۱) دورهٔ تناوب آونگ ساعتی ۲ ثانیه است. اگر طول این آونگ را ۱۹ درصد کم کنیم، در مدت یک شبانه‌روز این ساعت چند دقیقه جلو یا عقب می‌افتد؟

۱) ۱۲۰ دقیقه جلو می‌افتد.
۲) ۱۲۰ دقیقه عقب می‌افتد.
۳) ۱۶۰ دقیقه جلو می‌افتد.
۴) ۱۶۰ دقیقه عقب می‌افتد.

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

با توجه به رابطهٔ دورهٔ نوسان آونگ ساده داریم: $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}}$

$$\xrightarrow[L_۲=L_۱-۰/۱۹L_۱=۰/۸۱L_۱]{T_۱=۲s} \frac{T_۲}{۲} = \sqrt{\frac{۸۱}{۱۰۰}} = \frac{۹}{۱۰} \Rightarrow T_۲ = ۱/۸s$$

به‌ازای هر نوسان کامل آونگ، عقربهٔ ثانیه‌شمار ۲ ثانیه جلو می‌رود. اکنون در مدت یک شبانه‌روز تفاوت تعداد دورهای دو آونگ را به‌دست می‌آوریم:

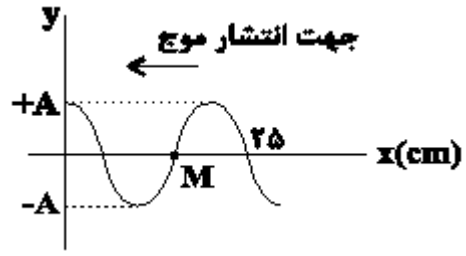
$$n_۱ = \frac{t}{T_۱} \ , \ n_۲ = \frac{t}{T_۲} \Rightarrow n_۲ - n_۱ = t(\frac{۱}{T_۲} - \frac{۱}{T_۱})$$

$$\Rightarrow n_۲ - n_۱ = ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰(\frac{۲-۱/۸}{۲\times۱/۸})$$

$$\Rightarrow n_۲ - n_۱ = ۴۸۰۰ \xrightarrow{\Delta t=(۴۸۰۰\times۲)s} \Delta t = ۱۶۰\,min$$

آونگ در حالت دوم در مدت یک شبانه روز ۴۸۰۰ نوسان کامل بیش‌تر از حالت اول انجام می‌دهد، از آن‌جا که در هر نوسان کامل ثانیه شمار، ۲ ثانیه جلو می‌رود بنابراین در یک شبانه‌روز ۱۶۰ دقیقه جلو می‌افتد. چون در حالت دوم دورهٔ آونگ کم‌تر است پس آونگ تعداد دور بیش‌تری نسبت به حالت اول نوسان می‌کند و جلو می‌افتد.

(۲) شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظه $t = ۰$ نشان می‌دهد. اگر قطر مقطع این ریسمان $۲\,cm$، چگالی آن $۳\frac{g}{cm^۳}$ و نیروی کشش آن $۹۰\,N$ باشد، چند ثانیه پس از لحظه $t = ۰$، اندازه شتاب ذره M برای دومین بار بیشینه می‌شود؟ $(\pi = ۳)$



۱) $\frac{۳}{۲۰۰}$
۲) $\frac{۷}{۲۰۰}$
۳) $\frac{۱}{۴۰}$
۴) $\frac{۱}{۵۰}$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ابتدا تندی انتشار موج را به‌دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m}{L}}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{\rho V}{L}}} \xrightarrow[A=\pi r^۲=\frac{\pi D^۲}{۴}]{V=AL} v = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$$

$$\xrightarrow[\pi=۳;\ \rho=۳\frac{g}{cm^۳}=۳\times۱۰^{۳}\ \frac{kg}{m^۳}]{D=۲cm=۲\times۱۰^{-۲}\,m;F=۹۰\,N} v = \frac{۲}{۲\times۱۰^{-۲}}\sqrt{\frac{۹۰}{(۳)(۳\times۱۰^{۳})}} = ۱۰\frac{m}{s}$$

با توجه به شکل، طول موج و سپس دوره تناوب موج را به‌دست می‌آوریم:

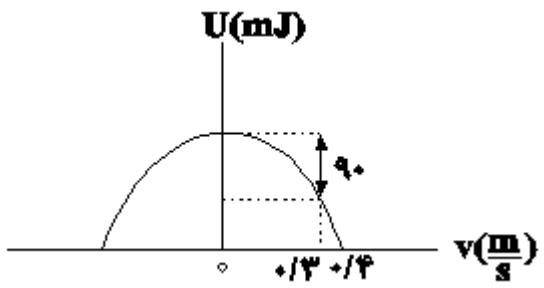
$$\frac{۵}{۴}\lambda = ۲۵\,cm \Rightarrow \lambda = ۲۰\,cm = ۲\times۱۰^{-۱}\,m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۱} = ۱۰T \Rightarrow T = ۲\times۱۰^{-۲}\,s$$

با توجه به جهت انتشار موج، ذره M در حال بالا رفتن است. پس برای دومین بار در مکان $y = -A$ اندازه شتاب ذره M بیشینه می‌شود یعنی در لحظه $t = \frac{۳T}{۴}$ این اتفاق رخ می‌دهد. پس:

$$\Delta t = \frac{۳T}{۴} = (\frac{۳}{۴})(۲\times۱۰^{-۲}) = \frac{۳}{۲۰۰}(s)$$

③ نمودار انرژی پتانسیل بر حسب سرعت نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل زیر است. اگر ثابت فنر متصل به نوسانگر $۸\frac{N}{cm}$ باشد، مسافتی که این نوسانگر در مدت زمان دو دوره تناوب طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۶

