**CHƯƠNG 2. LÍ THUYẾT SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM**

**I. SÓNG CƠ HỌC VÀ CÁC ĐẶC TRƯNG**

**1. Định nghĩa**

**Sóng cơ** là những dao động lan truyền trong một môi trường.

**Ví dụ:** Sóng trên mặt nước là sóng truyền từ một điểm dao động trên mặt nước (bằng cần rung tạo dao động chẳng hạn) đến các phần tử khác thông qua môi trường là nước.

|  |
| --- |
| **Chú ý** |
| Khi sóng cơ truyền đi, các phần tử vật chất không truyền đi theo sóng, mà dao động xung quanh một vị trí cân bằng xác định. |

**2. Phân loại**

- Sóng cơ chia làm 2 loại: sóng ngang và sóng dọc.

**+ Sóng ngang:** là sóng trong đó các phân tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng.

**Ví dụ:** Sóng trên mặt nước là sóng ngang.

**+ Sóng dọc:** là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng.

**Ví dụ:** Sóng âm là sóng dọc, phần tử môi trường là khí.

|  |
| --- |
| **STYDY TIP** |
| - Trừ trường hợp sóng mặt nước, sóng ngang chỉ truyền trong chất rắn.- Sóng dọc truyền được cả trong chất khí, chất lỏng và chất rắn.- Sóng cơ không truyền được trong chân không. |

**3. Các đặc trưng của một sóng hình sin**

**3.1. Biên độ của sóng**

**- Biên độ *A*** của sóng là biên độ dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua.

- Đơn vị: m, thông thường là cm.

**3.2. Chu kì, tần số của sóng**

**- Chu kì *T*** của sóng là chu kì dao độngcủa một phần tử của môi trường có sóng truyền qua. Đơn vị: giây.

**- Tần số *f*** của sónng là số dao động của một phần tử môi trường có sóng truyền qua trong một khoảng thời gian. Đơn vị: Héc (Hz).



*N*: số dao động thực hiện được trong khoảng thời gian: .

|  |
| --- |
| **Chú ý** |
| Khi sóng truyền đi, tần số sóng không thay đổi |

**3.3. Tốc độ truyền sóng**

**- Tốc độ truyền sóng *v*** là tốc độ lan truyền dao động trong một môi trường.

- Đối với mỗi môi trường, tốc độ truyền sóng *v* có một giá trị không đổi.

**Nhận xét:** Tốc độ truyền sóng phụ thuộc vào:

+ Bản chất của môi trường (mật độ, tính đàn hồi của môi trường,…)

+ Nhiệt độ.

|  |
| --- |
| **Lưu ý** |
| Tốc độ truyền sóng giảm theo thứ tự: rắn, lỏng, khí: vr > vl > vk |

**3.4. Bước sóng**

**- Bước sóng ** là quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kì, hay là khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm trên cùng phương truyền sóng mà tại đó dao động cùng pha.



|  |
| --- |
| **STUDY TIP** |
| - Khoảng cách giữa hai ngọn (đỉnh) sóng liên tiếp là **một bước sóng.**- Khoảng cách giữa n ngọn (đỉnh) sóng liên tiếp là  **bước sóng**. |

**3.5. Năng lượng sóng**

**- Năng lượng sóng** là năng lượng dao động của các phần tử môi trường có sóng truyền qua.

**II. PHƯƠNG TRÌNH SÓNG**

**1. Phương trình sóng**

- Xét một sóng hình sin lan truyền trong một môi trường, sóng này phát ra từ một nguồn điện O. Giả sử phương trình dao động tại O có dạng



Trong đó:

\*  là li độ tại O tại thời điểm *t* (m)

\* *a* là biên độ (m)

\*  là tần số góc của sóng (rad/s)

\*  là pha ban đầu (rad)

- Xét một điểm M nằm trên phương truyền sóng, cách O một khoảng . Nếu bỏ qua mất mát năng lượng, thì biên độ của M bằng biên độ của nguồn O, dao động tại M sẽ trễ pha hơn dao động tại nguồn O một góc . Phương trình dao động tại M có dạng



- Nếu sóng truyền theo chiều dương Ox . Khi đó . Phương trình sóng tại M có dạng



- Nếu sóng truyền theo chiều âm Ox . Khi đó . Phương trình sóng tại M có dạng





**2. Một số tính chất của sóng suy ra từ phương trình sóng**

- Xét phương trình sóng tại một điểm M bất kì, cách nguồn cố định O có phương trình  một khoảng là *d*, tại thời điểm *t*. Phương trình sóng tại M có dạng:



Từ phương trình trên, ta thấy rằng:

+ Nếu giữ nguyên *d*, thì  chỉ phụ thuộc vào biến *t*, ta nói rằng tuần hoàn theo thời gian với chu kì *T*. Bởi vì





+ Nếu giữ nguyên *t*, thì  chỉ phụ thuộc vào biến *d*, ta nói rằng tuần hoàn theo không gian với chu kì  (tức là cứ sau mỗi khoảng có độ dài bằng một bước sóng, sóng lại có hình dạng lặp lại như cũ). Bởi vì



.

