

BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM VỀ SÓNG ÂM

1. Bài toán liên quan đến cường độ âm, mức cường độ âm

1.1. Phương pháp

Để làm các bài tập về sóng âm, ta cần nhớ một số kiến thức sau đây:

- Cường độ âm tại một điểm cách nguồn một khoảng r là (coi nguồn phát âm đẳng hướng trong không gian, hay nguồn điểm phát sóng cầu với công suất P)

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (\text{đơn vị: } \text{W} / \text{m}^2)$$

- Mức cường độ âm: $L = \log \frac{I}{I_0}$

* Một số công thức hệ quả hay dùng:

Giả sử điểm A cách nguồn âm khoảng r_A có mức cường độ âm L_A ; điểm B cách nguồn âm khoảng r_B có mức cường độ âm L_B .

- Hệ quả 1

Xét hai điểm A và B . Đối với nguồn âm không thay đổi công suất P ta có

$$L_A - L_B = 20 \log \frac{r_B}{r_A} \text{ (dB)}$$

$$L_A - L_B = 10 \log \frac{I_A}{I_0} - 10 \log \frac{I_B}{I_0} = 10 \log \frac{\frac{I_A}{I_0}}{\frac{I_B}{I_0}} = 10 \log \frac{I_A}{I_B}$$

Chứng minh:

$$= 10 \log \frac{\frac{P}{4\pi r_A^2}}{\frac{P}{4\pi r_B^2}} = 10 \log \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 = 20 \log \frac{r_B}{r_A}$$

- Hệ quả 2

Xét hai điểm A và B .

Giả sử ban đầu nguồn âm có công suất P_t , mức cường độ âm tại A và B lần lượt là L_{At} và L_{Bt} .

Lúc sau thay bằng nguồn âm có công suất P_s , khi đó mức cường độ âm tại A và B lần lượt là L_A và L_B .

$$L_{At} - L_{Bs} = 20 \log \frac{r_B}{r_A} + 10 \log \frac{P_t}{P_s} \text{ (dB)}$$

Ta có

$$L_{At} - L_{Bs} = 10 \log \frac{I_{At}}{I_0} - 10 \log \frac{I_{Bs}}{I_0} = 10 \log \frac{\frac{I_{At}}{I_0}}{\frac{I_{Bs}}{I_0}} = 10 \log \frac{I_{At}}{I_{Bs}}$$

Chứng minh:

$$= 10 \log \frac{\frac{P_l}{4\pi r_A^2}}{\frac{P_s}{4\pi r_B^2}} = 10 \log \left[\left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 \cdot \frac{P_l}{P_s} \right] = 20 \log \frac{r_B}{r_A} + 10 \log \frac{P_l}{P_s}$$

Chú ý

Học Vật lí không nên nhớ công thức mà nên học bản chất vì sao có công thức đó. Tuy nhiên, đối với những bài toán sóng âm thì hai hệ quả bên ta nên nhớ để vận dụng nhanh vào bài tập. Ta qua các ví dụ cụ thể để hiểu hơn.

1.2 Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một máy bay bay ở độ cao $h_1 = 100$ m, gây ra ở mặt đất ngay phía dưới một tiếng ồn có mức cường độ âm $L_1 = 120$ dB. Muốn giảm tiếng ồn tới mức chịu được $L_2 = 100$ dB thì máy bay phải bay ở độ cao:

- A. 316 m B. 500 m. C. 1000 m. D. 700 m.

Lời giải

Sóng âm do máy bay phát ra là sóng cầu, nên ta có: $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^2$

$$L_2 - L_1 = 10 \left(\log \frac{I_2}{I_0} - \log \frac{I_1}{I_0} \right) = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \text{ (dB)}$$

Mặt khác, ta có

$$L_2 - L_1 = -20 \text{ (dB)} \Rightarrow \log \frac{I_2}{I_1} = -2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{100} = \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^2$$

Áp dụng vào bài, ta được:

$$\Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = 10 \Rightarrow h_2 = 10h_1 = 10 \cdot 100 = 1000 \text{ (m)}$$

Đáp án C

STUDY TIP

Nếu bài này nhớ công thức hệ quả 1 thì sẽ suy nhanh ra kết quả bài toán.

Ví dụ 2: Chọn câu trả lời đúng. Cường độ âm tại một điểm trong môi trường truyền âm là 10^{-5} W/m^2 .

Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Mức cường độ âm tại điểm đó bằng

- A. 60 dB. B. 80 dB. C. 70 dB. D. 50 dB.

Lời giải

Mức cường độ âm tại điểm đó tính theo đơn vị dB là

$$L(\text{dB}) = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-5}}{10^{-12}} = 70(\text{dB})$$

Đáp án C.

Ví dụ 3: Một sóng âm có dạng hình cầu được phát ra từ nguồn có công suất 1 W. Giả sử rằng năng lượng phát ra được bảo toàn. Hỏi cường độ âm tại điểm cách nguồn âm lần lượt 1,0 m và 2,5 m là bao nhiêu?

- A. $I_1 \approx 0,07958 \text{ W} / \text{m}^2; I_2 \approx 0,01273 \text{ W} / \text{m}^2$
 B. $I_1 \approx 0,07958 \text{ W} / \text{m}^2; I_2 \approx 0,1273 \text{ W} / \text{m}^2$
 C. $I_1 \approx 0,7958 \text{ W} / \text{m}^2; I_2 \approx 0,01273 \text{ W} / \text{m}^2$
 D. $I_1 \approx 0,7958 \text{ W} / \text{m}^2; I_2 \approx 0,1273 \text{ W} / \text{m}^2$

Lời giải

Đây là bài toán cơ bản chỉ cần nhớ công thức tính cường độ âm do sóng cầu gây ra tại một điểm. Cường độ âm tại các điểm đó là

$$I_1 = \frac{1}{4\pi \cdot 1^2} = 0,079577 \text{ W} / \text{m}^2$$

$$I_2 = \frac{1}{2.5\pi \cdot 2.5^2} = 0,01273 \text{ W} / \text{m}^2$$

Đáp án C.