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

با توجه به این‌که انرژی مکانیکی برابر با مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل نوسانگر است، طبق نمودار می‌توان گفت که انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه‌ای که بزرگی سرعت آن برابر با $۰/۳\frac{m}{s}$ است، برابر با ۹۰ mJ است. پس:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \xrightarrow[K=۹۰\ mJ=۹۰\times۱۰^{-۳}J]{v=۰/۳\frac{m}{s}}$$

$$۹۰\times۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲}m(۹\times۱۰^{-۲}) \rightarrow m = ۲\ kg$$

با توجه به رابطه تندی بیشینه و بسامد زاویه‌ای سامانه جرم – فنر داریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}} v_{max} = A\sqrt{\frac{k}{m}}$$

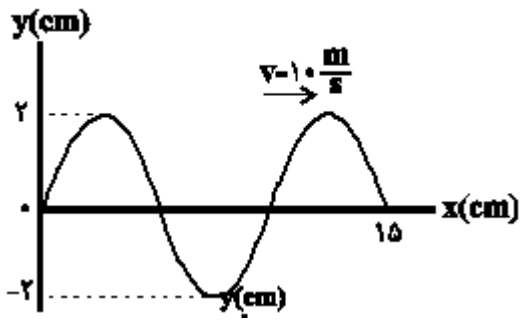
$$\xrightarrow[k=۸\frac{N}{cm}=۸۰۰\frac{N}{m}]{v_{max}=۴\times۱۰^{-۱}\frac{m}{s}} ۴\times۱۰^{-۱} = A\sqrt{\frac{۸\times۱۰^{۲}}{۲}}$$

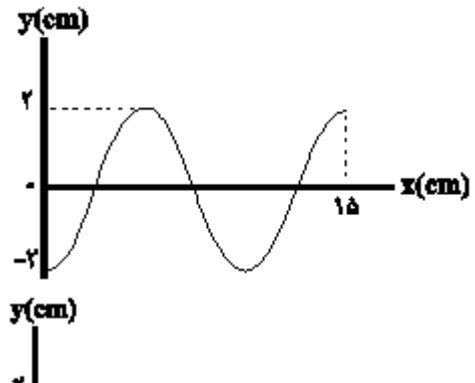
$$\Rightarrow A = ۲\times۱۰^{-۲}\ m = ۲cm$$

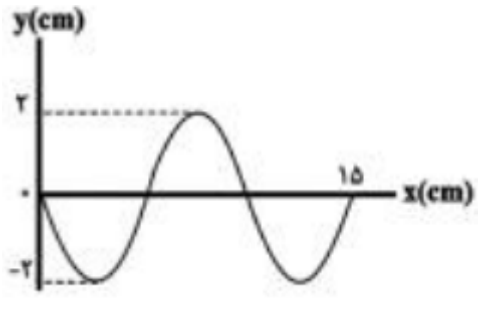
نوسانگر در هر دوره تناوب، مسافتی به اندازه چهار برابر دامنه نوسان را طی می‌کند. بنابراین، مسافت طی شده توسط نوسانگر در دو دوره تناوب برابر است با:

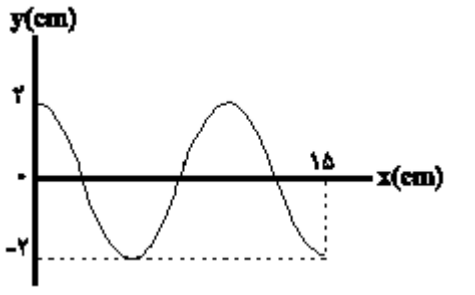
$$\ell = ۸A = ۸(۲) = ۱۶\ cm$$

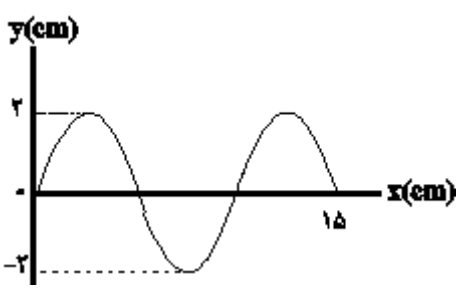
۴) نقش موجی که با تندی $v = ۱۰\frac{m}{s}$ در حال حرکت به سمت راست است، در لحظه $t = ۰$ مطابق شکل مقابل است. نقش موج در لحظه $t = \frac{۱}{۲۰۰}s$ کدام است؟



۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

برای تعیین نقش موج، کافی است که در لحظه $t = \frac{۱}{۲۰۰}s$ مکان نقاط $x = ۰$ و $x = ۱۵cm$ و همچنین وضعیت نوسانی آن‌ها را مشخص کنیم.
به کمک عدد روی محور افقی ابتدا طول موج و سپس دوره تناوب موج را محاسبه می‌کنیم، داریم:

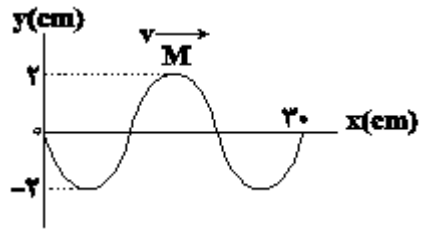
$$\frac{۳}{۲}\lambda = ۱۵ \Rightarrow \lambda = ۱۰cm \Rightarrow \lambda = vT \Rightarrow T = \frac{۱}{۱۰۰}s$$

$$\Delta t = \frac{۱}{۲۰۰}s = \frac{۱}{۲}T$$

به عبارت دیگر مکان هر ذره موج را پس از $\frac{T}{۲}$ باید محاسبه کنیم.