Vậy, sóng có tính chất **tuần hoàn theo không gian và thời gian.**

**III. GIAO THOA SÓNG**

**1. Định nghĩa**

**- Hai nguồn kết hợp** là hai nguồn dao động có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

**- Hiện tượng giao thoa của sóng** là hiện tượng hai sóng kết hợp dao động cùng phương gặp nhau, giao thoa với nhau.

Trên miền giao thoa có các điểm dao động với biên độ cực đại (sóng từ hai nguồn truyền tới điểm đó tăng cường nhau) và có các điểm dao động với biên độ cực tiểu (sóng từ hai nguồn truyền tới điểm đó làm yếu nhau) tạo thành **hình ảnh giao thoa.**

|  |
| --- |
| **Chú ý** |
| **Điều kiện giao thoa sóng:** Hai nguồn dao động là hai nguồn kết hợp và dao động cùng phương, tức là hai nguồn có:+ Cùng tần số+ Cùng phương dao động+ Có độ lệch pha khong đổi theo thời gian |

**2. Phương trình dao động của một điểm trên vùng giao thoa.**

Trong chương trình Vật lí 12 của Bộ giáo dục, chỉ xét hai nguồn kết hợp cùng pha; ngược pha. Nhưng để có cái nhìn tổng quát, ta xét hai nguồn  lệch pha nhau bất kì, rồi sau đó mới xét các trường hợp cùng pha, ngược pha, vuông pha,…



Xét hai nguồn kết hợp  có phương trình dao động lần lượt là





Gọi M là một điểm nằm trong vùng giao thoa giữa hai nguồn, cách nguồn  một khoảng , cách nguồn  một khoảng .

Phương trình sóng tại M do truyền tới là 

Phương trình sóng tại M do  truyền tới là 

Phương trình sóng tổng hợp tại M là 

Ta có thể thấy, đây chính là tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.

Để biết được phương trình dao động tổng hợp, ta có thể dùng công thức lượng giác để biến đổi tổng thành tích cho (3), hoặc có thể tính trực tiếp công thức biên độ tổng hợp và công thức xác định pha ban đầu trong phần tổng hợp dao động ở phần dao động cơ đã được học. Ở đây ta sử dụng công thức biến đổi tổng thành tích . Khi đó ta có:







Vậy, dao động của phần tử tại M là dao động điều hòa, cùng tần số với hai nguồn và có biên độ dao động là 

Trường hợp hay gặp nhất là hai nguồn cùng pha, tức là , khi đó .

**Chú ý:** Nếu hai nguồn  có biên độ khác nhau, thì ta không thể áp dụng công thức lượng giác biến tổng thành tích cho (3), mà khi đó ta sẽ dùng công thức tính biên độ tổng hợp của dao động.

Cụ thể, giả sử  thì 

Biên độ của dao động tổng hợp tại M được xác định bởi 

Tiếp theo, ta sẽ xét xem khi nào thì một điểm trên vùng giao thoa dao động với biên độ cực đại? Khi nào dao động với biên độ cực tiểu?

|  |
| --- |
| **STUDY TIP** |
| Trong phòng thi, ta không nên nhớ công thức như bên rồi áp dụng, vì nó rất dài và khó nhớ. Có thể bạn đọc nhớ được trong thời gian học phần này, nhưng đến lúc cuối ôn thi bạn sẽ quên! Vậy nên chúng ta hãy học theo bản chất vì sao lại có công thức đó? Bản chất của nó chính là việc tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số, và bài toán về tổng hợp dao động ta đã xem xét kĩ ở phần trước rồi!!! |

**4. Vị trí cực đại và cực tiểu giao thoa**

Để hiểu một cách tổng quát, trước hết, ta xét trường hợp hai nguồn lệch pha nhau bất kì, sau đó xét các trường hợp hay gặp là cùng pha, ngược pha.

