

Bài 7. SÓNG CƠ VÀ SỰ TRUYỀN SÓNG CƠ

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

I. Sóng cơ

1. Sóng cơ.

Sóng cơ là những dao động cơ lan truyền trong một môi trường theo thời gian.

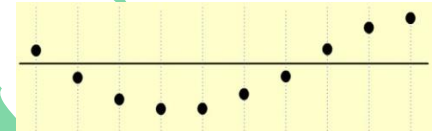
2. Đặc điểm.

- Sóng cơ không truyền được trong chân không.
- Khi sóng cơ lan truyền, các phần tử vật chất chỉ dao động tại chỗ mà không chuyển dời theo sóng.
- Trong môi trường đồng tính và đẳng hướng, sóng lan truyền với tốc độ không đổi.

3. Sóng ngang.

Sóng ngang là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng. Chỉ truyền được trong chất rắn (trừ trường hợp sóng mặt nước).

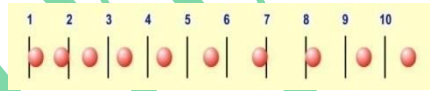
Ví dụ: sóng truyền trên mặt nước.



4. Sóng dọc.

Sóng dọc là sóng trong đó các phần tử môi trường dao động dọc theo phương truyền sóng. Truyền được cả trong chất rắn, chất lỏng, chất khí.

Ví dụ: sóng âm.



II. Các đại lượng đặc trưng trong quá trình truyền sóng

1. Chu kỳ, tần số của sóng.

Tất cả các phần tử của môi trường đều dao động với cùng chu kỳ và tần số bằng chu kỳ và tần số của nguồn dao động gọi là chu kỳ và tần số của sóng.

2. Biên độ sóng.

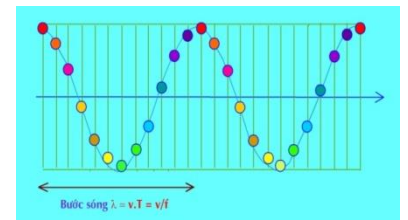
Khi sóng truyền tới M thì nó sẽ làm cho các phần tử vật chất tại M dao động. Biên độ dao động đó gọi là biên độ sóng tại M. Trong thực tế, càng ra xa tâm dao động thì biên độ sóng càng nhỏ.

3. Bước sóng (λ).

- Bước sóng là quãng đường sóng truyền trong một chu kỳ.
- Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm dao động cùng pha gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng.

4. Tốc độ truyền sóng.

- Tốc độ truyền sóng là tốc độ lan truyền biến dạng của môi trường. Tốc độ truyền sóng phụ thuộc vào bản chất của môi trường và vào nhiệt độ của môi trường.



- Hệ thức liên hệ giữa bước sóng, tốc độ truyền sóng và chu kỳ sóng: $\lambda = v.T = \frac{v}{f}$

5. Năng lượng sóng.

- Khi sóng truyền tới làm cho các phần tử vật chất của môi trường dao động, tức là đã truyền cho chúng một năng lượng. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

- Năng lượng của một dao động điều hòa tỉ lệ với bình phương

$$\text{biên độ dao động: } W = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

III. Phương trình truyền sóng cơ

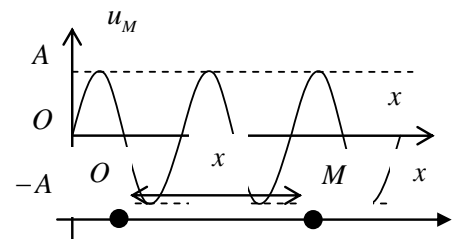
1. Phương trình của sóng cơ truyền dọc theo trục Ox.

- Phương trình sóng cho phép ta xác định được li độ u của một phần tử sóng tại một điểm M bất kỳ có tọa độ x .

- Phương trình sóng tại O: $u_{O(x,t)} = A \cos \omega t = A \cos(2\pi f t) = A \cos\left(2\pi \frac{t}{T}\right)$

- Phương trình sóng tại M cách O một đoạn x :

+ Nếu điểm M dao động trễ hơn O: $u_{M(x,t)} = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{v}\right) = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) = A \cos 2\pi \left(ft - \frac{x}{\lambda}\right)$





+Nếu điểm M dao động sớm hơn O: $u_{M(x,t)} = A \cos \omega \left(t + \frac{x}{v} \right) = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right) = A \cos 2\pi \left(ft + \frac{x}{\lambda} \right)$

2. Phương trình sóng là một hàm vừa tuần hoàn theo thời gian, vừa tuần hoàn theo thời gian.

-Tại một điểm xác định trong môi trường $\Rightarrow d_M = \text{const}$. Lúc đó u_M là một hàm biến thiên điều hòa theo thời gian t với chu kỳ T .

-Tại một thời điểm xác định $\Rightarrow t = \text{const}$, $d_M = x$. Lúc đó u_M là một hàm biến thiên điều hòa trong không gian theo biến x với chu kỳ λ .

3. Độ lệch pha.

