

III. SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Sóng cơ và sự truyền sóng cơ.

* **Sóng cơ:** Sóng cơ là dao động cơ lan truyền trong môi trường vật chất.

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

Trừ trường hợp sóng mặt nước, sóng ngang chỉ truyền được trong chất rắn.

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

Sóng dọc truyền được cả trong chất khí, chất lỏng và chất rắn.

Sóng cơ không truyền được trong chân không.

+ Bước sóng λ : là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng dao động cùng pha.

Bước sóng cũng là quãng đường sóng lan truyền trong một chu kỳ: $\lambda = vT = \frac{v}{f}$.

+ Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng mà dao động ngược pha là $\frac{\lambda}{2}$.

+ Năng lượng sóng: sóng truyền dao động cho các phần tử của môi trường, nghĩa là truyền cho chúng năng lượng. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

* Phương trình sóng

Nếu phương trình sóng tại nguồn O là $u_O = A_0 \cos(\omega t + \varphi)$ thì phương trình sóng tại M trên phương truyền sóng là: $u_M = A_M \cos(\omega t + \varphi - 2\pi \frac{OM}{\lambda}) = A_M \cos(\omega t + \varphi - \frac{2\pi x}{\lambda})$.

Nếu bỏ qua mất mát năng lượng trong quá trình truyền sóng thì biên độ sóng tại O và tại M bằng nhau ($A_O = A_M = A$).

Độ lệch pha của hai dao động giữa hai điểm cách nhau một khoảng d trên phương truyền sóng: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$.

* Tính tuần hoàn của sóng

Tại một điểm M xác định trong môi trường: u_M là một hàm biến thiên điều hòa theo thời gian t với chu kỳ

$$T: u_t = A \cos(\frac{2\pi}{T} t + \varphi_M).$$

Tại một thời điểm t xác định: u_M là một hàm biến thiên điều hòa trong không gian theo biến x với chu kỳ λ :

$$u_x = A \cos(\frac{2\pi}{\lambda} x + \varphi_t).$$

2. Giao thoa sóng.

+ Điều kiện cần và đủ để hai sóng giao thoa được với nhau là hai sóng đó phải là hai sóng kết hợp, xuất phát từ hai nguồn dao động cùng phương, cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian. Hai nguồn kết hợp có cùng pha là hai nguồn đồng bộ.

+ Hai sóng do hai nguồn kết hợp phát ra là hai sóng kết hợp.

+ Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng kết hợp khi gặp nhau thì có những điểm, ở đó chúng luôn luôn tăng cường lẫn nhau; có những điểm ở đó chúng luôn luôn triệt tiêu nhau.

+ Nếu tại hai nguồn S_1 và S_2 cùng phát ra hai sóng giống hệt nhau: $u_1 = u_2 = A \cos \omega t$ và nếu bỏ qua mất mát năng lượng khi sóng truyền đi thì sóng tại M (với $S_1M = d_1$; $S_2M = d_2$) là tổng hợp hai sóng từ S_1 và S_2

truyền tới sẽ có phương trình là: $u_M = 2A \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos(\omega t - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda})$.

+ Cực đại giao thoa nằm tại các điểm có hiệu đường đi của hai sóng tới đó bằng một số nguyên lần bước sóng: $d_2 - d_1 = k\lambda$; ($k \in \mathbb{Z}$)

+ Cực tiểu giao thoa nằm tại các điểm có hiệu đường đi của hai sóng tới đó bằng một số nguyên lẻ nửa bước sóng: $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$; ($k \in \mathbb{Z}$).

+ Tại điểm cách đều hai nguồn sẽ có cực đại nếu sóng từ hai nguồn phát ra cùng pha, có cực tiểu nếu sóng từ hai nguồn phát ra ngược pha nhau.

+ Trên đoạn thẳng S_1S_2 nối hai nguồn, khoảng cách giữa hai cực đại hoặc hai cực tiểu liên tiếp (gọi là khoảng vân i) là: $i = \frac{\lambda}{2}$.

+ Hiện tượng giao thoa là một hiện tượng đặc trưng của sóng, tức là mọi quá trình sóng đều có thể gây ra hiện tượng giao thoa. Ngược lại, quá trình vật lý nào gây được hiện tượng giao thoa cũng tất yếu là một quá trình sóng.

+ Một hiện tượng đặc trưng nữa của sóng là hiện tượng nhiễu xạ. Đó là hiện tượng sóng khi gặp vật cản thì sóng đi lệch khỏi phương truyền thẳng và đi vòng ra phía sau vật cản.

3. Sóng dừng.

* **Sự phản xạ sóng:** Khi sóng truyền đi nếu gặp vật cản thì nó có thể bị phản xạ. Sóng phản xạ cùng tần số và cùng bước sóng với sóng tới.

+ Nếu đầu phản xạ cố định thì sóng phản xạ ngược pha với sóng tới.

+ Nếu vật cản tự do thì sóng phản xạ cùng pha với sóng tới.

* Sóng dừng

+ Sóng tới và sóng phản xạ nếu truyền theo cùng một phương, thì có thể giao thoa với nhau, và tạo ra một hệ sóng dừng.

+ Trong sóng dừng có một số điểm luôn luôn đứng yên gọi là nút, và một số điểm luôn luôn dao động với biên độ cực đại gọi là bụng.

Khoảng cách giữa hai nút liên tiếp hoặc hai bụng liên tiếp bằng nửa bước sóng.

+ Để có sóng dừng trên sợi dây với hai nút ở hai đầu (hai đầu cố định) thì chiều dài của dây phải bằng một số nguyên nửa bước sóng.

+ Để có sóng dừng trên sợi dây với một đầu là nút một đầu là bụng (một đầu cố định, một đầu tự do) thì chiều dài của sợi dây phải bằng một số nguyên lẻ một phần tư bước sóng.

4. Sóng âm.

* Đặc trưng vật lý của âm

+ Sóng âm là những sóng cơ học dọc truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn.

+ Nguồn âm là các vật dao động phát ra âm.

+ 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 20000 Hz.

+ Âm có tần số dưới 16 Hz gọi hạ âm.

+ Âm có tần số trên 20000 Hz gọi là siêu âm.

