

Hằng ngày, luôn có những âm đủ loại, êm tai cũng như chói tai, lọt vào tai chúng ta. Vậy âm là gì, nó truyền như thế nào ? Và ta phân biệt các âm khác nhau dựa trên những đặc điểm gì ?



Hình 10.1

Sợi dây đàn căng giữa hai điểm A và B.



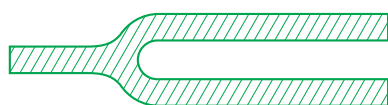
a)



b)

Hình 10.2

a) Ống sáo ; b) Thổi một dòng khí qua miệng sáo thì có âm phát ra.



Hình 10.3

Âm thoa.

C1 Hãy chỉ ra bộ phận dao động phát ra âm trong các dụng cụ này.

I - ÂM. NGUỒN ÂM

1. Âm là gì ?

Theo nghĩa hẹp, âm là những sóng truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn khi đến tai ta sẽ làm cho màng nhĩ dao động, gây ra cảm giác âm. Sóng này gọi là *sóng âm*.

Về sau, khái niệm sóng âm đã được mở rộng cho tất cả những sóng cơ, bất kể chúng có gây ra được cảm giác âm hay không.

Như vậy *sóng âm là những sóng cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn*.

Tần số của sóng âm cũng là *tần số âm*.

2. Nguồn âm

Ở THCS, ta đã biết : Âm do các vật dao động phát ra. Trên Hình 10.1, 10.2 và 10.3 có vẽ ba dụng cụ phát âm tiêu biểu : dây đàn, ống sáo và cái âm thoa.



Vậy, *một vật dao động phát ra âm là một nguồn âm*. Tần số của âm phát ra bằng tần số dao động của nguồn âm.

3. Âm nghe được, hạ âm, siêu âm

Những âm có tác dụng làm cho màng nhĩ trong tai ta dao động, gây ra cảm giác âm gọi là *âm nghe được*. Người ta còn dùng thuật ngữ *âm thanh* chỉ âm mà ta nghe được.

Âm nghe được có tần số nằm trong khoảng từ 16 Hz đến 20 000 Hz.

Âm có tần số nhỏ hơn 16 Hz, thì tai người không nghe được và gọi là *hạ âm*. Tuy nhiên, một số loài vật như voi, chim bồ câu... lại “nghe” được hạ âm.

Âm có tần số lớn hơn 20 000 Hz thì tai người cũng không nghe được và gọi là *siêu âm*. Một số loại như dơi, chó, cá heo... có thể “nghe” được siêu âm.

Có thể làm một thí nghiệm đơn giản để minh họa các loại âm nói trên bằng dụng cụ vẽ trên Hình 10.4.

Dùng một êtô kẹp chặt đầu một lưỡi cưa mỏng, có chiều dài l , rồi bật mạnh cho lưỡi cưa dao động.

Chú ý rằng chiều dài l của lưỡi cưa càng lớn thì tần số dao động càng nhỏ. Khi l nhỏ hơn một giá trị nào đó, ta mới nghe được âm do lưỡi cưa phát ra.

4. Sự truyền âm

a) Môi trường truyền âm

– Ở lớp 7, ta đã biết : âm không truyền được trong chân không (xem thí nghiệm ở Hình 10.5).



– Âm truyền được qua các chất rắn, lỏng và khí.

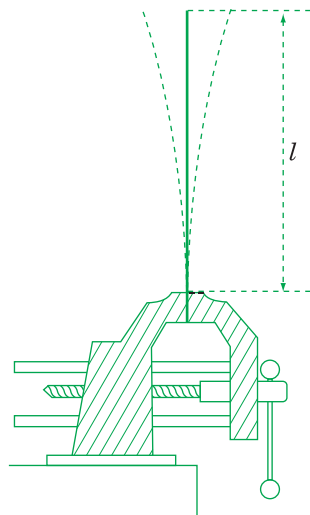
– Âm hầu như không truyền được qua các chất xốp như bông, len... Những chất đó được gọi là *chất cách âm*. Chúng thường được dùng để ốp vào tường và cửa các nhà hát, phòng ghi âm...

b) Tốc độ truyền âm

Sóng âm truyền trong mỗi môi trường với một tốc độ hoàn toàn xác định. Bảng 10.1 cho ta tốc độ truyền âm trong một số chất.



Khi sóng âm truyền qua không khí, mỗi phân tử không khí dao động quanh vị trí cân bằng theo phương trùng với phương truyền sóng, làm cho áp suất không khí tại mỗi điểm cũng dao động quanh giá trị trung bình nào đó.