بنا به جهت انتشار موج، هر نقطه از نقش موج از نقاط ما قبل خود تقلید می‌کند یعنی نقطه $x = ۰$ به سمت پایین حرکت کرده و نقطه $x = ۱۵cm$ به سمت بالا حرکت می‌کند. نقطه $x = ۰$، ابتدا در مدت $\frac{T}{۴}$ به مکان $y = -۲cm$ و سپس در مدت $\frac{T}{۴}$ دیگر به مکان $y = ۰$ می‌رسد.
نقطه $x = ۱۵cm$ ابتدا در مدت $\frac{T}{۴}$ به مکان $y = ۲cm$ می‌رسد و سپس در مدت $\frac{T}{۴}$ دیگر به مکان $y = ۰$ می‌رسد.

⑤ شکل زیر تصویری از یک موج عرضی را در لحظه $t = ۰$ نشان می‌دهد که با تندی $۴۰\frac{cm}{s}$ در حال انتشار است. به‌ترتیب از راست به چپ، مسافتی که ذره M در بازه زمانی $t_۱ = ۰/۱۲۵s$ تا $t_۲ = ۰/۷۵s$ طی می‌کند و مکان ذره M در لحظه $t_۲$ بر حسب سانتی‌متر کدام است؟



۱) ۸ و ۲-

۲) ۱۰ و ۲-

۳) ۸ و صفر

۴) ۱۰ وصفر

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

با توجه به شکل داریم:

$A = ۲cm$

$۳\frac{\lambda}{۲} = ۳۰cm \Rightarrow \lambda = ۲۰\ cm$

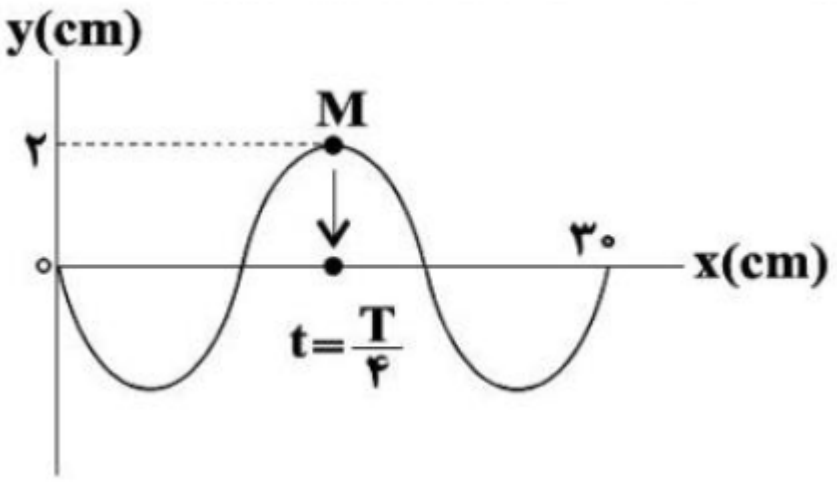
دوره تناوب برابر است با:

$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۲۰}{۴۰} = ۰/۵\ s$

برای لحظه $t_۱$ داریم:

$\frac{t_۱}{T} = \frac{۰/۱۲۵}{۰/۵} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow t_۱ = \frac{T}{۴}$

با توجه به این‌که ذره Mدر نقطه بازگشت قرار دارد و جهت حرکت آن به‌سمت پایین است پس در لحظه $t_۱$ به مرکز نوسان خود می‌رسد.

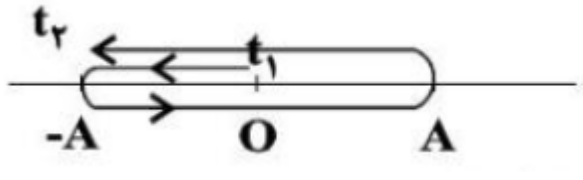


از طرفی داریم:

$\frac{\Delta t}{T} = \frac{t_۲ - t_۱}{T} = \frac{۰/۶۲۵}{۰/۵} = \frac{۵}{۴} \Rightarrow \Delta t = T + \frac{T}{۴}$

مسافتی‌که نقطه M در این مدت طی می‌کند برابر است با:

$\ell = ۵A = ۵ \times ۲ = ۱۰\ cm$



و مکان ذره M در لحظه $t_۲$, $y = -۲cm$ است.

⑥ ذره‌ای روی پاره‌خطی به طول ۸ سانتی‌متر حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. این ذره در یک بازه زمانی دلخواه $\frac{۱}{۴}$ دوره، بیش‌ترین جابه‌جایی که ممکن است داشته باشد، چند سانتی‌متر است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) $۴\sqrt{۲}$

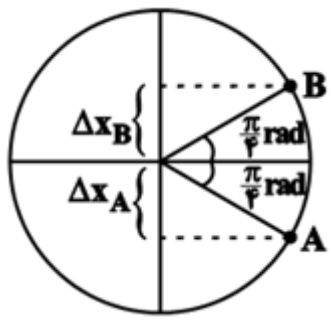
پاسخ: گزینه ۴

گزینه۴

$$\Delta\theta = \omega\Delta t$$

$$\xrightarrow[\Delta t=\frac{T}{۴}]{\omega=۲\frac{\pi}{T}} \Delta\theta = \frac{\pi}{۲}\text{rad}$$

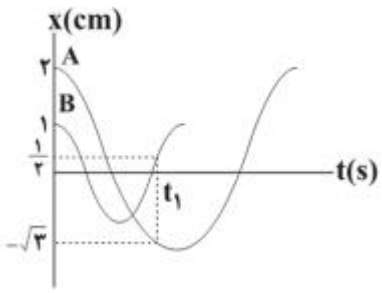
بیش‌ترین جابه‌جایی مربوط به زمانی است که در ابتدای بازه زمانی و در انتهای بازه زمانی متحرک در فاصله یکسانی از مرکز نوسان قرار داشته باشد.



