

8

GIAO THOA SÓNG

I – MỤC TIÊU

- Mô tả được hiện tượng giao thoa của hai sóng mặt nước và nêu được các điều kiện để có sự giao thoa của hai sóng.
- Viết được công thức xác định vị trí của cực đại và cực tiểu giao thoa.
- Vận dụng được các công thức (8.2), (8.3) SGK để giải các bài toán đơn giản về hiện tượng giao thoa.

II – CHUẨN BỊ

1. Giáo viên

Thí nghiệm Hình 8.1 SGK.

2. Học sinh

Ôn lại phân tổng hợp dao động.

III – THÔNG TIN BỔ SUNG

- Nguyên lí chồng chất và vấn đề tổng hợp các dao động điều hoà.

Tổng hợp các dao động (hay các sóng) điều hoà

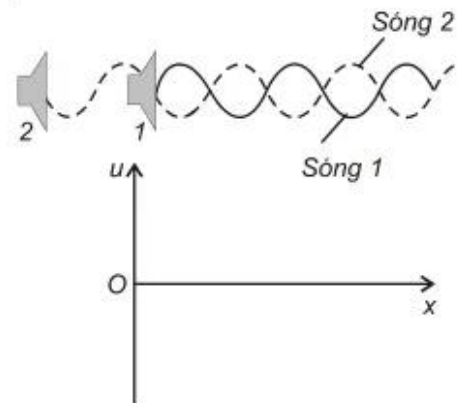
Điều gì xảy ra khi hai hay nhiều sóng có mặt đồng thời tại một điểm P của môi trường ? Như đã biết các sóng có thể đi qua nhau mà không ảnh hưởng đến nhau, nên mỗi sóng làm cho điểm P dao động giống như là khi không có mặt của sóng kia. Muốn xác định dao động của điểm P ta áp dụng *nguyên lí chồng chất* sau đây :

Khi hai hay nhiều sóng có mặt đồng thời tại một điểm của môi trường thì li độ của điểm đó là tổng vectơ các li độ gây ra bởi từng sóng riêng rẽ.

Nếu các sóng riêng rẽ làm cho điểm P của môi trường dao động theo cùng một phương thì thay cho việc tìm tổng vectơ ta tìm tổng đại số các li độ. Khi ấy, nội dung của nguyên lí chồng chất được diễn tả bằng ngôn ngữ toán học như sau :

$$u = u_1 + u_2 + \dots = \sum_i u_i$$

Ta có thể mở rộng khái niệm "tổng hợp các dao động" thành khái niệm "tổng hợp các sóng" bằng cách thực hiện phép tổng hợp dao động tại mọi điểm có các sóng truyền qua và ta được hình dạng của sóng tổng hợp tại một thời điểm. Ví dụ, ta xét trường hợp hai sóng âm cùng truyền theo trục x , mỗi sóng gây ra cho mỗi điểm trên trục x một dao động theo trục x và hai dao động này cùng biên độ nhưng ngược pha nhau : $u_1 = -u_2$. Ta nói rằng hai sóng ngược pha nhau (H.8.1). Bằng phép tổng



Hình 8.1

hợp dao động theo nguyên lí chồng chất, ta được $u = u_1 + u_2 = 0$ tại mọi điểm dọc theo trục x . Nếu đặt tai nghe hoặc micro vào các điểm này thì ta không phát hiện ra vì các phần tử không khí tại các điểm đó đứng yên.

Các điểm này không dao động. Dù các điểm trên trục x không dao động nhưng không có nghĩa là không có sóng âm truyền theo trục x , mà có nghĩa là việc

chồng chất hai sóng âm cùng biên độ và ngược pha nhau đã sinh ra một sóng âm có biên độ bằng không (giống như trường hợp một hạt đứng yên có thể là do không chịu lực nào hoặc cũng có thể là do chịu các lực cân bằng).

Chúng ta đều biết khi hai sóng kết hợp cùng truyền tới một miền không gian nào đó thì chúng giao thoa với nhau. Nói hai sóng giao thoa nhau thì không có nghĩa là sóng này cản trở sự truyền của sóng kia, mà chỉ có nghĩa là nguyên lý chồng chất được áp dụng ở đó.

