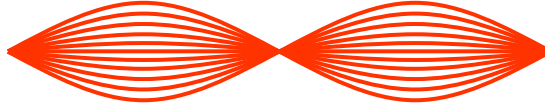


## BÀI TẬP VÀ LÝ THUYẾT SÓNG DỪNG

### A. LÝ THUYẾT SÓNG DỪNG.

#### 1. ĐỊNH NGHĨA:

Sóng dừng là sóng có các bụng và các nút cố định trong không gian.



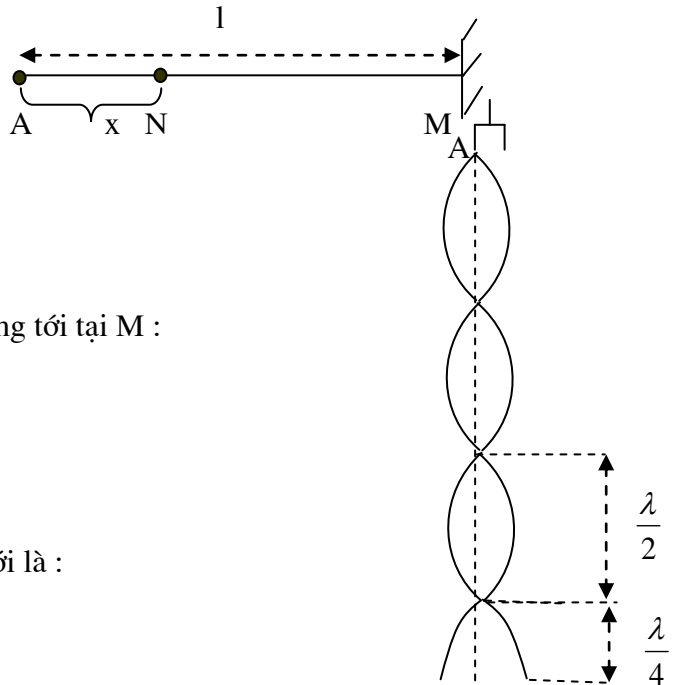
2. khoảng cách giữa 2 nút cạnh nhau bằng một nửa bước sóng. Chính là độ dài một bụng.

#### 3. NGUYÊN NHÂN:

Do sự giao thoa giữa sóng tới và sóng phản xạ (thỏa mãn 2 sóng kết hợp)

#### 4. LẬP PHƯƠNG TRÌNH SÓNG DỪNG.

- Xét sợi dây có chiều dài  $l$ . Một điểm N nằm trên sợi dây và cách A 1 đoạn  $x$ .



- Nguồn A dao động với phương trình:

$$u_A = a \cdot \sin \omega t \quad (v = \lambda / T)$$

+ Phương trình sóng tại M do A gây ra là:

$$u_{AM} = a \cdot \sin \omega \left( t - \frac{l}{v} \right)$$

+ Sóng phản xạ tại M luôn ngược pha với sóng tới tại M:

$$u_M = -a \cdot \sin \omega \left( t - \frac{l}{v} \right)$$

+ Sóng tại N do A truyền tới là:

$$u_{AN} = a \cdot \sin \omega \left( t - \frac{x}{v} \right)$$

+ Sóng tại N do sóng phản xạ tại M truyền tới là:

$$u_{MN} = -a \cdot \sin \omega \left( t - \frac{l}{v} - \frac{l-x}{v} \right)$$

$$\Rightarrow \text{phương trình sóng tổng hợp tại N là: } u_N = u_{AN} + u_{MN} = a \left[ \sin \omega \left( t - \frac{x}{v} \right) - \sin \omega \left( t - \frac{l}{v} - \frac{l-x}{v} \right) \right]$$

$$= 2a \cdot \sin \omega \left( \frac{l-x}{v} \right) \cdot \cos \omega \left( t - \frac{l}{v} \right)$$

Thay  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ;  $v \cdot T = \lambda$

$$\Rightarrow u_N = 2a \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} (l-x) \cdot \cos \left( \omega t - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot l \right)$$

$\Rightarrow$  Biên độ của sóng dừng là:

$$a_N = 2a \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} (l-x) \right|$$

#### 5. ĐIỀU KIỆN ĐỂ CÓ SÓNG DỪNG:

- Khi N trùng với M thì  $x=l$  suy ra  $a_N = 2a \cdot \sin 0 = 0$ , điểm N sẽ là nút sóng (cố định - không dao động)

- Để A là nút sóng thì  $\begin{cases} a_N = 0 \\ x = 0(N \equiv A) \end{cases} \Rightarrow 0 = 2a \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} l \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} l = k\pi$  với k là số bó sóng

$$\Rightarrow l = k \frac{\lambda}{2} (k = 1, 2, 3, 4, 5 \dots)$$

\* Kết luận 1:

