\lambda}\right).$$

$$u_N = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_N}{\lambda}\right).$$

Để 2 điểm M, N cùng pha thì $d_M - d_N = k\lambda \Leftrightarrow 10 - d_N = 0,5k$.

Để M, N gần nhất thì $\begin{cases} k = 1 \\ k = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d_N = 9,5 \\ d_N = 10,5 \end{cases}$

$\begin{cases} MN = OM - ON = \sqrt{10^2 - 8^2} - \sqrt{9,5^2 - 8^2} = 0,88 \text{ cm} \\ MN = ON - OM = \sqrt{10,5^2 - 8^2} - \sqrt{10^2 - 8^2} = 0,8 \text{ cm} \end{cases}$ **Chọn D.**



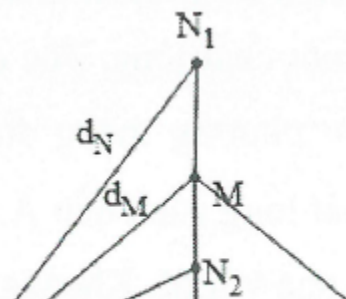
Ví dụ 8: Trong một thí nghiệm giao thoa sóng nước, hai nguồn S₁ và S₂ cách nhau 14 cm, dao động theo phương vuông góc với mặt nước, cùng biên độ, cùng pha, cùng tần số 40 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 1,2 m/s. Ở mặt nước, gọi d là đường trung trực của đoạn S₁S₂. Trên d, điểm M ở cách S₁ 12 cm; điểm N dao động ngược pha với M và gần M nhất sẽ cách M một đoạn có giá trị **gần giá trị nào nhất** sau đây?

- A. 5,0 cm B. 2,0 cm C. 1,8 cm D. 0,5 cm

Lời giải

Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{120}{40} = 3 \text{ cm}$.

Phương trình sóng tại M và N có dạng:



$$u_M = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_M}{\lambda}\right)$$

$$u_N = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_N}{\lambda}\right)$$

Để 2 điểm M, N ngược pha thì $d_M - d_N = (k + 0,5)\lambda \Leftrightarrow 12 - d_N = 3(k + 0,5)$.

Để M, N gần nhất thì:
$$\begin{cases} k = 0 \\ k = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d_N = 10,5 \\ d_N = 13,5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} MN = OM - ON = \sqrt{12^2 - 7^2} - \sqrt{10,5^2 - 7^2} = 1,92 \text{ cm} \\ MN = ON - OM = \sqrt{13,5^2 - 7^2} - \sqrt{12^2 - 7^2} = 1,79 \text{ cm} \end{cases} \cdot \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 9: Hai mũi nhọn A, B cách nhau 10 cm gắn vào đầu một cần rung có tần số $f = 50 \text{ Hz}$, đặt chạm nhẹ vào mặt một chất lỏng. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng $v = 0,25 \text{ m/s}$. Hai nguồn A, B dao động theo phương thẳng đứng với cùng phương trình $u_A = u_B = a \cos(\omega t) \text{ (cm)}$. Một điểm M trên mặt chất lỏng cách đều A, B một khoảng $d = 8 \text{ cm}$. Gọi N_1 và N_2 là hai điểm gần M nhất dao động cùng pha với M. Khoảng cách giữa hai điểm N_1 và N_2 là:

- A. 1,28 cm B. 0,63 cm C. 0,65 cm D. 0,02 cm

Lời giải

Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{25}{50} = 0,5 \text{ cm}$

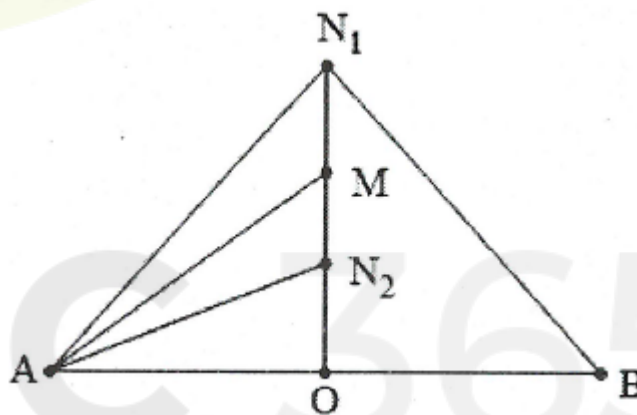
Phương trình sóng tại M và N có dạng:

$$u_M = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_M}{\lambda}\right)$$

$$u_N = 2a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_N}{\lambda}\right)$$

Để 2 điểm M, N cùng pha thì $d_M - d_N = k\lambda \Leftrightarrow 8 - d_N = 0,5k$.