Ví dụ 4: Gọi I_0 là cường độ âm chuẩn. Nếu mức cường độ âm là 1 (dB) thì cường độ âm

- A. $I_0 = 1,26I$ B. $I = 1,26 I_0$ C. $I_0 = 10I$ D. $I = 10I_0$

Lời giải

Bài toán đơn thuần áp dụng công thức tính mức cường độ âm

$$L = \log \frac{I}{I_0} = 0,1 \Rightarrow I = 10^{0,1} \cdot I_0 = 1,26 \cdot I_0$$

Đáp án B

Ví dụ 5: Hai âm có mức cường độ âm chênh lệch nhau là 40 dB. Tỉ số cường độ âm của chúng là

- A. 10^2 B. $4 \cdot 10^3$ C. $4 \cdot 10^2$ D. 10^4

Lời giải

$$L_A - L_B = 40\text{dB} \Rightarrow 10 \log \frac{I_A}{I_B} - 10 \log \frac{I_B}{I_A} = 40 \Rightarrow \log \frac{I_A}{I_B} = 4 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^4$$

Ta có:

Đáp án D.

Ví dụ 6: Một nguồn âm được coi là nguồn điểm phát sóng cầu và môi trường không hấp thụ âm. Tại một vị trí sóng âm biên độ 0,12 mm có cường độ âm tại điểm đó bằng $1,80 \text{ Wm}^{-2}$. Hỏi tại vị trí trống có biên độ bằng 0,36 mm thì sẽ có cường độ âm tại điểm đó bằng bao nhiêu?

- A. $0,60 \text{ Wm}^{-2}$ B. $2,70 \text{ Wm}^{-2}$ C. $5,40 \text{ Wm}^{-2}$ D. $16,2 \text{ Wm}^{-2}$

Lời giải

Năng lượng của sóng âm tỉ lệ với bình phương của biên độ sóng âm.

Ta có: $\frac{W_2}{W_1} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = 9$ $\frac{I_2}{I_1} = \frac{W_2}{W_1}$

Cường độ âm tỉ lệ với năng lượng sóng

Từ đó $\frac{I_2}{I_1} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = 9 \Rightarrow I_2 = 9I_1 = 16,2 \text{ (Wm}^{-2}\text{)}$

Đáp án D.

Ví dụ 7: Hai điểm A, B nằm trên cùng một đường thẳng đi qua một nguồn âm và ở hai phía so với nguồn âm. Biết mức cường độ âm tại A và tại trung điểm của AB lần lượt là 50 dB và 44 dB. Mức cường độ âm tại B là:

- A. 28 dB. B. 36 dB. C. 38 dB. D. 47 dB.

Lời giải



Gọi M là trung điểm của AB. Vì $L_A > L_M$ nên $R_A < R_M$ hay O (nguồn) nằm trong đoạn AM, và gần A

hơn. Ta có $L_A - L_M = 20 \log \frac{R_M}{R_A} = 50 - 44 = 6 \Rightarrow \log \frac{R_M}{R_A} = 0,3 \Leftrightarrow \frac{R_B}{R_A} = (1 + 2 \cdot 10^{0,3})$

M là trung điểm của AB nên $R_M = OM = \frac{R_B - R_A}{2}$

Từ đó ta có $R_B = R_A + 2R_M = (1 + 2 \cdot 10^{0,3}) R_A \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = (1 + 2 \cdot 10^{0,3})$

Mặt khác $L_A - L_B = 20 \log \frac{R_B}{R_A} = 20 \log (1 + 2 \cdot 10^{0,3}) = 20 \cdot 0,698 = 13,963$

Từ đó ta có $L_B = L_A - 13,963 = 36,037 \approx 36 \text{ dB}$

Đáp án B.

Ví dụ 8: Một nguồn âm là nguồn điểm phát âm đẳng hướng trong không gian. Giả sử không có sự hấp thụ và phản xạ âm. Tại một điểm cách nguồn âm 10 m thì mức cường độ âm là 80 dB. Tại điểm cách nguồn âm 1 m thì mức cường độ âm bằng

- A. 90 dB. B. 110 dB. C. 120 dB. D. 100 dB.

Ta có: $\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = \frac{1}{100} \Rightarrow I_2 = 100I_1$

$$L_2 - L_1 = 100 \log \frac{I_2}{I_1} = 20 \Rightarrow L_2 = L_1 + 20 = 100$$

Đáp án D.

Ví dụ 9: Cho hai nguồn sóng âm kết hợp A, B đặt cách nhau 2 m dao động cùng pha nhau. Trên đoạn AB người ta thấy có 5 vị trí âm có độ to cực đại. Cho biết tốc độ truyền âm trong không khí là 350 m/s. Tần số f của nguồn âm có giá trị

A. $350\text{Hz} \leq f < 525\text{Hz}$

B. $350\text{Hz} < f < 525\text{Hz}$

C. $350\text{Hz} < f < 262,5\text{Hz}$

D. $175\text{Hz} \leq f < 262,5\text{Hz}$

Lời giải

Có 5 vị trí âm cực đại nên có 5 bụng sóng.

Trên sợi dây có 5 bụng thì khoảng cách AB ngắn nhất khi 2 đầu A, B là 2 bụng

nên ta có $4\frac{\lambda}{2} \leq AB$

Tuy nhiên ta không lấy bụng ở hai đầu A, B. Do đó $4\frac{\lambda}{2} < AB$

Khoảng cách AB lớn nhất khi 2 đầu A, B không là bụng, không là nút, khi đó:

$$AB < 4\frac{\lambda}{2} + 2\frac{\lambda}{2}$$

Từ đó ta có $4\frac{\lambda}{2} < AB < 6\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 350 \leq f < 525 (\text{Hz})$

Đáp án B.

Ví dụ 10: Hai nguồn âm nhỏ S_1, S_2 giống nhau (được coi là hai nguồn kết hợp) phát ra âm thanh cùng pha và cùng biên độ. Một người đứng ở điểm N với $S_1N = 3 \text{ m}$ và $S_2N = 3,375 \text{ m}$. Tốc độ truyền âm trong không khí là 330 m/s. Tìm bước sóng dài nhất để người đó ở N không nghe được âm thanh từ hai nguồn S_1, S_2 phát ra

A. $\lambda = 1\text{m}$

B. $\lambda = 0,5\text{m}$

C. $\lambda = 0,4\text{m}$

D. $\lambda = 0,75\text{m}$

Lời giải

Để ở N không nghe được âm thì tại N hai sóng âm truyền đến ngược pha nhau.

