

I. Âm và Nguồn âm

1. Âm là gì?

Âm (hay âm thanh) là các sóng cơ học lan truyền trong môi trường vật chất (rắn, lỏng, khí) và gây ra cảm giác thính giác ở người và động vật. Sóng âm không truyền được trong chân không.

2. Nguồn âm

Nguồn âm là những vật dao động phát ra âm thanh. Tần số âm phát ra bằng tần số dao động của nguồn.

- **Ví dụ 1:** Khi gảy một dây đàn guitar, dây đàn dao động và phát ra âm thanh. Dây đàn là nguồn âm.
- **Ví dụ 2:** Khi đánh vào mặt trống, mặt trống rung động và tạo ra sóng âm. Mặt trống là nguồn âm.
- **Ví dụ 3:** Màng loa trong các thiết bị điện tử dao động khi có dòng điện đi qua, ép không khí xung quanh và tạo ra âm thanh. Màng loa là nguồn âm.

3. Phân loại âm

- **Âm nghe được (Âm thanh):** Là những sóng âm có tần số nằm trong khoảng từ 16 Hz đến 20.000 Hz, gây ra cảm giác thính giác cho tai người.
- **Hạ âm:** Sóng âm có tần số nhỏ hơn 16 Hz. Tai người không nghe được nhưng một số loài vật như voi, chim bồ câu có thể cảm nhận.

- **Siêu âm:** Sóng âm có tần số lớn hơn 20.000 Hz. Tai người không nghe được nhưng chó, dơi, cá heo có thể phát ra và cảm nhận. Siêu âm có nhiều ứng dụng trong y tế (siêu âm thai), công nghiệp (dò khuyết tật) và hàng hải (đo độ sâu biển).

II. Các đặc trưng vật lý của âm

Đây là những đặc trưng có thể đo lường được bằng các thiết bị vật lý, không phụ thuộc vào cảm nhận của người nghe.

1. Tần số âm (f)

- **Định nghĩa:** Tần số âm là tần số dao động của nguồn âm. Đây là một trong những đặc trưng quan trọng nhất của âm.
- **Đơn vị:** Hertz (Hz).
- **Giải thích:** Tần số quyết định tính trầm, bổng của âm thanh. Tần số càng lớn, âm càng cao (bổng); tần số càng nhỏ, âm càng thấp (trầm).
- **Ví dụ:**
 - Một nốt Đô trầm có tần số khoảng 261 Hz.
 - Một nốt Đô cao hơn có tần số gấp đôi, khoảng 523 Hz.
 - Tiếng vo ve của con muỗi có tần số cao hơn tiếng ồn của động cơ ô tô.

2. Cường độ âm (I) và Mức cường độ âm (L)

a. Cường độ âm (I)

- **Định nghĩa:** Cường độ âm tại một điểm là năng lượng mà sóng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm trong một đơn vị thời gian.
- **Công thức:** $I = P / S$. Với nguồn âm điểm phát đẳng hướng, sóng âm lan truyền trong không gian dưới dạng mặt cầu, ta có $S = 4\pi R^2$. Do đó: $I = P / (4\pi R^2)$.
- Trong đó:
 - **P:** Công suất của nguồn âm (W).
 - **S:** Diện tích mặt mà sóng âm truyền qua (m^2).
 - **R:** Khoảng cách từ nguồn âm đến điểm xét (m).
 - **I:** Cường độ âm (W/m^2).
- **Giải thích:** Cường độ âm cho biết mức độ "mạnh" hay "yếu" của âm tại một vị trí. Càng xa nguồn, cường độ âm càng giảm. Cường độ âm chuẩn (ngưỡng nghe) mà tai người có thể bắt đầu nghe được là $I_0 = 10^{-12} W/m^2$.
- **Ví dụ:** Một nguồn âm điểm có công suất $P = 0.1 W$. Cường độ âm tại một điểm cách nguồn 10 m là: $I = 0.1 / (4\pi * 10^2) \approx 7.96 * 10^{-5} W/m^2$.

b. Mức cường độ âm (L)

- **Định nghĩa:** Do tai người cảm nhận độ to của âm thanh theo hàm logarit, người ta dùng một đại lượng gọi là Mức cường độ âm để biểu thị độ to.

- **Công thức:**

- Tính theo đơn vị Ben (B): **$L(B) = \log(I / I_0)$**
- Tính theo đơn vị đêxiben (dB): **$L(dB) = 10 * \log(I / I_0)$** (1 B = 10 dB)

- Trong đó:

- **I:** Cường độ âm tại điểm đang xét (W/m^2).
- **I_0 :** Cường độ âm chuẩn ($10^{-12} W/m^2$).

- **Giải thích:** Mức cường độ âm là đại lượng giúp so sánh độ lớn của một cường độ âm với cường độ âm chuẩn. Ngưỡng nghe tương ứng với $L = 0$ dB. Ngưỡng đau (âm thanh gây đau tai) là khoảng 130 dB.

- **Ví dụ 1:** Cường độ âm của tiếng nói chuyện bình thường là $I = 10^{-6} W/m^2$.

Mức cường độ âm là: $L = 10 * \log(10^{-6} / 10^{-12}) = 10 * \log(10^6) = 10 * 6 = 60$ dB.

- **Ví dụ 2:** Tại một điểm, mức cường độ âm là 80 dB. Cường độ âm tại điểm đó là: $80 = 10 * \log(I / 10^{-12})$. Suy ra $8 = \log(I / 10^{-12})$, vậy $I / 10^{-12} = 10^8$, do đó $I = 10^{-4} W/m^2$.