-Độ lệch pha dao động giữa hai điểm M, N bất kì trong môi trường truyền sóng cách nguồn O lần lượt là d_M và d_N : $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_M - d_N}{\lambda}$, Nếu hai điểm M, N nằm trên cùng một phương truyền sóng thì

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{MN}{\lambda}$$

-Hai dao động cùng pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = k2\pi$ ($k \in \mathbb{Z}$)

-Hai dao động ngược pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = (2k+1)\pi$ ($k \in \mathbb{Z}$)

-Hai dao động vuông pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ ($k \in \mathbb{Z}$)

B. BÀI TOÁN

Dạng 1: Bài toán về chu kỳ, tần số và bước sóng trong quá trình truyền sóng.

I. Phương pháp.

-Liên hệ giữa chu kỳ, tần số và bước sóng: $\lambda = vT = \frac{v}{f}$

-Liên hệ giữa số gợn sóng khi sóng truyền đi và bước sóng:

+Khoảng cách giữa hai gợn sóng (đỉnh sóng) liên tiếp là λ

+Khoảng cách giữa n gợn sóng (đỉnh sóng) liên tiếp là $(n-1)\lambda$

-Độ lệch pha dao động giữa hai điểm M, N bất kì trong môi trường truyền sóng cách nguồn O lần lượt là d_M và d_N : $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_M - d_N}{\lambda}$, Nếu hai điểm M, N nằm trên cùng một phương truyền sóng thì

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{MN}{\lambda} = 2\pi \frac{\Delta d}{\lambda}$$

+Hai dao động cùng pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = k2\pi \Rightarrow d_M - d_N = k\lambda$ ($k=1,2,3,\dots$) nếu cùng phương truyền sóng thì $\Delta d = k\lambda$ ($k=1,2,3,\dots$) $\Rightarrow \Delta d_{\min} = \lambda$

+Hai dao động ngược pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = (2k+1)\pi \Rightarrow d_M - d_N = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ ($k=0,1,2,\dots$) nếu cùng phương truyền sóng thì $\Delta d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ ($k=0,1,2,\dots$) $\Rightarrow \Delta d_{\min} = \frac{\lambda}{2}$

+Hai dao động vuông pha $\Leftrightarrow \Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2} \Rightarrow d_M - d_N = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$ ($k=0,1,2,\dots$) nếu cùng

phương truyền sóng thì $\Delta d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$ ($k=0,1,2,\dots$) $\Rightarrow \Delta d_{\min} = \frac{\lambda}{4}$

-Để xác định hướng sóng truyền khi cho đồ thị sóng hình sin ta làm như sau:

+Quy tắc: Khi sóng lan truyền thì **sườn trước đi lên** và **sườn sau đi xuống**.

+Nếu sóng truyền từ A đến B thì đoạn EB đang đi lên (DE đi xuống, CD đi lên và AC đi xuống).

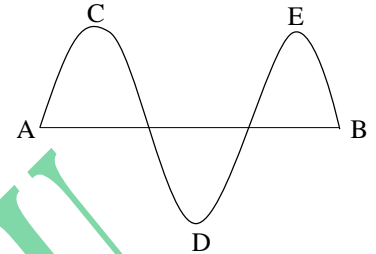
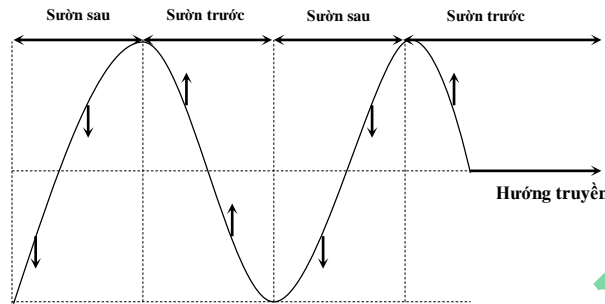
+Nếu sóng truyền từ B đến A thì đoạn AC đang đi lên (CD đi xuống, DE đi lên và EB đi xuống).

-Tại một thời điểm nào đó M có li độ âm (dương) và đang chuyển động đi lên (xuống), để xác định trạng thái của điểm N ta làm như sau:

+Biểu diễn $MN = \Delta\lambda + n\lambda = MN' + n\lambda \Rightarrow N'$ dao động cùng pha với N nên chỉ cần xác định trạng thái của điểm của N'.

+Để xác định trạng thái của N' nên dùng đồ thị sóng hình sin.

-Hai điểm M, N trên phương truyền sóng cách nhau $\frac{\lambda}{n}$ thì thời gian ngắn nhất để điểm này giống trạng thái của điểm kia là $\frac{T}{n}$



II. Bài tập

Bài 1. Một người quan sát một chiếc phao trên mặt biển thấy nó nhô cao lên 5 lần trong 8s và thấy khoảng cách giữa hai ngọn sóng kề nhau là 0,2m. Vận tốc truyền sóng biển bằng

- A. 10cm/s B. 20cm/s C. 40cm/s D. 60cm/s

Bài 2. Nguồn sóng trên mặt nước tạo dao động với tần số 10Hz, gây ra các sóng có biên độ 0,5cm. Biết khoảng cách giữa 7 gợn sóng liên tiếp là 30cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là

- A. 150cm/s B. 100cm/s C. 25cm/s D. 50cm/s

Bài 3. Tại điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120Hz, tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng, ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5m. Tốc độ truyền sóng là

- A. 12m/s B. 15m/s C. 30m/s D. 25m/s

Bài 4. Một sóng có tần số góc 110rad/s truyền qua hai điểm M và N trên phương truyền sóng cách nhau gần nhất 0,45m sao cho khi M đi qua vị trí cân bằng thì N ở vị trí có tốc độ dao động bằng không. Tính tốc độ truyền sóng.

