۱ چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف) در زمین‌لرزه‌ها امواج اولیهٔ P از نوع امواج عرضی هستند.

ب) امواج صوتی، امواج طولی هستند که تندی انتشار آن‌ها عموماً در مایع‌ها بیش‌تر از جامدها است.

ج) امواج رادیویی و فروسرخ هر دو در خلاء با تندی نور حرکت می‌کنند.

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ الف) امواج اولیهٔ P از نوع امواج طولی است.

ب) تندی انتشار صوت عموماً در جامدها بیش‌تر از مایع‌ها است.

فقط قسمت «ج» صحیح است چون تمام امواج الکترومغناطیسی در خلأ با یک تندی یعنی با سرعت نور که تقریبا $۳ \times ۱۰^{۸} m/s$ است، حرکت می‌کنند.

۲ کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) هر تُن موسیقی دارای دو ویژگی متمایز ارتفاع و بلندی است.

۲) ارتفاع صوت، بسامدی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.

۳) بلندی صوت، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.

۴) بلندی صوت را می‌توان با یک آشکارساز اندازه گرفت در حالی که شدت صوت چیزی است که شما حس می‌کنید.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ ارتفاع و بلندی صوت، دو ویژگی متمایز، از یک تُنِ موسیقی هستند که گوش انسان درک می‌کند. ارتفاع صوت بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند و بلندی صوت شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند. شدت صوت را می‌توان با آشکارساز اندازه گرفت در حالی که بلندی چیزی است که ما حس می‌کنیم.

۳ یک زمین‌لرزه در عمق ۷۲۰ کیلومتری از یک دستگاه لرزه‌نگار مستقر در سطح زمین رخ می‌دهد. امواج اولیهٔ P و امواج ثانویهٔ S به‌ترتیب با تندی‌های v_s و $۸\frac{km}{s}$ و با اختلاف زمانی ۱٫۵ دقیقه به دستگاه لرزه‌نگار می‌رسند. اگر این موج‌ها روی خط راستی منتشر شوند، v_s برحسب کیلومتر بر ثانیه کدام است؟

۱) ۱۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۳

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ می‌دانیم تندی موج طولی (P) در یک جسم جامد از تندی موج عرضی (S) در همان جسم بیشتر است.

بنابراین موج طولی در زمان کمتری، فاصلهٔ معین را طی خواهد کرد، داریم:

$$\Delta t = t_s - t_p \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v_s} - \frac{\Delta x}{v_p} \Rightarrow ۹۰ = \frac{۷۲۰}{v_s} - \frac{۷۲۰}{۸} \Rightarrow ۱۸۰ = \frac{۷۲۰}{v_s} \Rightarrow v_s = \frac{۷۲۰}{۱۸۰} = ۴\frac{km}{s}$$

۴ اگر چند دیاپازون با بسامدهای مختلف به‌طور یکسان نواخته شوند، ..... صوت تولیدی توسط آن‌ها که به‌وسیلهٔ گوش درک می‌شود متفاوت خواهد بود و اگر یک دیاپازون با بسامد مشخص را با ضربه‌هایی متفاوت به ارتعاش واداریم، صداهایی با ..... متفاوت را حس می‌کنیم.

۱) بلندی، ارتفاع ۲) بلندی، شدت ۳) شدت، ارتفاع ۴) ارتفاع، بلندی

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ هر تُن حاصل از دیاپازون دارای دو ویژگی ارتفاع و بلندی است که هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شوند.

ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند و بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.

۵ با دور شدن از یک چشمهٔ صوتی، بلندی و ارتفاع صوت به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟ (اتلاف انرژی صوتی ناچیز است.)

۱) کاهش می‌یابد، کاهش می‌یابد. ۲) ثابت می‌ماند، کاهش می‌یابد.

۳) ثابت می‌ماند، ثابت می‌ماند. ۴) کاهش می‌یابد، ثابت می‌ماند.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ بلندی صوت شدتی است که گوش انسان می‌شنود و ارتفاع بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند. با دور شدن از چشمهٔ صوت، شدت آن و در نتیجه بلندی صوت کاهش می‌یابد، ولی بسامد و در نتیجه ارتفاع صوت تغییری نمی‌کند.

