

15 PHẢN XẠ SÓNG. SÓNG DỪNG

I - MỤC TIÊU

- Bố trí được TN để tạo ra sóng dừng trên dây.
- Nhận biết được đặc điểm của sóng dừng. Giải thích được sự tạo thành sóng dừng.
- Nêu được điều kiện để có sóng dừng trên dây đàn hồi.
- Áp dụng hiện tượng sóng dừng để tính tốc độ truyền sóng trên dây đàn hồi.

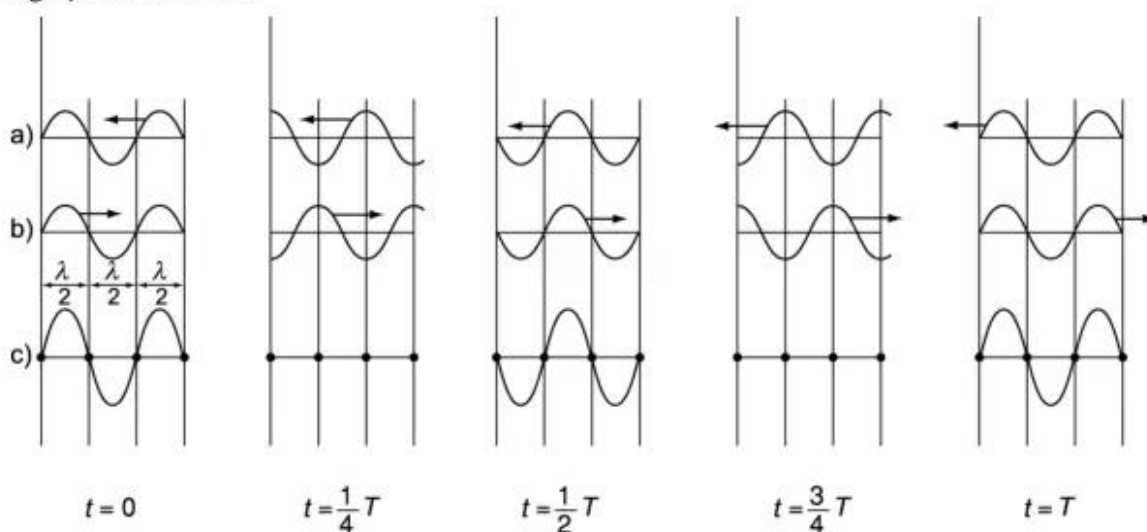
II - CHUẨN BỊ

- Một dây lò xo mềm đường kính vòng lò xo khoảng 5 cm, có thể kéo dài dài 2 m.
- Một máy rung có tần số ổn định.
- Một sợi dây chun tiết diện đều, đường kính khoảng 1 mm, dài 1 m, một đầu buộc một quả nặng 20 g vắt qua một ròng rọc.

III – NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Nói một cách tổng quát, sóng dừng xảy ra khi có hai sóng có cùng bước sóng (cùng tần số, cùng vận tốc) và cùng biên độ di chuyển ngược chiều nhau. Áp dụng

cách tổng hợp dao động bằng đồ thị, trên Hình 15.1 ta thu được hình dạng sóng tổng hợp (c) của hai sóng (a) và (b) có cùng bước sóng và cùng biên độ chuyển động ngược chiều nhau.



Hình 15.1

Điểm nổi bật của sóng tổng hợp là có những chỗ trong môi trường tại đó phần tử sóng thường xuyên đứng yên, gọi là nút sóng. Ở chính giữa hai nút liên tiếp là điểm ở đó biên độ của sóng là cực đại gọi là bụng sóng.

2. Ta đặc biệt quan tâm đến trường hợp có sự giao nhau giữa sóng tới và sóng phản xạ trên một sợi dây đàn hồi. Buộc một đầu dây vào đầu một cần rung. Khi cần rung dao động truyền cho đầu dây này một dao động và tạo ra trên dây một sóng ngang. Khi gặp đầu kia của dây, sóng bị phản xạ lại, cho một sóng phản xạ ngược chiều (ở đầu dây cố định) hoặc cùng chiều (ở đầu dây tự do). Nếu cần rung tiếp tục dao động tạo ra một sóng tới liên tục thì ở đầu dây cũng xuất hiện một sóng phản xạ liên tục. Nếu dây có chiều dài thích hợp thì trên dây xuất hiện hiện tượng sóng dừng. Từng sóng thành phần thì vẫn chuyển động, nhưng sóng tổng hợp thì hình như dừng lại "đứng yên". Thực ra chỉ có những nút sóng đứng yên còn những điểm khác của dây tiếp tục dao động nhưng với những biên độ không đổi. Ở những bụng sóng thì biên độ dao động là cực đại. Nếu tần số dao động lớn hơn 24 Hz thì do hiện tượng lưu ảnh trên màng lưới của mắt, ta nhìn thấy như dây bị phồng lên ở chỗ bụng sóng và thắt lại ở chỗ nút sóng.

Trong SGK chỉ xét trường hợp một sóng tới giao nhau với một sóng phản xạ, do đó biên độ của sóng dừng bằng tổng biên độ của hai sóng thành phần ($A = 2A_1$). Trong thực tế thì biên độ của sóng dừng lớn hơn biên độ của sóng thành phần nhiều lần. Nguyên nhân là sự phản xạ sóng xảy ra nhiều lần ở hai đầu dây

với chiều dài dây thích hợp thì các sóng cùng pha với nhau và tăng cường lẫn nhau, làm cho biên độ tăng lên nhiều. Ta nói rằng có cộng hưởng.