- A. 31,5m/s B. 3,32m/s C. 3,76m/s D. 6,0m/s

Bài 5. Một nguồn phát sóng dao động theo phương trình $u = a \cos(\pi t)$ (cm) với t tính bằng mili giây. Trong khoảng thời gian 0,2s sóng này truyền đi được quãng đường dài bằng bao nhiêu lần bước sóng?

- A. 40 B. 100 C. 0,1 D. 30

Bài 6. Người ta cho nước nhỏ đều đặn lên điểm O nằm trên mặt nước phẳng lặng với tốc độ 90 giọt trong một phút. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 60cm/s. Khoảng cách giữa hai sóng tròn liên tiếp là

- A. 20cm B. 30cm C. 40cm D. 50cm

Bài 7. Một sóng cơ học có biên độ A, bước sóng λ . Biết vận tốc dao động cực đại của phần tử môi trường bằng 3 lần tốc độ truyền sóng, biểu thức liên hệ nào sau đây là đúng?

- A. $\lambda = \frac{3\pi A}{2}$ B. $\lambda = 2\pi A$ C. $\lambda = \frac{3\pi A}{4}$ D. $\lambda = \frac{2\pi A}{3}$

Bài 8. Một nguồn sóng cơ có phương trình $u_o = 4 \cos(20\pi t)$ cm. Sóng truyền theo phương ONM với vận tốc 20cm/s. Xác định độ lệch pha giữa hai điểm M và N biết NM = 1cm.



A. $2\pi \text{ rad}$

B. $\pi \text{ rad}$

C. $\frac{\pi}{2} \text{ rad}$

D. $\frac{\pi}{3} \text{ rad}$

Bài 9. Một sóng cơ truyền với phương trình $u = 5 \cos\left(20\pi t - \frac{\pi x}{2}\right) \text{ cm}$ (trong đó x tính bằng cm, t tính bằng giây). Xác định vận tốc truyền sóng trong môi trường.

A. 20m/s

B. 40cm/s

C. 20cm/s

D. 40m/s

Bài 10. Tại hai điểm A, B trên phương truyền sóng cách nhau 4cm có phương trình lần lượt là:

$u_A = 4 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ cm}; u_B = 4 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$. Hãy xác định sóng truyền như thế nào?

A. Sóng truyền từ A đến B với vận tốc 96m/s

B. Sóng truyền từ A đến B với vận tốc 0,96m/s

C. Sóng truyền từ B đến A với vận tốc 96m/s

D. Sóng truyền từ B đến A với vận tốc 0,96m/s

Bài 11. Một thanh thép đàn hồi dao động với tần số $f = 16 \text{ Hz}$, gắn một quả cầu nhỏ vào thanh thép. Khi thanh thép dao động, trên mặt nước có một nguồn sóng tại tâm O. Trên nửa đường thẳng đi qua O người ta thấy hai điểm M, N cách nhau 6cm dao động cùng pha. Biết tốc độ lan của truyền sóng $0,4 \text{ m/s} \leq v \leq 0,6 \text{ m/s}$. Tốc độ truyền sóng là

A. 42cm/s

B. 48cm/s

C. 56cm/s

D. 60cm/s

Bài 12. Một sóng cơ học có vận tốc truyền sóng $v = 500 \text{ cm/s}$ và tần số trong khoảng từ 10Hz đến 20Hz. Biết hai điểm M và N trên phương truyền sóng nằm một phía so với nguồn cách nhau một khoảng 0,5m luôn dao động ngược pha. Bước sóng bằng

A. 43,33cm

B. 38,33cm

C. 33,33cm

D. 26,33cm

Bài 13. Một sóng cơ học truyền dọc trên trục Ox, tại một điểm M cách nguồn d(m) dao động với phương trình $u = 4 \cos\left(\frac{\pi}{4}t - \frac{3\pi}{4}d\right) \text{ cm}$, t là thời gian tính bằng giây. Biết pha ban đầu của nguồn bằng 0. Tốc độ truyền sóng là

A. 3m/s

B. $\frac{1}{3} \text{ m}$

C. 1m/s

D. 0,5m/s

Bài 14. Sóng cơ có tần số 50Hz truyền trong môi trường với tốc độ 160cm/s. Ở cùng một thời điểm, hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha với nhau cách nhau

A. 3,2m

B. 2,4m

C. 1,6m

D. 0,8m

Bài 15. Một nguồn sóng cơ học dao động với phương trình $u = A \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm}$. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động lệch pha nhau $\frac{\pi}{3}$ là 5m. Tốc độ truyền sóng là

A. 75m/s

B. 100m/s

C. 6m/s

D. 150m/s

Bài 16. Một nguồn sóng cơ dao động với biên độ không đổi, tần số 100Hz. Hai điểm M, N gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động vuông pha cách nhau 0,5m. Vận tốc truyền sóng là

A. 50m/s

B. 200m/s

C. 150m/s

D. 100m/s

Bài 17. Một nguồn sóng O dao động theo phương trình $u_O = 2 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ mm}$. Xét sóng truyền theo một đường thẳng từ O đến M với tốc độ không đổi 1m/s. Trong khoảng từ O đến M có bao nhiêu điểm dao động cùng pha với dao động tại nguồn O? Biết M cách O một đoạn 45cm.