$$\Delta x_A = \Delta x_B = A\sin\frac{\pi}{۴} \xrightarrow[d=۲\Delta x_A]{A=۴cm\ ,\ \sin\frac{\pi}{۴}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}}$$

$$d = ۲ \times ۴ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = ۴\sqrt{۲}cm$$

(۷) در شکل زیر نمودار مکان – زمان دو نوسانگر هماهنگ ساده A و B نشان داده شده است. اگر جرم نوسانگر A دو برابر جرم نوسانگر B باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر A چند برابر انرژی مکانیکی نوسانگر B است؟



۱) ۱

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) ۲

۴) $\frac{۱}{۴}$

پاسخ: گزینه ۳

با توجه به معادله مکان – زمان در حرکت هماهنگ ساده، شناسه تابع کسینوس را در لحظه t_1 به‌دست می‌آوریم:

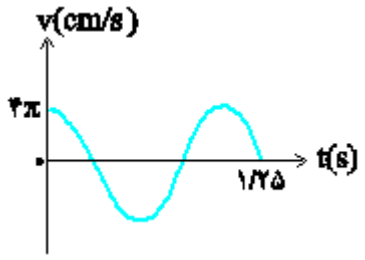
$$\left.\begin{array}{l} \cos(\omega_A t_1) = \frac{-\sqrt{۳}}{۲} \Rightarrow \omega_A t_1 = \frac{۵\pi}{۶}\text{rad} \\ \cos(\omega_B t_1) = \frac{\frac{۱}{۲}}{۱} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \omega_B t_1 = \frac{۵\pi}{۳}\text{rad} \end{array}\right\}$$

$$\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{\frac{۵\pi}{۶}}{\frac{۵\pi}{۳}} = \frac{۱}{۲}$$

$$E = \frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲ \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{m_A A_A^۲ \omega_A^۲}{m_B A_B^۲ \omega_B^۲}$$

$$\xrightarrow[A_A = ۲cm, A_B = ۱cm]{\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{۱}{۲}, m_A = ۲m_B} \frac{E_A}{E_B} = ۲ \times ۲^۲ \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^۲ = ۲$$

۸) نمودار سرعت- زمان نوسانگری به جرم ۱۰۰g مطابق شکل زیر است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی‌ژول است؟



۱) $۰/۰۲\pi^{۲}$

۲) $۰/۰۴\pi^{۲}$

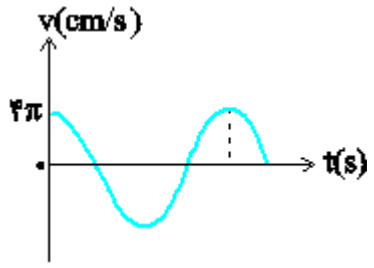
۳) $۰/۰۶\pi^{۲}$

۴) $۰/۰۸\pi^{۲}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه ۴

با توجه به نمودار سرعت ـ زمان بیشینه سرعت نوسانگر برابر با ۴π سانتی‌متر بر ثانیه است.



انرژی مکانیکی نوسانگر برابر با بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر است.

$$E = K_{max} = \frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲} \xrightarrow[m=۱۰۰g=۰/۱kg]{v_{max}=۴\pi\frac{cm}{s}=۴\pi\times۱۰^{-۲}\frac{m}{s}}$$

$$E = \frac{۱}{۲}\times ۰/۱\times(۴\pi\times۱۰^{-۲})^{۲} = ۸\pi^{۲}\times۱۰^{-۵}\ J = ۰/۰۸\pi^{۲}\ mJ$$

⑨ انرژی مکانیکی نوسانگری به جرم ۱۸۰۰ g برابر ۱۰۰ mJ است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر ۱۹mJ است، تندی نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) ۳۰ **۲)** ۰/۳
۳) ۷۰ **۴)** ۰/۷

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

برای محاسبه تندی نوسانگر باید از رابطه $K = \frac{۱}{۲}mv^۲$ استفاده کنیم، اما چون K مجهول است، ابتدا با استفاده از رابطه $E = K + U$، مقدار K را به دست می‌آوریم.

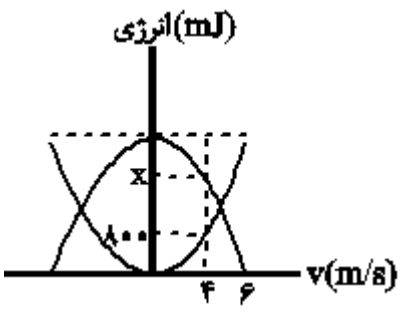
$$E = K + U \xrightarrow[U=۱۹mJ]{E=۱۰۰mJ} ۱۰۰ = k + ۱۹ \Rightarrow K = ۸۱mJ = ۸۱ \times ۱۰^{-۳} J$$

اکنون با استفاده از رابطه $K = \frac{۱}{۲}mv^۲$ تندی نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \xrightarrow[K=۸۱\times۱۰^{-۳}J]{m=۱۸۰۰g=۱/۸kg}$$

$$۸۱ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times ۱/۸ \times v^۲ \Rightarrow v^۲ = \frac{۹}{۱۰۰} \Rightarrow v = \frac{۳}{۱۰} m/s \xrightarrow{\times ۱۰۰} v = \frac{۳۰۰}{۱۰} cm/s = ۳۰ cm/s$$

⑩ نمودار انرژی‌های جنبشی و پتانسیل کشسانی برحسب سرعت نوسانگر هماهنگ ساده‌ای، مطابق شکل زیر داده شده است. x چند ژول است؟



