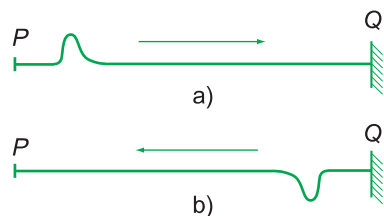


Hắn đã có lần bạn vừa nghe một tiếng “A lô” rất lớn phát ra từ một cái loa truyền thanh thì lại nghe thấy tiếp một tiếng “A lô” nữa, nhỏ hơn, vọng lại từ một ngôi nhà cao tầng, ở cách đó vài chục mét. Tiếng thứ hai này là do sóng âm đã phản xạ trên tường ngôi nhà tới tai bạn. Đó là hiện tượng phản xạ của sóng.

I - SỰ PHẢN XẠ CỦA SÓNG

1. Phản xạ của sóng trên vật cản cố định



Hình 9.1

Thí nghiệm. Một sợi dây mềm, dài chừng vài mét có một đầu Q gắn vào tường (H.9.1). Cầm đầu P , căng hơi mạnh cho dây nằm ngang, giật mạnh đầu đó lên phía trên, rồi hạ ngay tay về chỗ cũ. Biến dạng của dây, như vậy, hướng lên trên (H.9.1a), và truyền từ P đến Q . Tới Q , nó phản xạ trở lại từ Q về P , nhưng biến dạng của dây bây giờ hướng xuống dưới (H.9.1b). Vậy, khi phản xạ trên vật cản cố định, biến dạng đã bị đổi chiều.

C1 Vật cản ở đây là gì ?

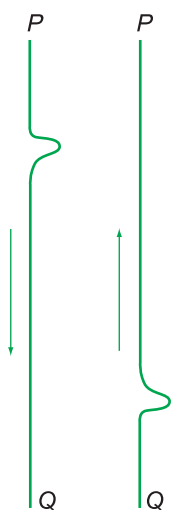
C1

Nếu cho P dao động điều hoà thì sẽ có sóng hình sin lan truyền từ P đến Q . Đó là *sóng tới*. Đến Q , sóng đó bị phản xạ. Nhưng vì tại Q biến dạng trong sóng phản xạ luôn luôn ngược chiều với biến dạng trong sóng tới, nên ta có thể nói sóng phản xạ luôn luôn ngược pha với sóng tới tại đó.

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

2. Phản xạ của sóng trên vật cản tự do

Thí nghiệm. Ta làm lại thí nghiệm (H.9.1) nhưng bây giờ cầm đầu P để sợi dây thông xuống một cách tự nhiên, theo đường thẳng đứng. Giật mạnh đầu P của sợi dây sang phải, rồi trở về ngay, để tạo một biến dạng nhỏ, hướng sang phải (H.9.2). Khi truyền



Hình 9.2

tới đầu Q , biến dạng cũng phản xạ trở lại, nhưng biến dạng của dây vẫn hướng sang phải, tức là không bị đổi chiều. Tương tự như trên, ta có kết luận sau : **Khi phản xạ trên vật cản tự do, sóng phản xạ luôn luôn cùng pha với sóng tới ở điểm phản xạ.**



II - SÓNG DỪNG

Ta hãy xét sóng dừng trên một sợi dây (H.9.3). Giả sử ta cho đầu P của dây dao động liên tục, thì sóng tới và sóng phản xạ liên tục gặp nhau và giao thoa với nhau vì chúng là các sóng kết hợp. Kết quả là trên sợi dây xuất hiện những điểm luôn luôn đứng yên và những điểm luôn luôn dao động với biên độ lớn nhất. Những điểm luôn luôn đứng yên là những **nút**. Những điểm luôn luôn dao động với biên độ lớn nhất là những **bụng**.

Sóng truyền trên sợi dây trong trường hợp xuất hiện các nút và các bụng gọi là sóng dừng.

1. Sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu cố định

a) Vì P và Q là hai điểm cố định nên tại P và Q có hai nút.

b) **Vị trí các nút.** Người ta đã chứng minh được là các nút nằm cách đầu P và đầu Q những khoảng bằng một số nguyên lần nửa bước sóng. Hai nút liên tiếp nằm cách nhau một khoảng bằng $\frac{\lambda}{2}$ (H.9.4a).

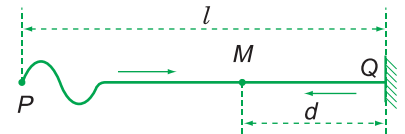
c) **Vị trí các bụng.** Xen giữa hai nút là một bụng, nằm cách đều hai nút đó. Như vậy, các bụng nằm cách hai đầu cố định những khoảng bằng một số lẻ lần $\frac{\lambda}{4}$. Hai bụng liên tiếp cũng cách nhau $\frac{\lambda}{2}$ (xem thêm phần chữ nhỏ ở cột phải).

Hình 9.4a trình bày hình dạng của sợi dây ở một vài thời điểm, nó cho ta thấy vị trí các nút và bụng. Các nút hoàn toàn đứng yên.

Vật cản ở đây là gì ?

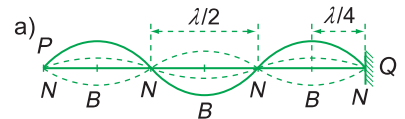
Chú ý :

Với dây cao su, hoặc dây mềm, ta chỉ có thể làm hai thí nghiệm trên với sóng ngang. Nhưng nếu dùng một lò xo ống, dài (H.7.2) ta có thể làm hai thí nghiệm trên với cả sóng ngang lẫn sóng dọc. Kết quả thu được trên đây cũng hoàn toàn đúng đối với sóng dọc.



Hình 9.3

Sóng phản xạ ở Q , khi về tới M sẽ giao thoa với sóng tới từ P đến.