A. 4

B. 3

C. 2

D. 5

Bài 18. Một sóng cơ truyền trong môi trường với bước sóng 2m. Vị trí các điểm dao động lệch pha $\pi/4$ so với nguồn là

A. $2k + 1/4 \text{ (m)}$

B. $2k \pm 1/4 \text{ (m)}$

C. $k + 1/8 \text{ (m)}$

D. $2k + 1/8 \text{ (m)}$

Bài 19. Một sóng ngang truyền trên bề mặt với tần số $f = 10 \text{ Hz}$. Tại một thời điểm nào đó một phần mặt cắt của nước có hình dạng như hình vẽ. Trong đó khoảng

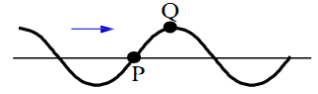




cách từ vị trí cân bằng của A đến vị trí cân bằng của D là 60cm và điểm C đang đi xuống qua vị trí cân bằng. Chiều truyền sóng và tốc độ truyền sóng là

- A: Từ A đến E với tốc độ 8m/s. B: Từ A đến E với tốc độ 6m/s.
C: Từ E đến A với tốc độ 6m/s. D: Từ E đến A với tốc độ 8m/s.

Bài 20. Hình bên biểu diễn sóng ngang truyền trên một sợi dây, theo chiều từ trái sang phải. Tại thời điểm như biểu diễn trên hình, điểm P có li độ bằng 0, còn điểm Q có li độ cực đại. Vào thời điểm đó hướng chuyển động của P và Q lần lượt sẽ là



- A: Đi xuống; đứng yên B: Đứng yên; đi xuống
C: Đứng yên; đi lên D: Đi lên; đứng yên

Bài 21. Trong một môi trường đàn hồi có một sóng cơ có tần số 50Hz, tốc độ truyền sóng là 175cm/s. Hai điểm M và N trên phương truyền sóng dao động ngược pha nhau, giữa chúng chỉ có hai điểm khác cũng dao động ngược pha với M. Khoảng cách MN bằng

- A. 8,75cm B. 10,5cm C. 7,0cm D. 12,25cm

Bài 22. Hai điểm A, B cùng phương truyền sóng, cách nhau 24cm. Trên đoạn AB có ba điểm A_1, A_2, A_3 dao động cùng pha với A, và ba điểm B_1, B_2, B_3 dao động cùng pha với B. Sóng truyền theo thứ tự A, $B_1, A_1, B_2, A_2, B_3, A_3, B$ và $A_3B = 3cm$. Tìm bước sóng.

- A. 6,0cm B. 7,0cm C. 3,0cm D. 9,0cm

Bài 23. Một sóng ngang có bước sóng λ truyền trên sợi dây dài qua điểm M rồi đến điểm N cách nhau $65,75\lambda$. Tại một thời điểm nào đó M có li độ âm và đang chuyển động đi xuống thì điểm N đang có li độ

- A. âm và đang đi xuống B. âm và đang đi lên
C. dương và đang đi xuống D. dương và đang đi lên

Bài 24. Một sóng ngang có tần số 100Hz truyền trên sợi dây nằm ngang với tốc độ 60cm/s qua điểm M rồi đến điểm N cách nhau 7,95cm. Tại một thời điểm nào đó M có li độ âm và đang chuyển động đi lên thì điểm N đang có li độ

- A. âm và đang đi xuống B. âm và đang đi lên
C. dương và đang đi xuống D. dương và đang đi lên

Bài 25. Sóng ngang có chu kỳ T, bước sóng λ , lan truyền trên mặt nước với biên độ không đổi. Xét trên một phương truyền sóng, sóng truyền đến điểm M rồi đến điểm N cách M $\frac{\lambda}{5}$. Nếu tại thời điểm t, điểm M qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì sau thời gian ngắn nhất bao nhiêu thì điểm N sẽ hạ xuống thấp nhất?

- A. $\frac{11T}{20}$ B. $\frac{19T}{20}$ C. $\frac{T}{20}$ D. $\frac{9T}{20}$

Bài 26. Sóng ngang có chu kỳ T, bước sóng λ , lan truyền trên mặt nước với biên độ không đổi. Xét trên một phương truyền sóng, sóng truyền đến điểm M rồi đến điểm N cách M $\frac{\lambda}{5}$. Nếu tại thời điểm t, điểm M qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì sau thời gian ngắn nhất bao nhiêu thì điểm N sẽ hạ xuống thấp nhất?

- A. $\frac{11T}{20}$ B. $\frac{19T}{20}$ C. $\frac{T}{20}$ D. $\frac{9T}{20}$

Dạng 2. Phương trình sóng tại một điểm.