Muốn có sóng dừng mà hai nút ở hai đầu thì chiều dài dây phải bằng số nguyên lần  $\frac{\lambda}{2}$

- Để điểm A là bụng sóng (dao động với biên độ cực đại) :

Ta có :  $\begin{cases} a_N = \pm 2a \\ x = 0 \end{cases} \Rightarrow \sin \frac{2\pi}{\lambda} l = \pm 1 \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} l = \frac{\pi}{2} + k\pi$

$$\Rightarrow l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} (k = 0, 1, 2, 3, 4 \dots)$$

Hoặc :  $l = (k - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} (k = 1, 2, 3 \dots)$  với k là số bó sóng

KL2: Chiều dài sợi dây bằng một số bán nguyên lần nửa b-ớc sóng .

## **6.VỊ TRÍ CÁC NÚT VÀ BỤNG .KHOẢNG CÁCH GIỮA 2 BỤNG ,HAI NÚT LIÊN KÈ .**

+Vị trí bụng sóng :

Bụng sóng là chỗ dao động với biên độ cực đại ;

Từ biểu thức :  $a_N = 2a \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} (l - x) \right|$  thay  $a_N = \pm 2a$  vào ,ta có :  $\sin \frac{2\pi}{\lambda} (l - x) = \pm 1 \Rightarrow x = l - \frac{(2k + 1)\lambda}{4}$  (k=0,1,2,3,4...).

+Vị trí nút sóng :

Nút sóng dao động với biên độ  $a_N=0$  .thay vào  $a_N = 2a \left| \sin \frac{2\pi}{\lambda} (l - x) \right|$  , ta đ-ợc :

$$0 = \sin \frac{2\pi}{\lambda} (l - x) \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} (l - x) = k\pi \Rightarrow x = l - \frac{k\lambda}{2} (k=0,1,2,\dots)$$

+Khoảng cách giữa hai bụng liên kề (hoặc 2 nút liên kề ) là :

$$\Delta x = x_k - x_{k+1} = \frac{\lambda}{2} .$$

+ Xác định số bụng :

Giải điều kiện :  $0 \leq x \leq l$  ta tìm đ-ợc các giá trị của k (  $k \in \mathbb{Z}, k > 0$  )

Nếu là hai bụng ở hai đầu thì lấy dấu bằng .

Nếu là hai nút thì không lấy dấu bằng .

+Xác định số nút :

Giải đk  $0 \leq x \leq l$

Nếu 2 nút ở hai đầu thì lấy dấu bằng .

\*Chú ý :Trong sóng dừng bề rộng của một bụng là :  $2 \cdot a_N = 2 \cdot 2a = 4a$  .

## **B.BÀI TẬP VẬN DỤNG:**

Câu 1: Sóng dừng đ-ợc tạo ra từ :

**A. sự giao thoa của hai sóng tới và sóng phản xạ ,kết quả là trên ph**□**ng truyền sóng có những nút và bụng sóng .**

B.sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ đổi dấu .

C.Sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ không đổi dấu

D. sự giao thoa của hai sóng tới cùng pha .

Câu 2: Sóng dừng chỉ xảy ra

- A. Trên mặt n-ớc
- B. Trong lò xo
- C. Trong môi trường có sóng phản xạ**
- D. Trong mọi môi trường.

Câu 3: Sóng phản xạ :

- A. luôn luôn bị đổi dấu
- B. luôn luôn không bị đổi dấu
- C. bị đổi dấu khi bị phản xạ trên một vật cản cố định .**
- D. bị đổi dấu khi bị phản xạ trên một vật cản di động .

Câu 4: Sóng dừng là :

- A. Sóng không lan truyền do bị một vật cản chặn lại
- B. Sóng đi- ợc tạo thành giữa hai điểm cố định trong một môi trường .
- C. Sóng đi- ợc tạo thành do sự giao thoa giữa sóng tới và sóng phản xạ .**
- D. sóng trên một sợi dây hai đầu đi- ợc giữ cố định .

Câu 5: Trên hệ sóng dừng trên dây , khoảng cách giữa hai nút liên tiếp bằng :

- A. một bước sóng
- B. một nửa bước sóng**
- C. một phần tư bước sóng
- D. hai lần bước sóng .