**4.1. Trường hợp hai nguồn lệch pha nhau bất kì**

- Vị trí cực đại giao thoa là vị trí mà phần tử tại đó dao động với biên độ cực đại.

- Vị trí tiểu giao thoa là vị trí mà phần tử tại đó dao động với biên độ cực tiểu (bằng 0).

- Để xác định vị trí cực đại và cực tiểu giao thoa, ta có hai cách xác định;

**\* Cách thứ nhất:** Sử dụng công thức biên độ sóng tại một điểm bất kì, tìm giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của biên độ.

**Vị trí cực tiểu giao thoa**

Ta có 

Dấu bằng xảy ra khi 

.

Như vậy, vị trí cực tiểu giao thoa được xác định thông qua

.

**Vị trí cực đại giao thoa**

Ta có 

Dấu bằng xảy ra khi 





.

Như vậy, vị trí cực đại giao thoa được xác định thông qua .

**\* Cách thứ hai:** Xét độ lệch pha của hai sóng từ nguồn truyền tới điểm M. Điểm M bất kì dao động với biên độ cực đại khi sóng tới từ 2 nguồn đến điểm M  dao động cùng pha; dao động với biên độ cực tiểu khi sóng tới từ 2 nguồn đến điểm M dao động ngược pha.

Độ lệch pha giữa hai sóng tới tại M  là



**Vị trí cực tiểu giao thoa**

Để M là một cực tiểu giao thoa, thì sóng tới từ 2 nguồn đến điểm  dao động ngược pha.

Để dao động ngược pha thì , tương đương



Tức là .

**Vị trí cực đại giao thoa**

Để M là một cực đại giao thoa, thì sóng tới từ 2 nguồn đến điểm M  dao động cùng pha.

Để dao động cùng pha thì , tương đương



Tức là .

**Chú ý:**

**-** Hai nguồn cố định và hai nguồn cách nhau một khoảng không đổi. Mặt khác, vị trí cực đại giao thoa thỏa mãn  và vị trí cực tiểu giao thoa thỏa mãn

.

Suy ra, ứng với một giá trị *k*, ta sẽ có  không đổi,

- Như vậy, theo định nghĩa đường Hypebol, tập hợp các điểm M thỏa mãn  hoặc  đều là đường Hypebol.

Các đường Hypebol này nhận  làm tiêu điểm.

**Hypebol cực đại**

Hypebol ứng với  gọi là Hypebol cực đại. Các đường nét liền là các đường Hypebol cực đại.

\*  là cực đại bậc 0 (cực đại trung tâm)

\*  là cực đại bậc 1.

\*  là cực đại bậc 2.

\* ….

\*  là cực đại bậc *n*.

**Hypebol cực tiểu**

Hypebol ứng với  gọi là Hypebol cực tiểu. Các đường nét đứt là các đường Hypebol cực tiểu.

 \*  là cực tiểu thứ nhất.

\*  là cực tiểu thứ hai.

\*  là cực tiểu thứ ba.

\* ….

\*  là cực tiểu thứ *n*.

|  |
| --- |
| **Ví dụ** |
| Trong trường hợp hai nguồn cùng pha, các đường Hypebol được mô tả bằng hình vẽ dưới đây: |

**4.2. Trường hợp hai nguồn cùng pha**

Trường hợp hai nguồn cùng pha chính là trường hợp tổng quát bên trên khi thay , với *m* nguyên.

**Vị trí cực tiểu giao thoa**





Tức là tại những điểm có hiệu  bằng số bán nguyên lần bước sóng.

**Vị trí cực đại giao thoa**





Tức là tại những điểm có hiệu  bằng số nguyên lần bước sóng.

**4.3. Trường hợp hai nguồn ngược pha**

Trường hợp hai nguồn cùng pha chính là trường hợp tổng quát bên trên khi thay , với *m* nguyên.

**Vị trí cực tiểu giao thoa**





Tức là tại những điểm có hiệu  bằng số nguyên lần bước sóng.

**Vị trí cực đại giao thoa**





Tức là tại những điểm có hiệu  bằng số bán nguyên lần bước sóng.

**IV. SÓNG DỪNG**



**1. Khái niệm sóng phản xạ**

Sóng do nguồn phát ra lan truyền trong môi trường khi gặp vật cản thì bị phản xạ và truyền ngược trở lại theo phương cũ. Sóng truyền ngược lại sau khi gặp vật cản gọi là sóng phản xạ.