Để M, N gần nhất thì
$$\begin{cases} k = -1 \\ k = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d_{N_1} = 8,5 \\ d_{N_1} = 7,5 \end{cases}$$



Giải điều kiện: $OA \leq 16 + 2k < CA = \sqrt{OA^2 + OC^2} = 25 \Leftrightarrow -0,5 \leq k \leq 4,5$

Suy ra có 5 giá trị của k nguyên. Vậy có 5 điểm thỏa mãn. **Chọn D.**

Ví dụ 12: [Trích đề thi đại học năm 2011]. Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 18 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình là $u_A = u_B = a \cos 50\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng ở mặt chất lỏng là 50 cm/s. Gọi O là trung điểm AB, điểm M ở mặt chất lỏng nằm trên đường trung trực của AB và gần O nhất sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động cùng pha với phần tử chất lỏng tại O. Khoảng cách MO là:

- A. 10 cm
- B. 2 cm
- C. $2\sqrt{2}$ cm
- D. $2\sqrt{10}$ cm

Lời giải

Ta có: $f = 25 \text{ Hz}, \lambda = \frac{v}{f} = 2 \text{ cm}.$

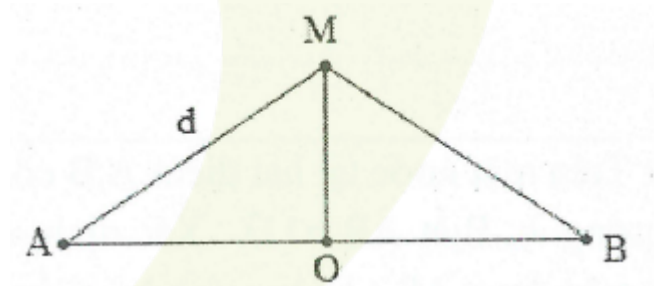
Phương trình sóng của 2 nguồn là:

$$u_A = u_B = a \cos(50\pi t).$$

Phương trình sóng tại điểm M và O là:

$$u_M = 2a \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right).$$

$$u_O = 2a \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi OA}{\lambda}\right).$$



Điểm M dao động cùng pha với O khi $d_M - d_O = k\lambda = 2k \Rightarrow d_M = 9 + 2k > 9 \Rightarrow k_{\min} = 1.$

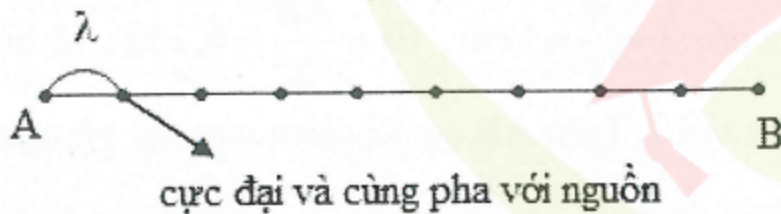
Khi đó $d_{\min} = 11 \Rightarrow MO = \sqrt{11^2 - 9^2} = 2\sqrt{10} \text{ cm}.$ **Chọn D.**

Ví dụ 13: Hai nguồn sóng kết hợp trên mặt nước cách nhau một đoạn $AB = 9\lambda$ phát ra dao động cùng pha nhau. Trên đoạn AB, số điểm có biên độ cực đại cùng pha với nhau và cùng pha với nguồn (không kể hai nguồn) là:

- A. 12
- B. 6
- C. 8
- D. 10

Lời giải

Cách 1: Vẽ hình và đếm, cực đại cách nhau $\frac{\lambda}{2}$, cực đại cùng pha với nguồn cách nhau $\lambda.$