Hình 10.4



Hình 10.5

Rút không khí trong chuông ra thì tiếng chuông điện nhỏ dần, rồi hầu như mất hẳn.



Thật ra, lúc trong chuông là chân không hoàn toàn, ta vẫn còn nghe thấy tiếng chuông reo rất nhỏ. Giải thích thế nào và chứng minh cách giải thích đó thế nào ?



Hãy nêu một vài dẫn chứng chứng tỏ rằng âm truyền với một tốc độ hữu hạn.

Bảng 10.1

Tốc độ truyền âm trong một số chất

Chất	v (m/s)
Không khí ở 0°C	331
Không khí ở 25°C	346
Hiđrô ở 0°C	1 280
Nước, nước biển ở 15°C	1 500
Sắt	5 850
Nhôm	6 260

Bảng 10.2

Một vài mức cường độ âm

Nguồn âm	L (dB)
Lá roi, tiếng thì thầm cách 1 m	10
Vườn vắng vẻ, phòng im lặng	20
Nhạc nhẹ, tiếng ồn trong nhà ở	40
Tiếng nói chuyện cách 1 m	60
Tiếng ồn ngoài phố	80
Máy bay phản lực lúc cất cánh	130

Trong bảng này, khi đo mức cường độ âm của các âm khác nhau, người ta đo lẫn lộn cả cường độ của những âm nghe thấy được cũng như của các hạ âm và siêu âm.

II - NHỮNG ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ CỦA ÂM

Những âm có một tần số xác định, thường do các nhạc cụ phát ra, gọi là các *nhạc âm*. Những âm như tiếng búa đập, tiếng sấm, tiếng ồn ở đường phố, ở chợ... không có một tần số xác định thì gọi là các *tạp âm*. Dưới đây, ta chỉ xét những đặc trưng vật lý tiêu biểu nhất của nhạc âm.

1. Tần số âm

Tần số âm là một trong những đặc trưng vật lý quan trọng nhất của âm.

2. Cường độ âm và mức cường độ âm

a) Cường độ âm

Sóng âm lan đến đâu thì sẽ làm cho phần tử của môi trường ở đó dao động. Như vậy, sóng âm mang theo năng lượng.

Ta gọi, *cường độ âm I tại một điểm là đại lượng đo bằng lượng năng lượng mà sóng âm tải qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian.*

Đơn vị cường độ âm là *oát trên mét vuông*, kí hiệu là W/m^2 .

b) Mức cường độ âm

Để thiết lập một thang bậc về cường độ âm, người ta đưa ra khái niệm *mức cường độ âm*.

Giả sử ta lấy làm chuẩn cường độ I_0 của âm rất nhỏ mà tai ta vừa đủ nghe được. Mức của cường độ I_0 được lấy là mức 0. Âm có cường độ $I = 10I_0$ được lấy làm mức 1 ; âm có cường độ $I = 100I_0$ được lấy làm mức 2... ta hãy xét Bảng 10.3.

Bảng 10.3

Cường độ I	I_0	$10I_0$	$100I_0$	$1000I_0$
$\frac{I}{I_0}$	1	10	100	1000
$\lg \frac{I}{I_0}$	0	1	2	3

Ta thấy đại lượng $\lg \frac{I}{I_0}$ phản ánh đúng khái niệm mức cường độ âm mà ta đã đề ra. Do đó, ta có định nghĩa sau :

Đại lượng $L = \lg \frac{I}{I_0}$ gọi là *mức cường độ âm của*

âm I (so với âm I_0). Cường độ âm ở mức 1 lớn gấp hàng chục lần I_0 ; cường độ âm ở mức 2 lớn gấp hàng trăm lần I_0 ... Đáng lẽ phải lấy I_0 nằm ở ngưỡng nghe, tức là cường độ của âm vừa đủ để tai có thể nghe thấy, nhưng người ta lại lấy âm I_0 là âm chuẩn có tần số 1 000 Hz và có cường độ $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, chung cho mọi âm có tần số khác nhau.

Đơn vị của mức cường độ âm là *ben*, kí hiệu B. Âm có mức cường độ 2 B sẽ có cường độ là $I = 100I_0 = 10^{-10} \text{ W/m}^2$.