I. Phương pháp.

1. Viết phương trình sóng tại một điểm.

-Phương trình dao động tại nguồn O: $u_o = A \cos(\omega t + \varphi) = A \cos\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi\right) = A \cos(2\pi ft + \varphi)$

-Phương trình sóng tại M cách O một đoạn x:

+Nếu M dao động trễ hơn O:

$$u_o = A \cos\left(\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi\right) = A \cos\left(2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{x}{\lambda} + \varphi\right) = A \cos\left(2\pi ft - 2\pi \frac{x}{\lambda} + \varphi\right)$$

+Nếu M dao động sớm hơn O:



$$u_o = A \cos \left(\omega \left(t + \frac{x}{v} \right) + \varphi \right) = A \cos \left(2\pi \frac{t}{T} + 2\pi \frac{x}{\lambda} + \varphi \right) = A \cos \left(2\pi ft + 2\pi \frac{x}{\lambda} + \varphi \right)$$

2. Bài toán xác định li độ dao động của điểm M tại thời điểm t:

-Xác định quãng đường sóng truyền trong khoảng thời gian t: $S = v.t$.

-Nếu quãng đường sóng truyền S nhỏ hơn khoảng cách từ nguồn tới M thì li độ của M lúc đó bằng 0.

-Nếu quãng đường S lớn hơn khoảng cách từ nguồn tới M thì viết phương trình dao động tại M sau đó thay t vào phương trình dao động của M để tìm li độ.

3. Bài toán xác định li độ và vận tốc dao động tại các điểm, ở các thời điểm.

a. Li độ, vận tốc dao động tại cùng một điểm ở hai thời điểm khác nhau.

*Cách 1:

-Viết phương trình li độ về dạng $u_M = A \cos(\omega t)$ và $v_M = u'_M = -\omega A \sin(\omega t)$

-Ở thời điểm t_1 , ta có:
$$\begin{cases} u_M = A \cos(\omega t_1) = u_1 \\ v_M = -\omega A \sin(\omega t_1) = v_1 \end{cases} \Rightarrow \omega t_1 = \alpha$$

-Li độ và vận tốc ở thời điểm $t_2 = t_1 + \Delta t$ là:
$$\begin{cases} u_M^{(t_1+\Delta t)} = A \cos \omega(t_1 + \Delta t) = A \cos[\omega t_1 + \omega \Delta t] = ? \\ v_M^{(t_1+\Delta t)} = -\omega A \sin \omega(t_1 + \Delta t) = -\omega A \sin[\omega t_1 + \omega \Delta t] = ? \end{cases}$$

*Cách 2: Dùng vòng tròn lượng giác.

-Xác định vị trí đầu tiên trên vòng tròn (xác định φ) và chọn mốc thời gian ở trạng thái này.

-Xác định pha dao động ở thời điểm tiếp theo: $\phi = \omega \Delta t + \varphi$

-Li độ và vận tốc ở thời điểm này là: $u_M = A \cos \phi; v_M = -\omega A \sin \phi$

*Chú ý:

-Hai thời điểm cùng pha $t_2 - t_1 = nT$ thì $u_2 = u_1; v_2 = v_1$

-Hai thời điểm ngược pha $t_2 - t_1 = (2n+1)\frac{T}{2}$ thì $u_2 = -u_1; v_2 = -v_1$

-Hai thời điểm vuông pha $t_2 - t_1 = (2n+1)\frac{T}{4}$ thì :

$$\begin{cases} u_1^2 + u_2^2 = A^2 \\ v_2 = -\omega u_1; v_1 = -\omega u_2 \end{cases} \quad (\text{nếu } n \text{ chẵn}) \quad \text{và} \quad \begin{cases} u_1^2 + u_2^2 = A^2 \\ v_2 = \omega u_1; v_1 = -\omega u_2 \end{cases} \quad (\text{nếu } n \text{ lẻ})$$

b. Li độ và vận tốc dao động tại hai điểm khác nhau.

-Li độ và vận tốc dao động ở cùng một thời điểm:
$$\begin{cases} u_M = A \cos \omega t \\ v_M = u'_M = -\omega A \sin \omega t \\ u_N = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) \\ v_N = u'_N = -\omega A \sin \left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) \end{cases}$$

-Li độ và vận tốc dao động ở hai thời điểm:

$$\begin{cases} u_M = A \cos \omega t \\ v_M = u'_M = -\omega A \sin \omega t \\ u_N = A \cos \left(\omega t' - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) = A \cos \left(\omega(t + \Delta t) - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) \\ v_N = u'_N = -\omega A \sin \left(\omega t' - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) = -\omega A \sin \left(\omega(t + \Delta t) - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) \end{cases}$$

4. Lưu ý.



Xét hai điểm M, I trên cùng một phương truyền sóng cách nhau một khoảng $0 < x < \frac{\lambda}{4}$:

+Nếu ở thời điểm t, điểm I đang ở vị trí cân bằng thì lúc này điểm M cách vị trí cân bằng của nó một đoạn: $|u_M| = A \sin \frac{2\pi x}{\lambda}$

+Nếu ở thời điểm t, điểm I đang ở vị trí cao nhất (thấp nhất) thì lúc này điểm M cách vị trí cân bằng một đoạn $|u_M| = A \cos \frac{2\pi x}{\lambda}$

