17 SÓNG ÂM
NGUỒN NHẠC ÂM

I - MỤC TIÊU

• Nêu được nguồn gốc của âm và cảm giác về âm.

• Nêu được cường độ âm, mức cường độ âm là gì, đơn vị đo mức cường độ âm.

• Nêu được mối quan hệ giữa các đặc trưng vật lí và các đặc trưng sinh lí của âm.

• Trình bày được phương pháp khảo sát những đặc điểm của sóng âm dựa trên đồ thị dao động của nguồn âm.

• Giải thích được vì sao các nhạc cụ (nguồn nhạc âm) lại phát ra các âm có tần số và âm sắc khác nhau. Phân biệt được âm cơ bản và hoạ âm.

• Nêu được tác dụng của hộp cộng hưởng.

II - CHUẨN BỊ

– Âm thoa, đàn dây.

– Dao động kí điện tử (nếu có điều kiện).

– Ống sáo.

– Hộp cộng hưởng.

III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Khảo sát sóng âm bằng thực nghiệm. Sóng âm thường truyền qua không khí để đến tai ta. Biên độ dao động của sóng thường rất nhỏ (vào cỡ 10^{-5}m), tần số khá lớn (vào cỡ hàng trăm héc trở lên), môi trường truyền âm lại là không khí, bởi thế không quan sát trực tiếp được sóng âm bằng mắt thường. Người ta tìm cách biến đổi những dao động âm thành dao động điện tương ứng rồi đưa tín hiệu điện này vào dao động kí điện tử. Có thể quan sát những dao động điện trên màn hình của dao động kí điện tử. Dao động điện phản ánh trung thành nhiều tính chất của dao động âm. Vì thế quan sát đồ thị của dao động điện trên màn hình có thể suy ra những đặc tính của dao động âm. HS có thể tìm hiểu sơ bộ về hoạt động của dao động kí điện tử qua bài đọc thêm ở lớp 11.

Trường hợp không có dao động kí điện tử, GV có thể thông báo cho HS các đồ thị ghi được trên dao động kí điện tử để căn cứ vào đó mà nghiên cứu dao động âm.

2. Các đặc trưng vật lí của âm có quan hệ chặt chẽ với những đặc trưng sinh lí của âm cho ta cảm giác âm. Nhưng nhiều cảm giác về âm rất khó có thể mô tả bằng lời mà phải được cảm thụ trực tiếp bằng tai. Ví dụ như âm cao, âm thấp chỉ có thể phân biệt nhờ cảm thụ trực tiếp của tai. Trong ngôn ngữ thông thường hằng ngày có thể nhầm âm cao với âm to, âm thấp với âm nhỏ. Bởi vậy, cần cho HS nghe trực tiếp âm cao và âm thấp của một nhạc cụ (hay một âm thoa) phát ra. Sau đó mới phân tích đồ thị dao động của các âm đó để rút ra kết luận : âm càng cao khi tần số càng lớn.

3. *Âm cơ bản, hoạ âm và âm sắc*

Khi dây đàn dao động, trên dây xuất hiện sóng dừng với độ dài của dây thoả mãn công thức :

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

Như vậy, bước sóng của các sóng trên dây có thể có các giá trị :

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

và có tần số tương ứng :

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{nv}{2l}, \quad \text{với} \quad n = 1, 2, 3... \qquad (17.1)$$

Khi có sóng dừng cũng là có cộng hưởng vì các sóng phản xạ nhiều lần tăng cường lẫn nhau, biên độ dao động của sóng tăng đến giá trị cực đại. Nếu chiều dài của dây không phải là một số nguyên lần nửa bước sóng thì hai sóng phản xạ ở hai đầu dây sẽ làm yếu lẫn nhau và làm giảm biên độ dao động.

Phương trình (17.1) cho thấy, với một dây đàn có một độ dài xác định, hiện tượng cộng hưởng có thể xảy ra với những dao động có tần số khác nhau. Âm có tần số thấp nhất ứng với $n = 1$ gọi là âm cơ bản (hay hoạ âm bậc 1). Các hoạ âm bậc 2, bậc 3… ứng với các tần số là bội số nguyên của tần số âm cơ bản.

Như vậy một dây đàn khi bật lên có thể cộng hưởng với một số hoạ âm. Tổng hợp tất cả những hoạ âm đó, ta được một âm có tần số bằng tần số của âm cơ bản nhưng có đồ thị không phải là một hình sin mà là một đường cong tuần hoàn phức tạp. Đường cong phức tạp đó là đặc trưng của âm do mỗi nhạc cụ phát ra, gây cho ta một cảm giác riêng gọi là âm sắc của đàn.

Với ống sáo khi có sóng dừng, đầu kín của ống sáo ở gần miệng sáo (Hình 17.8 SGK) ứng với một nút sóng và đầu hở ứng với một bụng sóng. Điều kiện để có sóng dừng là độ dài của cột khí phải thoả mãn điều kiện :

$$l = \left(m\frac{\lambda}{4} \right) \text{ với } m = 1, 3, 5\ldots$$

Ống sáo chỉ có những hoạ âm bậc lẻ.

4. Những kết quả nghiên cứu về sóng dừng trên dây đàn hồi có một đầu tự do có thể áp dụng cho ống trụ đựng khí. Đầu kín của ống ứng với một nút sóng, đầu hở (nơi đặt nguồn âm) ứng với một bụng sóng.