**2. Đặc điểm của sóng phản xạ**

- Sóng phản xạ có cùng biên độ, tần số với sóng tới.

- Sóng phản xạ có dấu ngược với sóng tới (ngược pha với sóng tới) ở điểm phản xạ nếu đầu phản xạ cố định.

- Sóng phản xạ cùng dấu với sóng tới (cùng pha với sóng tới) ở điểm phản xạ nếu đầu phản xạ tự do.

**3. Khái niệm về sóng dừng**

- Sóng dừng là trường hợp đặc biệt của giao thoa sóng, trong đó có sự giao thoa giữa sóng tới và sóng phản xạ.

- Những điểm tăng cường lẫn nhau gọi là bụng sóng (những điểm có biên độ dao động cực đại), những điểm triệt tiêu lẫn nhau gọi là nút sóng (những điểm có biên độ dao động cực tiểu – không dao động).

**4. Phương trình sóng dừng**

**4.1. Trường hợp 1 đầu dao động nhỏ, 1 đầu cố định**



Xét sóng dừng trên một sợi dây. Đầu P của dây được kích thích dao động nhỏ (được coi là nút), đầu còn lại Q được gắn cố định. 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.

Gọi *d* là khoảng cách giữa một điểm M bất kì trên dây và điểm cố định Q. Bây giờ, ta sẽ xét khi đầu P dao động thị phương trình dao động của điểm được xác định bởi biểu thức nào?

Để biết được phương trình dao động của M, ta cần biết được các phương trình sóng truyền tới M, sau đó tổng hợp lại là được phương trình sóng tại điểm M. Bình thường, với lối suy nghĩ tự nhiên ta sẽ giả sử phương trình sóng tại đầu dao động P là .

 Sóng này truyền tới điểm M trên dây, và truyền tới đầu cố định Q. Tại đầu cố định Q, sóng bị phản xạ ngược trở lại và sóng phản xạ truyền đến M. Tại M là sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ, nên ta sẽ viết được phương trình sóng tại M.

Giả sử khoảng cách giữa PQ là *l*. Phương trình sóng tại M do nguồn P truyền đến là



Phương trình sóng tại Q do nguồn P truyền đến là  .

Phương trình sóng phản xạ tại Q là 

Phương trình sóng phản xạ truyền tới M là



Phương trình sóng tại M là









Từ phương trình sóng tại M ta suy ra một số kết quả quan trọng sau đây:

**\* Biên độ của điểm M trên dây cách đầu cố định Q một khoảng *d***



**\* Điều kiện để có sóng dừng trên dây**

Vì đầu P dao động nhỏ, được coi là nút, nên tại đầu P có . Cho M trùng với P thì ta có  và khi đó đó do biên độ bằng 0 nên



Trong đó  Vật điều kiện để có sóng dừng trên dây với hai đầu cố định là chiều dài dây phải bằng số nguyên lần nữa bước sóng.

**\* Vị trí điểm bụng**

Ta có  nên điểm M dao động với biên độ cực đại khi đẳng thức xảy ra, tức là

 

Trong đó  Lúc này, các điểm bụng cách đầu cố định một khoảng bằng số bán nguyên lần nửa bước sóng.

**\* Vị trí điểm nút**

Ta có  nên điểm M dao động với biên độ cực tiểu khi đẳng thức xảy ra, tức là

.

Trong đó  lúc này, các điểm nút cách đầu cố định một khoảng bằng số nguyên lần nửa bước sóng.

**4.2. Trường hợp 1 đầu dao động nhỏ, 1 đầu tự do**



Thực nghiệm chứng tỏ đầu tự do là bụng sóng. Sóng phản xạ tại đầu tự do cùng pha với sóng tới.

Giả sử khoảng cách giữa PQ là *l*. Phương trình sóng tại M do nguồn P truyền đến là



Phương trình sóng tại Q do nguồn P truyền đến là 

Phương trình sóng phản xạ tại Q là 

Phương trình sóng phản xạ truyền tới M là 

Phương trình sóng tại M là 







.

Từ phương trình sóng tại M ta suy ra một số kết quả quan trọng sau đây:

\* Biên độ của điểm M trên dây cách đầu tự do Q một khoảng d 

**\* Điều kiện để có sóng dừng trên dây**

Vì đầu P dao động nhỏ, được coi là nút, nên tại đầu P có . Cho M trùng với P thì ta có  và khi đó do biên độ bằng 0 nên



Trong đó  Ta có thể viết lại dưới dạng  với *m* là số lẻ.