Đếm trên AB có 8 điểm cực đại cùng pha với nguồn. **Chọn C.**

Cách 2: Gọi M là điểm trên S_1S_2

$$\text{Xét 2 nguồn: } u_A = u_B = a \cos(\omega t) \Rightarrow \begin{cases} u_{AM} = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi AM}{\lambda}\right) \\ u_{BM} = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi BM}{\lambda}\right) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{Do đó } u_M &= u_{AM} + u_{BM} = 2a \cos\left(\omega t - \frac{\pi \cdot AB}{\lambda}\right) \cos\frac{\pi(MA - MB)}{\lambda} \quad (AB = 9\lambda) \\ &= -2a \cos(\omega t) \cos\frac{2\pi(MA - MB)}{\lambda} \end{aligned}$$

Cực đại cùng pha với nguồn khi: $MA - MB = (2k + 1)\lambda$.

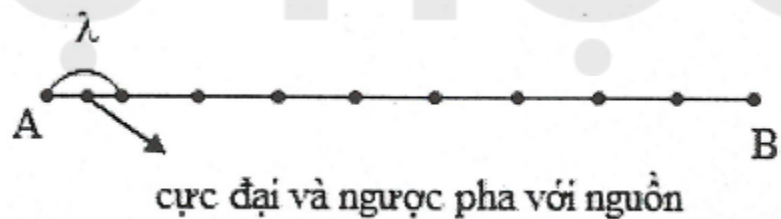
Cho $-9\lambda < (2k + 1)\lambda < 9\lambda \Rightarrow -5 < k < 4 \Rightarrow$ Có 8 giá trị của k.

Ví dụ 14: Có hai nguồn sóng cơ kết hợp A và B trên mặt nước cách nhau một đoạn $AB = 18 \text{ cm}$ phát ra dao động với phương trình $u = a \cos(\omega t)$ với bước sóng $\lambda = 2 \text{ cm}$. Xác định trên đoạn AB, số điểm có biên độ cực đại cùng pha với nhau và ngược pha với nguồn, không kể hai nguồn là bao nhiêu?

A. 12 B. 6 C. 8 D. 9

Lời giải

Ta có: $AB = 9\lambda$ suy ra có 9 cực đại và ngược pha với nguồn.



Chọn D.

Ví dụ 15: Trên mặt nước tại hai điểm A, B có hai nguồn sóng kết hợp dao động cùng pha, lan truyền với bước sóng λ . Biết $AB = 11\lambda$. Xác định số điểm dao động với biên độ cực đại và ngược pha với hai nguồn trên đoạn AB (không tính hai điểm A, B):

- A. 12
- B. 23
- C. 11
- D. 21

Lời giải

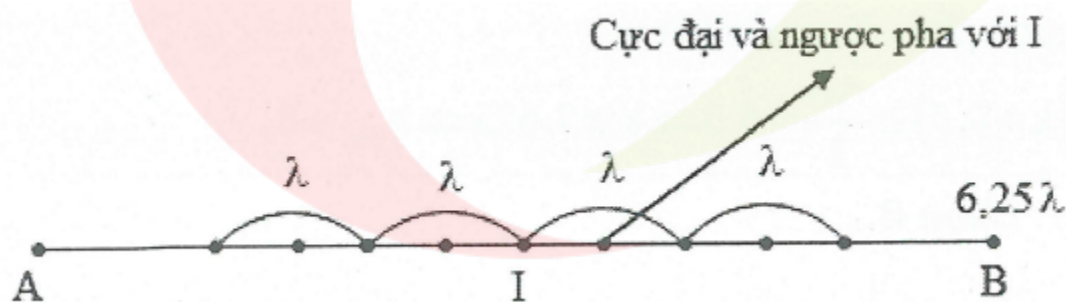
Tương tự bài trên suy ra có 11 cực đại và ngược pha với nguồn. **Chọn C.**

Ví dụ 16: Hai nguồn sóng A, B cách nhau 12,5 cm trên mặt nước tạo ra giao thoa sóng, dao động tại nguồn có phương trình $u_A = u_B = a \cos(100\omega t)$ (cm) tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 0,5 (m/s). Số điểm trên đoạn AB dao động với biên độ cực đại và dao động ngược pha với trung điểm I của đoạn AB là:

- A. 12
- B. 25
- C. 13
- D. 24

Lời giải

Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 1\text{cm}$, $IB = \frac{AB}{2} = 6,25\lambda$, vẽ hình và đếm ta thấy trên IB có 6 điểm cực đại và ngược pha với I. Trên AB có 12 điểm cực đại và ngược pha với I.