+ Nhạc âm là âm có tần số xác định, tạp âm là âm không có một tần số xác định.

+ Âm không truyền được trong chân không.

+ Trong một môi trường, âm truyền với một tốc độ xác định. Vận tốc truyền âm phụ thuộc vào tính đàn hồi, mật độ của môi trường và nhiệt độ của môi trường. Khi âm truyền từ môi trường này sang môi trường khác thì vận tốc truyền âm thay đổi, bước sóng của sóng âm thay đổi còn tần số của âm thì không thay đổi.

+ Âm hầu như không truyền được qua các chất xốp như bông, len, ..., những chất đó được gọi là chất cách âm.

+ Cường độ âm I tại một điểm là đại lượng đo bằng 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 W/m^2 : $I = \frac{W}{St} = \frac{P}{S}$.

Với nguồn âm có công suất P và âm phát ra như nhau theo mọi hướng thì cường độ âm tại điểm cách nguồn âm một khoảng R là: $I = \frac{P}{4\pi R^2}$; với $4\pi R^2$ là diện tích mặt cầu bán kính R .

+ Ngưỡng nghe: là cường độ âm nhỏ nhất mà tai người còn có thể nghe rõ. Ngưỡng nghe phụ thuộc vào tần số âm. Âm có tần số 1000 Hz đến 5000 Hz, ngưỡng nghe khoảng $10^{-12} W/m^2$.

+ Ngưỡng đau: là cường độ âm cực đại mà tai người còn có thể nghe được nhưng có cảm giác đau nhức. Đối với mọi tần số âm ngưỡng đau ứng với cường độ âm $10 W/m^2$.

+ Miền nghe được: là miền nằm giữa ngưỡng nghe và ngưỡng đau.

+ Đại lượng $L = \lg \frac{I}{I_0}$ với I_0 là chuẩn cường độ âm (âm rất nhỏ vừa đủ nghe, thường lấy chuẩn cường độ âm

$I_0 = 10^{-12} W/m^2$ với âm có tần số 1000 Hz) gọi là mức cường độ âm của âm có cường độ I .

Đơn vị của mức cường độ âm là ben (B). Trong thực tế người ta thường dùng ước số của ben là đêxiben (dB): $1dB = 0,1 B$.

+ Khi 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 $2f_0, 3f_0, \dots$ có cường độ khác nhau. Âm có tần số f_0 gọi là âm cơ bản hay họa âm thứ nhất, các âm có tần số $2f_0, 3f_0, \dots$ gọi là các họa âm thứ 2, thứ 3, ... Biên độ của các họa âm lớn, nhỏ không như nhau, tùy thuộc vào chính nhạc cụ đó. Tập hợp các họa âm tạo thành phổ của nhạc âm.

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

+ Về phương diện vật lí, âm được đặc trưng bằng tần số, cường độ (hoặc mức cường độ âm) và đồ thị dao động của âm.

*** Đặc trưng sinh lí của sóng âm:** Độ cao, độ to, âm sắc.

+ Độ cao: là một đặc trưng sinh lí phụ thuộc vào tần số âm, không phụ thuộc vào năng lượng âm.

+ Độ to: là 1 đặc trưng sinh lí phụ thuộc vào tần số âm và mức cường độ âm.

+ Âm sắc: là đặc trưng của âm giúp ta phân biệt được các âm phát ra từ các nguồn khác nhau. Âm sắc liên quan đến đồ thị dao động âm.

Âm sắc phụ thuộc vào tần số và biên độ của các hoạ âm.

5. Hiệu ứng Dop-ple.

Hiệu ứng Dop-ple là sự thay đổi tần số sóng thu được ở máy thu so với tần số sóng phát ra từ nguồn khi có sự chuyển động tương đối giữa nguồn sóng với máy thu.

*** Nguồn âm đứng yên, máy thu chuyển động với vận tốc v_M :**

+ Máy thu chuyển động lại gần nguồn âm thì thu được âm có tần số: $f' = \frac{v + v_M}{v} f$.

+ Máy thu chuyển động ra xa nguồn âm thì thu được âm có tần số: $f'' = \frac{v - v_M}{v} f$.

*** Nguồn âm chuyển động với vận tốc v_S , máy thu đứng yên:**

+ Máy thu chuyển động lại gần nguồn âm với vận tốc v_M thì thu được âm có tần số: $f' = \frac{v}{v - v_S} f$.

+ Máy thu chuyển động ra xa nguồn âm thì thu được âm có tần số: $f'' = \frac{v}{v + v_S} f$.

Với v là vận tốc truyền âm trong môi trường, v_M là vận tốc của máy thu trong môi trường, v_S là vận tốc của nguồn âm trong môi trường và f là tần số của âm.

Như vậy: Tần số của âm sẽ tăng khi nguồn và máy thu chuyển động lại gần nhau và tần số âm sẽ giảm đi khi nguồn và máy thu chuyển động ra xa nhau.

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP

1. Tìm các đại lượng đặc trưng của sóng – Viết phương trình sóng.

*** Các công thức:**

+ Vận tốc truyền sóng: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$.

+ Hai điểm trên phương truyền sóng cách nhau một số nguyên lần bước sóng ($d = k\lambda$) thì dao động cùng pha, cách nhau một số nguyên lẻ nửa bước sóng ($d = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$) thì dao động ngược pha.

+ Năng lượng sóng: $W = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2$.

+ Tại nguồn phát O phương trình sóng là $u_O = a\cos(\omega t + \varphi)$ thì phương trình sóng tại M trên phương truyền sóng là: $u_M = a\cos(\omega t + \varphi - 2\pi \frac{OM}{\lambda}) = a\cos(\omega t + \varphi - 2\pi \frac{x}{\lambda})$.

+ Độ lệch pha của hai dao động giữa hai điểm cách nhau khoảng d trên phương truyền sóng là: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$.

*** Phương pháp giải:**

+ Để tìm các đại lượng đặc trưng của sóng ta viết biểu thức liên quan đến các đại lượng đã biết và đại lượng cần tìm từ đó suy ra và tính đại lượng cần tìm.