۶ اگر تراز شدت صوتی که دریافت می‌کنیم، برابر ۱۱ دسی‌بل باشد، شدت این صوت چند $\frac{W}{m^۲}$ است؟ ($I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}$ و $\log ۲ = ۰/۳$)

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{-۱۱}$ ۲) $۱/۲۵ \times ۱۰^{-۱۱}$ ۳) $۱۰^{-۱۱}$ ۴) ۵×۱۰^{-۱۱}

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ با توجه به رابطهٔ تراز شدت صوت، داریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow{\beta=۱۱dB} ۱۱ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۱/۱ = \log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow{۱/۱=۲-۰/۹} ۲ - ۰/۹ = \log\frac{I}{I_۰}$$

$$\xrightarrow[۲=\log ۱۰۰]{۰/۹=۳\times ۰/۳=۳\log ۲=\log ۸} \log ۱۰۰ - \log ۸ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \log\frac{۱۰۰}{۸} = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = \frac{۱۰۰}{۸} = ۱۲/۵$$

$$\Rightarrow I = ۱۲/۵ \times ۱۰^{-۱۲} = ۱/۲۵ \times ۱۰^{-۱۱}\frac{W}{m^۲}$$

۷ تراز شدت صوت A، ۱۰دسی‌بل از تراز شدت صوت B بیشتر و ۳۰ دسی‌بل از تراز شدت صوت C کمتر است. شدت صوت B چند برابر شدت صوت C است؟

۱) $۱۰^{۲}$ ۲) $۱۰^{-۲}$ ۳) $۱۰^{-۴}$ ۴) $۱۰^{۴}$

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱

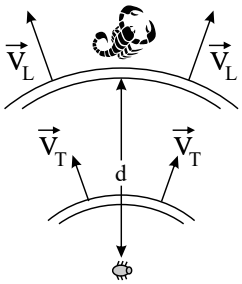
با توجه به رابطهٔ تراز شدت صوت داریم:

$$\begin{matrix}\beta_A - \beta_B = ۱۰dB \\ \beta_C - \beta_A = ۳۰dB\end{matrix} \Rightarrow \beta_C - \beta_B = ۴۰dB$$

$$\left.\begin{matrix}\beta_C = ۱۰log\frac{I_C}{I_۰} \\ \beta_B = ۱۰log\frac{I_B}{I_۰}\end{matrix}\right\} \rightarrow \beta_C - \beta_B = ۱۰(log\frac{I_C}{I_۰} - log\frac{I_B}{I_۰}) \Rightarrow \beta_C - \beta_B = ۱۰log\frac{I_C}{I_B}$$

$$\Rightarrow ۴۰ = ۱۰log\frac{I_C}{I_B} \Rightarrow ۴ = log\frac{I_C}{I_B} \Rightarrow \frac{I_C}{I_B} = ۱۰^{۴} \Rightarrow \frac{I_B}{I_C} = ۱۰^{-۴}$$

۸ عقرب ماسه‌ای وجود طعمه را با امواجی که براساس حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می‌کند. امواج عرضی با تندی $v_T = ۲/۵\, m/s$ و امواج طولی با تندی v_L در سطح ماسه منتشر می‌شود. اگر اختلاف زمانی رسیدن این امواج از طعمه به نزدیک‌ترین پای او $۰/۴ \times ۱۰^{-۳}\, s$ و فاصلهٔ طعمه از عقرب $d = ۲\, mm$ باشد، v_L چند متربرثانیه است؟ ($v_L > v_T$)



۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۲۰
۴) ۲۵

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱**

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} \Rightarrow \Delta t = \Delta x \left| \frac{۱}{v_T} - \frac{۱}{v_L} \right| \Rightarrow \Delta t = \left| \frac{v_L - v_T}{v_L v_T} \right| \Delta x$$

$$\xrightarrow{v_L > v_T} \frac{۴}{۱۰} \times ۱۰^{-۳} = \left(\frac{v_L - ۲/۵}{v_L (۲/۵)}\right) \times ۲ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow \frac{v_L - ۲/۵}{۲/۵ v_L} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۴}}{۲ \times ۱۰^{-۳}}$$

$$\Rightarrow \frac{v_L - ۲/۵}{۲/۵ v_L} = \frac{۲}{۱۰} \Rightarrow ۱۰ v_L - ۲۵ = ۵ v_L \Rightarrow ۵ v_L = ۲۵ \Rightarrow v_L = ۵\, m/s$$

۹ تراز شدت صوتی در یک نقطهٔ مشخص به اندازهٔ $\beta_۱$ دسی‌بل است. اگر ۴ چشمهٔ صوتی دیگر مشابه چشمهٔ صوتی اول اضافه کنیم، تراز شدت صوت در همان نقطه چند دسی‌بل بیش‌تر می‌شود؟ ($\log ۲ \simeq ۰/۳, \log ۳ \simeq ۰/۵, \log ۵ \simeq ۰/۷$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱) ۳
۲) ۴
۳) ۷
۴) ۶

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ اگر ۴ چشمهٔ صوتی به چشمهٔ قبل اضافه شود جمعاً ۵ چشمه خواهیم داشت و شدت صوت ۵ برابر می‌شود.

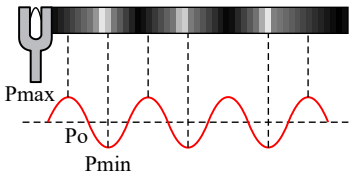
یعنی $I_۲ = ۵ I_۱$ ، سؤال افزایش تراز شدت صوت را خواسته ، پس:

$$\Delta dB = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰ \log ۵ = ۱۰ (۰/۷) = ۷$$

۱۰ صوتی با بسامد ۶۰۰ هرتز و تندی ۳۰۰ متر بر ثانیه در یک گاز منتشر می‌شود. در یک لحظه فاصلهٔ نقطه‌ای که حداقل فشار (انبساط) را دارد، از نزدیک‌ترین نقطه‌ای که در همان جهت انتشار بوده و فشار عادی دارد چند سانتی‌متر است؟

۱) ۲۵ ۲) ۱۲٫۵ ۳) ۵۰ ۴) ۱۵

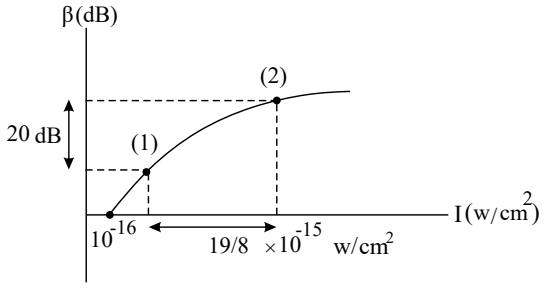
پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴



با توجه به نمودار فشار برحسب مکان، فاصلهٔ حداقل فشار و فشار عادی برابر $\frac{\lambda}{۴}$ است.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۳۰۰}{۶۰۰} = ۰٫۵m \Rightarrow \frac{\lambda}{۴} = ۱۲٫۵cm$$

۱۱ شکل زیر نمودار تراز شدت صوت را برحسب شدت آن برای یک چشمهٔ صوت نمایش می‌دهد. این صوت توسط چشمه‌ای با توان متوسط $۰٫۲۴pW$ منتشر می‌شود و دو شنوندهٔ (۱) و (۲) در فاصله‌های مختلفی از چشمه قرار دارند. فاصلهٔ شنوندهٔ (۱) از چشمهٔ صوت چند سانتی متر است؟($\pi = ۳$)