Vậy điều kiện là chiều dài dây phải bằng số lẻ lần một phần tư bước sóng.

**\* Vị trí điểm bụng**

Ta có  nên điểm M dao động với biên độ cực đại khi đẳng thức xảy ra, tức là



Trong đó  Lúc này, các điểm bụng cách đầu tự do một khoảng bằng số nguyên lần nửa bước sóng.

**\* Vị trí điểm nút**

Ta có  nên điểm M dao động với biên độ cực tiểu khi đẳng thức sảy ra, tức là



Trong đó  lúc này, các điểm nút cách đầu cố định một khoảng bằng số bán nguyên lần nửa bước sóng.

**4.3. Nhận xét quan trọng**

Dưới đây là các nhận xét rất quan trọng để trả lời các câu hỏi lí thuyết cũng như làm các bài tập liên quan đến sóng dừng, bạn đọc nên lưu ý kĩ!

Khi có sóng dừng trên dây, ta có các nhận xét sau đây:

**\* Nhận xét về khoảng cách giữa bụng và nút**

- Khoảng cách giữa hai bụng hoặc hai nút liền kề là . Điều này có thể giải thích đơn giản bằng cách thay *k* của các biểu thức *d* bởi *m* và ** rồi lấy  thì ta luôn có kết quả .

- Khoảng cách giữa nút và bụng liền kề là .

- Khoảng cách giữa nút và bụng bất kì trên dây là .

- Khoảng cách giữa hai bụng bất kì hoặc giữa hai nút bất kì trên dây là .

**\* Nhận xét về biên độ của các điểm trên dây**

- *Trường hợp 2 đầu cố định*

Biên độ của điểm M trên dây cách đầu cố định Q một khoảng *d* được xác định bởi 

Vì khoảng cách giữa các nút bất kì trên dây là  nên ta có  trong đó *x* là khoảng cách từ nút đến điểm M. Khi đó ta có

 

Từ đó suy ra, biên độ của điểm M trên dây trong trường hợp hai đầu cố định có thể tính được khi biết khoảng cách *x* giữa một nút bất kì và điểm M.

*- Trường hợp 1 đầu cố định 1 đầu tự do*

Biên độ của điểm M trên dây cách đầu tự do Q một khoảng *d* được xác định bởi 

Vì khoảng cách giữa các bụng bất kì trên dây là  nên ta có  trong đó *x* là khoảng cách từ bụng đến điểm M. Khi đó ta có

 

Từ đó suy ra, biên dộ của điểm M trên dây trong trường hợp 1 đầu cố định, 1 đầu tự do có thể tính được khi biết khoảng cách *x* giữa một bụng bất kì và điểm M.

|  |
| --- |
| **Chú ý** |
| Ngoài ra, từ biểu thức biên độ ta cón có các nhận xét sau đây:- Biên độ của bụng là  - Bề rộng của bụng là   |

**\* Nhận xét về pha của các điểm trên dây**

- Các điểm nằm trong cùng một bó sóng thì luôn dao động cùng pha.

Chứng minh:

Xét trường hợp hai đầu cố định.

Xét tất cả các điểm thuộc một bó sóng cách đầu cố định một khoảng d với



Ở đây n = 0,1,2,…(n = 0 ứng với bó sóng thứ nhất tính từ đầu cố định, n = 1 là bó sóng thứ hai, …). Với mỗi điểm cách đầu cố định một khoảng d, thì có phương trình dao động là:



Nếu n chẵn thì với mọi , ta có 

Vì n chẵn nên dựa vào đường tròn lượng giác trong Toán học, ta có góc thuộc góc phần tư thứ nhất và thứ hai, khi đó sin> 0. Tức là với mọi điểm thuộc bó sóng đều có sin> 0, có nghĩa là pha của các điểm đó đều là , suy ra chúng luôn cùng pha.

Nếu n lẻ thì ta có góc thuộc góc phần tư thứ ba và thứ tư, khi đó khi đó sin< 0. Tức là với mọi điểm thuộc bó sóng đều có sin< 0, có nghĩa là pha của các điểm đó đều là , suy ra chúng luôn cùng pha.

Trong trường hợp 1 đầu là nút, 1 đầu là bụng, ta lập luận và chứng minh tương tự như trên, xin dành cho các bạn đọc.