Câu 6: Để tạo ra hệ sóng dừng giữa hai nguồn điểm kết hợp trong một môi trường thì khoảng cách giữa hai nguồn đó phải bằng :

- A. một số nguyên lần bước sóng
- B. một số nguyên lần nửa bước sóng
- C. một số lẻ lần nửa bước sóng**
- D. một số lẻ lần bước sóng

Câu 7: Sóng dừng đi- ợc hình thành bởi

- A. Sự giao thoa của hai sóng kết hợp
- B. sự tổng hợp trong không gian của hai hay nhiều sóng kết hợp .
- C. sự giao thoa của một sóng tới và sóng phản xạ của nó cùng truyền theo một phương .**
- D. sự giao thoa của một sóng tới và sóng phản xạ của nó cùng truyền khác phương .

Câu 8: Một dây AB dài 120cm, đầu A mắc vào một nhánh âm thoa có tần số  $f=40\text{Hz}$ , đầu B cố định . Cho âm thoa dao động trên dây có sóng dừng với 4 bó sóng . Vận tốc truyền sóng trên dây là :

- A. 20m/s
- B. 15m/s
- C. 28m/s
- D. 24m/s**

Câu 9: Một sợi dây AB dài 120cm , đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh của âm thoa dao động với tần số 40Hz . Biết vận tốc truyền sóng  $v=32\text{m/s}$  . Biết rằng đầu A nằm tại một nút sóng , số bụng sóng dừng trên dây là :

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

Câu 10: Một sợi dây thép dài  $AB=60\text{cm}$  hai đầu đi- ợc gắn cố định , đi- ợc kích thích cho dao động bằng một nam châm điện nuôi bằng mạng điện có tần số  $f=50\text{Hz}$  . Trên dây có sóng dừng với 5 bụng sóng. Vận tốc truyền sóng trên dây sẽ là :

- A. 20m/s
- B. 24m/s**
- C. 30m/s
- D. 18m/s

HD: Trong một chu kỳ của dòng điện thì dây thép bị hút 2 lần , suy ra :  $T_d=T/2$  tức là  $f_d=2f=100\text{Hz}$ .

Câu 11 :

Dây dài  $l=90\text{cm}$  với vận tốc truyền sóng trên dây  $v=40\text{m/s}$  đi- ợc kích thích bằng tần số  $f=200\text{Hz}$  . Cho rằng hai đầu dây đều giữ cố định . Số bụng sóng dừng trên dây sẽ là :

- A. 6
- B. 9**
- C. 8
- D. 10

Câu 12:

Dây dài  $l=1,05\text{m}$  đi- ợc kích thích bằng tần số  $f=200\text{Hz}$  , thì thấy 7 bụng sóng dừng . Biết rằng hai đầu dây đi- ợc gắn cố định , vận tốc truyền sóng trên dây đó là :

[Type text]

A. **30m/s**

B. 25m/s

C. 36m/s

D. 15m/s

Câu 13:

Một mang kim loại dao động với tần số  $f=150\text{Hz}$  tạo ra trong nước một sóng âm có bước sóng  $\lambda = 9,56\text{m}$ . Vận tốc truyền sóng là :

A. **1434m/s**

B. 1500m/s

C. 1480m/s

D. 1425m/s

Câu 14: Biết vận tốc truyền sóng trên một sợi dây là  $v = \sqrt{\frac{F_C}{\mu}}$  với  $F_C$  là sức căng dây và  $\mu$  là khối

lượng của mỗi đơn vị dài của dây. hãy tìm kết luận Sai trong việc áp dụng sóng dừng để lên dây đàn.

A. **Dây đàn dài l hai đầu được gắn cố định là hai nút sóng dừng. Khi gảy đàn chỉ phát ra âm cơ**

**bản có tần số f thỏa mãn hệ thức :  $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{l/2} = \frac{2v}{l} = \frac{2}{l} \sqrt{\frac{F_C}{\mu}}$ .**

B. Vận cho dây căng thêm, tần số f sẽ tăng và âm phát ra càng cao.

C. Tăng mật độ khối lượng  $\mu$  bằng cách cuốn thêm xung quanh dây thép bằng các dây đồng nhỏ ta có dây đàn phát ra âm trầm hơn.

D. Khi ta bấm phím đàn trên một dây, độ dài hiệu dụng của dây (giữa chỗ bấm và ngựa đàn trên mặt thùng đàn) giảm làm cho tần số cơ bản f tăng lên phát ra âm cao hơn.