Tại N sóng âm có biên độ cực tiểu khi: $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda = 0,375\text{m} \Rightarrow \lambda = \frac{0,75}{2k+1}$

$\Rightarrow \lambda$ có giá trị dài nhất khi N ở đường cực tiểu thứ nhất $k = 0 \Rightarrow \lambda_{\max} = 0,75\text{m}$

Đáp án D.

Ví dụ 11: Một nguồn âm được coi là nguồn điểm phát sóng cầu và môi trường không hấp thụ âm. Tại một vị trí sóng âm có biên độ 0,12 mm có cường độ âm tại điểm đó bằng $1,80 \text{ Wm}^{-2}$. Hỏi tại vị trí sóng có biên độ bằng 0,36 mm thì sẽ có cường độ âm tại điểm đó bằng bao nhiêu?

- A. $0,60 \text{ Wm}^{-2}$ B. $2,70 \text{ Wm}^{-2}$ C. $5,40 \text{ Wm}^{-2}$ D. $16,2 \text{ Wm}^{-2}$

Lời giải

Năng lượng của sóng âm tỉ lệ với bình phương của biên độ sóng âm $\frac{W_2}{W_1} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = 9$

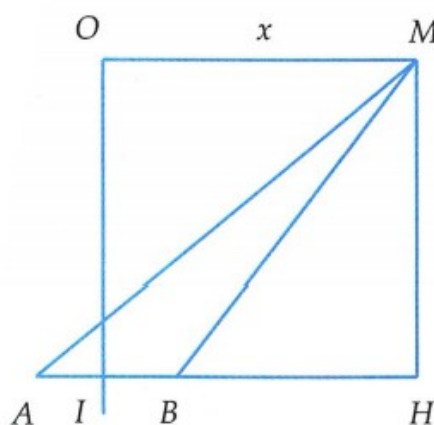
Năng lượng của sóng âm tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách đến nguồn phát $\frac{W_2}{W_1} = \frac{R_1^2}{R_2^2}$

Từ đó ta có $\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = 9 \Rightarrow I_2 = 9I_1 = 16,2 \text{ (Wm}^{-2}\text{)}$

Đáp án D.

Ví dụ 12: Hai nguồn âm điểm phát sóng cầu đồng bộ với tần số $f = 680 \text{ Hz}$ được đặt tại A và B cách nhau 1 m trong không khí. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là $v = 340 \text{ m/s}$. Bỏ qua sự hấp thụ âm của môi trường. Gọi O là điểm nằm trên đường trung trực của AB cách AB 100 m và M là điểm nằm trên đường thẳng qua O song song với AB, gần O nhất mà tại đó nhận được âm to nhất. Cho rằng $AB \perp OI$ (với I là trung điểm của AB). Khoảng cách OM bằng

- A. 40 m. B. 50 m. C. 60 m. D. 70 m.

Lời giải

$$\lambda = \frac{v}{f} = 0,5 \text{ m}$$

Bước sóng:

Tại M nghe to nhất và gần O nhất thì M nằm trên cực đại $k = 1, MA - MB = \lambda$,

Từ hình vẽ, sử dụng định lý Pitago ta có

$$\begin{cases} MA = \sqrt{MH^2 + AH^2} = \sqrt{100^2 + (x+0,50)^2} \\ MB = \sqrt{100^2 + (x-0,5)^2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \sqrt{100^2 + (x+0,50)^2} - \sqrt{100^2 + (x-0,5)^2} = 0,5$$

Dùng máy tính giải phương trình trên tìm được $x = 60$ m.

Đáp án C.

Ví dụ 13: 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

- A.** 25 dB. **B.** 60 dB. **C.** 10 dB. **D.** 100 dB.

Lời giải

Giả sử khi cách loa khoảng $r_2 = 100$ m thì người đó không còn nghe được âm do loa đó phát ra nữa và lúc đó mức cường độ âm là L_2 . Theo hệ quả 1 ta có

$$L_2 - L_1 = 20 \log \frac{r_1}{r_2} \Rightarrow L_2 = L_1 + 20 \log \frac{r_1}{r_2} = 50 + 20 \log \frac{1}{100} = 10$$

Đáp án C.

Ví dụ 14: Một nguồn O phát sóng âm có công suất không đổi trong một môi trường đẳng hướng và không hấp thụ âm. Tại điểm A, mức cường độ âm là 40 dB. Nếu tăng công suất của nguồn âm lên 4 lần nhưng không đổi tần số thì mức cường độ âm tại A là:

- A.** 52 dB. **B.** 67 dB. **C.** 46 dB. **D.** 160 dB.

Lời giải

$$\begin{cases} L_A = 10 \log \frac{I_A}{I_0} = 10 \log \frac{P}{SI_0} \\ L_{A'} = 20 \log \frac{I_{A'}}{I_0} = 10 \log \frac{P'}{SI_0} \Rightarrow L_{A'} - L_A = 10 \log \frac{P'}{P} \\ P' = 4P \end{cases}$$

Ta có

$$\Rightarrow L_{A'} = L_A + 10 \log \frac{P'}{P} = 40 + 10 \log 4 \approx 46$$

Đáp án C.