+Nếu $u_M = -u_N$ và $MN < \frac{\lambda}{2}$ thì $|u_M| = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{MN}{2}$; nếu $u_M \neq u_N$ thì $u_M \cos \Delta \varphi \pm \left(\sqrt{A^2 - u_M^2} \right) \sin \Delta \varphi = u_N$

+Nếu $MN = k\lambda$ ($k = 1, 2, 3, \dots$) (cùng pha) thì $u_M = u_N; v_M = v_N$

+Nếu $MN = \left(k + \frac{1}{2} \right) \lambda$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) (ngược pha) thì $u_M = -u_N; v_M = -v_N$

+Nếu $MN = \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2}$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) (vuông pha) thì $A = \sqrt{u_M^2 + u_N^2}$

-Để tìm số điểm dao động cùng pha với nguồn O trên đoạn MN ta làm như sau:

+Từ O kẻ đường thẳng vuông góc với MN, cắt MN tại H.

+Vẽ các đường tròn tâm O, bán kính bằng một số nguyên lần λ ; đồng thời bán kính phải lớn hơn hoặc bằng OH. Số điểm cần tìm chính là số giao điểm của các đường tròn nói trên với MN.

-Tương tự như trên để tìm số điểm dao động ngược pha hoặc vuông pha với nguồn ta vẽ các đường tròn bán kính bằng một số lẻ lần $\frac{\lambda}{2}$ hoặc một số lẻ lần $\frac{\lambda}{4}$.

II. Bài tập

Bài 1. Sóng truyền tại mặt chất lỏng với bước sóng 0,8cm. Phương trình dao động tại nguồn O có dạng $u_O = 5 \cos \omega t$ (mm). Phương trình dao động tại điểm M cách O một đoạn 5,4cm theo phương truyền sóng là

A. $u_O = 5 \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$ (mm)

B. $u_O = 5 \cos (\omega t + 13,5\pi)$ (mm)

C. $u_O = 5 \cos (\omega t - 13,5\pi)$ (mm)

D. $u_O = 5 \cos (\omega t - 10,8\pi)$ (mm)

Bài 2. Một dây đàn hồi rất dài và được kéo căng. Gắn một đầu của nó với nguồn O dao động có biên độ $a = 5\text{cm}$, chu kỳ $T = 0,5\text{s}$ theo phương vuông góc với phương sợi dây. Biết tốc độ truyền sóng trên dây $v = 40\text{cm/s}$ và tại thời điểm ban đầu nguồn gây dao động đang đi qua vị trí cân bằng theo chiều âm. Dao động tại M trên dây cách O một khoảng 50cm có phương trình là

A. $u_M = 5 \cos (4\pi t + 0,5\pi)$ (cm)

B. $u_M = 5 \cos (4\pi t - 5\pi)$ (cm)

C. $u_M = 5 \cos (4\pi t - 5,5\pi)$ (cm)

D. $u_M = 5 \cos (4\pi t - 4,5\pi)$ (cm)

Bài 3. Một sóng ngang truyền từ M đến O rồi đến N cùng trên một phương truyền sóng với tốc độ 18m/s, $MN = 3\text{m}$, $MO = NO$. Phương trình sóng tại O là $u_O = 5 \cos \left(4\pi t - \frac{\pi}{6} \right)$ cm. Hãy tìm phương trình sóng tại M và N?

Bài 4. Một sóng ngang truyền từ M đến N cùng trên một phương truyền sóng với tốc độ 18m/s, $MN = 3\text{m}$. Phương trình sóng tại M và N là $u_M = 5 \cos \left(4\pi t + \frac{\pi}{6} \right)$ cm; $u_N = 5 \cos \left(4\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$ cm. Hãy tìm phương trình sóng tại O là trung điểm của MN.

Bài 5. Đầu A của một sợi dây cao su căng ngang được làm cho dao động theo phương vuông góc với dây với biên độ $a = 10\text{cm}$, chu kỳ 2s. Sau 4s, sóng truyền được 16m dọc theo dây. Góc thời gian là lúc A bắt



đầu dao động từ vị trí cân bằng theo chiều dương hướng lên. Phương trình dao động của điểm M cách A một khoảng 2m là phương trình nào dưới đây?

A. $u_M = 10 \cos \left(\pi t + \frac{\pi}{2} \right) \text{cm}$

B. $u_M = 10 \cos \left(\pi t - \frac{\pi}{2} \right) \text{cm}$

C. $u_M = 10 \cos (\pi t + \pi) \text{cm}$

D. $u_M = 10 \cos (\pi t - \pi) \text{cm}$

Bài 6. Tạo sóng ngang tại O trên một dây đàn hồi. Một điểm M cách nguồn phát sóng O một khoảng $d = 20 \text{cm}$ có phương trình dao động $u_M = 5 \cos 2\pi(t - 0,125) \text{cm}$. Vận tốc truyền sóng trên dây là 80cm/s . Phương trình dao động của nguồn O là