Câu 15:

Ng-ời ta thực hiện sóng dừng trên sợi dây dài 1,2m rung với tần số 10Hz. Vận tốc truyền sóng trên dây là 4m/s. Hai đầu dây là hai nút, số bụng trên dây là :

A. 5

B. 7

C. **6**

D. 4

Câu 16:

Sợi dây dài 2m căng nằm ngang, một đầu dây cố định, đầu còn lại ng-ời ta cho dao động với tần số 10Hz. Lực căng của dây là 10N thì dây rung thành hai múi. Khối lượng dây là :

A. **50g**

B. 100g

C. 20g

D. 200g

\*H-ớng dẫn : Tìm  $\lambda$  và khối lượng trên 1m dài của dây là  $\mu$ . Khối lượng 2m dây là :  $2\mu = 50\text{g}$

Câu 17: Một sóng truyền trên mặt biển có bước sóng 3m. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động lệch pha nhau  $90^\circ$  là :

A. **a=0,75m**

B. a=1,5m

C. a=3m

D. một giá trị khác

HD:  $\frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2}$

Câu 18:

Một sóng truyền trên mặt biển có bước sóng 5m. khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động ng-ợc pha nhau là :

A. 1,25m

B. **2,5m**

C. 5m

D. 25m

HD:  $\frac{2\pi d}{\lambda} = (2k+1)\pi$  với  $k=0$ .

Câu 19: (TNTHTPT2007-2008)

Quan sát sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi, ng-ời ta đo được khoảng cách giữa 5 nút sóng liên tiếp là 100cm. Biết tần số của sóng truyền trên dây bằng 100Hz, vận tốc truyền sóng trên dây là :

A. 50m/s

B. 100m/s

C. 25m/s

D. 75m/s

Câu 20: Trên một sợi dây dài 2m đang có sóng dừng với tần số 100Hz, người ta thấy ngoài 2 đầu dây cố định còn có ba điểm khác đứng yên. Vận tốc truyền sóng trên dây là:

A. 40m/s

B. 60m/s

C. 80m/s

D. 100m/s

Cau 21: Trong thí nghiệm tạo **sóng dừng** trên sợi dây căng ngang có chiều dài  $l$ , một đầu cố định và một đầu **dao động** theo phương thẳng đứng với phương trình  $u = a \sin \omega t$ , coi sóng lan truyền từ các nguồn có **biên độ** không đổi thì **dao động** tại điểm M cách đầu dây cố định một khoảng  $d$  do **sóng tới** và **sóng phản xạ** giao nhau có phương trình là:

A.  $u_M = 2.a \sin(2\pi \frac{d}{\lambda}) \cos(\omega t - 2\pi \frac{l}{\lambda})$

B.  $u_M = 2.a \cos(2\pi \frac{d}{\lambda}) \sin(\omega t - 2\pi \frac{l}{\lambda})$

C.  $u_M = 2.a \sin(2\pi \frac{d}{\lambda}) \cos(\omega t + 2\pi \frac{l}{\lambda})$

D.  $u_M = 2.a \cos(\pi \frac{d}{\lambda}) \sin(\omega t - \pi \frac{l}{\lambda})$

Cau 22: Trong thí nghiệm tạo **sóng dừng** trên sợi dây với hai đầu là hai nút, phát biểu nào sau đây là sai:

- A. Các điểm nút và các điểm bụng có vị trí cố định
- B. Khoảng cách giữa hai nút liên tiếp bằng nửa bước sóng
- C. Chiều dài sợi dây bằng số nguyên lần nửa bước sóng
- D. Khoảng cách giữa một bụng và một nút gần nhất bằng một phần tư bước sóng

Cau 23 :Sóng dừng trên một sợi dây do sự chồng chất của hai sóng truyền theo chiều ngược nhau:

$u_1 = u_0 \sin(kx - \omega t)$  và  $u_2 = u_0 \sin(kx + \omega t)$

Biểu thức nào sau đây biểu thị sóng dừng trên dây ấy:

- A.  $u = u_0 \sin(kx) \cdot \cos(\omega t)$
- B.  $u = 2u_0 \cos(kx) \cdot \sin(\omega t)$
- C.  $u = 2u_0 \sin(kx) \cdot \cos(\omega t)$
- D.  $u = u_0 \sin[(kx - \omega t) + (kx + \omega t)]$
- E.  $u = 2u_0 \sin(kx - \omega t)$

Cau 24: Hai người đứng cách nhau 4m và quay một sợi dây nằm giữa họ. Hỏi bước sóng lớn nhất của sóng dừng mà hai người có thể tạo nên là bao nhiêu?

- A. 16m
- B. 8m
- C. 4m
- D. 2m
- E. 1m

Cau 25: Một dây đàn có chiều dài  $L$  được giữ cố định ở hai đầu. Hỏi âm do dây phát ra có bước sóng dài bằng bao nhiêu?

- A.  $L/4$
- B.  $L/2$
- C.  $L$
- D.  $2L$
- E.  $4L$

Cau 26: Một dây AB dài 1,80m căng thẳng nằm ngang, đầu B cố định, đầu A gắn vào một bản rung tần số 100Hz. Khi bản rung hoạt động, người ta thấy trên dây có sóng dừng gồm 6 bó sóng, với A xem như một nút.