Đơn vị ben lớn, nên trong thực tế, người ta thường dùng đơn vị deciben (dB) :

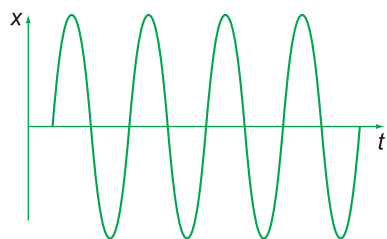
$$1 \text{ dB} = \frac{1}{10} \text{ B}$$

Công thức tính mức cường độ âm theo đơn vị deciben sẽ là :

$$L \text{ (dB)} = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

3. Âm cơ bản và hoạ âm

Khi cho một nhạc cụ phát ra một âm có tần số f_0 thì bao giờ nhạc cụ đó cũng đồng thời phát ra một loạt âm có tần số $2f_0$; $3f_0$; $4f_0$... có cường độ khác nhau. Âm có tần số f_0 gọi là *âm cơ bản* hay *hoạ âm thứ nhất*. Các âm có tần số $2f_0$; $3f_0$; $4f_0$... gọi là các *hoạ âm thứ hai, thứ ba, thứ tư*... Biên độ của các hoạ âm lớn, nhỏ không như nhau, tùy thuộc vào chính nhạc cụ đó. Tập hợp các hoạ âm tạo thành *phổ* của nhạc âm nói trên.



a) Âm thoa



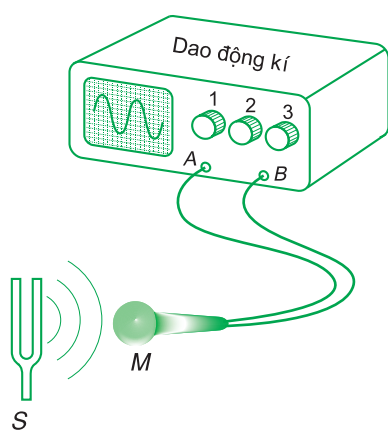
b) Sáo



c) Kèn saxô

Hình 10.6

Đồ thị dao động của ba âm thanh cùng tần số và biên độ, do ba dụng cụ khác nhau phát ra.



Hình 10.7

Cách bố trí để ghi đồ thị dao động của âm bằng một dao động kí. *M*: micrô; *A, B* lối vào của dao động kí; 1, 2, 3 núm điều chỉnh; *S*: nguồn âm.

Phổ của cùng một âm (như âm *la* chẳng hạn) do các nhạc cụ khác nhau phát ra thì hoàn toàn khác nhau.

Tổng hợp đồ thị dao động của tất cả các hoạ âm trong một nhạc âm ta được *đồ thị dao động* của nhạc âm đó.

Đồ thị dao động của cùng một nhạc âm (như âm *la* chẳng hạn) do các nhạc cụ khác nhau phát ra thì hoàn toàn khác nhau.

Trên Hình 10.6a, b, c vẽ đồ thị dao động của cùng một âm do ba nhạc cụ khác nhau phát ra : âm thoa (a), sáo (b) và kèn saxô (c).

Vậy có thể nói : *Đặc trưng vật lí thứ ba của âm là đồ thị dao động của âm đó.*

Người ta ghi đồ thị dao động của âm bằng thiết bị vẽ ở Hình 10.7.

- **Sóng âm là những sóng cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn.**
- **Nguồn âm là các vật dao động.**
- **Tần số dao động của nguồn cũng là tần số của sóng âm.**
- **Âm nghe được (âm thanh) có tần số từ 16 Hz đến 20 000 Hz.**
- **Âm có tần số dưới 16 Hz gọi là hạ âm. Siêu âm là âm có tần số trên 20 000 Hz.**
- **Nhạc âm là âm có tần số xác định.**
- **Âm không truyền được trong chân không.**
- **Trong mỗi môi trường, âm truyền với một tốc độ xác định.**
- **Về phương diện vật lí, âm được đặc trưng bằng tần số, cường độ (hoặc mức cường độ) và đồ thị dao động của âm.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Hạ âm và siêu âm có cùng bản chất không ?
2. Sóng âm là gì ?
3. Nhạc âm là gì ?
4. Trong ba môi trường rắn, lỏng và khí, âm truyền nhanh nhất trong môi trường nào, chậm nhất trong môi trường nào ?
5. Cường độ âm được đo bằng gì ?
6. Chọn câu đúng.
Siêu âm là âm
A. có tần số lớn.
B. có cường độ rất lớn.
C. có tần số trên 20 000 Hz.
D. truyền trong mọi môi trường nhanh hơn âm.
7. Chọn câu đúng.
Cường độ âm được đo bằng
A. oát trên mét vuông.
B. oát.
C. niuton trên mét vuông.
D. niuton trên mét.
8. Một lá thép dao động với chu kì $T = 80 \text{ ms}$. Âm do nó phát ra có nghe được không ?
9. Một siêu âm có tần số 1 MHz. Sử dụng Bảng 10.1, hãy tính bước sóng của siêu âm này trong không khí ở 0°C và trong nước ở 15°C .
10. Để đo tốc độ âm trong gang, nhà vật lí Pháp Bi-ô đã dùng một ống bằng gang dài 951,25 m. Một người đập một nhát búa vào một đầu ống gang, một người ở đầu kia nghe thấy hai tiếng gõ, một truyền qua gang và một truyền qua không khí trong ống gang ; hai tiếng ấy cách nhau 2,5 s. Biết tốc độ âm trong không khí là 340 m/s, hãy tính tốc độ âm trong gang.