A. $u_O = 5 \cos \left(2\pi t - \frac{\pi}{2} \right) \text{cm}$

B. $u_O = 5 \cos \left(2\pi t + \frac{\pi}{2} \right) \text{cm}$

C. $u_O = 5 \cos \left(2\pi t + \frac{\pi}{4} \right) \text{cm}$

D. $u_O = 5 \cos \left(2\pi t - \frac{\pi}{4} \right) \text{cm}$

Bài 7. Sợi dây OA rất dài căng thẳng nằm ngang. Cho đầu O dao động điều hòa theo phương trình thẳng đứng với phương trình sóng tại O là $u = 2 \cos \left(10\pi t - \frac{\pi}{4} \right) \text{cm}$. Tốc độ truyền sóng trên dây là 5m/s . Phương trình dao động tại điểm M cách O một đoạn 125cm là

A. $u_M = 2 \cos \left(10\pi t - \frac{11\pi}{4} \right) \text{cm}$

$u_M = 2 \cos (10\pi t) \text{cm}$

C. $u_M = 2 \cos \left(10\pi t - \frac{\pi}{20} \right) \text{cm}$

D. $u_M = 3 \cos (10\pi t - \pi) \text{cm}$

Bài 8. Sóng truyền trên mặt nước với vận tốc 80cm/s . Hai điểm A và B trên phương truyền sóng cách nhau 10cm , sóng truyền từ A đến M rồi đến B. Điểm M cách A một đoạn 2cm có phương trình sóng là $u_M = 2 \cos \left(40\pi t + \frac{3\pi}{4} \right) \text{cm}$ thì phương trình sóng tại A và B là

A. $u_A = 2 \cos \left(40\pi t + \frac{13\pi}{4} \right) \text{cm}; u_B = 2 \cos \left(40\pi t - \frac{7\pi}{4} \right) \text{cm}$

B. $u_A = 2 \cos \left(40\pi t - \frac{13\pi}{4} \right) \text{cm}; u_B = 2 \cos \left(40\pi t + \frac{7\pi}{4} \right) \text{cm}$

C. $u_A = 2 \cos \left(40\pi t - \frac{7\pi}{4} \right) \text{cm}; u_B = 2 \cos \left(40\pi t + \frac{13\pi}{4} \right) \text{cm}$

D. $u_A = 2 \cos \left(40\pi t + \frac{7\pi}{4} \right) \text{cm}; u_B = 2 \cos \left(40\pi t - \frac{13\pi}{4} \right) \text{cm}$

Bài 9. Một sóng cơ truyền dọc theo một đường thẳng, nguồn dao động với phương trình $u_O = A \cos \omega t$. Một điểm M trên phương truyền sóng cách nguồn $M = \frac{\lambda}{3}$ tại thời điểm $t = \frac{T}{2}$ có li độ 2cm . Coi biên độ sóng không bị suy giảm, biên độ sóng A là

A. 2cm

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

C. $2\sqrt{3} \text{cm}$

D. 4cm

Bài 10. Một nguồn sóng dao động với phương trình $u_O = 10 \cos \left(4\pi t + \frac{\pi}{3} \right) \text{cm}$. Biết $v = 12 \text{cm/s}$. Điểm M cách nguồn một khoảng 8cm , tại thời điểm $t = 0,5 \text{s}$ li độ của điểm M là

A. 5cm

B. -5cm

C. $7,5 \text{cm}$

D. 0



Bài 11. Một nguồn phát sóng cơ học dao động với phương trình $u_o = 10 \cos\left(\frac{\pi}{3}t + \varphi\right) \text{ cm}$. Điểm M trên phương truyền sóng cách nguồn phát sóng một khoảng d, tại thời điểm t_1 đang đi qua vị trí có li độ $u_1 = 6 \text{ cm}$ theo chiều âm. Sau thời điểm trên 9s thì điểm M sẽ đi qua vị trí có li độ

- A. $u_2 = 3 \text{ cm}$ theo chiều âm B. $u_2 = -6 \text{ cm}$ theo chiều dương
C. $u_2 = -3 \text{ cm}$ theo chiều âm D. $u_2 = 6 \text{ cm}$ theo chiều dương

Bài 12. Một sóng cơ học có phương trình dao động tại một điểm M là $u = 4 \sin \frac{\pi}{6} t (\text{mm})$. Tại thời điểm t_1 , li độ của M là $2\sqrt{3} \text{ mm}$. Li độ của điểm M sau đó 3s tiếp theo là

- A. 2mm B. 3mm C. -2mm D. +2mm

Bài 13. Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau $\frac{\lambda}{3}$, sóng có biên độ A, chu kỳ T. Sóng truyền từ N đến M. Giả sử tại thời điểm t_1 , có $u_M = +1,5 \text{ cm}$ và $u_N = -1,5 \text{ cm}$. Ở thời điểm t_2 liên sau đó có $u_M = A$. Hãy xác định biên độ sóng A và thời điểm t_2 .