Lưu ý: Các đơn vị trong các đại lượng phải tương thích: nếu bước sóng, khoảng cách tính bằng cm thì vận tốc phải dùng đơn vị là cm/s; nếu bước sóng, khoảng cách tính bằng m thì vận tốc phải dùng đơn vị là m/s.

+ Để viết phương trình sóng tại điểm M khi biết phương trình sóng tại nguồn O thì chủ yếu là ta tìm pha ban đầu của sóng tại M: $\varphi_M = \varphi - 2\pi \frac{OM}{\lambda} = \varphi - 2\pi \frac{x}{\lambda}$

Lưu ý: - Nếu M ở trước O theo chiều truyền sóng thì $x < 0$; M ở sau O theo chiều truyền sóng thì $x > 0$.

- Hàm cos và hàm sin là hàm tuần hoàn với chu kì 2π nên trong pha ban đầu của phương trình sóng ta có thể cộng vào hoặc trừ đi một số chẵn của π để pha ban đầu trong phương trình có trị tuyệt đối nhỏ hơn 2π .

*** Bài tập minh họa:**

- Một người áp tai vào đường ray tàu hỏa nghe tiếng búa gõ vào đường ray cách đó 1 km. Sau 2,83 s người đó nghe tiếng búa gõ truyền qua không khí. Tính tốc độ truyền âm trong thép làm đường ray. Cho biết tốc độ âm trong không khí là 330 m/s.
- Trên mặt một chất lỏng có một sóng cơ, người ta quan sát được khoảng cách giữa 15 đỉnh sóng liên tiếp là 3,5 m và thời gian sóng truyền được khoảng cách đó là 7 s. Xác định bước sóng, chu kỳ và tần số của sóng đó.
- Tại một điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120 Hz, tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng, ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5 m. Tính tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng.
- Một sóng có tần số 500 Hz và tốc độ lan truyền 350 m/s. Hỏi hai điểm gần nhất trên phương truyền sóng cách nhau một khoảng bao nhiêu để giữa chúng có độ lệch pha $\frac{\pi}{4}$?
- Một sóng âm truyền trong thép với tốc độ 5000 m/s. Biết độ lệch pha của sóng âm đó ở hai điểm gần nhau nhất cách nhau 2 m trên cùng một phương truyền sóng là $\frac{\pi}{2}$. Tính bước sóng và tần số của sóng âm đó.
- Một nguồn phát sóng cơ dao động theo phương trình $u = 4\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). Biết dao động tại hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng cách nhau 0,5 m có độ lệch pha là $\frac{\pi}{3}$. Xác định chu kỳ, tần số và tốc độ truyền của sóng đó.
- Một sóng ngang truyền trên sợi dây rất dài có phương trình sóng là: $u = 6\cos(4\pi t - 0,02\pi x)$. Trong đó u và x được tính bằng cm và t tính bằng giây. Hãy xác định: Biên độ, tần số, bước sóng và vận tốc truyền sóng.
- Một sợi dây đàn hồi, mảnh, rất dài, có đầu O dao động với tần số f thay đổi trong khoảng từ 40 Hz đến 53 Hz, theo phương vuông góc với sợi dây. Sóng tạo thành lan truyền trên dây với vận tốc $v = 5$ m/s.
 - Cho $f = 40$ Hz. Tính chu kỳ và bước sóng của sóng trên dây.
 - Tính tần số f để điểm M cách O một khoảng 20 cm luôn luôn dao động cùng pha với dao động tại O.
- Một mũi nhọn S được gắn vào đầu một lá thép nằm ngang và chạm nhẹ vào mặt nước. Khi lá thép dao động với tần số $f = 120$ Hz, tạo ra trên mặt nước một sóng có biên độ 0,6 cm. Biết khoảng cách giữa 9 gợn lồi liên tiếp là 4 cm. Viết phương trình sóng của phần tử tại điểm M trên mặt nước cách S một khoảng 12 cm. Chọn gốc thời gian lúc mũi nhọn chạm vào mặt thoáng và đi xuống, chiều dương hướng lên.
- Một sóng ngang truyền từ M đến O rồi đến N trên cùng một phương truyền sóng với vận tốc $v = 18$ m/s. Biết $MN = 3$ m và $MO = ON$. Phương trình sóng tại O là $u_O = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6})$ (cm). Viết phương trình sóng tại M và tại N.

*** Hướng dẫn giải và đáp số:**

- Ta có: $\Delta t = \frac{d}{v_{kk}} - \frac{d}{v_{th}} \Rightarrow v_{th} = \frac{dv_{kk}}{d - v_{kk}\Delta t} = 4992$ m/s.
- Khoảng cách giữa 15 đỉnh sóng là $14\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{3,5}{14} = 0,25$ m; $v = \frac{3,5}{7} = 0,5$ m/s; $T = \frac{\lambda}{v} = 0,5$ s; $f = \frac{v}{\lambda} = 2$ Hz.
- Khoảng cách giữa 5 gợn lồi liên tiếp là $4\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{0,5}{4} = 0,125$ m; $v = \lambda f = 15$ m/s.
- Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 0,7$ m; $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow d = \frac{\lambda}{8} = 0,0875$ m = 8,75 cm.
- Ta có: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \lambda = 4d = 8$ m; $f = \frac{v}{\lambda} = 625$ Hz.
- Ta có: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \lambda = 6d = 3$ m; $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,5$ s; $f = \frac{1}{T} = 2$ Hz; $v = \frac{\lambda}{T} = 6$ m/s.
- Ta có: $A = 6$ cm; $f = \frac{\omega}{2\pi} = 2$ Hz; $\frac{2\pi x}{\lambda} = 0,02\pi x \Rightarrow \lambda = 100$ cm = 1 m; $v = \lambda f = 100.2 = 200$ cm/s = 2 m/s.
- a) Ta có: $T = \frac{1}{f} = 0,025$ s; $\lambda = vT = 0,125$ m = 12,5 cm.
 b) Ta có: $\frac{2\pi \cdot OM}{\lambda} = \frac{2\pi f \cdot OM}{v} = 2k\pi \Rightarrow k = \frac{f \cdot OM}{v} \Rightarrow k_{\max} = \frac{f_{\max} \cdot OM}{v} = 2,1$;

$$k_{\min} = \frac{f_{\min} OM}{v} = 1,6. \text{ Vì } k \in \mathbb{Z} \text{ nên } k = 2 \Rightarrow f = \frac{kv}{OM} = 50 \text{ Hz.}$$

9. Ta có: $8\lambda = 4 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = \frac{4 \text{ cm}}{8} = 0,5 \text{ cm}$. Phương trình sóng tại nguồn S: $u = A \cos(\omega t + \varphi)$.