Chọn A.

Ví dụ 17: [Trích đề thi thử THPT Trần Hưng Đạo - TP Hồ Chí Minh]. Trên mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A và B cách nhau 16 cm dao động theo phương thẳng đứng theo phương trình $u_A = u_B = 4 \cos(50\pi t)$ (mm), với t tính bằng giây (s). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 50 cm/s. Gọi O là trung điểm của AB, điểm M trên mặt chất lỏng thuộc đường trung trực của AB sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động cùng pha với phần tử chất lỏng tại O và M ở gần O nhất. Khoảng cách MO là:

- A. 2 cm
- B. 10 cm
- C. 6 cm
- D. 4 cm

Lời giải

Ta có: $f = 25 \text{ Hz}, \lambda = \frac{v}{f} = 2 \text{ cm}.$

Phương trình sóng của 2 nguồn là:

$$u_A = u_B = 4 \cos(50\pi t).$$

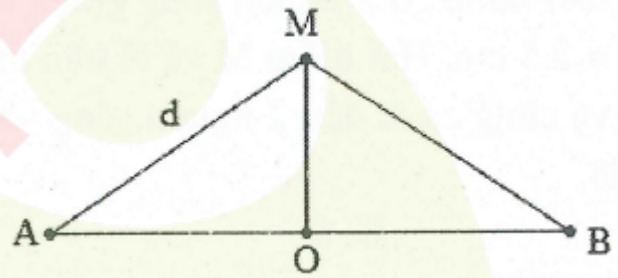
Phương trình sóng tại điểm M là:

$$u_M = 2a \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right).$$

$$u_O = 2a \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi OA}{\lambda}\right)$$

Điểm M dao động cùng pha với O khi $d_M - d_O = k\lambda = 2k \Rightarrow d_M = 8 + 2k > 8 \Rightarrow k_{\min} = 1$

Khi đó $d_{\min} = 10 \Rightarrow MO = \sqrt{10^2 - 8^2} = 6 \text{ cm}.$ **Chọn C.**



Ví dụ 18: [Trích đề thi thử Chuyên Bắc Kạn 2017]. Ở mặt nước có hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 , cách nhau một khoảng 13 cm, đều dao động theo phương thẳng đứng với cùng phương trình $u = a \cos(50\pi t)$ (u tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $0,2 \text{ m/s}$ và biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Khoảng cách ngắn nhất từ nguồn S_1 đến điểm M nằm trên đường trung trực của S_1S_2 mà phần tử nước tại M dao động ngược pha với các nguồn là:

A. 66 mm

B. 68 mm

C. 72 mm

D. 70 mm

Lời giải

Ta có: $f = 25 \text{ Hz}, \lambda = \frac{v}{f} = 0,8 \text{ cm}$

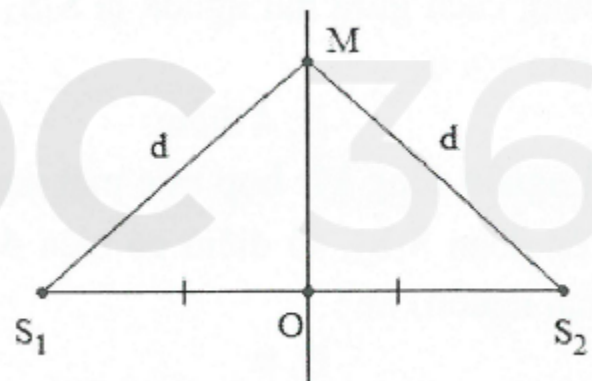
Phương trình sóng của 2 nguồn là:

$$u = a \cos(50\pi t)$$

Phương trình sóng tại điểm M là:

$$u_M = 2a \cos\left(50\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right).$$