Hình 9.4

Về sự tạo thành sóng dừng

Ta có thể hiểu tất cả các kết quả ở mục II-1 một cách đơn giản như sau :

Vì tại Q , sóng phản xạ luôn ngược pha với sóng tới, nên ta có thể coi như sóng phản xạ được phát ra từ một nguồn (tưởng tượng) P' nằm cách Q một khoảng l' (H.9.4b) sao cho

$$l - l' = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

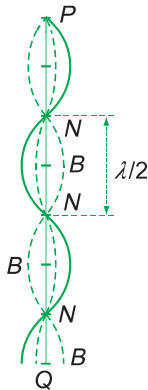
Tại những điểm trên dây nằm cách Q một khoảng bằng $m \frac{\lambda}{2}$

($m = 0, 1, 2, \dots$) thì sóng tới và sóng phản xạ cũng triệt tiêu nhau, vì hiệu đường đi tới P và P' cũng bằng một số nửa nguyên lần bước sóng.

$$\left(l - m \frac{\lambda}{2}\right) - \left(l' + m \frac{\lambda}{2}\right) = (l - l') - m\lambda = \left(n - m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Đó là những nút sóng.

Bụng sóng nằm tại những điểm với $k = 1, 2, 3, \dots$ mà hiệu đường đi từ các điểm đó đến P và P' bằng một số nguyên lần bước sóng và hai sóng tăng cường lẫn nhau. Ta chứng minh dễ dàng là những điểm đó cách Q một khoảng bằng một số lẻ lần $\frac{\lambda}{4}$.



Hình 9.5

Hình dạng sợi dây ở một vài thời điểm, khi phản xạ không đổi dấu.

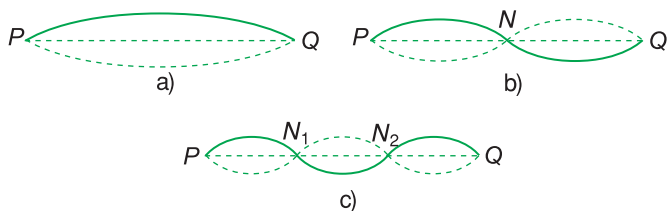
d) Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây có hai đầu cố định.

Đầu P của sợi dây dao động cưỡng bức với biên độ rất nhỏ nên có thể coi như đứng yên và là một nút. Khoảng cách PQ bằng chiều dài l của sợi dây chính là khoảng cách giữa hai nút sóng.

Vậy : Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu cố định là chiều dài của sợi dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng (H.9.6).

$$l = k \frac{\lambda}{2} \quad (9.1)$$

với $k = 1, 2, 3, \dots$



Hình 9.6

Sóng dừng trên một sợi dây.

2. Sóng dừng trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do

Đầu P cố định vẫn là một nút. Đầu Q tự do là một bụng. Khoảng cách giữa hai nút liên tiếp vẫn bằng $\frac{\lambda}{2}$. Xen giữa hai nút là một bụng. Khoảng cách giữa hai bụng liên tiếp cũng là $\frac{\lambda}{2}$.

Dễ dàng thấy rằng : **Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do là chiều dài của sợi dây phải bằng một số lẻ lần $\frac{\lambda}{4}$.**

$$l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (9.2)$$

với $k = 0, 1, 2, \dots$

Khi bạn thổi một cái sáo, thì dao động của cột không khí trong sáo cũng làm xuất hiện một hệ sóng dừng mà một đầu cố định, một đầu tự do.

Nếu vật cản cố định thì tại điểm phản xạ, sóng phản xạ luôn luôn ngược pha với sóng tới và triệt tiêu lẫn nhau.

Nếu vật cản tự do thì tại điểm phản xạ, sóng phản xạ luôn luôn cùng pha với sóng tới và tăng cường lẫn nhau.

Sóng tới và sóng phản xạ, nếu truyền theo cùng một phương, thì có thể giao thoa với nhau, và tạo thành một hệ sóng dừng.

Trong sóng dừng, có một số điểm luôn luôn đứng yên gọi là nút, và một số điểm luôn luôn dao động với biên độ cực đại gọi là bụng. Khoảng cách giữa hai nút liên tiếp hoặc hai bụng liên tiếp thì bằng nửa bước sóng.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Sự phản xạ của sóng trên vật cản cố định có đặc điểm gì ?
2. Sự phản xạ của sóng trên vật cản tự do có đặc điểm gì ?
3. Sóng dừng được tạo thành vì nguyên nhân gì ?
4. Nút, bụng của sóng dừng là gì ?
5. Nêu điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu cố định.
6. Nêu điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do.
7. Chọn câu đúng.
Tại điểm phản xạ thì sóng phản xạ :
A. luôn ngược pha với sóng tới.
B. ngược pha với sóng tới nếu vật cản là cố định.
C. ngược pha với sóng tới nếu vật cản là tự do.
D. cùng pha với sóng tới nếu vật cản là cố định.
8. Chọn câu đúng.
Trong hệ sóng dừng trên một sợi dây, khoảng cách giữa hai nút hoặc hai bụng liên tiếp bằng :
A. một bước sóng.
B. hai bước sóng.
C. một phần tư bước sóng.
D. một nửa bước sóng.
9. Một dây đàn dài 0,6 m hai đầu cố định dao động với một bụng độc nhất (ở giữa dây).
a) Tính bước sóng λ của sóng trên dây.
b) Nếu dây dao động với ba bụng thì bước sóng là bao nhiêu ?
10. Trên một sợi dây dài 1,2 m có một hệ sóng dừng. Kể cả hai đầu dây, thì trên dây có tất cả bốn nút. Biết tốc độ truyền sóng trên dây là $v = 80 \text{ m/s}$, tính tần số dao động của dây.