3. Âm cơ bản và họa âm (Đồ thị dao động âm)

- **Định nghĩa:** Đồ thị dao động âm là đồ thị biểu diễn sự biến thiên của các đại lượng dao động (li độ, vận tốc...) theo thời gian. Hình dạng của đồ thị này là một đặc trưng vật lý của âm.

- **Giải thích:**

- Khi một nhạc cụ phát ra một nốt nhạc, nó không chỉ dao động với một tần số duy nhất. Dao động của nó là tổng hợp của nhiều dao động điều hòa.
- **Âm cơ bản:** Là dao động có tần số nhỏ nhất, gọi là f_1 .
- **Họa âm:** Là các dao động có tần số bằng bội số nguyên của tần số âm cơ bản ($2f_1, 3f_1, 4f_1, \dots$).
- Tập hợp các họa âm tạo nên phổ của âm, và đồ thị dao động âm là tổng hợp của các dao động này. Mỗi nguồn âm có cấu trúc họa âm (số lượng và biên độ) khác nhau, tạo ra đồ thị dao động riêng biệt.

• Ví dụ:

- Âm do một âm thoa phát ra gần như là một sóng hình sin, chỉ có âm cơ bản. Đồ thị dao động của nó rất đơn giản.
- Âm do đàn violin và piano cùng phát ra một nốt La (tần số 440 Hz) sẽ có cùng tần số âm cơ bản $f_1 = 440$ Hz. Tuy nhiên, biên độ và số lượng các họa âm (880 Hz, 1320 Hz,...) của chúng khác nhau, dẫn đến đồ thị dao động âm có hình dạng khác nhau.

III. Các đặc trưng sinh lý của âm

Đây là những đặc trưng liên quan đến cảm giác của tai người khi nghe âm thanh. Chúng mang tính chủ quan và phụ thuộc vào đặc điểm sinh học của mỗi người.

1. Độ cao

- **Định nghĩa:** Là đặc trưng sinh lý của âm, giúp ta phân biệt được âm trầm và âm bổng.
- **Giải thích:** Độ cao của âm **gắn liền với tần số âm**. Tần số càng lớn, âm nghe càng cao (bổng). Tần số càng nhỏ, âm nghe càng thấp (trầm).
- **Ví dụ:**
 - Giọng nam thường có tần số thấp hơn nên nghe trầm hơn giọng nữ có tần số cao hơn.
 - Trong dàn nhạc, tiếng sáo (tần số cao) nghe cao và thanh hơn tiếng trống bass (tần số thấp).

2. Độ to

- **Định nghĩa:** Là đặc trưng sinh lý của âm, giúp ta phân biệt âm to và âm nhỏ.
- **Giải thích:** Độ to của âm **gắn liền với mức cường độ âm**. Mức cường độ âm càng lớn thì âm nghe càng to. Tuy nhiên, độ to còn phụ thuộc một chút vào tần số âm. Tai người nhạy cảm nhất với các âm có tần số trong khoảng 1000 Hz đến 5000 Hz.
- **Ví dụ:**
 - Tiếng thì thầm có mức cường độ âm khoảng 20 dB, nghe rất nhỏ.
 - Tiếng máy bay phản lực cất cánh có mức cường độ âm khoảng 130 dB, nghe rất to và gây đau tai.

- Một âm có tần số 100 Hz và một âm có tần số 3000 Hz cùng có mức cường độ âm 60 dB, nhưng tai người sẽ cảm nhận âm 3000 Hz to hơn.

3. Âm sắc

- **Định nghĩa:** Là đặc trưng sinh lý của âm, giúp ta phân biệt được các âm có cùng độ cao, cùng độ to nhưng do các nguồn khác nhau phát ra. Âm sắc còn được gọi là "màu sắc" của âm thanh.
- **Giải thích:** Âm sắc **gắn liền với đồ thị dao động âm** (hay cụ thể là tần số và biên độ của các họa âm). Sự khác biệt về số lượng, tần số và biên độ của các họa âm đi kèm với âm cơ bản tạo nên âm sắc riêng cho từng nguồn âm.
- **Ví dụ:**
 - Ta có thể dễ dàng phân biệt tiếng đàn piano, guitar và violin khi chúng cùng chơi một nốt nhạc ở cùng một độ to. Đó là nhờ âm sắc đặc trưng của mỗi loại nhạc cụ.
 - Chúng ta nhận ra giọng nói của người quen qua điện thoại dù không nhìn thấy họ là nhờ vào âm sắc riêng trong giọng nói của mỗi người.

IV. Bảng tổng kết mối liên hệ

Bảng dưới đây tóm tắt mối quan hệ giữa các đặc trưng vật lý và đặc trưng sinh lý tương ứng của âm thanh.

Đặc trưng sinh lý	Đặc trưng vật lý tương ứng (chủ yếu)	Mô tả
Độ cao	Tần số âm (f)	Tần số càng lớn, âm nghe càng cao (bổng).
Độ to	Mức cường độ âm (L) và Tần số âm (f)	Mức cường độ âm càng lớn, âm nghe càng to. Độ to cũng phụ thuộc vào tần số.
Âm sắc	Đồ thị dao động âm (tần số và biên độ của các họa âm)	Sự khác biệt về cấu trúc họa âm giúp phân biệt các nguồn âm khác nhau.