3. Đối với sóng dọc thì hiện tượng sóng dừng khó quan sát hơn. Trên dây lò xo thì bụng sóng ứng với chỗ các vòng lò xo giãn ra xa nhau nhất và nút sóng ứng với chỗ các vòng lò xo sít gần nhau nhất. Sóng âm là sóng dọc, sóng áp suất. Bụng sóng ứng với chỗ có biến thiên áp suất lớn nhất, còn nút sóng là chỗ áp suất không biến đổi so với trước khi có sóng truyền qua.

4. Nhờ có sóng dừng, ta có thể xác định bằng mắt hai điểm cách nhau một bước sóng và đo được bước sóng khá chính xác. Bởi vậy, GV cần tạo điều kiện cho HS trực tiếp quan sát được thí nghiệm tạo sóng dừng trên dây.

IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Nhận biết sóng phản xạ

GV làm thí nghiệm như ở Hình 15.1 SGK để giúp HS nhận biết sự xuất hiện sóng phản xạ trên dây lò xo đàn hồi. Đặc điểm của sóng phản xạ ở đầu dây cố định là dao động của sóng tới có li độ ngược chiều với li độ dao động của sóng phản xạ. Vì thế, dao động tổng hợp ở đầu dây có biên độ bằng không (đầu dây cố định).

C1 Chiều biến dạng của lò xo khi sóng phản xạ ngược chiều với biến dạng của lò xo khi có sóng tới.

2. Nhận biết hiện tượng sóng dừng và giải thích hiện tượng

GV trình bày thí nghiệm tạo ra sóng dừng. Có thể dùng dây lò xo như ở Hình 15.2 SGK hoặc dùng thiết bị như ở Hình 15.5 SGK.

Yêu cầu HS mô tả hiện tượng : chỉ ra những điểm nút, điểm bụng và so sánh khoảng cách giữa hai nút, hai bụng liên tiếp.

Hướng dẫn HS lập phương trình cho sóng tới và sóng phản xạ và phương trình của sóng tổng hợp.

Phân tích phương trình của sóng tổng hợp để xác định những điểm nút và điểm bụng.

Đây là lần duy nhất HS sử dụng phương trình sóng để suy ra một kết quả thực tế. Thí nghiệm chứng tỏ dự đoán lí thuyết phù hợp với thực tế, nghĩa là phương trình sóng phản ánh đúng thực tế.

C2 Khoảng cách giữa hai nút gần nhau nhất bằng khoảng cách giữa hai bụng gần nhau nhất.

C3 Chuyển động của phần tử tại M sẽ là dao động điều hoà.

C4 a) $A = A_1 + A_2$ (cực đại).

b) $A = 0$ (cực tiểu).

3. Tìm hiểu điều kiện để có sóng dừng trên dây đàn hồi có hai đầu cố định

Hướng dẫn HS lập luận để tìm ra điều kiện về độ dài của dây. Với dây có hai đầu cố định khi xảy ra sóng dừng :

$$l = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{với } n = 1, 2, 3, \dots$$

Với dây có một đầu cố định, một đầu tự do :

$$l = m \frac{\lambda}{4} \quad \text{với } m = 1, 3, 5, \dots$$

hoặc có thể viết :

$$l = \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2} \quad \text{với } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

4. Hướng dẫn HS vận dụng kiến thức về hiện tượng sóng dừng để đo tốc độ truyền sóng trên dây.

V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

Câu hỏi

1. Áp dụng phương trình chung của sóng, lập phương trình của sóng tới và sóng phản xạ trên dây, tìm phương trình của sóng tổng hợp. Kết quả sóng tổng hợp có biên độ cho bởi công thức :

$$a = \left| 2A \cos \left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right) \right|$$

Phân tích công thức này ta tìm được các vị trí trên dây ứng với các giá trị của d ở đó có các nút và các bụng sóng (xem mục b) Giải thích sự tạo thành sóng dừng trên dây, trong SGK).

2. Điều kiện để có sóng dừng trên dây

a) Khi dây có một đầu cố định và một đầu tự do thì độ dài l của dây phải bằng một số bán nguyên lần nửa bước sóng : $l = \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2}$ với $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ hoặc

một số lẻ lần một phần tư bước sóng : $l = m \frac{\lambda}{4}$, với $m = 1, 3, 5, \dots$

b) Khi dây có hai đầu cố định thì độ dài l của dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng : $l = n \frac{\lambda}{2}$ với $n = 1, 2, 3, \dots$

Bài tập

1. B. 2. B. 3. 80 m/s.

4. a) Bước sóng được tính theo công thức :

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{400}{600} = \frac{2}{3} \text{ m}$$

b) Độ dài của dây là một số nguyên lần nửa bước sóng :

$$l = n \frac{\lambda}{2}$$

Khi có sóng dừng trên dây có 4 bụng, vậy dây có độ dài là :

$$l = 4 \frac{\lambda}{2} = 2\lambda = 2 \cdot \frac{2}{3} \approx 1,33 \text{ m}$$