



BỔ SUNG LÝ THUYẾT SÓNG DỪNG

Physics (Trường Đại học FPT)



Scan to open on Studeersnel

CHUYÊN ĐỀ 3: SÓNG DỪNG

1. Sự phản xạ của sóng

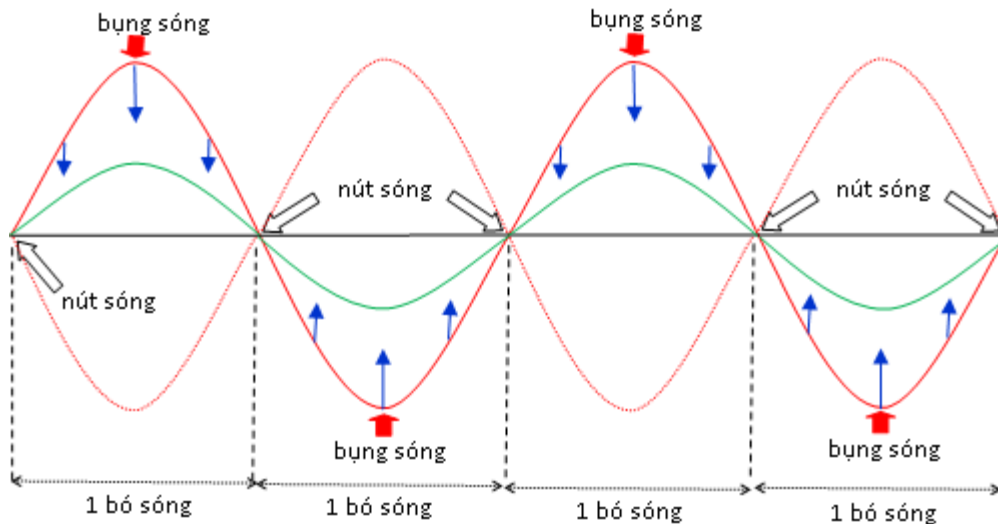
1.1 Phản xạ của sóng trên vật cản cố định

Khi phản xạ trên vật cản cố định, sóng phản xạ luôn ngược pha với sóng tới ở điểm phản xạ.

1.2. Phản xạ của sóng trên vật cản tự do

Khi phản xạ trên vật cản tự do, sóng phản xạ luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ.

2. Định nghĩa hiện tượng sóng dừng :



Sóng dừng là trường hợp đặc biệt của hiện tượng giao thoa sóng là sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ có cùng phương truyền làm xuất hiện các nút và các bụng cố định

+ Vị trí các nút:

Các nút sóng nằm cách các đầu cố định những khoảng bằng một số nguyên của nửa bước sóng, các điểm nút đứng yên không dao động

+ Vị trí các bụng:

Xen giữa 2 nút là một bụng, nằm cách đều hai nút đó, các điểm bụng dao động với biên độ cực đại $A_{\max} = 2A$ với A là biên độ của nguồn phát sóng

+ Ngoài ra còn có các điểm dao động với biên độ $A_M < 2A$ tức là nhỏ hơn biên độ của điểm bụng

3. Một số lưu ý

- Đầu cố định hoặc đầu dao động nhỏ là nút sóng.
- Đầu tự do là bụng sóng.
- Hai điểm đối xứng với nhau qua nút sóng luôn dao động ngược pha.
- Hai điểm đối xứng với nhau qua bụng sóng luôn dao động cùng pha.
- Các điểm trên cùng bó sóng dao động cùng pha, các điểm nằm trên 2 bó sóng liền kề dao động ngược pha
- Các điểm trên dây đều dao động với biên độ không đổi → năng lượng không truyền đi.
- Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây căng ngang (các phần tử đi qua VTCB) là nửa chu kỳ

- Áp dụng tính chất của giao thoa : Khoảng cách 2 nút gần nhau nhất là $\frac{\lambda}{2}$

Khoảng cách 2 vị trí cân bằng của 2 điểm bụng liên tiếp là $\frac{\lambda}{2}$;

Khoảng cách 1 điểm nút và vị trí cân bằng của điểm bụng kế tiếp là $\frac{\lambda}{4}$.

4. Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây dài L

4.1. Hai đầu là nút sóng:

$$L = n \frac{\lambda}{2} \text{ với } n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

Số bụng sóng = số bó sóng = n Số nút sóng = n + 1

$$\text{Chiều dài dây: } L = k \frac{\lambda}{2} \quad (k = 1, 2, 3, \dots) \Rightarrow \lambda_{\max} = 2L \Rightarrow f_n = n \frac{v}{2L} \Rightarrow f_{\min} = \frac{v}{2L} \Rightarrow f_n = n \cdot f_{\min}$$

4.2. Một đầu là nút sóng còn một đầu là bụng sóng :

$$L = (2n + 1) \frac{\lambda}{4} = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2}$$

Số bó sóng nguyên = n Số bụng sóng = số nút sóng = n + 1

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = 4L \Rightarrow f_n = (2n + 1) \frac{v}{4L} \Rightarrow f_{\min} = \frac{v}{4L} \Rightarrow f_n = (2n + 1) \cdot f_{\min}$$

5. Phương trình sóng dừng trên sợi dây AB (với đầu A cố định hoặc dao động nhỏ là nút sóng)

5.1. Đầu B cố định (nút sóng) :

+ Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại B :

$$u_B = A \cos 2\pi f t \text{ và } u'_B = -A \cos 2\pi f t = A \cos(2\pi f t - \pi)$$

+ Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại M cách B một khoảng d là :

$$u_M = A \cos\left(2\pi f t + 2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \text{ và } u'_M = A \cos\left(2\pi f t - 2\pi \frac{d}{\lambda} - \pi\right)$$

+ Phương trình sóng dừng tại M: $u_M = u_M + u'_M$

$$u_M = 2A \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \cos\left(2\pi f t - \frac{\pi}{2}\right) = 2A \sin\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \cos\left(2\pi f t + \frac{\pi}{2}\right)$$

+ Biên độ dao động của phần tử tại M : $A_M = 2A \left| \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \right| = 2A \left| \sin\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \right|$

5.2. Đầu B tự do (bụng sóng)

+ Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại B: $u_B = u'_B = A \cos 2\pi f t$

+ Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại M cách B một khoảng d là :

$$u_M = A \cos\left(2\pi f t + 2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \text{ và } u'_M = A \cos\left(2\pi f t - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right)$$

+ Phương trình sóng dừng tại M: $u_M = u_M + u'_M$

$$u_M = 2A \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \cos 2\pi f t$$

+ Biên độ dao động của phần tử tại M: $A_M = 2A \left| \cos\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \right|$

Với d là khoảng cách từ M đến đầu nút sóng thì biên độ: $A_M = 2A \left| \sin\left(2\pi \frac{d}{\lambda}\right) \right|$

Với d là khoảng cách từ M đến đầu bụng sóng thì biên độ: $A_M = 2A \left| \cos \left(2\pi \frac{d}{\lambda} \right) \right|$

6. CÔNG THỨC QUAN TRỌNG : sử dụng trong các bài tập sóng dừng

$$\frac{|u_M|}{|u_N|} = \frac{|v_M|}{|v_N|} = \frac{|a_M|}{|a_N|} = \frac{A_M}{A_N}$$

7. Ứng dụng Cách xác định tốc độ truyền sóng trên dây bằng cách sử dụng sóng dừng:

Tạo sóng dừng trên một sợi dây.

Đo chiều dài dây, căn cứ số nút sóng (hoặc bụng sóng) để tính bước sóng λ .

- Tính tốc độ truyền sóng: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$.