۱) ۶ ۲) ۱۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به اطلاعات روی نمودار می توان نوشت:

$$\begin{cases}\beta_۲-\beta_۱=۲۰dB\\ I_۲-I_۱=۱۹/۸\times۱۰^{-۱۵}W/cm^۲\end{cases}$$

$$\Delta\beta=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\Rightarrow ۲۰=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=۱۰^۲\Rightarrow I_۲=۱۰^۲I_۱$$

$$I_۲-I_۱=۱۹/۸\times۱۰^{-۱۵}\Rightarrow ۱۰^۲I_۱-I_۱=۱۹/۸\times۱۰^{-۱۵}$$

$$\Rightarrow ۹۹I_۱=۱۹/۸\times۱۰^{-۱۵}\Rightarrow I_۱=۲\times۱۰^{-۱۶}\frac{W}{cm^۲}=۲\times۱۰^{-۱۲}W/m^۲$$

$$I_۱=\frac{\overline{P}}{A_۱}=\frac{\overline{P}}{۴\pi r_۱^۲}\Rightarrow ۲\times۱۰^{-۱۲}=\frac{۲/۴\times۱۰^{-۱۳}}{۴\times۳\times r_۱^۲}\Rightarrow r_۱^۲=۰/۰۱\Rightarrow r_۱=۰/۱m=۱۰cm$$

۱۲ در نقطه‌ای به فاصلهٔ ۲۰ متر از یک چشمهٔ صوتی نقطه‌ای، تراز شدت صوت ۴۰ دسی‌بل است. اگر توان چشمهٔ صوتی را ۱۶ برابر کنیم، در چه فاصله‌ای از چشمهٔ صوت بر حسب متر، تراز شدت صوت ۲۰ دسی‌بل خواهد بود؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر می‌شود.)

۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۸۰۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

$$I=\frac{\text{توان چشمه}\ P}{۴\pi d^۲}$$

$$\left.\begin{matrix}۱۰log\frac{I_۱}{I_۰}\\ ۱۰log\frac{I_۲}{I_۰}\end{matrix}\right\}\Rightarrow\beta_۱-\beta_۲=۱۰(log\frac{I_۱}{I_۰}-log\frac{I_۲}{I_۰})=۱۰(log\frac{I_۱}{I_۲})\Rightarrow\beta_۱-\beta_۲=۱۰log\frac{\frac{P_۱}{d_۱^۲}}{\frac{P_۲}{d_۲^۲}},\ \frac{I_۱}{I_۲}=\frac{\frac{P_۱}{۴\pi d_۱^۲}}{\frac{P_۲}{۴\pi d_۲^۲}}=(\frac{\frac{P_۱}{d_۱^۲}}{\frac{P_۲}{d_۲^۲}})$$

$$\xrightarrow{\substack{۰m\ ,P_۲=۱۶P_۱\\ ۰dB\ ,\beta_۲=۲۰dB}}۲۰=۱۰log\frac{d_۲^۲}{۲۰^۲\times۱۶}\Rightarrow ۱=log\frac{d_۲}{۲۰\times۴}\Rightarrow d_۲=۸۰۰m$$

۱۳ برای کاهش ۱۲ دسی‌بل تراز شدت یک صوت کدام گزینه ممکن است؟ ($\log۲\simeq۰/۳$)

۱) ۴ برابر کردن فاصله از منبع صوت
۲) ۴ برابر کردن دامنهٔ نوسان صوت
۳) ۴ برابر کردن بسامد صوت
۴) $\frac{۱}{۴}$ برابر کردن شدت صوت

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ تراز شدت صوت برحسب دسی‌بل از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰}$$

بنابراین تغییرات تراز شدت صوت برابر است با:

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow -۱۲ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱}$$

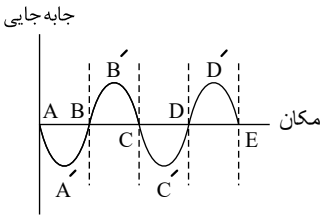
$$\Rightarrow \log \frac{I_۲}{I_۱} = -۱/۲ = -۴ \log ۲ = \log ۲^{-۴} = \log \frac{۱}{۲^۴} = \log \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{۱}{۱۶}$$

بنابراین برای کاهش ۱۲ دسی‌بلی تراز شدت صوت باید شدت صوت $\frac{۱}{۱۶}$ شدت صوت اولیه شود؛ از آن‌جایی که $I = \frac{\overline{P}}{A} = \frac{\overline{P}}{۴\pi r^۲}$، بنابراین فاصله باید ۴ برابر شود.