- *Phân tích dao động (hay sóng)*

Nguyên lý chồng chất còn là công cụ mạnh mẽ trong việc phân tích dao động (hay sóng). Nó cho phép phân tích một dao động (hay sóng) phức tạp thành một tổng các dao động (hay sóng) điều hoà. Thật vậy nhà toán học người Pháp Fu-ri-ê đã chứng minh rằng bất kỳ một chuyển động tuần hoàn của một hạt cũng có thể xem là một tổng của các dao động điều hoà và bất kỳ một sóng tuần hoàn phức tạp nào cũng có thể xem là một tổng các sóng hình sin.

- Nguyên lý chồng chất cũng có giới hạn ứng dụng. Đối với sóng cơ truyền trong một môi trường có thể biến dạng thì nguyên lý chồng chất chỉ đúng khi mà lực hồi phục tác dụng lên mỗi dao động tỉ lệ với độ biến dạng, tức là chỉ đúng đối với những sóng có biên độ nhỏ. Nguyên lý này không áp dụng được cho những trường hợp khi độ biến dạng của môi trường vượt quá giới hạn đàn hồi, chẳng hạn như sóng xung kích gây ra bởi bom, mìn khi nổ.

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

Bài này dạy trong 1 tiết.

1. Để vân giao thoa ổn định, dễ quan sát, thì khoảng cách giữa hai mũi nhọn S_1S_2 phải có giá trị $\delta = k\lambda + \frac{\lambda}{2}$. Vì vậy, cần xác định bước sóng λ . Có thể làm như sau :

Dùng một lưới cửa sắt làm cần rung, cho cần có độ dài cỡ 25 ÷ 30 cm. Gắn chặt mũi nhọn vào đầu cần rung và đặt ê-tô sao cho mũi nhọn chạm nhẹ vào mặt nước. Gõ nhẹ cho cần dao động, rồi đo đường kính một vài gợn sóng tròn. (Xem bài tập 8, trong bài học 7).

Để làm mũi nhọn, nên dùng một mẩu dây đồng, đường kính chừng 1 mm, giữa cho nhọn hai đầu rồi uốn thành hình chữ U. Khi xác định λ thì đặt hơi

ngiêng êtô, cho một mũi nhọn chạm vào mặt nước. Sau khi xác định được λ , phải uốn nhẹ hai nhánh chữ U sao cho khoảng cách giữa hai mũi nhọn đúng bằng giá trị δ trên, cố gắng *tránh không xé dịch* mẩu dây đồng và cần rung. Xong, xoay êtô lại, cho hai mũi nhọn cùng chạm nhẹ vào mặt nước. Chờ cho mặt nước thật phẳng lặng rồi búng nhẹ vào cần rung. Nếu S_1S_2 có đúng giá trị $k\lambda + \frac{\lambda}{2}$, thì một cái búng nhẹ là đủ làm xuất hiện vân giao thoa.

Nếu vân xuất hiện nhưng chưa rõ lắm, thì tăng hoặc giảm S_1S_2 một chút cho đến khi đạt kết quả nêu trên.

Nếu có một nam châm điện nhỏ và một máy phát âm tần để duy trì dao động của cần rung, thì sau khi búng cần rung bằng tay, hãy cho dòng điện từ máy phát âm tần qua nam châm điện, rồi từ từ điều chỉnh tần số dòng điện cho đến khi thấy vân giao thoa thật ổn định.

Khi làm thí nghiệm này, cần cố gắng sao cho *cần rung chỉ rung rất nhẹ*, mà vân đã rất rõ mới là đạt. Khâu *quan trọng nhất là điều chỉnh khoảng cách S_1S_2* , phải làm thật cẩn thận, chính xác. Hai đầu S_1, S_2 cũng phải làm *nhọn* và cho chạm đều vào mặt nước.

Nếu chiếu sáng bằng đèn hoạt nghiệm thì việc quan sát các vân giao thoa trên mặt nước sẽ dễ dàng hơn.

2. Để chiếu ảnh các vân lên trần (hoặc lên tường) có thể đặt một đèn ở cao hơn mặt nước một chút và ở xa cách vài chục xentimét, rồi dùng một gương phẳng hướng ánh sáng từ đèn cho rọi hơi xiên xuống mặt nước. Khi đó, phải đặt thấu kính sao cho chùm sáng phản xạ từ mặt nước lọt hoàn toàn qua thấu kính.