Tính bước sóng và vận tốc truyền sóng trên dây AB.

- A.  $\lambda=0,30m; v = 30m/s$
- B.  $\lambda= 0,30m; v = 60m/s$
- C.  $\lambda=0,60m; v = 60m/s$
- D.  $\lambda=0,60m; v = 120m/s$

Cau 27: Người ta làm thí nghiệm về sóng dừng âm trong một cái ống dài 0,825m chứa đầy không khí ở áp suất thường. Trong 3 trường hợp: (1) ống bịt kín một đầu; (2) Ống bịt kín hai đầu; và ống để hở hai đầu; Trường hợp nào sóng dừng âm có tần số thấp nhất; tần số ấy bằng bao nhiêu? Cho biết vận tốc truyền âm trong không khí là 330m/s.

- A. Trường hợp (1),  $f = 75Hz$ .
- B. Trường hợp (2),  $f = 100Hz$ .
- C. Trường hợp (3),  $f = 125Hz$ .
- D. Trường hợp (1),  $f = 100Hz$ .

Câu 28:Cộng h- ởng của âm thoa xảy ra với một cột không khí trong ống hình trụ ,khi ống có chiều cao khả dĩ thấp nhất bằng 25cm,vận tốc truyền sóng là 330m/s.Tần số dao động của âm thoa này bằng bao nhiêu ?

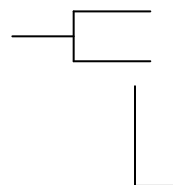
- A. 165Hz
- B. 330Hz**
- C. 405Hz
- D. 660Hz

HD:

Chiều cao của ống bằng  $\frac{1}{4} \lambda$  . Vậy

$\lambda = 100cm$

$f = \frac{v}{\lambda}$



Câu 29:(Đề thi ĐH CĐ 2008)

Trong thí nghiệm về sóng dừng, trên một sợi dây đàn hồi dài 1,2 m với hai đầu cố định, người ta quan sát thấy ngoài hai đầu dây cố định còn có hai điểm khác trên dây không dao động. Biết

khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là 0,05 s. Vận tốc truyền sóng trên dây là  
**A.** 16 m/s.                      **B.** 4 m/s.                      **C.** 12 m/s.                      **D.** 8 m/s.

Đáp án :D.

HD:Ta có : $l=1,2m$ , với  $k=3$  (3 bó sóng)

$$ADCT: l = k \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0.8m.$$

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là 0,05s chính là  $T/2$  ,Suy ra  $T=2.0,05=0,1s$ .

$$ADCT: v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,8}{0,1} = 8m/s.$$

Câu 30:

Một sợi dây đàn hồi chiều dài  $AB = l = 1,6m$  đầu B bị kẹp chặt , đầu A buộc vào một nguồn rung với tần số  $500Hz$  tạo ra sóng dừng có 4 bụng và tại A và B là hai nút. Xác định vận tốc truyền sóng trên dây

ĐA:400m/s



Câu 31:

Một sợi dây dài  $AB=60cm$ ,phát ra một âm có tần số  $100Hz$ .Quan sát dây đàn thấy có 3 nút và 2 bụng sóng(kể cả nút ở hai đầu dây).

- Tính bước sóng và vận tốc truyền sóng trên dây AB.
- Biết biên độ dao động tại các bụng sóng là  $5mm$ .Tính vận tốc cực đại của điểm bụng.
- Tìm biên độ dao động tại hai điểm M và N lần lượt cách A một đoạn  $30cm$  và  $45cm$ .

HD: a)  $v = 60m/s$

b)Biên độ dao động tại các bụng là :  $5mm=0,005m$

Vận tốc cực đại của các điểm bụng là : $v_{max} = \omega.A = 2\pi f .A = 3,14m/s$  .

c)Ta có :  $AM=30cm = \lambda/2$ . Do A là nút sóng nên M cũng là nút sóng nên biên độ bằng 0.

Biên độ sóng tại N cách A  $45cm$  .

Ta có:  $NA=45cm = \lambda/2 + \lambda/4$ .Do A là nút sóng nên N là bụng sóng ,Biên độ của N bằng  $5mm$ .

N có biên độ cực đại.

C.Một số bài tập tự luận :

Bài 1: Một sợi dây cao su căng ngang có đầu B cố định ,đầu A gắn vào một âm thoa dao động với tần số  $f$  .Cho  $AB = l$  .Biên độ sóng trên dây là  $a$  và coi không đổi . Vận tốc truyền sóng trên dây là  $v$  .