۱۴ یک موج طولی با تندی $۸۰ \frac{m}{s}$ در یک فنر در حال انتشار است. اگر فاصلهٔ بین نقطه‌ای که اندازهٔ جابه‌جایی آن از وضعیت تعادل بیشینه است تا بیشترین جمع شدگی مجاور آن برابر $۲/۵cm$ باشد، بسامد این موج چند هرتز است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۳۲۰۰

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ در یک موج طولی در فنر، در مکان‌هایی که بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل صفر است. در وسط فاصله بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینهٔ مجاور هم، اندازه جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل، بیشینه است. به این ترتیب، نمودار جابه‌جایی مکان فنر به شکل زیر است:

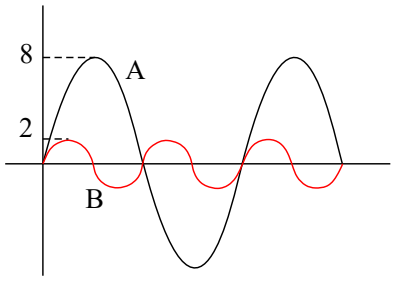


نقاط A, B, C, D و E بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها هستند. نقاط A', B', C' و D' وسط بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه هستند. (نقاطی که اندازهٔ جابه‌جایی آن‌ها از وضعیت تعادل بیشینه است.) در نتیجه فاصلهٔ دو نقطه مانند B و B' برابر $\frac{\lambda}{۴}$ است.

$$\frac{\lambda}{۴} = ۲/۵cm \Rightarrow \lambda = ۱۰cm = ۰/۱m$$

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{۸۰}{۰/۱} = ۸۰۰Hz$$

۱۵ نمودار جابه‌جایی - مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به صورت زیر است. در یک فاصلهٔ مشخص و برابر از هر دو منبع، تراز شدت صوت A چند دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت B است؟ ($\log ۲ \simeq ۰/۳$)



۱) ۹
۲) ۶
۳) ۱۸
۴) ۳

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ برای به‌دست آوردن $\beta_A - \beta_B$ باید نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ را داشته باشیم. بنابراین ابتدا از رابطهٔ $\frac{I_A}{I_B} = (\frac{A_A}{A_B} \times \frac{f_A}{f_B} \times \frac{r_B}{r_A})^۲$، نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ را می‌یابیم. با توجه به شکل $A_A = ۸$ (واحد) و $A_B = ۲$ (واحد) و $\lambda_B = \frac{\lambda_A}{۲}$ است. با توجه به این‌که در این محیط تندی انتشار موج برای هر دو موج یکسان است، می‌توان نوشت:

$$\lambda_B = \frac{\lambda_A}{۲} \Rightarrow \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{۱}{۲}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} \xrightarrow{v=\text{ثابت}} \frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{۱}{۲}$$

$$\frac{I_A}{I_B} = (\frac{A_A}{A_B} \times \frac{f_A}{f_B} \times \frac{r_B}{r_A})^۲ \xrightarrow[A_A=۸\ \text{واحد}]{r_A=r_B\ ,\ A_B=۲\ \text{واحد}} \frac{I_A}{I_B} = (\frac{۸}{۲} \times \frac{۱}{۲} \times ۱)^۲ = ۲^۲$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$\beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \beta_A - \beta_B = ۱۰ \log ۲^۲ = ۲۰ \log ۲$$

$$\xrightarrow{\log ۲ = ۰/۳} \beta_A - \beta_B = ۲۰ \times ۰/۳ = ۶dB$$

۱۶ تراز شدت صوت یک منبع صوتی نقطه‌ای در محل پرده‌ای با مساحت $۱۰cm^۲$ برابر با $۳۱dB$ است. اگر این صوت به‌صورت عمود به سطح پرده برخورد کند، در مدت $۱۶s$ چند ژول انرژی توسط صوت به این پرده منتقل می‌شود؟ ($I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$، $\log ۲ = ۰/۳$ و اتلاف انرژی نداریم.)