Thấu kính phải lớn và có tiêu cự 30 ÷ 40 cm trở lên, để có thể đặt hơi xa mặt nước, và cho ánh sáng phản xạ dưới góc nhỏ, thì hình các hypebol mới đỡ bị méo.

3. Có thể dùng giản đồ Fre-nen để tính $u = u_1 + u_2$.

4. Chú ý rằng các công thức (8.2) và (8.3) của SGK Vật lí 12 chỉ đúng đối với hai nguồn phát sóng đồng bộ, tức là hiệu số pha dao động của hai nguồn là $\Delta\varphi = 2k\pi$. Nếu $\Delta\varphi \neq 2k\pi$ thì phải thay thế bằng công thức khác. Tuy nhiên, chẳng hạn, "điều kiện để hai sóng gặp nhau tăng cường lẫn nhau thì chúng phải đồng pha" thì luôn luôn đúng. Trong chương trình Vật lí 12 (chuẩn), ta chỉ đề cập đến hiện tượng giao thoa của hai sóng do hai nguồn đồng bộ phát ra.

V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

C1. Trên Hình 8.3 SGK, những đường hypebol nét liền biểu diễn những chỗ hai sóng gặp nhau tăng cường lẫn nhau, những đường hypebol nét đứt biểu diễn những chỗ hai sóng gặp nhau triệt tiêu lẫn nhau.

C2. Các công thức (8.2) và (8.3) chỉ đúng trong trường hợp hai nguồn phát sóng là hai nguồn đồng bộ (cùng tần số và cùng pha dao động).

1. Hiện tượng giao thoa của hai sóng là hiện tượng khi hai sóng gặp nhau, có những chỗ chúng luôn luôn tăng cường lẫn nhau, có những chỗ chúng luôn luôn triệt tiêu lẫn nhau.

2. Công thức xác định vị trí các cực đại giao thoa :

$$d_2 - d_1 = k\lambda \quad (k = 0 ; \pm 1 ; \pm 2 ; \dots)$$

3. Công thức xác định vị trí các cực tiểu giao thoa :

$$d_2 - d_1 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (k = 0 ; \pm 1 ; \pm 2 ; \dots)$$

4. Điều kiện để có hiện tượng giao thoa : Hai nguồn phát sóng phải là hai nguồn kết hợp, nghĩa là : hai nguồn phải có cùng chu kỳ (hay tần số) dao động và hiệu số pha dao động giữa hai nguồn phải luôn luôn không đổi. Ngoài ra, hai sóng do hai nguồn phát ra phải có cùng phương dao động.

5. D.

6. D.

7. Gọi M là một điểm cực đại giao thoa trên S_1S_2 . Đặt $MS_1 = d_1$ và $MS_2 = d_2$. Giả sử $d_2 - d_1 = k\lambda$. Giả sử N là một điểm cực đại giao thoa bên cạnh với $MN = \Delta d$. Đặt $NS_1 = d'_1$ với $d'_1 = d_1 + \Delta d$. Đặt $NS_2 = d'_2$ với $d'_2 = d_2 - \Delta d$ (vì tổng $d_1 + d_2 = S_1S_2$: không đổi). Hiệu đường đi tại N là $d'_1 - d'_2 = (k + 1)\lambda$. Vậy ta có :

$$d'_1 - d'_2 = (d_1 + \Delta d) - (d_2 - \Delta d) = (d_1 - d_2) + 2\Delta d = k\lambda + 2\Delta d$$

Ta được : $d'_1 - d'_2 = (k + 1)\lambda = k\lambda + 2\Delta d$.

Vậy : $\Delta d = \frac{\lambda}{2}$ với $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{0,5}{40} = 0,0125 \text{ m} = 1,25 \text{ cm}$.

$$\Delta d = \frac{1,25}{2} = 0,625 \text{ cm}.$$

8. Chứng minh tương tự như ở Bài 7, ta được : Khoảng cách giữa hai điểm đứng yên cạnh nhau trên S_1S_2 là $\frac{\lambda}{2}$. Trên khoảng S_1S_2 có 12 điểm đứng yên, tức là có

11 khoảng $\frac{\lambda}{2}$: $11 \cdot \frac{\lambda}{2} = 11 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 2 \text{ cm}$. Vậy : $v = \lambda f = 2 \cdot 26 = 52 \text{ cm/s}$.