Ví dụ 15: Nguồn âm đặt tại O có công suất truyền âm không đổi. Trên cùng nửa đường thẳng qua O có ba điểm A, B, C theo thứ tự có khoảng cách tới nguồn tăng dần. Mức cường độ âm tại B kém mức cường độ âm tại A là b (B); mức cường độ âm tại B hơn mức cường độ âm tại C là 3b (B). Biết $4OA = 3OB$. Coi

sóng âm là sóng cầu và môi trường truyền âm đẳng hướng. Tỉ số $\frac{OC}{OA}$ bằng:

A. $\frac{346}{56}$

B. $\frac{256}{81}$

C. $\frac{276}{21}$

D. $\frac{75}{81}$

Lời giải

$$\begin{cases} L_A - L_B = b \\ L_B - L_C = 3b \\ 4r_A = 3r_B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L_A - L_C = b + 3b = 4b \\ L_A - L_B = b \\ 4r_A = 3r_B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 20 \log \frac{r_C}{r_A} = 4b \\ 20 \log \frac{r_B}{r_A} = b \\ \frac{r_B}{r_A} = \frac{4}{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 20 \log \frac{r_C}{r_A} = 4b \\ 20 \log \frac{4}{3} = b \end{cases}$$

Ta có:

$$\Rightarrow 20 \log \frac{r_C}{r_A} = 4 \cdot 20 \log \frac{4}{3} \Leftrightarrow \log \frac{r_C}{r_A} = 4 \log \frac{4}{3} \Leftrightarrow \frac{r_C}{r_A} = \left(\frac{4}{3} \right)^2 = \frac{256}{81}$$

Đáp án B.

Ví dụ 16: Tại điểm O trong môi trường đẳng hướng, không hấp thụ âm, có 2 nguồn âm điểm, giống nhau với công suất phát âm không đổi. Tại điểm A có mức cường độ âm 20 dB. Để tại trung điểm M của đoạn OA có mức cường độ âm là 30 dB thì số nguồn âm giống các nguồn âm trên cần đặt thêm tại O bằng

A. 4

B. 3

C. 5

D. 7

Lời giải



Gọi P_0 là công suất của một nguồn âm điểm. Giả sử cần đặt thêm n nguồn âm giống nhau tại O để thỏa mãn yêu cầu của bài toán, khi đó công suất của nguồn lúc này là $P_S = (n + 2)P_0$.

Sử dụng hệ quả 2 ta có

$$\begin{aligned} L_A - L_M &= 20 \log \frac{r_M}{r_A} + 10 \log \frac{P_i}{P_s} \Rightarrow 20 - 30 = 20 \log \frac{2}{r_A} + 10 \log \frac{2P_0}{(n+2)P_0} \\ \Rightarrow \log \frac{2}{n+2} &= -1 - 2 \log \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2}{n+2} = 10^{-1-2 \log \frac{1}{2}} = \frac{2}{5} \Rightarrow n = 3 \end{aligned}$$

Đáp án B.

Ví dụ 17: Trong buổi hòa nhạc được tổ chức ở Nhà Hát lớn Hà Nội nhân dịp kỉ niệm 1000 năm Thăng Long. Một người ngồi dưới khán đài nghe được âm do một chiếc đàn giao hưởng phát ra có mức cường độ âm 12 dB. Khi dàn nhạc giao hưởng thực hiện bản hợp xướng người đó cảm nhận được âm là 2,376 B. Hỏi dàn nhạc giao hưởng đó có bao nhiêu người?

A. 6

B. 18

C. 12

D. 15

Lời giải

Giả sử có n người thực hiện bản hợp xướng, khi đó công suất âm phát ra là nP_0 , với P_0 là công suất âm

$$L_{A1} - L_{Ms} = 20 \log \frac{r_M}{r_A} + 10 \log \frac{P_1}{P_s}$$

do một chiếc đàn giao hưởng phát ra. Sử dụng hệ quả 2 ta có ngay

$$\Rightarrow 12 - 23,76 = 10 \log \frac{P_0}{nP_0} = 10 \log \frac{1}{n} = -10 \log n \Rightarrow n = 10^{\frac{23,76-12}{-10}} \approx 15$$

Đáp án D.

Ví dụ 18: 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.

- A.** 1000 m. **B.** 100 m. **C.** 10 m. **D.** 1 m.

Lời giải

$$L_{A1} - L_B = 20 \log \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow L_{A1} = L_B + 20 \log \frac{r_B}{r_A} = 20 \log \frac{r_B}{r_A}$$

Sử dụng hệ quả 1 ta có ngay:

$$\Rightarrow 20 = 20 \log \frac{r_B}{100} \Rightarrow \frac{r_B}{100} = 10 \Rightarrow r_B = 1000$$

Đáp án A.

Ví dụ 19: Ba điểm A, B, C thuộc nửa đường thẳng từ A. Tại A đặt một nguồn phát âm đẳng hướng có công suất thay đổi. Khi $P = P_1$ thì mức cường độ âm tại B là 60 dB, tại C là 20 dB. Khi $P = P_2$ thì mức cường độ âm tại B là 90 dB và mức cường độ âm tại C là

- A.** 50 dB. **B.** 60 dB. **C.** 10 dB. **D.** 40 dB.

Lời giải

$$\begin{cases} L_{C_1} - L_{B_1} = 20 \log \frac{r_B}{r_C} \\ L_{C_2} - L_{B_2} = 20 \log \frac{r_B}{r_C} \end{cases}$$

Sử dụng hệ quả 1 ta có ngay:

$$\Rightarrow L_{C_1} - L_{B_1} = L_{C_2} - L_{B_2} \Rightarrow L_{C_2} = L_{C_1} - L_{B_1} + L_{B_2} = 20 - 60 + 90 = 50$$

Đáp án A.

Ví dụ 20: Tại một điểm nghe được đồng thời hai âm: âm truyền tới có mức cường độ âm là 65 dB, âm phản xạ có mức cường độ âm là 60 dB. Mức cường độ âm toàn phần tại điểm đó là:

- A.** 5 dB. **B.** 125 dB. **C.** 66,19 dB. **D.** 62,5 dB.

Lời giải

Gọi I_1 và I_2 là cường độ âm tới và âm phản xạ tại điểm đó.

Khi đó cường độ âm toàn phần là $I = I_1 + I_2$

$$\begin{cases} \lg \frac{I_1}{I_0} = 6,5 \Rightarrow I_1 = 10^{6,5} I_0 \\ \lg \frac{I_2}{I_0} = 6 \Rightarrow I_2 = 10^6 I_0 \end{cases}$$

Theo bài ra ta có

Từ đó ta có mức cường độ âm toàn phần tại điểm đó là:

$$L = 10 \lg \frac{I_1 + I_2}{I_0} = 10 \lg (10^{6,5} + 10^6) = 66,19$$

Đáp án C.