MỘT SỐ ỨNG DỤNG CỦA SIÊU ÂM SÔNG

Siêu âm là sóng cơ có tần số từ 20 kHz trở lên, nên có bước sóng ngắn hơn bước sóng của âm nghe được rất nhiều và có thể truyền theo những chùm rất hẹp cũng như có khả năng truyền trong nước xa hơn rất nhiều, so với khi truyền trong không khí (xem Bảng 10.4).

Bảng 10.4

Tần số siêu âm (Hz)	Tầm xa trong không khí (m)	Tầm xa trong nước (km)
20 000	45	85
50 000	7,1	13,6
100 000	1,7	3,4
1 000 000	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-2}$

Dụng cụ sử dụng siêu âm để thăm dò dưới biển thông dụng hiện nay là sông, hoạt động theo nguyên tắc của radar. Sông gồm một máy đặt ở mặt ngoài của đáy tàu, máy này phát một chùm siêu âm hẹp, gần song song ; gặp đáy biển hoặc một đàn cá, một xác tàu đắm,... sóng âm phản xạ và rơi vào máy thu (đôi khi chính là máy phát, hoạt động luân phiên theo hai chế độ), được khuếch đại rồi tác động vào một máy tự động chuyển khoảng thời gian Δt từ lúc phát sóng tới lúc thu sóng phản xạ thành khoảng cách từ tàu tới vật phản xạ sóng. Do đó sông có thể dùng để phát hiện tàu ngầm, các vật trôi dạt, các đàn cá, thăm dò và lập bản đồ độ sâu của đáy biển.

Siêu âm cũng truyền được qua các vật rắn và phản xạ ở các mặt tiếp xúc giữa hai vật. Do đó, có thể dùng siêu âm để phát hiện các khuyết tật trong một vật đúc, trong một kết cấu bê tông, phát hiện các tổ mối trong đê. Ở một số nước, cái thước dây kim loại đã được thay bằng cái thước siêu âm. Thước phóng một xung siêu âm ngắn tới vật ở khoảng cách muốn đo, và ghi thời gian Δt từ lúc phát tín hiệu đến lúc nhận được tín hiệu phản xạ rồi nhân với tốc độ siêu âm. Ta đọc ngay được giá trị của khoảng cách cần đo, trên màn hiển thị.

Nhưng ứng dụng nổi tiếng nhất của siêu âm là phép ghi hình ảnh bằng siêu âm. Một đầu dò siêu âm phóng vào cơ thể người bệnh một chùm siêu âm song song (tần số từ 1 đến 5 MHz), rất ngắn (cỡ vài μs), rồi ghi các thời gian đi và về của xung ; kết hợp với một máy vi tính, mỗi xung phản xạ cho ta một ảnh của một điểm trên vật đã phản xạ. Máy phát chừng 1 000 xung/giây và được di chuyển đều đặn để cho ta ảnh của toàn bộ vật mà ta cần quan sát, trên màn hình của máy vi tính. Kỹ thuật này, hiện nay đã được sử dụng phổ biến trong các bệnh viện để quan sát các cơ quan nội tạng như gan, tuyến giáp, dạ dày, tuyến tiền liệt, thai nhi, thậm chí để quan sát chuyển động của van tim, nghiên cứu chuyển động của máu trong các động mạch, để phát hiện chỗ bong vông mạch,...

Do có tần số cao nên năng lượng chuyển trong sóng siêu âm là khá lớn. Vật hấp thụ năng lượng này có thể bị vỡ vụn thành nhiều mảnh nhỏ. Do đó, trong Y học, người ta còn dùng siêu âm để phá vỡ các viên sỏi trong thận, các cục máu đông, mà không phải dùng phẫu thuật. Trong công nghiệp, máy đầm dùng siêu âm được sử dụng khá phổ biến để đầm bê tông, đầm đá rải đường,...