۱) ۱/۲
۲) ۱/۶
۳) ۱/۸
۴) ۱

پاسخ: گزینه ۴

گزینه ی «۴»

در نمودار انرژی بر حسب سرعت نوسانگر، سهمی رو به بالا مربوط به انرژی جنبشی و سهمی رو به پایین مربوط به انرژی پتانسیل کشسانی است، پس در سرعت $۴\frac{m}{s}$، انرژی جنبشی نوسانگر ۸۰۰mJ است:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۰/۸ = \frac{۱}{۲} \times m \times ۴^۲$$

$$m = \frac{۱/۶}{۱۶} = ۰/۱kg$$

چون سرعت بیشینه نوسانگر $۶\frac{m}{s}$ است، با استفاده از جرم و سرعت بیشینه، انرژی مکانیکی نوسانگر را محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{۱}{۲}mv_{max}^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۱ \times ۶^۲ = ۱/۸J$$

$$U = E - K = ۱/۸ - ۰/۸ = ۱J$$

(۱۱) دامنه حرکت نوسانگری ۵ cm و دوره تناوب حرکتش $\frac{۱}{۱۰}$s است. لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، سرعت نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۰۰π ۲) ۵۰π ۳) $۲۵\pi\sqrt{۳}$ ۴) $۵۰\pi\sqrt{۲}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه۴

با توجه به رابطه انرژی مکانیکی نوسانگر، در لحظه‌ای که انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر با یک‌دیگر برابر می‌شود، سرعت نوسانگر را بر حسب سرعت بیشینه آن به‌دست می‌آوریم:

$$E = K + U \xrightarrow[E=K_{max}=\frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲}]{K=U\ ,\ K=\frac{۱}{۲}mv^{۲}} \frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲} = \frac{۱}{۲}mv^{۲} + \frac{۱}{۲}mv^{۲}$$

$$\Rightarrow v_{max}^{۲} = ۲v^{۲} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{۲}}{۲}v_{max}$$

$$\xrightarrow[\omega=\frac{۲\pi}{T}]{v_{max}=A\omega} v = \frac{۲\sqrt{۲}\pi A}{۲T} = \frac{\sqrt{۲}\pi A}{T}$$

$$\xrightarrow[A=۵\ cm]{T=\frac{۱}{۱۰}s} v = ۵۰\sqrt{۲}\pi\frac{cm}{s}$$

(۱۲) در سطح زمین، نوسانات دستگاه جرم ـ فنری، آونگ ساده کم‌دامنه‌ای را تشدید می‌کند. اگر جرم متصل به فنر را دو برابر کنیم و هر دو دستگاه را به ارتفاع $h = ۳R_e$ از سطح زمین ببریم، طول آونگ را چند برابر کنیم، تا مجدداً تشدید رخ دهد؟ (R_e : شعاع کره زمین)

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) ۸

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا تغییرات شتاب گرانشی را محاسبه می‌کنیم. $g = G\frac{M_e}{r^{۲}}$

$$\Rightarrow \frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^{۲} \xrightarrow{h=۳R_e} \frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{۴R_e}\right)^{۲} = \frac{۱}{۱۶} \quad (۱)$$

دوره تناوب دستگاه جرم - فنر را با $T_۱$ و دوره تناوب آونگ را با $T_۲$ نمایش می‌دهیم.

دوره تناوب دستگاه جرم ـ فنر در مکان جدید برابر است با:

دوره تناوب جرم ـ فنر : $T'_۱ = ۲\pi\sqrt{\frac{m'}{k}} \xrightarrow{m'=۲m} T'_۱ = \sqrt{۲}T_۱$

شرط تشدید هر دو دستگاه این است که دوره تناوب دستگاه جرم - فنر و آونگ ساده در محل جدید با هم برابر باشد. بنابراین داریم:

دوره آونگ : $T'_۲ = \sqrt{۲}T_۲ \Rightarrow \frac{T'_۲}{T_۲} = \sqrt{۲}$

$$\xrightarrow{T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} \frac{T'_۲}{T'_۱} = \sqrt{\frac{L'}{L}\times\frac{g}{g'}}$$

$$\xrightarrow{(۱)} \sqrt{۲} = \sqrt{\frac{L'}{L}\times ۱۶}$$

$$\Rightarrow \frac{L'}{L} = \frac{۱}{۸} \Rightarrow L' = \frac{۱}{۸}L$$

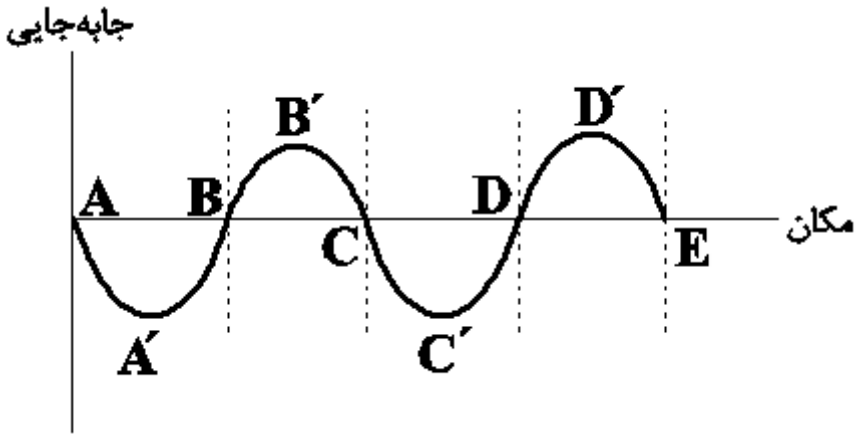
⑬ یک موج طولی با تندی $۸۰\frac{m}{s}$ در یک فنر در حال انتشار است. اگر فاصله بین نقطه‌ای که اندازه جابه‌جایی آن از وضعیت تعادل بیشینه است تا بیش‌ترین جمع‌شدگی مجاور آن برابر ۲/۵ cm باشد، بسامد این موج چند هرتز است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۳۲۰۰