Ví dụ 21: Tại O có một nguồn phát âm thanh đẳng hướng với công suất không đổi. Một người đi bộ từ A đến C theo một đường thẳng và lắng nghe âm thanh từ nguồn O thì nghe thấy cường độ âm tăng từ I đến 4I rồi lại giảm xuống I. Khoảng cách AO bằng:

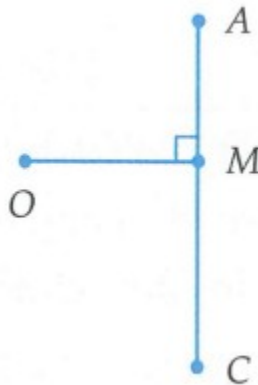
A. $AC \frac{\sqrt{2}}{2}$

B. $AC \frac{\sqrt{3}}{3}$

C. $\frac{AC}{2}$

D. $\frac{AC}{2}$

Lời giải



Do nguồn phát âm thanh đẳng hướng nên cường độ âm tại điểm cách nguồn khoảng R là $I = \frac{P}{4\pi R^2}$

Giả sử người đi bộ từ A qua M tới C. Theo bài ra ta có:
$$\begin{cases} I_A = I_C = I \Rightarrow OA = OC \\ I_M = 4I \Rightarrow OA = 2OM \end{cases}$$

Khi đi bộ từ A đến C theo đường thẳng AC, cường độ âm tăng từ I đến 4I rồi lại giảm xuống I nên I_M đạt giá trị lớn nhất. Suy ra M gần O nhất $\Rightarrow$ OM vuông góc với AC và M là trung điểm của AC.

Theo định lý Pitago, ta có

$$AO^2 = OM^2 + AM^2 = \frac{AO^2}{4} + \frac{AC^2}{4} \Rightarrow 3AO^2 = AC^2 \Rightarrow AO = \frac{AC\sqrt{3}}{3}$$

Ví dụ 22: Ba điểm O, M, N 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 M là 70 dB, tại N là 30 dB. Nếu chuyển nguồn âm đó sang vị trí M thì mức cường độ âm tại trung điểm MN khi đó là

- A. 36,1 dB. B. 41,2 dB. C. 33,4 dB. D. 42,1 dB.

Lời giải

Ban đầu khi chưa chuyển nguồn âm sang vị trí M, ta có

$$L_M - L_N = 20 \log \frac{r_N}{r_M} \Rightarrow 70 - 30 = 20 \log \frac{r_N}{r_M} \Rightarrow r_N = 100r_M$$

Khi chuyển nguồn âm sang vị trí M, gọi I là trung điểm của MN. Ta có

$$\begin{cases} r_I = MI = \frac{1}{2}MN = \frac{1}{2}(r_N - r_M) \\ r_N = 100r_M \end{cases}$$

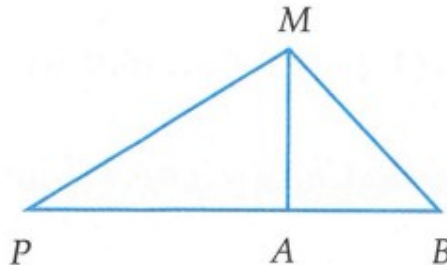
$$L_I - L_M = 20 \log \frac{r_M}{r_I} \Rightarrow L_I = L_M + 20 \log \frac{r_M}{r_I} = 70 + 20 \log \frac{2}{99} = 36,1$$

Từ đó ta có

Ví dụ 23: Một nguồn âm P phát ra âm đẳng hướng. Hai điểm A, B nằm cùng trên một phương truyền sóng có mức cường độ âm lần lượt là 40 dB và 30 dB. Điểm M nằm trong môi trường truyền sóng sao cho $\triangle AMB$ vuông cân ở A. Xác định mức cường độ âm tại M?

- A. 37,54 dB. B. 32,46 dB. C. 35,54 dB. D. 38,46 dB.

Lời giải



$$L_A - L_B = 20 \log \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow 40 - 30 = 20 \log \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow r_B = \sqrt{10}r_A$$

Ta có

Vì tam giác AMB vuông cân tại A nên ta có

$$AM = AB = PB - PA = r_B - r_A = (\sqrt{10} - 1)r_A$$

Theo Pitago ta có

$$r_M^2 = r_A^2 + AM^2 = r_A^2 \left[1 + (\sqrt{10} - 1)^2 \right]$$

Từ đó ta có

$$L_M - L_A = 20 \log \frac{r_A}{r_M} \Rightarrow L_M = L_A + 20 \log \frac{r_A}{r_M}$$

$$\Rightarrow L_M = 40 + 20 \log \frac{1}{\sqrt{1 + (\sqrt{10} - 1)^2}} \approx 32,46$$

Đáp án B.

Ví dụ 24: Công suất âm thanh cực đại của một máy nghe nhạc là 10 W. Cho rằng khi truyền đi thì cứ mỗi 1 m thì năng lượng âm lại bị giảm 5% so với năng lượng ban đầu do sự hấp thụ của môi trường. Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Mức cường độ âm lớn nhất ở khoảng cách 6 m gần bằng bao nhiêu?

- A.** 10,21 dB. **B.** 10,21 B. **C.** 1,21 dB. **D.** 7,35 dB.

Lời giải

Ta có công suất của nguồn ở khoảng cách n (m) (với n là số nguyên) là

$$P_n = P_0 \cdot 0,95^n$$

$$I_n = \frac{P_n}{4\pi R_n^2} = \frac{P_0 \cdot (0,95)^n}{4\pi R_n^2}$$

Do đó cường độ âm được xác định bởi

Vậy mức cường độ âm ở một điểm cách nguồn khoảng n mét là

$$L_n = \log \frac{I_n}{I_0} = \log \frac{P_0 \cdot (0,95)^n}{4\pi R_n^2 I_0}$$

Với $n = 6$ thì $L = 10,21 \text{ dB}$

Đáp án B.