Điểm M dao động ngược pha với nguồn khi



$$d = (k + 0,5)\lambda = 0,8(k + 0,5) \geq \frac{AB}{2} = 6,5 \Rightarrow k \geq 7,625 \Rightarrow k_{\min} = 8.$$

Khi đó $d_{\min} = 6,8\text{cm}$. **Chọn B.**

BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Trên mặt nước tại hai điểm A, B có hai nguồn sóng kết hợp dao động cùng pha, lan truyền với bước sóng λ . Biết $AB = 11\lambda$. Xác định số điểm dao động với biên độ cực đại và ngược pha với hai nguồn trên đoạn AB (không tính hai điểm A, B):

- A. 12 B. 23 C. 11 D. 21

Câu 2: Hai mũi nhọn A, B cách nhau 8 cm gắn vào đầu một cần rung có tần số $f = 100\text{Hz}$, đặt chạm nhẹ vào mặt một chất lỏng. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng $v = 0,8\text{m/s}$. Hai nguồn A, B dao động theo phương thẳng đứng với cùng phương trình $u_A = u_B = a \cos(\omega t)\text{cm}$. Một điểm M trên mặt chất lỏng cách đều A, B một khoảng $d = 8\text{cm}$. Tìm trên đường trung trực của AB một điểm M_1 gần M nhất và dao động cùng pha với M.

- A. $MM_2 = 0,2\text{cm}; MM_1 = 0,4\text{cm}$ B. $MM_2 = 0,91\text{cm}; MM_1 = 0,94\text{cm}$
C. $MM_2 = 9,1\text{cm}; MM_1 = 9,4\text{cm}$ D. $MM_2 = 2\text{cm}; MM_1 = 4\text{cm}$

Câu 3: Trên mặt nước có hai nguồn sóng giống hệt nhau A và B cách nhau một khoảng $AB = 24\text{cm}$. Bước sóng $\lambda = 2,5\text{cm}$. Hai điểm M và N trên mặt nước cùng cách đều trung điểm của đoạn AB một đoạn 16 cm và cùng cách đều 2 nguồn sóng A và B. Số điểm trên đoạn MN dao động cùng pha với 2 nguồn là:

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

Câu 4: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau $6\sqrt{2}\text{cm}$ dao động có phương trình $u = a \cos(20\pi t)\text{mm}$. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $0,4\text{m/s}$ và biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền. Điểm gần nhất ngược pha với các nguồn nằm trên đường trung trực của S_1S_2 cách S_1S_2 một đoạn:

- A. 6 cm B. 2 cm C. $3\sqrt{2}\text{cm}$ D. 18 cm

Câu 5: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u = 2 \cos 40\pi t(\text{mm})$. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 40cm/s . Phần tử O thuộc bề mặt chất lỏng là trung điểm của S_1S_2 .

Điểm trên mặt chất lỏng thuộc trung trực của S_1S_2 dao động cùng pha với O, gần O nhất, cách O đoạn bằng:

- A. 6,6 cm B. 8,2 cm C. 12 cm D. 16cm

Câu 6: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn sóng tại A và B cách nhau 10 cm dao động cùng pha, cùng tần số $f = 40\text{Hz}$. Gọi H là trung điểm đoạn AB, M là điểm trên đường trung trực của AB và dao động cùng pha với hai nguồn. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 80cm/s . Khoảng cách gần nhất từ M đến H là:

- A. 6,24 cm B. 3,32 cm C. 2,45 cm D. 4,25 cm

Câu 7: Trên mặt chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp phát ra hai dao động $u_1 = a \cos \omega t$; $u_2 = a \sin \omega t$. Khoảng cách giữa hai nguồn là $S_1S_2 = 3,25\lambda$. Hỏi trên đoạn S_1S_2 có mấy điểm cực đại dao động cùng pha với u_2 .