Ta có $\omega = 2\pi f = 240 \text{ rad/s}$; khi $t = 0$ thì $x = 0 \Rightarrow \cos \varphi = 0 = \cos(\pm \frac{\pi}{2})$;

vì $v < 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$. Vậy tại nguồn S ta có: $u = 0,6 \cos(240\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm). Tại M ta có:

$$u_M = 0,6 \cos(240\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi \cdot SM}{\lambda}) = 0,6 \cos(240\pi t + \frac{\pi}{2} - 48\pi) = 0,6 \cos(240\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ (cm).}$$

10. Ta có: $\lambda = vT = \frac{v \cdot 2\pi}{\omega} = 9 \text{ m}$. Vì M ở trước O theo chiều truyền sóng nên:

$$u_M = 5 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{6} + \frac{2\pi \cdot MO}{\lambda}) = 5 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3}) = 5 \cos(4\pi t + \frac{\pi}{6}) \text{ (cm). N ở sau O nên:}$$

$$u_N = 5 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{6} - \frac{2\pi \cdot MO}{\lambda}) = 5 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{3}) = 5 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{2}) \text{ (cm).}$$

2. Giao thoa sóng – Sóng dừng.

* Các công thức:

+ Nếu tại hai nguồn S_1 và S_2 cùng phát ra hai sóng giống hệt nhau có phương trình sóng là: $u_1 = u_2 = A \cos \omega t$ và bỏ qua mất mát năng lượng khi sóng truyền đi thì sóng tại M (với $S_1M = d_1$; $S_2M = d_2$) là tổng hợp hai sóng từ S_1 và S_2 truyền tới sẽ có phương trình là:

$$u_M = 2A \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos(\omega t - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda}).$$

+ Độ lệch pha của hai sóng từ hai nguồn truyền tới M là: $\Delta \varphi = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}$.

+ Tại M có cực đại khi $d_2 - d_1 = k\lambda$; có cực tiểu khi $d_2 - d_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$.

+ Số cực đại và cực tiểu trên đoạn thẳng nối hai nguồn là số các giá trị của k ($k \in \mathbb{Z}$) tính theo công thức (không tính hai nguồn):

$$\text{Cực đại: } -\frac{S_1 S_2}{\lambda} + \frac{\Delta \varphi}{2\pi} < k < \frac{S_1 S_2}{\lambda} + \frac{\Delta \varphi}{2\pi}. \text{ Cực tiểu: } -\frac{S_1 S_2}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta \varphi}{2\pi} < k < \frac{S_1 S_2}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta \varphi}{2\pi}.$$

Với: $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1$. Nếu hai nguồn dao động cùng pha thì tại trung điểm của đoạn thẳng nối hai nguồn là cực đại. Nếu hai nguồn dao động ngược pha thì tại trung điểm của đoạn thẳng nối hai nguồn là cực tiểu.

+ Số cực đại và cực tiểu trên đoạn thẳng nối hai điểm M và N trong vùng có giao thoa (M gần S_2 hơn S_1 còn N thì xa S_2 hơn S_1) là số các giá trị của k ($k \in \mathbb{Z}$) tính theo công thức (không tính hai nguồn):

$$\text{Cực đại: } \frac{S_2 M - S_1 M}{\lambda} + \frac{\Delta \varphi}{2\pi} < k < \frac{S_2 N - S_1 N}{\lambda} + \frac{\Delta \varphi}{2\pi}.$$

$$\text{Cực tiểu: } \frac{S_2 M - S_1 M}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta \varphi}{2\pi} < k < \frac{S_2 N - S_1 N}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta \varphi}{2\pi}.$$

+ Sóng tới và sóng phản xạ nếu truyền cùng phương, thì có thể giao thoa với nhau, tạo ra một hệ sóng dừng.

+ Trong sóng dừng có một số điểm luôn luôn đứng yên gọi là nút, và một số điểm luôn luôn dao động với biên độ cực đại gọi là bụng.

+ Khoảng cách giữa 2 nút hoặc 2 bụng liền kề của sóng dừng là $\frac{\lambda}{2}$.

+ Khoảng cách giữa nút và bụng liền kề của sóng dừng là $\frac{\lambda}{4}$.

+ Hai điểm đối xứng nhau qua bụng sóng luôn dao động cùng pha, hai điểm đối xứng nhau qua nút sóng luôn dao động ngược pha.

+ Để có bụng sóng tại điểm M cách vật cản cố định một khoảng d thì: $d = k \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$; $k \in \mathbb{Z}$.

+ Để có nút sóng tại điểm M cách vật cản cố định một khoảng d thì: $d = k \frac{\lambda}{2}$; $k \in \mathbb{Z}$.

+ Để có bụng sóng tại điểm M cách vật cản tự do một khoảng d thì: $d = k \frac{\lambda}{2}$; $k \in \mathbb{Z}$.

+ Để có nút sóng tại điểm M cách vật cản tự do một khoảng d thì: $d = k \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$; $k \in \mathbb{Z}$.

+ Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây có chiều dài l :

Hai đầu là hai nút hoặc hai bụng thì: $l = k \frac{\lambda}{2}$. Một đầu là nút, một đầu là bụng thì: $l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$.

*** Phương pháp giải:**

Để tìm một số đại lượng liên quan đến sự giao thoa của sóng, sóng dừng ta viết biểu thức liên quan đến các đại lượng đã biết và đại lượng cần tìm từ đó suy ra và tính đại lượng cần tìm.