Ví dụ 25: Tại vị trí O trong một nhà máy, một còi báo cháy (xem là nguồn điểm) phát âm với công suất không đổi. Từ bên ngoài, một thiết bị xác định mức cường độ âm chuyển động thẳng từ M hướng đến O theo hai giai đoạn với vận tốc ban đầu bằng không và gia tốc có độ lớn $0,4 \text{ m/s}^2$ cho đến khi dừng lại tại N (cổng nhà máy). Biết $NO = 10 \text{ m}$ và mức cường độ âm (do còi phát ra) tại N lớn hơn mức cường độ âm tại M là 20 dB. Cho rằng môi trường truyền âm đẳng hướng và không hấp thụ âm. Thời gian thiết bị đó chuyển động từ M đến N có giá trị gần giá trị nào nhất sau đây?

- A.** 27 s. **B.** 32 s. **C.** 47 s. **D.** 25 s.

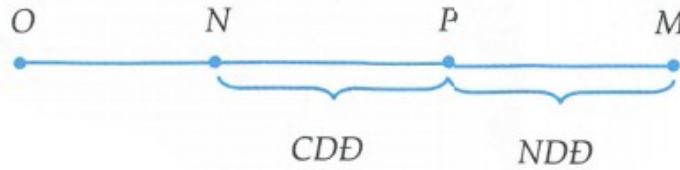
Lời giải

Đây là một bài có sử dụng kiến thức chuyển động thẳng biến đổi đều lớp 10 đã được học. Sai lầm thường

thấy là lời giải sau:



- Ta có: $L_N - L_M = 10 \log \frac{I_N}{I_M} = 10 \log \left(\frac{OM}{ON} \right)^2 \Rightarrow 20 = 10 \log \left(\frac{OM}{ON} \right)^2 \Rightarrow OM = 10.ON = 100(m)$
- Thời gian thiết bị chuyển động từ M đến N với gia tốc có độ lớn $|a| = 0,4 m/s^2$ là $MN = \frac{|a|t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2MN}{|a|}} = \sqrt{\frac{2.90}{0,4}} = 21,12(s)$
- Sai lầm ở đây do việc không đọc kỹ đề bài. Đề bài nói rằng, thiết bị từ M chuyển động với vận tốc ban đầu bằng 0 theo hướng đến O theo hai giai đoạn với gia tốc không đổi, và dừng lại tại N.
- Như vậy, giai đoạn 1, vật chuyển động thẳng nhanh dần đều với vận tốc ban đầu bằng 0, với gia tốc có độ lớn $0,4 m/s^2$ đến vị trí P nào đó, khi đó tại P vật có vận tốc là v . Sau đó, giai đoạn 2, thiết bị chuyển động thẳng chậm dần đều từ vị trí P và dừng tại cổng N.



- Quá trình chuyển động nhanh dần đều từ M đến P:

$$v_P = v_M + |a|t_{MP} = 0 + |a|t_{MP} \Rightarrow t_{MP} = \frac{v_P}{|a|}$$

- Quá trình chuyển động chậm dần đều từ P đến N:

$$v_N = v_P - |a|t_{PN} \Rightarrow 0 = v_P - |a|t_{PN} \Rightarrow t_{PN} = \frac{v_P}{|a|}$$

- Từ đó suy ra $t_{MP} = t_{PN} = t$.

- Quãng đường thiết bị chuyển động từ M đến N là

$$MN = MP + PN = \frac{1}{2}|a|t_{MP}^2 + \frac{1}{2}|a|t_{PN}^2 = \frac{1}{2}|a|t^2 + \frac{1}{2}|a|t^2 = |a|t^2$$

- Thời gian thiết bị chuyển động từ M đến N là

$$\Delta t = t + t = 2t = 2\sqrt{\frac{MN}{|a|}} = 2\sqrt{\frac{90}{0,4}} = 30(s)$$

Đáp án B.

Ví dụ 26: Trong môi trường đẳng hướng và không hấp thụ âm, có 3 điểm thẳng hàng theo đúng thứ tự A; B; C với $AB = 100 \text{ m}$, $AC = 250 \text{ m}$. Khi đặt tại A một nguồn điểm phát âm công suất P thì mức cường độ âm tại B là 100 dB. Bỏ nguồn âm tại A, đặt tại B một nguồn điểm phát âm công suất 2P thì mức cường độ âm tại A và C là

- A.** 103 dB và 99,5 dB.
- B.** 100 dB và 96,5 dB.
- C.** 103 dB và 96,5 dB.
- D.** 100 dB và 99,5 dB.

Lời giải

- Ban đầu, đặt tại A một nguồn điểm phát âm công suất P, ta có

$$L_B = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{P}{4\pi AB^2 I_0} = 100 \text{ dB}$$

- Lúc sau, bỏ nguồn âm tại A, đặt tại B một nguồn điểm phát âm công suất 2P thì mức cường độ âm tại điểm A là:

$$L_A = 10 \log \frac{2P}{4\pi AB^2 I_0} = 10 \log 2 + 10 \log \frac{P}{4\pi AB^2 I_0} = 103 \text{ dB}.$$

- Mức cường độ âm tại C là:

$$L_C = L_A + 10 \log \frac{AB^2}{BC^2} = 99,5 \text{ dB}$$

Đáp án A.

BÀI TẬP RÈN LUYỆN KĨ NĂNG

Câu 1: Nguồn âm tại O có công suất không đổi. Trên cùng đường thẳng qua O có ba điểm A, B, C cùng nằm về một phía của O và theo thứ tự xa có khoảng cách tới nguồn tăng dần. Mức cường độ âm tại B kém mức cường độ âm tại A là a (dB), mức cường độ âm tại B hơn mức cường độ âm tại C là 3a (dB).