- Lập phương trình dao động của điểm M trên dây cách B một khoảng bằng  $d$  .do sóng tới và sóng phản xạ giao thoa nhau .
- xác định vị trí các nút sóng và tính khoảng cách giữa hai nút liên tiếp.
- Xác định vị trí các bụng sóng ,tính bề rộng của một bụng sóng và khoảng cách từ bụng đến nút gần nhất .

AD bằng số :  $l=80cm;f=100Hz ;a=1,5cm ;v=32m/s$ .

HD:

a) Xét điểm M nằm trên sợi dây AB và cách B một khoảng  $d$  .

Nguồn A dao động với phương trình :  $u_A = a.\sin \omega t$  .

Phương trình sóng do A gây ra tại B là :

$$u_{AB} = a.\sin \omega(t - \frac{l}{v})$$

Sóng phản xạ tại B luôn ngược pha với sóng tới B.Suy ra : phương trình sóng phản xạ :  $u_B = -a.\sin \omega(t - \frac{l}{v})$

$$\text{Tại M có : } u_{AM} = a.\sin \omega(t - \frac{l-d}{v}) \text{ và } u_{BM} = -a.\sin \omega(t - \frac{l}{v} - \frac{d}{v})$$

Suy ra phương trình sóng dừng tại M là :

$$u_M = u_{AM} + u_{BM} = 2a \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\omega l}{v}\right) \cdot \sin \frac{\omega d}{v}$$

Thay  $v = \lambda f$  &  $\omega = 2\pi f$ .

$$\text{Suy ra : } u_M = 2a \cdot \cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda f}\right) \cdot \sin \frac{2\pi f d}{\lambda f} = 2a \cdot \sin \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} l + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3200(\text{cm/s})}{100} = 32(\text{cm})$$

$$\omega = 2\pi f = 200\pi(\text{rad/s})$$

$$\text{Thay số : } u_M = 2 \cdot 1,5 \cdot \sin \frac{2\pi d}{32} \cdot \sin\left(200\pi t - \frac{2\pi}{32} \cdot 80 + \frac{\pi}{2}\right) = 3 \cdot \sin \frac{\pi}{16} d \cdot \sin\left(200\pi t + \frac{3\pi}{16}\right) \text{cm}$$

b) Ta có :  $a_M = 3 \cdot \sin \frac{\pi}{16} d(\text{cm})$ .

Vị trí các nút ứng với  $a_M=0$ , thì  $3 \cdot \sin \frac{\pi}{16} d(\text{cm}) = 0 \Rightarrow \frac{\pi}{16} d = k\pi \Rightarrow d = 16k$ .

ĐK :  $0 \leq d \leq AB = l = 80\text{cm} \Leftrightarrow 0 \leq 16k \leq 80 \Rightarrow 0 \leq k \leq 5$ .

Vậy  $k=0,1,2,3,4,5$ , tức là có 6 nút (cả hai đầu).

+  $k=0$  suy ra  $d=0$  ứng với nút tại B

+  $k=1$  suy ra  $d=16\text{cm}$ , nút cách B 16cm

+  $k=2$  suy ra  $d=32$  .....32

+  $k=3$

+  $k=4$

+  $k=5$  suy ra  $d=80$  nút tại A cách B 80cm.

c) vị trí các bụng với  $a_{\max} = \pm 3$ .

$$\Rightarrow \sin \frac{\pi d}{16} = \pm 1 \Rightarrow \frac{\pi d}{16} = \frac{\pi}{2} + k\pi \rightarrow d = 8 + 16k$$

ĐK :  $0 \leq d \leq AB = 80 \Rightarrow -0,5 \leq k \leq 4,1 \rightarrow k = 0,1,2,3,4$ .

Có 5 bụng sóng.

+ vị trí bụng :

$$K=0 \rightarrow d = 8 + 10 \cdot 0 = 8\text{cm}$$

$$K=1 \rightarrow d = 24\text{cm}$$

$$K=2 \rightarrow d = \dots\text{cm}$$

$$K=3 \rightarrow d = \dots\text{cm}$$

$$K=4 \rightarrow d = \dots\text{cm}$$

Khoảng cách từ bụng đến nút gần nhất là  $\frac{\lambda}{4} = \frac{32}{4} = 8\text{cm}$

Bài 2:

Một dây cao su căng ngang, 1 đầu gắn cố định, đầu kia gắn vào một âm thoa dao động với tần số  $f=40\text{Hz}$ . Trên dây hình thành 1 sóng dừng có 7 nút (không kể hai đầu), biết dây dài 1m.

a) Tính vận tốc truyền sóng trên dây

b) Thay đổi  $f$  của âm thoa là  $f'$ . Lúc này trên dây chỉ còn 3 nút (không kể hai đầu). Tính  $f'$ ?