Bài 14. Hai điểm M, N nằm trên cùng 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 3cm thì li độ dao động của phần tử N là -3 cm . Biên độ sóng bằng

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

Bài 15. Một sóng lan truyền dọc theo một dây đàn hồi thẳng, dài vô hạn. Hai điểm M, N cách nhau $\frac{7\lambda}{4}$. Khi li độ tại M là 3cm thì li độ tại N là -4 cm . Biên độ sóng trên dây là

- A. 6cm B. 5cm C. 7cm D. 8cm

Bài 16. Có hai điểm M và N trên cùng một phương truyền của sóng trên mặt nước, cách nhau một phần tư bước sóng. Tại một thời điểm t nào đó, mặt thoáng ở M cao hơn vị trí cân bằng 5mm và đang đi lên; còn mặt thoáng ở N thấp hơn vị trí cân bằng 12mm nhưng cũng đang đi lên. Coi biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền đi. Biên độ sóng A và chiều truyền sóng là

- A. 13mm, truyền từ M đến N B. 13mm, truyền từ N đến M
C. 17mm, truyền từ M đến N D. 17mm, truyền từ N đến M

Bài 17. Một nguồn O phát sóng cơ dao động theo phương trình $u_o = 2 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ mm}$. Xét sóng truyền theo một đường thẳng từ O đến điểm M cách O một khoảng 45cm với tốc độ không đổi 1m/s. Trong khoảng từ O đến M có bao nhiêu điểm dao động cùng pha với dao động tại nguồn O?

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

Bài 18. Trên mặt thoáng của một chất lỏng, một mũi nhọn chạm vào mặt nước tại O dao động điều hòa với tần số f, tạo thành sóng trên mặt thoáng với bước sóng λ . Xét hai phương truyền sóng Ox và Oy vuông góc với nhau. Gọi A là điểm thuộc Ox cách O một đoạn 16λ và B là điểm thuộc Oy cách O 12λ . Tìm số điểm dao động cùng pha với dao động tại nguồn O trên đoạn AB.

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

Bài 19. Một sóng cơ học được truyền theo phương Ox với biên độ không đổi. Phương trình dao động tại O có dạng $u = 4 \cos\left(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ mm}$. Tại thời điểm t_1 li độ của điểm O là $2\sqrt{3} \text{ mm}$ và đang giảm. Vận tốc dao động của điểm O sau thời điểm đó một khoảng 3s là

- A. $-\pi/3 \text{ cm/s}$ B. $-\pi/\sqrt{3} \text{ cm/s}$ C. $\pi/\sqrt{3} \text{ cm/s}$ D. $\pi/3 \text{ cm/s}$

Bài 20. Một sóng cơ học được truyền theo phương Ox với biên độ không đổi 2cm và tần số góc $\pi (\text{rad/s})$. Tại thời điểm t_1 điểm M có li độ âm và đang chuyển động theo chiều dương với tốc độ $\pi (\text{cm/s})$ thì li độ của điểm M sau thời điểm t_1 một khoảng $1/6 \text{ s}$ là



A. -2cm

B. -1cm

C. 2cm

D. 1cm

Bài 21. Một sóng cơ học được truyền theo phương Ox với biên độ không đổi. Phương trình dao động tại nguồn O có dạng $u = 6 \sin\left(\frac{\pi}{3}t\right) \text{ cm}$. Tại thời điểm t_1 li độ của điểm O là 3cm. Vận tốc dao động tại O sau thời điểm đó 1,5s là

A. $-\pi/3 \text{ cm/s}$

B. $-\pi \text{ cm/s}$

C. $\pi \text{ cm/s}$

D. $\pi/3 \text{ cm/s}$

Bài 22. Sóng truyền từ điểm M đến điểm N cách nó 15cm. Biết biên độ sóng không đổi bằng $2\sqrt{3} \text{ cm}$ và bước sóng là 45cm. Nếu tại thời điểm nào đó M có li độ $\sqrt{3} \text{ cm}$ thì li độ tại N có thể là

A. $-\sqrt{3} \text{ cm}$

B. $-2\sqrt{3} \text{ cm}$

C. $2\sqrt{3} \text{ cm}$

D. -1 cm

Bài 23. Một sóng cơ học lan truyền theo phương x có bước sóng λ , tần số f và có biên độ là A không đổi khi truyền đi. Sóng truyền qua điểm M rồi đến điểm N cách M một đoạn $7\lambda/3$. Vào một thời điểm nào đó vận tốc dao động của M là $2\pi fA$ thì tốc độ dao động tại N là

A. πfA

B. $\pi fA/2$

C. $\pi fA/4$

D. $2\pi fA$

Bài 24. Một sóng cơ lan truyền từ M đến N với bước sóng 8cm, biên độ 4cm, tần số 2Hz; khoảng cách $MN = 2 \text{ cm}$. Tại thời điểm t phần tử vật chất tại M có li độ 2cm và đang tăng thì phần tử vật chất tại N có

A. li độ $2\sqrt{3} \text{ cm}$ và đang giảm

B. li độ 2cm và đang giảm

C. li độ $2\sqrt{3} \text{ cm}$ và đang tăng

D. li độ $-2\sqrt{3} \text{ cm}$ và đang tăng

Bài 25. Một sóng cơ hình sin lan truyền với bước sóng 12cm, tần số 10Hz, biên độ 2cm truyền đi không đổi từ M đến N cách nhau 3cm. Tại thời điểm t điểm M có li độ 1cm và đang giảm. Sau thời điểm đó $T/6$ điểm N có tốc độ là

A. $20\pi \text{ cm/s}$

B. $10\sqrt{3} \text{ cm/s}$

C. 0

D. 10cm/s