Biết $OA = \frac{2}{3}OB$. Tính tỉ số $\frac{OC}{OA}$

- A.** $\frac{81}{16}$
- B.** $\frac{9}{4}$
- C.** $\frac{27}{8}$
- D.** $\frac{32}{27}$

Câu 2: Mức cường độ của một âm là $L = 30(\text{dB})$. Hãy tính cường độ của âm này theo đơn vị W / m^2 . Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12} W / m^2$. Mức cường độ âm tính theo đơn vị (dB) là:

- A.** $10^{-18} \text{ W} / \text{m}^2$ **B.** $10^{-9} \text{ W} / \text{m}^2$
C. $10^{-3} \text{ W} / \text{m}^2$ **D.** $10^{-4} \text{ W} / \text{m}^2$

Câu 3: Hai điểm nằm cùng một phía của nguồn âm, trên cùng một phương truyền âm cách nhau một khoảng bằng a, có mức cường độ âm lần lượt là $L_M = 30dB$ và $L_N = 10dB$. Biết nguồn âm là đẳng hướng. Nếu nguồn âm đó đặt tại điểm M thì mức cường độ âm tại N là

- A.** 12 dB. **B.** 7 dB. **C.** 11 dB. **D.** 9 dB.

Câu 4: Tại một phòng nghe nhạc, tại một vị trí: mức cường độ âm tạo ra từ nguồn là 75dB, mức cường độ âm phản xạ ở bức tường phía sau là 72dB. Mức cường độ âm toàn phần tại vị trí đó là bao nhiêu? (bức tường không hấp thụ âm)

- A.** 77 dB. **B.** 79 dB. **C.** 81 dB. **D.** 83 dB.

Câu 5: Hai điểm M và N nằm cùng một phía của nguồn âm, trên cùng một phương truyền âm có $L_M = 30 \text{ dB}$, $L_N = 10 \text{ dB}$, nếu nguồn âm đó đặt tại M thì mức cường độ âm tại N khi đó là:

- A.** 12 **B.** 7 **C.** 9 **D.** 11

Câu 6: Cho 3 điểm A, B, C thẳng hàng, theo thứ tự xa dần nguồn âm. Mức cường độ âm tại A, B, C lần lượt là 40 dB; 35,9 dB và 30 dB. Khoảng cách giữa AB là 30 m và khoảng cách giữa BC là:

- A.** 78 m. **B.** 108 m. **C.** 40 m. **D.** 65 m.

Câu 7: Trong một ban hợp ca, coi mọi ca sĩ đều hát với cùng cường độ âm và cùng tần số. Khi một ca sĩ hát thì mức cường độ âm là 68 dB. Khi cả ban hợp ca cùng hát thì đo được mức cường độ âm là 80 dB. Số ca sĩ có trong ban hợp ca là:

- A.** 16 người.
- B.** 12 người.
- C.** 10 người.
- D.** 18 người.

Câu 8: Một người đứng giữa hai loa A và B. Khi loa A bật thì người đó nghe được âm có mức cường độ 76 dB. Khi loa B bật thì nghe được âm có mức cường độ 80 dB. Nếu bật cả hai loa thì nghe được âm có mức cường độ bao nhiêu?

- A.** 156 dB. **B.** 4 dB. **C.** 81,46 dB. **D.** 110 dB.

Câu 9: Công suất âm thanh cực đại của một máy nghe nhạc gia đình là 10 W . Cho rằng cứ truyền trên khoảng cách 1 m , năng lượng âm bị giảm 5% so với lần đầu do sự hấp thụ của môi trường truyền âm. Biết $I_0 = 10^{-12}\text{ W/m}^2$. Nếu mở to hết cỡ thì mức cường độ âm ở khoảng cách 6 m là:

- A.** 98 dB. **B.** 89 dB. **C.** 107 dB. **D.** 102 dB.

ĐÁP ÁN

1-A	2-B	3-C	4-A	5-D	6-A	7-A	8-C	9-D
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2. Bài toán liên quan đến dây đàn, sáo

Để làm bài toán liên quan đến dây đàn, sáo cần chú ý đến điều kiện để có sóng dừng trên dây đàn, trong ống sáo (xem lại phần lí thuyết).

Ví dụ 1: Trên sợi dây đàn 65 cm sóng ngang truyền với tốc độ 572 m/s. Dây đàn phát ra bao nhiêu họa âm (kể cả âm cơ bản) trong vùng âm nghe được

A. 45.

B. 22.

C. 30.

D. 37.

Lời giải

Dây đàn có hai đầu lag nút, chiều dài dây thỏa mãn

$$l = n \frac{\lambda}{2} = n \frac{v}{2f} \Rightarrow f = n \frac{v}{2l} = 440n$$

Để dây đàn phát ra họa âm trong vùng nghe được thì $16 \leq f \leq 20000$, tức là ta có

$$16 \leq 440n \leq 20000 \Leftrightarrow 0,036 \leq n \leq 45,45$$

Có 45 giá trị nguyên thỏa mãn.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Một ống khí có một đầu bịt kín, một đầu hở tạo ra âm cơ bản có tần số 112 Hz. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 336 m/s. Bước sóng dài nhất của các họa âm mà ống này tạo ra bằng:

A. 1 m.

B. 0,8 m.

C. 0,2 m.

D. 2 m.

Lời giải

Điều kiện để có sóng dừng trong ống:

$$l = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4l}{2k+1} (*)$$

(l là chiều dài của cột khí trong ống, đầu kín là nút đầu hở là bụng của sóng dừng trong ống khí). Từ đó ta có

$$f = \frac{v}{\lambda} = (2k+1) \cdot \frac{v}{4l} = (2k+1) \cdot f_0 \quad \left(f_0 = \frac{v}{4l} \right)$$

(f_0 : tần số âm cơ bản). Theo bài ra ta có:

$$f_0 = 112 \text{ Hz} \Rightarrow \frac{v}{4l} = 112 \Rightarrow l = \frac{v}{4 \cdot 112} = 0,75 \text{ (m)}$$

Từ (*) ta thấy các họa âm có $\lambda_{\max}$ khi $(2k+1)_{\min}$, suy ra $(2k+1) = 3$ (với $k = 1$)

Vậy $\lambda_{\max} = \frac{4l}{3} = 1 \text{ (m)}$

Đáp án A.

Ví dụ 3: Một ống sáo dài 80 cm, một đầu bịt kín một đầu hở, biết vận tốc truyền âm trong không khí là 340 m/s. Xác định tần số lớn nhất mà ống sáo phát ra mà một người bình thường có thể nghe được?