Như vậy, điều kiện để có sóng dừng trong ống khí là độ dài l của cột khí phải thoả mãn điều kiện :

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

Ống khí có độ dài l sẽ cộng hưởng với các âm có tần số f cho bởi công thức :

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{mv}{4l} \qquad \text{với } m = 1, 3, 5...$$

Lúc đó vừa có sóng dừng, vừa có cộng hưởng âm, cường độ âm phát ra sẽ tăng lên rất nhiều.

Như vậy, chỉ có những hoạ âm bậc lẻ mới tồn tại trong ống có một đầu để hở. Chẳng hạn hoạ âm bậc 2 không thể hình thành trong loại ống đó.

5. Hộp của một cây đàn hay ống khí của một cái kèn hơi có hình dạng phức tạp, kích thước không đều. Bởi thế, khi dây đàn phát ra một âm cơ bản thì đồng thời phát ra một số hoạ âm, nhưng chỉ có một số hoạ âm cộng hưởng với hộp đàn tuỳ theo kích thước ở các phần khác nhau của hộp đàn. Do đó, hai loại nhạc cụ cùng phát ra một âm cơ bản (có cùng một tần số) nhưng âm tổng hợp phát ra bởi từng nhạc cụ nghe được lại rất khác nhau (âm sắc khác nhau).

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

1. GV làm TN biểu diễn cho một âm thoa hay một đàn dây phát ra âm. Yêu cầu HS cho biết nguồn phát ra âm có đặc điểm gì chung ? (Dao động).

Sau đó yêu cầu HS phân tích xem dao động của nguồn âm phát ra đã truyền đến tai ta như thế nào ? Từ đó rút ra nhận xét cảm giác âm phụ thuộc vào những yếu tố nào. Vì sao âm không truyền được trong chân không ?

C1 Có hai yếu tố : dao động của nguồn âm và tai người nghe.

C2 Sóng âm là sóng cơ, chỉ có thể truyền được trong môi trường vật chất. Chân không không có vật chất nên không truyền được âm.

2. *Tìm hiểu phương pháp khảo sát bằng thực nghiệm đặc điểm của dao động âm*

GV giới thiệu cách dùng dao động kí điện tử. Nếu có điều kiện thì biểu diễn cho HS quan sát màn hình của dao động kí điện tử khi đưa tín hiệu âm vào qua micrô.

Nếu không có điều kiện thì giới thiệu bằng hình vẽ một số đường cong ghi được trên dao động kí điện tử và giải thích ý nghĩa của các đường cong đó : phản ánh sự biến thiên của li độ dao động âm theo thời gian.

3. GV tạo ra các âm khác nhau để HS cảm nhận trực tiếp sau đó đưa ra đồ thị tương ứng. Dựa trên phân tích đồ thị để nhận biết những đặc tính của dao động âm tương ứng với các dạng đồ thị khác nhau.

Với việc phân tích đồ thị rút ra những đặc tính của dao động âm tương ứng với những cảm giác khác nhau về âm :

– Nhạc âm.

– Độ cao của âm (âm cao, âm thấp).

– Âm sắc.

– Cường độ âm (âm mạnh, âm yếu).

Riêng đối với mức cường độ âm và độ to của âm, vấn đề khá phức tạp, HS không thể tự phát hiện được. GV phải dùng phương pháp thuyết trình, thông báo.

C3 Những đặc trưng vật lí của dao động điều hoà là : chu kì, tần số, pha, biên độ, dạng đồ thị li độ theo thời gian.

C4 Trên một sợi dây đàn hồi một đầu cố định, một đầu tự do, khi có sóng dừng thì sẽ xuất hiện các nút và bụng sóng. Đầu cố định ứng với một nút sóng, đầu tự do ứng với một bụng sóng. Độ dài của dây khi có sóng dừng cho bởi công thức :

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

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

Câu hỏi

1. Hai dây đàn giống nhau được căng như nhau sẽ phát ra cùng một âm cơ bản. Hai hộp đàn có kích thước, hình dạng khác nhau sẽ cộng hưởng với những hoạ âm bậc khác nhau. Kết quả, âm tổng hợp là âm có cùng tần số với âm cơ bản nhưng có dạng đồ thị khác nhau nên có âm sắc khác nhau.

2. Theo công thức định nghĩa mức cường độ âm ta có :

$$L = \lg\frac{I}{I_0}$$

Trong đó I và I_0 lần lượt là cường độ của âm đang xét và âm chuẩn, L là mức cường độ âm của âm đang xét.

Bài tập

1. B. **2.** C. **3.** D. **4.** B. **5.** C.

6. Ta có :

$$10\lg\frac{I_2}{I_1} = 10\lg\frac{I_2}{I_0} - 10\lg\frac{I_1}{I_0} = L_2 - L_1$$

Vậy : $10\lg\dfrac{I_2}{I_1} = 80 - 20 = 60.$

Do đó : $\dfrac{I_2}{I_1} = 10^6$

Tiếng la hét có cường độ âm I_2 lớn hơn tiếng nói thầm có cường độ âm I_1 là 10^6 lần.

7. Khi có sóng dừng trên dây đàn hai đầu cố định thì ta có độ dài của dây là :

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

với $\lambda = \dfrac{v}{f}$, vậy $l = \dfrac{nv}{2f}$.

Âm cơ bản ứng với $n = 1$ nên $l = \dfrac{v}{2f}$.

Vậy : $l = \dfrac{250}{2.440} \approx 0,284$ m.