*** Bài tập minh họa:**

- Trong thí nghiệm giao thoa sóng người ta tạo ra trên mặt nước 2 nguồn sóng A, B dao động với phương trình $u_A = u_B = 5\cos 10\pi t$ (cm). Vận tốc sóng là 20 cm/s. Coi biên độ sóng không đổi. Viết phương trình dao động tại điểm M cách A, B lần lượt 7,2 cm và 8,2 cm.
- Trong hiện tượng giao thoa sóng trên mặt nước với hai nguồn cùng tần số 50 Hz. Biết khoảng cách giữa hai điểm dao động cực đại gần nhau nhất trên đường nối hai nguồn là 5 cm. Tính bước sóng, chu kì và tốc độ truyền sóng trên mặt nước.
- Trong thí nghiệm giao thoa sóng, người ta tạo ra trên mặt nước hai nguồn sóng A, B dao động với phương trình $u_A = u_B = 5\cos 10\pi t$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 20 cm/s. Điểm N trên mặt nước với $AN - BN = -10$ cm nằm trên đường dao động cực đại hay cực tiểu thứ mấy, kể từ đường trung trực của AB?
- Hai nguồn kết hợp A và B cách nhau một đoạn 7 cm dao động với tần số 40 Hz, tốc độ truyền sóng là 0,6 m/s. Tìm số điểm dao động cực đại giữa A và B trong các trường hợp:
 - Hai nguồn dao động cùng pha.
 - Hai nguồn dao động ngược pha.
- Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20 cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình sóng là $u_1 = 5\cos 40\pi t$ (mm) và $u_2 = 5\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng S_1S_2 .
- Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 20 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 2\cos 40\pi t$ và $u_B = 2\cos(40\pi t + \pi)$ (u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 cm/s. Xét hình vuông AMNB thuộc mặt thoáng chất lỏng. Tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn BM.
- Trên một sợi dây đàn hồi có chiều dài 240 cm với hai đầu cố định có một sóng dừng với tần số $f = 50$ Hz, người ta đếm được có 6 bụng sóng. Tính vận tốc truyền sóng trên dây. Nếu vận tốc truyền sóng là $v = 40$ m/s và trên dây có sóng dừng với 12 bụng sóng thì chu kỳ sóng là bao nhiêu?
- Trong một ống thẳng dài 2 m, hai đầu hở có hiện tượng sóng dừng xảy ra với một âm có tần số f . Biết trong ống có hai nút sóng và tốc độ truyền âm là 330 m/s. Xác định bước sóng, chu kì và tần số của sóng.
- Một sợi dây AB dài 100 cm căng ngang, đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh của âm thoa dao động điều hòa với tần số 40 Hz. Trên dây AB có một sóng dừng ổn định, A được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20 m/s. Tìm số nút sóng và bụng sóng trên dây, kể cả A và B.
- Một sợi dây AB dài 50 cm. Đầu A dao động với tần số $f = 50$ Hz. Đầu B cố định. Trên dây AB có một sóng dừng ổn định, A được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 1 m/s. Hỏi điểm M cách A 3,5 cm là nút hay bụng thứ mấy kể từ A và trên dây có bao nhiêu nút, bao nhiêu bụng kể cả A và B.

*** Hướng dẫn giải và đáp số:**

1. Ta có: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,2$ s; $\lambda = vT = 4$ cm;

$$u_M = 2A \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos(\omega t - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda}) = 2,5 \cdot \cos \frac{\pi}{4} \cdot \cos(10\pi t - 3,85\pi) = 5\sqrt{2} \cos(10\pi t + 0,15\pi) \text{ (cm)}.$$

2. Ta có: $\frac{\lambda}{2} = 5$ cm $\Rightarrow \lambda = 10$ cm = 0,1 m; $T = \frac{1}{f} = 0,02$ s; $v = \lambda f = 5$ m/s.

3. Ta có: $\lambda = vT = v \frac{2\pi}{\omega} = 4$ cm. $\frac{AN - BN}{\lambda} = -2,5 \Rightarrow AN - BN = -2,5\lambda = (-3 + \frac{1}{2})\lambda$. Vậy N nằm trên đường đứng yên thứ 4 kể từ đường trung trực của AB về phía A.

4. Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 0,015$ m = 1,5 cm.

a) Hai nguồn cùng pha: $-\frac{AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \Rightarrow -4,7 < k < 4,7$; vì $k \in \mathbb{Z}$ nên k nhận 9 giá trị, do đó số điểm cực đại là 9.

b) Hai nguồn ngược pha: $-\frac{AB}{\lambda} + \frac{\pi}{2\pi} < k < \frac{AB}{\lambda} + \frac{\pi}{2\pi} \Rightarrow -4,2 < k < 5,3$; vì $k \in \mathbb{Z}$ nên k nhận 10 giá trị, do đó số điểm cực đại là 10.

5. Ta có: $\lambda = vT = v \cdot \frac{2\pi}{\omega} = 4 \text{ cm}$; $-\frac{S_1 S_2}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < \frac{S_1 S_2}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \Rightarrow -4,5 < k < 5,5$; vì $k \in \mathbb{Z}$ nên k nhận 10 giá trị, do đó trên $S_1 S_2$ có 10 cực đại.

6. Ta có: $\lambda = vT = v \cdot \frac{2\pi}{\omega} = 1,5 \text{ cm}$; $\frac{BB-AB}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < \frac{BM-AM}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \Rightarrow -12,8 < k < 6,02$; vì $k \in \mathbb{Z}$ nên k nhận 19 giá trị, do đó trên BM có 19 cực đại.

7. Ta có: $l = 6 \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{l}{3} = 80 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$; $v = \lambda f = 40 \text{ m/s}$;

Trên dây có sóng dừng với 12 bụng sóng thì: $l = 12 \frac{\lambda'}{2} \Rightarrow \lambda' = \frac{l}{6} = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$; $T' = \frac{\lambda'}{v} = 0,01 \text{ s}$.

8. Trong ống có hai nút sóng cách nhau $\frac{\lambda}{2}$; hai đầu hở là hai bụng sóng cách nút sóng $\frac{\lambda}{4}$ nên: $l = \lambda = 2 \text{ m}$;

$T = \frac{\lambda}{v} = 0,00606 \text{ s}$; $f = \frac{v}{\lambda} = 165 \text{ Hz}$.

9. Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$. Trên dây có: $N = \frac{AB}{\frac{\lambda}{2}} = \frac{2AB}{\lambda} = 4$ bụng sóng. Vì có 4 bụng sóng với hai nút ở hai đầu nên sẽ có 5 nút (kể cả hai nút tại A và B).

10. Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$; $AM = 3,5 \text{ cm} = 7 \frac{\lambda}{4} = (2 \cdot 3 + 1) \frac{\lambda}{4}$ nên tại M là bụng sóng và đó là bụng sóng thứ 3 kể từ A. Trên dây có $N = \frac{AB}{\frac{\lambda}{2}} = 50$ bụng sóng và có $N' = N + 1 = 51$ nút kể cả hai nút tại A và B.

3. Sóng âm.

* Các công thức:

+ Mức cường độ âm: $L = \lg \frac{I}{I_0}$.

+ Cường độ âm chuẩn: $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

+ Cường độ âm tại điểm cách nguồn âm một khoảng R: $I = \frac{P}{4\pi R^2}$.

+ Tần số sóng âm do dây đàn có chiều dài l phát ra (hai đầu cố định): $f = k \frac{v}{2l}$; $k = 1$, âm phát ra là âm cơ bản; $k = 2, 3, 4, \dots$, âm phát ra là các họa âm.

Tần số sóng âm do ống sáo có chiều dài l phát ra (một đầu bịt kín, một đầu để hở): $f = (2k + 1) \frac{v}{4l}$; $k = 0$, âm phát ra là âm cơ bản, $k = 1, 2, 3, \dots$, âm phát ra là các họa âm.

* **Phương pháp giải:** Để tìm một số đại lượng liên quan đến sóng âm ta viết biểu thức liên quan đến các đại lượng đã biết và đại lượng cần tìm từ đó suy ra và tính đại lượng cần tìm.

* Bài tập minh họa:

1. Loa của một máy thu thanh có công suất $P = 2 \text{ W}$.

a) Tính mức cường độ âm do loa tạo ra tại một điểm cách máy 4 m.

b) Để tại điểm ấy mức cường độ âm chỉ còn 70 dB, phải giảm nhỏ công suất của loa bao nhiêu lần?

2. Mức cường độ âm do nguồn S gây ra tại điểm M là L; cho nguồn S tiến lại gần M một khoảng D thì mức cường độ âm tăng thêm 7 dB.

a) Tính khoảng cách từ S đến M biết $D = 62 \text{ m}$.

b) Biết mức cường độ âm tại M là 73 dB. Tính công suất của nguồn.

- Một sóng âm truyền trong không khí. Mức cường độ âm tại điểm M và tại điểm N lần lượt là 40 dB và 80 dB. Biết cường độ âm tại M là $0,05 \text{ W/m}^2$. Tính cường độ âm tại N.
- Ba điểm O, A, B cùng nằm trên một nửa đường thẳng xuất phát từ O. Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm đẳng hướng ra không gian, môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại A là 60 dB, tại B là 20 dB. Tính mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB.
- Một nguồn âm S phát ra âm có tần số xác định. Năng lượng âm truyền đi phân phối đều trên mặt cầu tâm S bán kính d. Bỏ qua sự phản xạ của sóng âm trên mặt đất và các vật cản. Tại điểm A cách nguồn âm S 100 m, mức cường độ âm là 20 dB. Xác định vị trí điểm B để tại đó mức cường độ âm bằng 0.
- Mức cường độ âm tại vị trí cách loa 1 m là 50 dB. Một người xuất phát từ loa, đi ra xa nó thì thấy: khi cách loa 100 m thì không còn nghe được âm do loa đó phát ra nữa. Lấy cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, coi sóng âm do loa đó phát ra là sóng cầu. Xác định ngưỡng nghe của tai người này.
- Hai họa âm liên tiếp do một dây đàn phát ra có tần số hơn kém nhau 56 Hz. Tính tần số của họa âm thứ ba do dây đàn này phát ra.
- Một nhạc cụ phát ra âm cơ bản có tần số $f = 420 \text{ Hz}$. Một người nghe được âm có tần số lớn nhất là 18000 Hz. Tìm tần số lớn nhất mà nhạc cụ này có thể phát ra để tai người này còn nghe được.
- Trong ống sáo một đầu kín một đầu hở có sóng dừng với tần số cơ bản là 110 Hz. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 330 m/s. Tìm độ dài của ống sáo.