- A.** 19,87 kHz. **B.** 19,98 kHz. **C.** 18,95 kHz. **D.** 19,66 kHz.

Lời giải

Ống sáo một đầu khí một đầu hở nên chiều dài ống sáo thỏa mãn.

$$l = (2k+1) \frac{\lambda}{4} = (2k+1) \cdot \frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2k+1) \cdot \frac{v}{4l}$$

Để người bình thường có thể nghe được thì $f \leq 20000 \text{ Hz}$. Từ đó ta có

$$(2k+1) \cdot \frac{v}{4l} \leq 20000 \Rightarrow k \leq 93,6; k \in \mathbb{N} \Rightarrow k_{\max} = 93 \Rightarrow f_{\max} \approx 19,87 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

Đáp án A.

Ví dụ 4: Cột khí trong ống thủy tinh có độ cao l có thể thay đổi được nhờ điều chỉnh mực nước trong ống. Đặt một âm thoa trên miệng ống thủy tinh đó. Khi âm thoa dao động, nó phát ra âm cơ bản, ta thấy trong cột khí có một sóng dừng ổn định. Khi độ cao của cột khí nhỏ nhất $l_0 = 13 \text{ cm}$ ta nghe được âm to nhất, biết đầu A hở là một bụng sóng, đầu B là nút, tốc độ truyền âm là 340 m/s. Tần số âm do âm thoa phát ra là:

- A.** 563,8 Hz. **B.** 658 Hz. **C.** 653,8 Hz. **D.** 365,8 Hz.

Lời giải

Khi ta nghe được âm to nhất thì ống thủy tinh có đáy là nút, đầu hở là bụng nên chiều dài cột lúc này thỏa

mãn $l = (2k+1) \frac{\lambda}{4}$. Theo bài ra ta có khi độ cao cột khí là nhỏ nhất thì ta nghe được âm to nhất, tức là ta có $k = 0$.

$$l_0 = \frac{\lambda}{4} = 13 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 52 \text{ cm} = 0,52 \text{ m}$$

Do đó

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0,52} = 653,8 \text{ Hz}$$

Suy ra tần số do âm thoa phát ra là

Đáp án C.

Ví dụ 5: Một âm thoa có tần số dao động riêng 850 Hz được đặt sát miệng một ống nghiệm hình trụ đáy kín đặt thẳng đứng cao 80 cm. Đổ dần nước vào ống nghiệm đến độ cao 30 cm thì thấy âm được khuếch đại lên rất mạnh. Biết tốc độ truyền âm trong không khí có giá trị nằm trong khoảng $300m/s \leq v \leq 350m/s$. Hỏi khi tiếp tục đổ nước thêm vào ống thì có thêm mấy vị trí của mực nước cho âm được khuếch đại?

A. 1

B. 2

C. 3

D. 4

Lời giải

- Khi đổ dần nước vào ống nghiệm đến độ cao 30 cm thì thấy âm được khuếch đại rất mạnh, có nghĩa là khi đó hiện tượng sóng dừng xảy ra, âm nghe được to nhất do tại đáy ống hình thành một nút sóng, miệng ống hình thành một bụng sóng. Mặt khác, nước cao 30 cm thì cột không khí cao 50 cm. Từ đó ta có

$$300 \left(\frac{1}{4.850} + k \frac{1}{2.850} \right) \leq 0,5 = \frac{\lambda}{4} + k \frac{\lambda}{2} = v \left(\frac{1}{4f} + k \frac{1}{2f} \right) \leq 350 \left(\frac{1}{4.850} + k \frac{1}{2.850} \right)$$

$$\Rightarrow v = \frac{0,5}{\frac{1}{4.850} + 2 \frac{1}{2.850}} = 340$$

- Từ đó dễ thấy $\lambda = 40cm$.
- Khi tiếp tục đổ nước vào ống thì chiều dài cột khí giảm dần, và để âm khuếch đại mạnh thì chiều dài cột khí phải thỏa mãn

$$0 < l = \frac{\lambda}{4} + k \frac{\lambda}{2} = 10 + k.20 < 50 \Rightarrow -0,5 < k < 2 \Rightarrow k = 0; 1$$

Vậy khi đổ thêm nước vào thì có thêm 2 vị trí làm cho âm khuếch đại rất mạnh

Đáp án B.

Ví dụ 6: Trong âm nhạc, khoảng cách giữa hai nốt nhạc trong một quãng được tính bằng cung và nửa cung (nc). Mỗi quãng tám được chia thành 12 nc. Hai nốt nhạc cách nhau nc thì hai âm (cao, thấp) tương ứng với hai nốt nhạc này có tần số thỏa mãn $f_c^{12} = 2f_t^{12}$. Tập hợp tất cả các âm trong một quãng tám gọi là một gam (âm giai). Xét một gam với khoảng cách từ nốt Đồ đến các nốt tiếp theo Rê, Mi, Fa, Sol, La, Si, Đô tương ứng là 2 nc, 4 nc, 5 nc, 7 nc, 9 nc, 11 nc, 12 nc. Trong gam này, nếu âm ứng với nốt La có tần số 440 Hz thì âm ứng với nốt Sol có tần số là

A. 330 Hz.

B. 392 Hz.

C. 494 Hz.

D. 415 Hz.

Lời giải

- Trong âm nhạc, ta biết cao độ tăng dần: Đồ Rê Mi Fa Sol La Si Đô.
- Gọi tần số ứng với nốt Sol là f_7 và ứng với nốt La là f_9 . Hai nốt này cách nhau 2 nc.
- Theo bài ra, hai nốt nhạc cách nhau nửa cung thì hai âm (cao, thấp) tương ứng với hai nốt nhạc này

- Sử dụng công thức này ta được $f_9 = \sqrt[12]{2} f_8 = \left(\sqrt[12]{2}\right)^2 f_7$
- Từ đó suy ra âm ứng với nốt Sol có tần số là $f_7 = \frac{440}{\left(\sqrt[12]{2}\right)^2} = 392Hz$

Đáp án B.