۱) $۱۰^{-۱۱}$
۲) ۲×۱۰^{-۱۱}
۳) $۱۰^{-۱۲}$
۴) ۲×۱۰^{-۱۲}

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با استفاده از تعریف تراز شدت صوت، داریم:

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۳۱ = ۱۰ \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۳/۱ = \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \quad (*)$$

$$۳٫۱ = ۴ - ۰٫۹ = ۴\log ۱۰ - ۳\log ۲ = \log ۱۰^{۴} - \log ۲^{۳} = \log \frac{۱۰^{۴}}{۸} \quad (**) \xrightarrow{(**),(*)} \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = \frac{۱۰^{۴}}{۸}$$

$$\Rightarrow I = \frac{۱۰^{-۸}}{۸} \frac{W}{m^{۲}}$$

حال با استفاده از تعریف شدت صوت، داریم:

$$I = \frac{E}{A \cdot t} \Rightarrow E = ItA = (\frac{۱۰^{-۸}}{۸})(۱۶)(۱۰ \times ۱۰^{-۴}) = ۲ \times ۱۰^{-۱۱} J$$

۱۷ چشمهٔ موجی در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $۸\frac{m}{s}$ است، نوسان‌هایی طولی ایجاد می‌کند. اگر در این موج، فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی برابر $۲۰\ cm$ و دامنهٔ نوسان‌های آن $۵cm$ باشد، هر نقطه از محیط انتشار موج در مدت $\frac{۱}{۴۰}$ ثانیه چه مسافتی را بر حسب سانتی‌متر طی می‌کند؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی برابر با $\frac{\lambda}{۲}$ است. پس داریم:

$$\frac{\lambda}{۲} = ۲۰cm \Rightarrow \lambda = ۴۰cm = ۰٫۴m$$

از سوی دیگر با استفاده از رابطهٔ تندی انتشار موج، می‌توانیم دوره را به‌دست آوریم.

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow ۸ = \frac{۰٫۴}{T} \Rightarrow T = ۰٫۰۵s = \frac{۱}{۲۰}s$$

مدت زمان $\frac{۱}{۴۰}s$ برابر با $\frac{T}{۲}$ است. می‌دانیم در مدت $\frac{T}{۲}$ هر نقطه از محیط انتشار موج، مسافت $۲A$ را طی می‌کند که در آن A دامنهٔ نوسان است.

$$\ell = ۲A = ۲ \times ۵ = ۱۰cm$$

۱۸ شخصی با چکش به انتهای میله‌ای باریک ضربه می‌زند و صدای ناشی از این ضربه در هوا و میله، در انتهای میله با اختلاف زمانی $۰٫۲s$ به گوش می‌رسد. اگر تندی صوت در این میله ۹ برابر تندی صوت در هوا باشد، طول میله برابر با چند متر است؟ (سرعت صوت در هوا، ۳۲۰ متر بر ثانیه می‌باشد)

۱) ۷۲ ۲) ۳۶ ۳) ۱۸ ۴) ۹

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** اگر طول میله‌ای را d فرض کنیم، باتوجه به این که صوت حاصل از ضربهٔ چکش در میله سریع‌تر از هوا حرکت می‌کند، می‌توان نوشت:

$$\Delta t = \Delta t_{\text{هوا}} - \Delta t_{\text{میله}} = \frac{d}{v_{\text{هوا}}} - \frac{d}{v_{\text{میله}}} = \frac{d}{v_{\text{هوا}}} - \frac{d}{۹v_{\text{هوا}}} \Rightarrow \Delta t = \frac{۸}{۹}\frac{d}{v_{\text{هوا}}} \Rightarrow ۰/۲ = \frac{۸}{۹} \times \frac{d}{۳۲۰} \Rightarrow d = ۷۲m$$

۱۹ اگر تراز شدت صوتی در فاصلهٔ ۵ متری از یک منبع صوت ۱۲ دسی‌بل باشد، آهنگ متوسط انتقال انرژی از سطحی به مساحت $۲/۷cm^۲$ که عمود بر راستای انتشار موج و در فاصلهٔ ۳ متری از منبع صوت قرار دارد چند وات است؟ ($I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}$، $\log ۲ = ۰/۳$ و اتلاف انرژی ناچیز فرض شود.)