*** Hướng dẫn giải và đáp số:**

- Ta có: $L = \lg \frac{I}{I_0} = \lg \frac{P}{4\pi R^2 I_0} = \lg \frac{2}{4\pi \cdot 4^2 \cdot 10^{-12}} = 10 \text{ B} = 100 \text{ dB}$.
 - Ta có: $L - L' = \lg \frac{P}{4\pi R^2 I_0} - \lg \frac{P'}{4\pi R'^2 I_0} = \lg \frac{P}{P'} \Rightarrow \frac{P}{P'} = 10^{L-L'} = 1000$. Vậy phải giảm nhỏ công suất của loa 1000 lần.
- Ta có: $L' - L = \lg \frac{P}{4\pi (SM-D)^2 I_0} - \lg \frac{P}{4\pi SM^2 I_0} = \lg \frac{SM^2}{(SM-D)^2}$
 $\Rightarrow \left(\frac{SM}{SM-D}\right)^2 = 10^{L'-L} = 10^{0,7} = 5 \Rightarrow SM = \frac{\sqrt{5} \cdot D}{\sqrt{5}-1} = 112 \text{ m}$.
 - Ta có: $L = \lg \frac{P}{4\pi SM^2 I_0} \Rightarrow \frac{P}{4\pi SM^2 I_0} = 10^L \Rightarrow P = 4\pi SM^2 I_0 10^L = 3,15 \text{ W}$.
- Ta có: $L_N - L_M = \lg \frac{I_N}{I_0} - \lg \frac{I_M}{I_0} = \lg \frac{I_N}{I_M} \Rightarrow I_N = I_M \cdot 10^{L_N-L_M} = 500 \text{ W}$.
- Ta có: $L_A = \lg \frac{P}{4\pi \cdot OA^2 I_0}$; $L_B = \lg \frac{P}{4\pi \cdot OB^2 I_0} \Rightarrow L_A - L_B = \lg \left(\frac{OB}{OA}\right)^2 = 6 - 2 = 4 \text{ (B)} = \lg 10^4$
 $\Rightarrow \left(\frac{OB}{OA}\right)^2 = 10^4 \Rightarrow OB = 100 \cdot OA$. Vì M là trung điểm của AB nên:
 $OM = OA + \frac{OB-OA}{2} = \frac{OA+OB}{2} = 50,5 \cdot OA$; $L_A - L_M = \lg \left(\frac{OM}{OA}\right)^2 = \lg 50,5^2$
 $\Rightarrow L_M = L_A - \lg 50,5^2 = 6 - 3,4 = 2,6 \text{ (B)} = 26 \text{ (dB)}$.
- $L_A = \lg \frac{I_A}{I_0} = 2$; $L_B = \lg \frac{I_B}{I_0} = 0 \Rightarrow L_A - L_B = \lg \frac{I_A}{I_B} = 2 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^2$;
 $\frac{I_A}{I_B} = \frac{P}{4\pi d_A^2} = \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 = 10^2 \Rightarrow d_B = 10d_A = 1000 \text{ m}$.
- Ta có: $I_1 = \frac{P}{4\pi R_1^2}$; $I_2 = \frac{P}{4\pi R_2^2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = 10^{-4} \Rightarrow I_2 = 10^{-4} I_1$.
 $L_2 = \lg \frac{I_2}{I_0} = \lg \frac{10^{-4} I_1}{I_0} = \lg \frac{I_1}{I_0} + \lg 10^{-4} = L_1 - 4 = 5 - 4 = 1 \text{ (B)} = 10 \text{ (dB)}$.
- Ta có: $kf - (k-1)f = 56 \Rightarrow$ Tần số âm cơ bản: $f = 56 \text{ Hz} \Rightarrow$ Tần số họa âm thứ 3 là: $f_3 = 3f = 168 \text{ Hz}$.

8. Các âm mà một nhạc cụ phát ra có tần số $f_k = kf$; ($k \in \mathbb{N}$ và f là tần số âm cơ bản). Để tai người này có thể nghe được thì $f_k = kf \leq 18000 \Rightarrow k = \frac{18000}{f} = 42,8$. Vì $k \in \mathbb{N}$ nên $k = 42$. Vậy: Tần số lớn nhất mà nhạc cụ này phát ra để tai người này nghe được là $f_k = 42f = 17640$ Hz.

9. Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 3$ m. Đầu kín của ống sáo là nút, đầu hở là bụng của sóng dừng nên chiều dài của ống sáo

là: $L = \frac{\lambda}{4} = 0,75$ m.

4. Hiệu ứng Doppler – ple.

* Công thức tổng quát: $f' = \frac{v \pm v_M}{v \pm v_S} f$.

Máy thu chuyển động lại gần nguồn thì lấy dấu “+” trước v_M , ra xa thì lấy dấu “-”.

Nguồn phát chuyển động lại gần nguồn thì lấy dấu “-” trước v_S , ra xa thì lấy dấu “+”.

* Phương pháp giải:

Để tìm các đại lượng liên quan đến hiệu ứng Doppler ta viết các biểu thức liên quan đến đại lượng cần tìm và các đại lượng đã biết (chú ý đến việc lấy dấu trước vận tốc của nguồn và của máy thu, còn tần số âm do vật phản xạ phát ra chính là tần số âm do vật phản xạ thu được) từ đó suy ra và tính đại lượng cần tìm.

* Bài tập minh họa:

1. Để kiểm chứng hiệu ứng Doppler, người ta bố trí trên một đường ray thẳng một nguồn âm chuyển động đều với tốc độ 30 m/s, phát ra âm với tần số xác định và một máy thu âm đứng yên. Biết âm truyền trong không khí với tốc độ 340 m/s. Khi nguồn âm lại gần thì máy thu đo được tần số âm là 740 Hz. Tính tần số của âm mà máy thu đo được khi nguồn âm ra xa máy thu.

2. Một người cảnh sát giao thông đứng ở một bên đường dùng còi điện phát ra âm có tần số 1020 Hz hướng về một chiếc ô tô đang chuyển động về phía mình với tốc độ 36 km/h. Sóng âm truyền trong không khí với tốc độ 340 m/s. Xác định tần số của âm của tiếng còi mà người ngồi trong xe nghe được và tần số âm của còi phản xạ lại từ ô tô mà người cảnh sát nghe được.

3. Một người cảnh sát giao thông đứng ở bên đường dùng một thiết bị phát ra âm có tần số 800 Hz về phía một ô tô vừa đi qua trước mặt. Máy thu của người cảnh sát nhận được âm phản xạ có tần số 650 Hz. Tính tốc độ của ô tô. Biết tốc độ của âm trong không khí là 340 m/s.

4. Một người cảnh sát đứng ở bên đường dùng súng bắn tốc độ phát ra một in hiệu dạng sóng âm có tần số 2000 Hz về phía một ô tô đang tiến đến trước mặt. Máy thu của người cảnh sát nhận được âm phản xạ có tần số 2200 Hz. Biết tốc độ âm trong không khí là 340 m/s. Tính tốc độ của ô tô.

5. Một người đang ngồi trên ô tô khách chạy với tốc độ 72 km/h nghe tiếng còi phát ra từ một ô tô tải. Tần số âm nghe được khi hai ô tô chuyển động lại gần nhau cao gấp 1,2 lần khi hai ô tô chuyển động ra xa nhau. Biết tốc độ của âm thanh là 340 m/s. Tính tốc độ của ô tô tải.

6. Một con dơi đang bay với tốc độ 9 km/h thì phát ra sóng siêu âm có tần số 50000 Hz. Sóng siêu âm này gặp vật cản đang đứng yên phía trước và truyền ngược lại. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Tính tần số sóng siêu âm phản xạ mà con dơi nhận được.