- A. 3 điểm B. 4 điểm C. 5 điểm D. 6 điểm

Câu 8: Hai nguồn sóng kết hợp trên mặt nước cách nhau một đoạn $S_1S_2 = 9\lambda$ phát ra dao động $u = \cos(\omega t)$. Trên đoạn S_1S_2 , số điểm có biên độ cực đại cùng pha với nhau và ngược pha với nguồn (không kể hai nguồn) là:

- A. 8 B. 9 C. 17 D. 16

Câu 9: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp AB cùng pha cách nhau một đoạn 12cm đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng với bước sóng 1,6 cm. Gọi C là một điểm trên mặt nước cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của đoạn AB một khoảng 8cm. Hỏi trên đoạn CO, số điểm dao động cùng pha với nguồn là:

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

Câu 10: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp AB cùng pha cách nhau một đoạn 12cm đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng với bước sóng 1,6 cm. Gọi C là một điểm trên mặt nước cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của đoạn AB một khoảng 8cm. Hỏi trên đoạn CO, số điểm dao động ngược pha với nguồn là:

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

Câu 11: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau một khoảng 50 mm trên mặt nước phát ra hai sóng kết hợp có phương trình $u_1 = u_2 = 2 \cos(200\pi t)\text{mm}$. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là $0,8\text{m/s}$. Điểm gần nhất dao động cùng pha với nguồn trên đường trung trực của S_1S_2 cách nguồn S_1 bao nhiêu

- A. 16 mm B. 32 mm C. 8 mm D. 24 mm

Câu 12: Hai nguồn sóng kết hợp trên mặt nước cách nhau một đoạn $S_1S_2 = 9\lambda$ cùng phát ra dao động $u = \cos(20\pi t)$. Trên đoạn S_1S_2 , số điểm có biên độ cực đại cùng pha với nhau và ngược pha với nguồn (không kể hai nguồn) là:

- A. 8 B. 9 C. 17 D. 16

Câu 13: Trên mặt nước phẳng lặng có hai nguồn điểm dao động S_1 và S_2 . Biết $S_1S_2 = 10\text{ cm}$, tần số và biên độ dao động của S_1, S_2 là $f = 120\text{ Hz}$, $a = 0,5\text{ cm}$. Khi đó trên mặt nước, tại vùng giữa S_1 và S_2 người ta quan sát thấy có 5 gợn lồi và những gợn này chia đoạn S_1S_2 thành 6 đoạn mà hai đoạn ở hai đầu chỉ dài bằng một nửa các đoạn còn lại. Bước sóng λ có giá trị là

- A. $\lambda = 4\text{ cm}$ B. $\lambda = 8\text{ cm}$ C. $\lambda = 2\text{ cm}$ D. $\lambda = 6\text{ cm}$

Câu 14: Hai nguồn sóng kết hợp trên mặt nước S_1, S_2 dao động với phương trình: $u_1 = a \sin(\omega t)$, $u_2 = a \cos(\omega t)$, $S_1S_2 = 6\lambda$. Điểm M gần nhất trên trung trực của S_1S_2 dao động cùng pha với u_1 cách S_1, S_2 bao nhiêu?

- A. $25\lambda/8$ B. $23\lambda/8$ C. $29\lambda/8$ D. $21\lambda/8$

Câu 15: Trong hiện tượng giao thoa sóng nước, hai nguồn sóng tại A và B cách nhau 20 cm dao động cùng pha, cùng tần số $f = 40\text{ Hz}$. Gọi H là trung điểm đoạn AB, M là điểm trên đường trung trực của AB và dao động cùng pha với hai nguồn. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 60 cm/s . Khoảng cách gần nhất từ M đến H là

- A. 6,2 cm B. 3,2 cm C. 2,4 cm D. 4,2 cm

LỜI GIẢI CHI TIẾT

Câu 1: Số điểm dao động với biên độ cực đại trên khoảng AB là $N = 21$

Gọi O là trung điểm của AB. O cách A một khoảng $5,5\lambda$

⇒ O dao động ngược pha với nguồn

⇒ Trên khoảng AB có 11 điểm dao động cực đại và ngược pha với nguồn. **Chọn C**

Câu 2: Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 0,8\text{ cm}$. Phương trình sóng tại điểm trên trung trực của AB là:

$$u_1 = 2a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos \left(200\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right) = 2a \cos \left(200\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right)$$