پاسخ: گزینه ۲

گزینه«۲»

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 بیشینه مجاور هم، اندازه جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل، بیشینه است. به این ترتیب، نمودار جابه‌جایی مکان فنر به شکل زیر است:

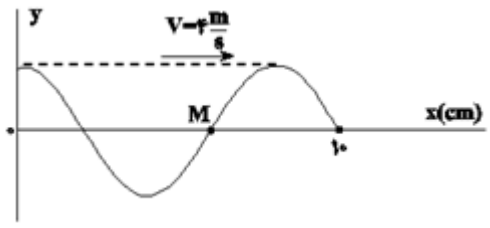


نقاط A، B، C، D و E بیش‌ترین جمع‌شدگی یا بیش‌ترین بازشدگی حلقه‌ها هستند. نقاط ′A، ′B، ′C و ′D وسط بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه هستند. (نقاطی که اندازه جابه‌جایی آن‌ها از وضعیت تعادل بیشینه است) در نتیجه فاصله دو نقطه مانندB و′Bبرابر $\frac{\lambda}{۴}$ است.

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

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

(۱۴) شکل زیر، تصویری از موجی عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظهٔ t = ۰ نشان می‌دهد. اگر تندی متوسط حرکت ذرهٔ M در مدت ۰/۲۵s برابر $۶\frac{m}{s}$ باشد، دامنهٔ موج چند سانتی‌متر است؟



۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۶

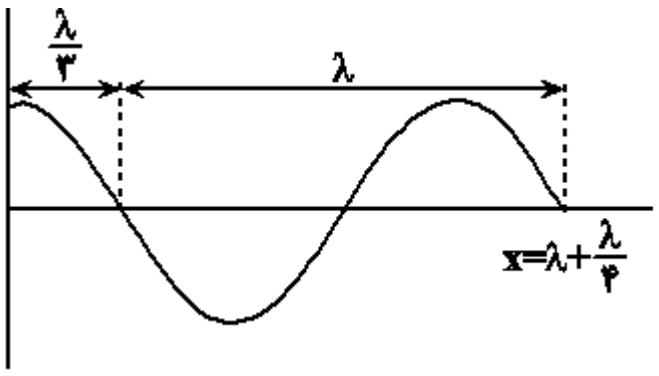
پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

در این سؤال بایستی ابتدا از روی نقش موج، طول موج را به دست آوریم. سپس با استفاده از رابطه تندی موج، دوره موج را به دست می آوریم:

با توجه به نقش موج طول موج برابر است با:

$$\lambda + \frac{\lambda}{۴} = ۱۰cm \Rightarrow \lambda = ۸cm$$



اکنون دورهٔ موج را به دست می‌آوریم:

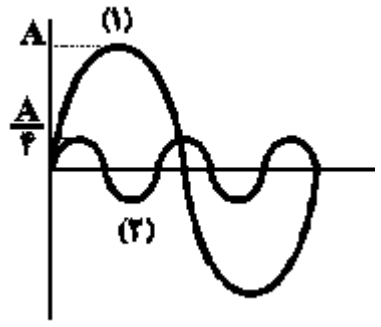
$$v = \frac{\lambda}{T} \xrightarrow[v=۴\frac{m}{s}]{\lambda=۸cm=۸\times۱۰^{-۲}m} T = \frac{۸\times۱۰^{-۲}}{۴} = \frac{۱}{۵۰}s$$

ذره در هر دوره(T)مسافت به اندازهٔ ۴Aو در هر نیم دوره($\frac{T}{۲}$)مسافت به اندازهٔ ۲Aرا طی می‌کند بنابراین مسافتی که ذرّهٔ Mدر مدت ۰/۲۵ثانیه طی می‌کند برابر است با

$$\ell = \frac{t}{T} \times ۴A \xrightarrow{\ell=s_{av}\times t} A = \frac{s_{av}\times T}{۴} \xrightarrow[T=\frac{۱}{۵۰}s]{s_{av}=۶\frac{m}{s}}$$

$$A = \frac{۶}{۲۰۰} = ۰/۰۳m = ۳cm$$

⑮ نمودار جابه‌جایی- مکان دو منبع صوتی (۱) و (۲) که در یک محیط منتشر می‌شوند، مطابق شکل زیر است. تراز شدت صوت در فاصلهٔ d از منبع (۱) چند دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت در فاصلهٔ ۲d از منبع (۲) است؟ ($\log ۲ = ۰/۳$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)



۱) ۲۵
۲) ۱
۳) ۱۰
۴) ۲/۵

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

با استفاده از رابطهٔ تراز شدت یک صوت، داریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲}$$

$$\Rightarrow \beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰\log\left(\frac{d_۲}{d_۱} \times \frac{A_۱}{A_۲} \times \frac{f_۱}{f_۲}\right)^۲$$

$$\lambda_۱ = \frac{۵}{۲}\lambda_۲ \Rightarrow \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{۵}{۲} \xrightarrow{f=\frac{v}{\lambda}} \frac{f_۱}{f_۲} = \frac{۲}{۵}$$