۱) $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۱}$ ۲) $۷/۲ \times ۱۰^{-۱۵}$ ۳) $۱/۲ \times ۱۰^{-۱۴}$ ۴) $۳/۶ \times ۱۰^{-۱۴}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ ابتدا شدت صوت را در فاصلهٔ ۵ متری از منبع صوت به‌دست می‌آوریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow{\beta=۱۲dB} ۱/۲ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۱۰^{۱/۲} = \frac{I}{I_۰}$$

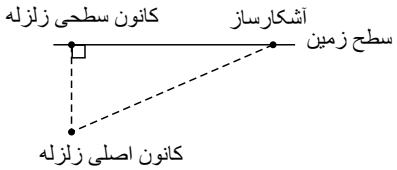
$$\xrightarrow[۱۰^{۰/۳}=۲\,,\, I_۰=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}]{۱۰^{۱/۲}=(۱۰^{۰/۳})^۴} I = ۲^۴ \times ۱۰^{-۱۲} = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۱}\frac{W}{m^۲}$$

اکنون با توجه به این‌که شدت صوت با مربع فاصله از منبع صوت رابطهٔ عکس دارد، می‌توان نوشت:

$$\xrightarrow{I \propto \frac{۱}{r^۲}} \frac{I'}{I} = \left(\frac{r}{r'}\right)^۲ \xrightarrow[r'=۳m]{r=۵m} I' = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۱} \times \frac{۲۵}{۹}$$

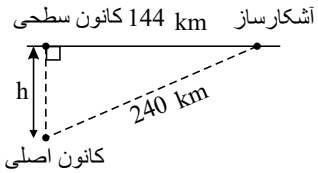
$$I' = \frac{۴}{۹} \times ۱۰^{-۱۰}\frac{W}{m^۲} \xrightarrow{\bar{P}=IA\,,\, A=۲/۷cm^۲=۲/۷\times۱۰^{-۴}m^۲} \bar{P} = \frac{۴}{۹} \times ۱۰^{-۱۰} \times ۲/۷ \times ۱۰^{-۴} = ۱/۲ \times ۱۰^{-۱۴}W$$

۲۰ به هنگام رخ دادن زلزله ۲ نوع موج سطحی و درونی از کانون سطحی و کانون اصلی زلزله منتشر می‌شود. امواج درونی و سطحی هر کدام خود از دو نوع طولی و عرضی تشکیل شده‌اند. امواج سطحی روی سطح زمین و امواج درونی در درون زمین انتشار می‌یابند. اگر اختلاف زمانی رسیدن اولین موج طولی و عرضی درونی به یک آشکارساز ۰٫۵ دقیقه و اختلاف زمانی رسیدن اولین موج طولی و عرضی سطحی به همان آشکارساز $18s$ باشد، کانون اصلی زلزله در چند کیلومتری سطح زمین قرار دارد؟ (سرعت امواج طولی = $8km/s$ و سرعت امواج عرضی = $4km/s$)



۱) ۳۸۴
۲) ۹۶
۳) ۱۹۲
۴) ۲۴۰

پاسخ: ۴ ۲ **۳** ۱



مشابه مثال (۳ – ۸) حل شدهٔ کتاب درسی اختلاف زمانی رسیدن دو موج را می‌توان به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$\Delta t = \frac{(v_p - v_s)\Delta x}{v_s v_p}$$

$$\begin{cases} ۳۰ = \frac{(۸-۴)\times\Delta x_۱}{۸\times۴} \Rightarrow \Delta x_۱ = ۲۴۰km \\ ۱۸ = \frac{(۸-۴)\times\Delta x_۲}{۸\times۴} \Rightarrow \Delta x_۲ = ۱۴۴km \end{cases}$$

$$h = \sqrt{۲۴۰^۲ - ۱۴۴^۲} = ۴۸ \times \sqrt{۵^۲ - ۳^۲} = ۴۸ \times ۴ = ۱۹۲km$$