HD:

Giải :

B cố định thì B là nút sóng

A gắn với âm thoa thì A cũng là nút sóng.

Theo đề bài, kể cả hai đầu có 9 nút : tức là có  $8 \frac{\lambda}{2} = AB = l \rightarrow \lambda = \frac{l}{4} = \frac{100}{4} = 25\text{cm}$ .

1) Vận tốc truyền sóng trên dây là :  $v = \lambda f = 25 \cdot 40 = 1000\text{cm/s}$ .

2) Do thay đổi tần số nên trên dây chỉ còn 3 nút không kể hai đầu. Vậy kể cả hai đầu có 5 nút, ta có :

$$4 \frac{\lambda}{2} = l \Rightarrow \lambda = \frac{l}{2} = 100/2 = 50 \text{cm}$$

$$\rightarrow v = \lambda f' \Rightarrow f' = \frac{v}{\lambda} = \frac{1000}{50} = 20 \text{Hz}$$

Bài 3:

Một sợi dây AB treo lơ lửng. Đầu A gắn với một nhánh của âm thoa, dao động với tần số  $f = 100 \text{Hz}$ .

a) Biết khoảng cách từ B đến nút thứ 3 kể từ B là 5cm. Tính bước sóng?

b) Tính khoảng cách từ B đến các nút và các bụng dao động trên dây nếu chiều dài của dây là 21cm. Tính số nút và số bụng nhìn thấy được trên dây.

c) Viết phương trình dao động của sóng tới và sóng phản xạ tại điểm M cách B 1 khoảng  $d = 8,5 \text{cm}$ . Suy ra biên độ dao động ở M. Cho biết biên độ sóng  $a = 1 \text{cm}$  và được giữ không đổi.

HD:

a) Vì đầu B tự do, vậy đầu B là bụng sóng.

Khoảng cách từ B đến nút thứ 3 tính từ B là 5cm.

$$\rightarrow \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = 5 \frac{\lambda}{4} = 5 \Rightarrow \lambda = 4 \text{cm}.$$

b) Vị trí các nút ở trên dây cách B là  $d$ , thỏa mãn công thức :

$$d = \frac{\lambda}{4} + k \frac{\lambda}{2} = 1 + 2k$$

$$\text{ĐK: } 0 < 1 + 2k \leq l \Rightarrow 0 < 2k + 1 \leq 21 \Rightarrow -\frac{1}{2} < k \leq 10$$

Suy ra  $k = 0, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ .

Có 11 nút kể cả A.

+ Vị trí các nút :

$$* k = 0 \rightarrow d_1 = 1 \text{cm}$$

$$* k = 1 \rightarrow d_2 = 3 \text{cm}$$

$$* k = \dots \dots \dots$$

$$K = 10 \dots \dots \dots \text{nút tại A}$$

\* Vị trí các bụng so với B

$$d = k \frac{\lambda}{2} (= 0, 1, 2, \dots)$$

$$\text{Điều kiện là : } 0 \leq d \leq l \rightarrow 0 \leq k \frac{\lambda}{2} \leq 21 \Rightarrow 0 \leq k \leq \frac{21}{2} = 10,5 \rightarrow k = 0, 1, 2, 3, \dots, 10.$$

Có 11 bụng kể cả B.

Giả sử phương trình ở A có biểu thức :  $u_A = a \cdot \sin \omega t$

Phương trình sóng do A gây ra tại B là :

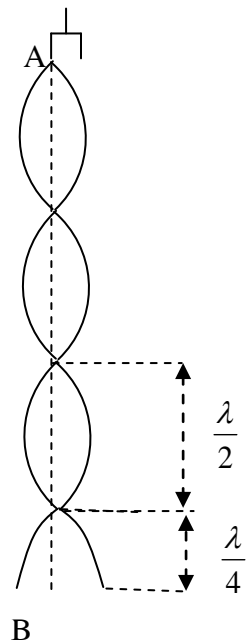
$$u_{AB} = a \cdot \sin \omega \left( t - \frac{l}{v} \right)$$

Phương trình sóng phản xạ tại B là :  $u_B = -a \cdot \sin \omega \left( t - \frac{l}{v} \right)$

$$u_{AM} = a \cdot \sin \omega \left( t - \frac{l-d}{v} \right)$$

Tại M, ta có :

$$u_{BM} = -a \sin \omega \left( t - \frac{l}{v} - \frac{d}{v} \right)$$





Tổng hợp lại suy ra biên độ tổng hợp là :  $a_M = 2a \cdot \cos \frac{2\pi d}{\lambda} = 2 \cdot 1 \cdot \cos \frac{2\pi}{4} \cdot 8,5 = \sqrt{2} \text{cm}$

Bài 4: Cột không khí trong ống thủy tinh có độ cao  $l$ , có thể thay đổi được nhờ điều chỉnh mực nước ở trong ống. Đặt một âm thoa trên miệng ống thủy tinh đó, khi âm thoa dao động nó phát ra một âm cơ bản, ta thấy trong cột không khí có một sóng dừng ổn định.