بنابراین $\beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰\log\left(\frac{۲d}{d} \times \frac{A}{\frac{A}{۴}} \times \frac{۲}{۵}\right)^۲ = ۲۰\log\left(\frac{۱۶}{۵}\right)$

$$= ۲۰[\log ۲^۴ - \log ۵] = ۲۰[۴ \times ۰/۳ - (\log ۱۰ - \log ۲)]$$

$$= ۲۰[۱/۲ - ۱ + ۰/۳] = ۱۰dB$$

(۱۶) تراز شدت صوتی در یک نقطه مشخص به‌اندازه β_1 دسی‌بل است. اگر ۴ چشمه صوتی دیگر مشابه چشمه صوتی اول اضافه کنیم، تراز شدت صوت در همان نقطه چند دسی‌بل بیش‌تر می‌شود؟ ($\log ۵ = ۰/۷$, $\log ۳ = ۰/۵$, $\log ۲ = ۰/۳$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۷ ۴) ۶

پاسخ: گزینه ۳

در حالت اول با توجه به رابطه تراز شدت صوت، خواهیم داشت: $\beta_1 = ۱۰ \log \frac{I}{I_0}$

اگر ۴ چشمه‌ی صوتی مشابه چشمه‌ی صوتی اول در آن نقطه اضافه کنیم، شدت صوت ایجادشده ۵ برابر می‌شود چون که در مجموع ۵ منبع خواهیم داشت پس:

$$\beta_2 = ۱۰ \log \frac{۵I}{I_0} = ۱۰ \log \frac{I}{I_0} + ۱۰ \log ۵ \Rightarrow \beta_2 = \beta_1 + ۱۰(۰/۷)$$

$$\Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = ۷dB$$

(۱۷) سیمی تحت نیروی کشش F قرار دارد و مدت زمان پیشروی موج از یک سر سیم تا سر دیگر آن برابر با t است. اگر سیم را بکشیم تا طول آن ۲ برابر شود و نیروی کشش سیم را ۸ برابر کنیم، مدت زمان پیش‌روی موج از یک سر سیم تا سر دیگر آن t' می‌شود. $\frac{t}{t'}$ کدام است؟

۱) ۴ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

پاسخ: گزینه ۳

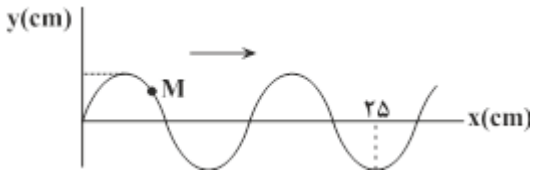
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v = \sqrt{\frac{F.L}{m}}$$

$$\Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B}} \times \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \times \sqrt{\frac{m_B}{m_A}} \xrightarrow[F_B=۸F_A \, , \, L_B=۲L_A]{m_A=m_B}$$

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{۱}{۱۶}} = \frac{۱}{۴}$$

$$t = \frac{L}{v} \Rightarrow \frac{t_A}{t_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{v_B}{v_A} \xrightarrow[\frac{v_A}{v_B}=\frac{۱}{۴}]{\frac{L_A}{L_B}=\frac{۱}{۲}} \frac{t_A}{t_B} = ۲$$

(۱۸) شکل مقابل نقش یک موج عرضی که در جهت مثبت محور xها در حال انتشار است را در لحظه t = ۰ نشان می‌دهد. اگر موج مسافت ۵۰cm را در مدت زمان ۱/۴s طی کند، در کدام‌یک از لحظات زیر نوع حرکت جزء M تندشونده و جهت حرکت آن به سمت بالا است؟



۱) ۰.۵s
۲) ۰.۴s
۳) ۰.۷s
۴) ۰.۲s

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

ابتدا طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$۲۵ = \lambda + \frac{۳\lambda}{۴} = \frac{۷\lambda}{۴} \Rightarrow \lambda = \frac{۱۰۰}{۷}cm$$

اکنون بسامد موج را به‌دست می‌آوریم:

$$v = \lambda f \xrightarrow{v=\frac{L}{\Delta t}} f = \frac{L}{\Delta t \lambda} \xrightarrow[\lambda=\frac{۱۰۰}{۷}cm=\frac{۱}{۷}m]{L=۵۰cm=۰/۵m\ ,\ \Delta t=۱/۴s}$$

$$f = \frac{۰/۵}{۱/۴\times\frac{۱}{۷}} = ۲/۵Hz \xrightarrow{T=\frac{۱}{f}} T = \frac{۱}{۲/۵} = ۰/۴s$$

اکنون برای هر یک از گزینه‌ها مقدار پیشروی موج را از مبدأ مزان تا لحظه مورد نظر به دست می‌آوریم و مکان نقطه M را بر روی موج در هر کدام از لحظات مشخص می‌کنیم.

$$\Delta x_۱ = \frac{\Delta t}{T} \times \lambda = \frac{۰/۵}{۰/۴} \times \lambda = \frac{۵\lambda}{۴}$$
$$\Delta x_۲ = \frac{\Delta t}{T} \times \lambda = \frac{۰/۴}{۰/۴} \times \lambda = \lambda$$
$$\Delta x_۳ = \frac{\Delta t}{T} \times \lambda = \frac{۰/۷}{۰/۴} \times \lambda = \frac{۷\lambda}{۴}$$
$$\Delta x_۴ = \frac{\Delta t}{T} \times \lambda = \frac{۰/۲}{۰/۴} \times \lambda = \frac{\lambda}{۲}$$