Như vậy, ta đã có điều phải chứng minh.

|  |
| --- |
| **Nhận xét** |
| Với cách chứng minh như bên, ta hoàn toàn có thể chứng minh được các nhận xét tiếp theo đây.- Các điểm nằm trong 2 bó liền kề luôn dao động ngược pha.- Các điểm đối xứng nhau qua bụng thì luôn cùng pha. Tức là nếu sóng dừng trên dây có n bó sóng, ta đánh số 1,2,3,…, n cho các bó sóng thì các bó có số chẵn sẽ cùng pha với nhau, các bó có số lẻ sẽ cùng pha với nhau.- Các điểm đối xứng nhau qua một nút thì luôn dao động ngược pha. Ví dụ, các điểm thuộc 2 bó sóng liền kề sẽ dao động ngược pha với nhau. |

\* Nhận xét về vấn đề dây duỗi thẳng

Dây duỗi thẳng khi tất cả các điểm trên dây có li độ dao động u = 0

Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là khoảng thời gian vật đi từ u = 0 đến biên rồi trở về u = 0, hết thời gian T/2.

Khoảng thời gian giữa n lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là 

\* Nhận xét về tốc độ truyền âm và vận tốc dao động

Cần phân biệt giữa khái niệm tốc độ truyền sóng và vận tốc dao động của một phần tử trên dây.

Tốc độ truyền sóng được xác định bởi còn vận tốc dao động của một phần tử trên dây là đạo hàm của li độ dao động của phần tử đó.

**V. SÓNG ÂM**

**1. Khái niệm**

- Sóng âm là những sóng cơ học lan truyền trong môi trường rắn, lỏng, khí,…

- Một vật dao động phát ra âm gọi là nguồn âm. Tần số của âm phát ra bằng tần số dao động của nguồn âm.

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

- Sóng âm không truyền được trong chân không.

|  |
| --- |
| **Chú ý** |
| - Trong chất khí và chất lỏng, sóng âm là sóng dọc vì trong các chất này lực đàn hồi chỉ xuất hiện khi có biến dạng nén, dãn.- Trong chất rắn, sóng âm gồm cả sóng ngang và sóng dọc, vì lực đàn hồi xuất hiện cả khi có biến dạng lệch và biến dạng nén, dãn. |

**2. Những đặc trưng vật lí của âm**

**2.1. Tần số âm**

Tần số âm là tần số dao động của âm mà tai người bình thường có giới hạn trong khoảng từ 16 Hz đến 20.000 Hz.

**2.2. Tốc độ truyền âm**

- Tốc độ truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi, mật độ phần tử và nhiệt độ của môi trường.

- Tốc độ truyền âm giảm dần trong các môi trường rắn, lỏng, khí.

|  |
| --- |
| **STUDY TIP** |
| - Voi, chim, bồ câu, …có thể “nghe” được hạ âm.- Dơi, chó, cá heo, … có thể “nghe” được siêu âm. |

**2.3. Năng lượng âm**

Sóng âm mang theo năng lượng tỉ lệ với bình phương biên độ.

**2.4. Cường độ âm**

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 một đơn vị thời gian: .

Đơn vị cường độ âm là  hoặc 

**2.5. Mức cường độ âm**

Là đại lượng Vật lí xác định bởi 

Đơn vị: Ben (B).1B = 10dB (đề xi ben). 

 là cường độ âm chuẩn, .

**3. Những đặc trưng sinh lý của âm**

**3.1. Độ cao**

Độ cao của âm là đặc trung sinh lí phụ thuộc vào tần số của âm, âm có tần số càng lớn nghe càng cao, âm có tần số càng nhỏ nghe càng trầm.

**3.2. Độ to**

- Độ to của âm là một khái niệm nói về đặc trưng sinh lí của âm gắn liền với đặc trưng vật lí mực cường độ âm.

- Độ to của âm phụ thuộc vào cường độ âm, mức cường độ âm và tần số của âm.

**3.3. Âm sắc**

- Các nhạc cụ khác nhau phát ra âm có cùng một độ cao nhưng tai ta có thể phân biệt được âm của từng nhạc cụ, đó là vì chúng có âm sắc khác nhau.

- Âm có cùng một độ cao do các nhạc cụ khác nhau phát ra có cùng một chu kì nhưng đồ thị dao động của chúng có dạng khác nhau.

- Vậy, âm sắc là một đặc trung sinh lí của âm, giúp ta phân biệt âm do các nguồn khác nhau phát ra. Âm sắc có liên quan mật thiết với đồ thị dao động âm.

|  |
| --- |
| **Chú ý** |
| Không thể lấy mức cường độ âm làm số đo độ to của âm được |