7. Một máy đo tần số âm chuyển động với vận tốc u đến gần một nguồn âm đang phát ra âm có tần số f_0 đối với đất, máy đo đo được âm có tần số là $f_1 = 630$ Hz. Khi máy đo chạy ra xa nguồn âm với vận tốc trên thì tần số đo được là $f_2 = 560$ Hz. Tính u và f_0 . Lấy vận tốc truyền âm trong không khí là 340 m/s.

* Hướng dẫn giải và đáp số:

1. Ta có: $f' = \frac{v}{v - v_S} f$; $f'' = \frac{v}{v + v_S} f \Rightarrow f'' = \frac{v - v_S}{v + v_S} f' = \frac{340 - 30}{340 + 30} \cdot 740 = 620$ (Hz).

2. Tần số âm của còi mà người ngồi trên ô tô nghe được: $f' = \frac{v + v_M}{v} f = 1050$ Hz.

Tần số âm của còi phản xạ từ ô tô mà người cảnh sát nghe được: $f'' = \frac{v}{v - v_S} f' = 1082$ Hz.

3. Âm phản xạ từ ô tô có: $f' = \frac{v - v_{\text{ôtô}}}{v} f$. Âm máy thu, thu được có: $f'' = \frac{v}{v + v_{\text{ôtô}}} f' = \frac{v - v_{\text{ôtô}}}{v + v_{\text{ôtô}}} f$

$\Rightarrow v_{\text{ôtô}} = \frac{v(f - f'')}{f + f''} = 35,2$ m/s = 126,6 km/h.

4. Âm phản xạ từ ô tô có: $f' = \frac{v + v_{\text{ô tô}}}{v} f$. Âm máy thu, thu được có: $f'' = \frac{v}{v - v_{\text{ô tô}}} f' = \frac{v + v_{\text{ô tô}}}{v - v_{\text{ô tô}}} f$

$\Rightarrow v_{\text{ô tô}} = \frac{v(f'' - f)}{f'' + f} = 16,2 \text{ m/s} = 58,3 \text{ km/h}$.

5. Khi hai ô tô chuyển động lại gần nhau: $f' = \frac{v + v_k}{v - v_t} f$. Khi hai ô tô chuyển động ra xa nhau: $f'' = \frac{v - v_k}{v + v_t} f$

$\Rightarrow \frac{f'}{f''} = 1,2 = \frac{(v + v_k)(v + v_t)}{(v - v_k)(v - v_t)} = \frac{360 \cdot 340 + 360 v_t}{320 \cdot 340 - 320 v_t} \Rightarrow v_t = \frac{320 \cdot 340 \cdot 1,2 - 360 \cdot 340}{360 + 1,2 \cdot 320} = 10,97 \text{ (m/s)} = 39,5 \text{ (km/h)}$.

6. Tần số sóng siêu âm phản xạ: $f' = \frac{v + v_d}{v} f$.

Tần số sóng siêu âm dop thu được: $f'' = \frac{v}{v - v_d} f' = \frac{v + v_d}{v - v_d} f = 50741 \text{ Hz}$.

7. Khi máy đo chuyển động lại gần: $f_1 = \frac{v + u}{v} f_0$. Khi máy đo chuyển động ra xa: $f_2 = \frac{v - u}{v} f_0$.

$\Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = 1,125 = \frac{v + u}{v - u} \Rightarrow u = \frac{(1,125 - 1)v}{1,125 + 1} = 20 \text{ m/s}$; $f_0 = \frac{v}{v + u} f_1 = 595 \text{ Hz}$.

C. MỘT SỐ CÂU TRẮC NGHIỆM LUYỆN TẬP

* Đề thi ĐH – CĐ năm 2009:

1. Một sóng ngang truyền theo chiều dương của trục Ox, có phương trình sóng là $u = 6\cos(4\pi t - 0,02\pi x)$; với u và x tính bằng cm, t tính bằng s. Sóng này có bước sóng là

- A. 200 cm. B. 159 cm. C. 100 cm. D. 50 cm.

2. Trên một sợi dây đàn hồi dài 1,8 m, hai đầu cố định, đang có sóng dừng với 6 bụng sóng. Biết sóng truyền trên dây có tần số 100 Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 60 m/s. B. 10 m/s. C. 20 m/s. D. 600 m/s.

3. Một sóng âm truyền trong không khí. Mức cường độ âm tại điểm M và tại điểm N lần lượt là 40 dB và 80 dB. Cường độ âm tại N lớn hơn cường độ âm tại M

- A. 1000 lần. B. 40 lần. C. 2 lần. D. 10000 lần.

4. Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20 cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là $u_1 = 5\cos 40\pi t$ (mm); $u_2 = 5\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng S_1S_2 là

- A. 11. B. 9. C. 10. D. 8.

5. Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm

- A. trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó ngược pha.
 B. gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.
 C. gần nhau nhất mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.
 D. trên cùng một phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó cùng pha.

6. Sóng truyền theo trục Ox với phương trình $u = a\cos(4\pi t - 0,02\pi x)$ (u và x tính bằng cm, t tính bằng giây). Tốc độ truyền của sóng này là

- A. 100 cm/s. B. 150 cm/s. C. 200 cm/s. D. 50 cm/s.

7. Một sóng âm truyền trong thép với tốc độ 5000 m/s. Nếu độ lệch pha của sóng âm đó ở hai điểm gần nhau nhất cách nhau 1 m trên cùng một phương truyền sóng là $\frac{\pi}{2}$ thì tần số của sóng bằng

- A. 1000 Hz B. 2500 Hz. C. 5000 Hz. D. 1250 Hz.

8. Một nguồn phát sóng cơ theo phương trình $u = 4\cos(4\pi t - \frac{\pi}{4})$ (cm). Biết dao động tại hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng cách nhau 0,5 m có độ lệch pha là $\frac{\pi}{3}$. Tốc độ truyền của sóng đó là

- A. 1,0 m/s B. 2,0 m/s. C. 1,5 m/s. D. 6,0 m/s.

9. Một sóng cơ có chu kì 2 s truyền với tốc độ 1 m/s. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên một phương truyền sóng mà tại đó các phần tử môi trường dao động ngược pha nhau là

- A. 0,5 m. B. 1,0 m. C. 2,0 m. D. 2,5 m.