(với $d_1 = d_2 = d = IA$). Ta có: $u_M = 2a \cos(200\pi t)$

Điểm M gần M_1 nhất cùng pha với M thỏa mãn $d_M - d_{M_1} = \pm\lambda = \pm 0,8$

$$\Leftrightarrow 8 - d_1 = \pm 0,8 \Rightarrow \begin{cases} d_1 = 8,8 \\ d_1 = 7,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M_1M = M_1O - MO = \sqrt{d_1^2 - 4^2} - \sqrt{d^2 - 4^2} = 0,91 \text{ cm} \\ M_1M = 0,94 \text{ cm} \end{cases} \text{ . Chọn B.}$$

Câu 3: Phương trình sóng tại điểm I trên trung trục là:

$$u_1 = 2a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos \left(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right) = 2a \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) \cdot (d_1 = d_2 = d = IA)$$

Điểm cùng pha với 2 nguồn thỏa mãn $d = k\lambda$. Gọi O là trung điểm của AB

Số điểm dao động cùng pha với nguồn trên đoạn OM thỏa mãn $12 \leq k\lambda \leq \sqrt{12^2 + 16^2}$.

$$\Leftrightarrow 4,8 \leq k \leq 8 \Leftrightarrow k = 5, 6, 7, 8$$

Do đó trên MN có tổng cộng 8 điểm dao động cùng pha với 2 nguồn. **Chọn B.**

Câu 4: Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 4(\text{cm})$. Phương trình sóng tại điểm M trên trung trục là:

$$u_M = 2a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos \left(20\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right) = 2a \cos \left(20\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) \cdot (d_1 = d_2 = d)$$

Để M dao động ngược pha với nguồn thì $\frac{2\pi d}{\lambda} = (2k+1)\pi \Leftrightarrow d = (k+0,5)\lambda = 4(k+0,5)$.

Mặt khác $d > \frac{AB}{2} \Rightarrow 4(k+0,5) > 3\sqrt{2} \Leftrightarrow k > 0,56 \Rightarrow d_{\min} = 6 \Leftrightarrow k = 1$.

$$\Rightarrow d(M; S_1 S_2) = \sqrt{6^2 - (3\sqrt{2})^2} = 3\sqrt{2} \text{ . Chọn C.}$$

Câu 5: Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 2(\text{cm})$. Phương trình sóng tại điểm M trên trung trục là:

$$u_M = 2a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos \left(40\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right) = 2a \cos \left(40\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right).$$

(với $d_1 = d_2 = d = MA$). Khi đó M và O cùng pha $\Leftrightarrow d_M - d_O = k\lambda$

Khoảng cách nhỏ nhất $\Leftrightarrow d_M - d_O = \lambda = 2 \Leftrightarrow \sqrt{10^2 + OM^2} - 10 = 2 \Leftrightarrow OM = 6,6 \text{ cm}$. **Chọn A.**

Câu 6: Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 2(\text{cm})$. Phương trình sóng tại điểm M trên trung trục là:

$$u_M = 2a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos \left(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda} \right) = 2a \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right). (d_1 = d_2 = d = MA)$$

M cùng pha với 2 nguồn $\Leftrightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = k2\pi \Leftrightarrow d = 2k$.

Mặt khác $d > \frac{AB}{2} = 5 \Rightarrow k > 2,5 \Rightarrow d_{\min} = 6 \Rightarrow MH_{\min} = \sqrt{6^2 - 5^2} = 3,32 \text{ cm}$. **Chọn B.**

Câu 7: Gọi M là một điểm nằm trên đoạn S_1S_2

M có biên độ cực đại khi $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{4} \right) \lambda$ và $d_1 + d_2 = 3,25\lambda \Rightarrow d_2 = (1,5 - 0,5k)\lambda$

M dao động cùng pha với u_2 khi $d = MS_2 = k'\lambda$ với $-S_1S_2 < d_2 < O \Rightarrow -3,25 \leq k' \leq 0$

Vậy $k' = 0; -1; -2; -3 \Rightarrow k' = (1,5 - 0,5k)$

Lúc này ứng với mỗi giá trị k' lại có một giá trị k nguyên thỏa mãn \Rightarrow Có 4 điểm thỏa mãn.

Chọn B.