1) Khi độ cao thích hợp của cột không khí có trị số nhỏ nhất  $l_0 = 12 \text{cm}$  nghe ta nghe thấy âm to nhất. Tính tần số âm do âm thoa phát ra. Biết đầu A hở của cột không khí là một bụng sóng, còn đầu kín là nút sóng.

2) Thay đổi (tăng độ cao cột không khí) bằng cách hạ mực nước ở trong ống. Ta thấy khi nó bằng  $60 \text{cm}$  ( $l = 60 \text{cm}$ ) thì âm lại phát ra to nhất. Tính số bụng trong cột không khí. Cho biết tốc độ truyền âm trong không khí là  $340 \text{m/s}$ .

\* HD:

Sóng âm được phát ra từ âm thoa truyền dọc theo trục của ống đến mặt nước bị phản xạ ngược trở lại. Sóng tới và sóng phản xạ là hai sóng kết hợp do vậy tạo thành sóng dừng trong cột không khí.

Vì B là cố định nên B là nút, còn miệng A có thể là bụng có thể là nút tùy thuộc vào chiều dài của cột không khí.

+ Nếu A là bụng sóng thì âm phát ra nghe to nhất

+ Nếu A là nút sóng thì âm nhỏ nhất.

1) Khi nghe được âm to nhất ứng với chiều dài ngắn nhất  $l_0 = 12 \text{cm}$  thì A là bụng sóng và B là một nút sóng gần A nhất. Vì vậy, ta có :  $\frac{\lambda}{4} = l_0 \Rightarrow \lambda = 4l_0 = 4 \cdot 12 = 48 \text{cm}$ .

Tần số dao động của âm thoa :

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{48 \cdot 10^{-2}} = 710 \text{Hz}.$$

2. Tìm số bụng :

Khi  $l = 60 \text{cm}$ , lại thấy âm to nhất tức là lại có sóng dừng với B là nút, A là bụng. Gọi  $k$  là số bụng sóng có trong cột không khí (khoảng AB) không kể bụng A, lúc này ta có :

$$l = k \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} \Rightarrow l = 24k + 12 \Rightarrow k = 48/12 = 4$$

Nh- vậy trong phần giữa AB có 4 bụng sóng.

Bài 5: Một sóng dừng trên một sợi dây có dạng :  $u = a \cdot \sin(b \cdot x) \cdot \cos \omega t$  (1) Trong đó  $u$  là li độ dao động tại thời điểm  $t$  của một phần tử trên dây mà vị trí cân bằng của nó cách gốc tọa độ  $O$  một khoảng  $x$  ( $x$  đo bằng mét,  $t$  đo bằng giây). Cho biết bước sóng  $0,4 \text{m}$ , tần số sóng  $50 \text{Hz}$  và biên độ dao động của một phần tử  $M$  cách một nút sóng  $5 \text{cm}$  có giá trị là  $5 \text{mm}$ .

1) Xác định  $a, b$  trong công thức (1)

2) Tính vận tốc truyền sóng trên dây?

3) Tính li độ  $u$  của một phần tử  $N$  cách  $O$  một khoảng  $ON = 50 \text{cm}$ , tại thời điểm  $t = 0,25 \text{s}$ .

4) Tính vận tốc dao động của các phần tử  $N$  nói ở câu trên ở thời điểm  $t = 0,25 \text{s}$ .

Bài 6: Một sợi dây AB treo lơ lửng, đầu A gắn vào âm thoa dao động với tần số  $f = 100 \text{Hz}$ , đầu B tự do. Vận tốc truyền sóng trên dây  $v = 4 \text{m/s}$ .

1) Chiều dài của dây là  $80 \text{cm}$ . Trên dây có sóng dừng không ?

2) Chiều dài của dây là  $21 \text{cm}$ . Trên dây có sóng dừng không ? Nếu có tính số bụng và số nút sóng ?

3) Chiều dài của dây là  $21 \text{cm}$ . Hỏi tần số  $f$  bằng bao nhiêu để dây có 8 bụng sóng.

4) Tần số vẫn là  $100 \text{Hz}$ . Muốn trên dây có 8 bụng sóng thì chiều dài của dây bằng bao nhiêu ?