Câu 8: Số điểm dao động biên độ cực đại trên khoảng S_1S_2 là $N = 17$

Hai điểm ngược pha liên tiếp nhau cách nhau một khoảng $d = \frac{\lambda}{2}$

Trung điểm của S_1S_2 cách S_1 một khoảng $4,5\lambda \Rightarrow O$ dao động ngược pha với S_1S_2

\Rightarrow Có 9 điểm dao động biên độ cực đại và ngược pha với nguồn. **Chọn B.**

Câu 9: Gọi d là khoảng cách từ một điểm trên đoạn CO đến A

Điểm dao động trên CO dao động cùng pha với nguồn khi $d = k\lambda$

Ta có: $AO \leq d \leq AC \Leftrightarrow 6 \leq k\lambda \leq 10 \Leftrightarrow 3,75 \leq k \leq 6,25$

\Rightarrow Có 3 điểm dao động cùng pha với nguồn. **Chọn B.**

Câu 10: Gọi d là khoảng cách từ một điểm trên đoạn CO đến A

Điểm dao động trên CO dao động ngược pha với nguồn khi $d = (k + 0,5)\lambda$

Ta có: $AO \leq d \leq AC \Leftrightarrow 6 \leq (k + 0,5)\lambda \leq 10 \Leftrightarrow 3,25 \leq k \leq 5,25$

\Rightarrow Có 2 điểm dao động ngược pha với nguồn. **Chọn A**

Câu 11: Gọi d là khoảng cách từ điểm M đến nguồn S_1

Điểm trên đường trung trục dao động cùng pha với nguồn O khi $d = k\lambda$

Mặt khác ta có: $d_1 > AO \Leftrightarrow k\lambda > 25 \Leftrightarrow k > 3,125$

M gần nguồn nhất $\Rightarrow k = 4 \Rightarrow d = 8 \text{ mm}$. **Chọn C.**

Câu 12: Số điểm dao động biên độ cực đại trên đoạn AB là $N = 2 \left[\frac{AB}{\lambda} \right] - 1 = 17$ điểm (không kể AB). Ta có $S_1O = 4,5\lambda \Rightarrow$ điểm O dao động ngược pha với 2 nguồn.

\Rightarrow Số điểm dao động biên độ cực đại và ngược pha với 2 nguồn là 9 điểm. **Chọn B**

Câu 13: Hai cực đại liên tiếp cách nhau $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow$ khoảng cách giữa nguồn và cực đại gần nhất là $\frac{\lambda}{4}$

$\Rightarrow AB = 4 \frac{\lambda}{2} + 2 \frac{\lambda}{4} = 2,5\lambda = 10(\text{cm}) \Rightarrow \lambda = 4(\text{cm})$. **Chọn A.**

Câu 14: Pha dao động của M : $\varphi_M = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} - \frac{2\pi d_1}{\lambda} = -\frac{\pi}{4} - \frac{2\pi d_1}{\lambda}$

M cùng pha với $u_1 \Rightarrow -\frac{\pi}{4} - \frac{2\pi d_1}{\lambda} = -\frac{\pi}{2} + k2\pi \Leftrightarrow d_1 = \frac{\lambda}{8} + k\lambda$

Mặt khác: $d_1 > \frac{S_1 S_2}{2} \Leftrightarrow \frac{\lambda}{8} + k\lambda > 3\lambda \Leftrightarrow k > 2,875$

M gần nhất trên trung trục của hai nguồn $\Rightarrow k = 3 \Rightarrow d_1 = \frac{25\lambda}{8}$. **Chọn A.**

Câu 15: Pha dao động của M: $\varphi_M = \frac{2\pi d_1}{\lambda}$

M cùng pha với hai nguồn $\Rightarrow \frac{2\pi d_1}{\lambda} = k2\pi \Leftrightarrow d_1 = k\lambda$

Mặt khác: $d_1 > \frac{AB}{2} \Leftrightarrow k\lambda > 10 \Leftrightarrow k > 6,66$

M gần với trung trực nhất $\Rightarrow k = 7 \Rightarrow d_1 = 10,5\text{cm} \Rightarrow MH = \sqrt{d_1^2 - \left(\frac{AB}{2}\right)^2} = 3,2\text{cm}$. **Chọn B.**

TỰ HỌC 365