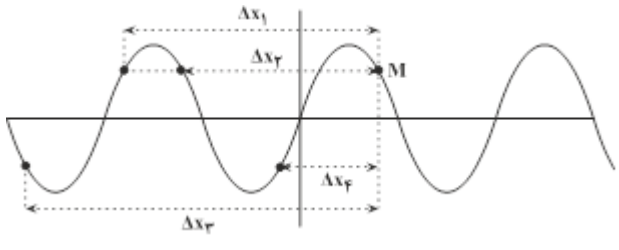
با توجه به مکان نقطه M بر روی موج در هر کدام از لحظات نوع حرکت و جهت حرکت نقطه M را در هر گزینه مشخص می‌کنیم:

گزینه ۱)تند شونده به سمت پایین

گزینه ۲)کند شونده به سمت بالا

گزینه ۳)تند شونده به سمت بالا

گزینه ۴)کند شونده به سمت پایین



(۱۹) از اتومبیلی که با تندی ثابت $۴۰\frac{m}{s}$ بر روی خط راست به طرف مانع بزرگی در حال حرکت است، در یک لحظه تیری شلیک می‌شود. صدای شلیک تیر پس از بازگشت از مانع بعد از ۵ ثانیه به اتومبیل می‌رسد. فاصله اتومبیل از مانع هنگام رها شدن تیر چند متر بوده است؟ (تندی صوت در هوا را $۳۴۰\frac{m}{s}$ در نظر بگیرید.)

۱) ۷۵۰ **۲)** ۱۵۰۰ **۳)** ۱۹۵۰ **۴)** ۹۵۰

پاسخ: گزینه ۴

اگر اتومبیل پس از رها شدن تیر ساکن می‌ماند، صوت دو بار مسافت d (از اتومبیل تا مانع)

را در مدت زمان t (زمان انتشار تا بازگشت صوت) طی می‌کرد و آن‌گاه داشتیم: $۲d = vt$

ولی چون اتومبیل با سرعت v_A حرکت کرده است، پس در این مدت به اندازه $v_A t$ به‌طرف مانع جابه‌جا شده است. بنابراین داریم:

$$۲d - v_A t = vt \Rightarrow ۲d = (v + v_A)t$$

$$\Rightarrow d = \frac{v+v_A}{۲}t = \frac{۳۴۰+۴۰}{۲} \times ۵ \Rightarrow d = ۹۵۰m$$

(۲۰) تأثیر کدام‌یک از گزینه‌های زیر روی تندی انتشار موج در یک طناب با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟ (در هر گزینه بقیه پارامترها بدون تغییر باقی می‌مانند.)

۱) دو برابر کردن نیروی کشش طناب
۲) نصف کردن جرم طناب و ثابت بودن طول آن
۳) نصف کردن قطر طناب و ثابت بودن جرم آن
۴) دو برابر کردن طول طناب و ثابت بودن جرم آن

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

تمام گزینه‌ها سرعت را $\sqrt{۲}$ برابر می‌کنند به جز گزینه (۳) که ۲ برابر می‌کند.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$$

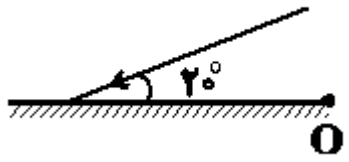
۱) $v' = \sqrt{\frac{۲FL}{m}} = \sqrt{۲}v$

۲) $v' = \sqrt{\frac{FL}{\frac{m}{۲}}} = \sqrt{\frac{۲FL}{m}} = \sqrt{۲}v$

۳) $v = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \Rightarrow v' = \frac{۴}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} = ۲v$

۴) $v' = \sqrt{\frac{F(۲L)}{m}} = \sqrt{\frac{۲FL}{m}} = \sqrt{۲}v$

(۲۱) مطابق شکل زیر پرتوی نوری به سطح یک آینه تخت افقی برخورد می‌کند. اگر آینه حول نقطه O، ۴۰ درجه در صفحه کاغذ به‌صورت ساعتگرد بچرخد، زاویه پرتو بازتاب با سطح افق چند درجه می‌شود؟

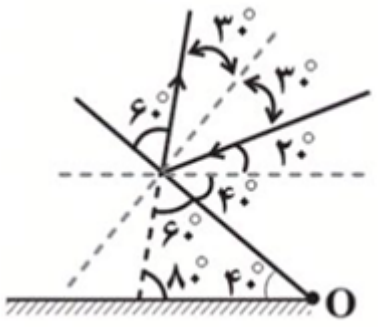


۱) ۲۰°
۲) ۴۰°
۳) ۶۰°
۴) ۸۰°

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

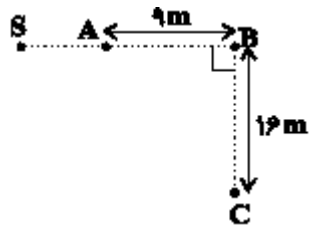
با دوران ۴۰ درجه‌ای آینه در جهت ساعتگرد، زاویه تابش پرتو به آینه ۴۰° درجه کاهش می‌یابد. با توجه به قانون بازتاب عمومی مسیر پرتو را رسم می‌کنیم.



$$۱۸۰^\circ - (۶۰^\circ + \underset{\downarrow}{۴۰^\circ}) = ۸۰^\circ$$

(۲۲) مطابق شکل زیر، یک چشمه صوتی در نقطه S قرار دارد. اگر اختلاف تراز شدت صوت در نقاط A وB، برابر با ۱۲dB و توان چشمه صوت ۱۲۰W باشد،تراز شدت صوت در نقطه C چند دسی‌بل است؟

($\pi = ۳$، $\log ۲ = ۰/۳$، $I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}$ و از اتلاف انرژی صوتی صرف‌نظر کنید.)



۱) ۱۰۸

۲) ۱۰۴

۳) ۱۰۶

۴) ۱۱۰

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

اختلاف تراز شدت صوت بین دو نقطه برحسب دسی‌بل را می‌توان از رابطه زیر به‌دست آورد:

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱}$$

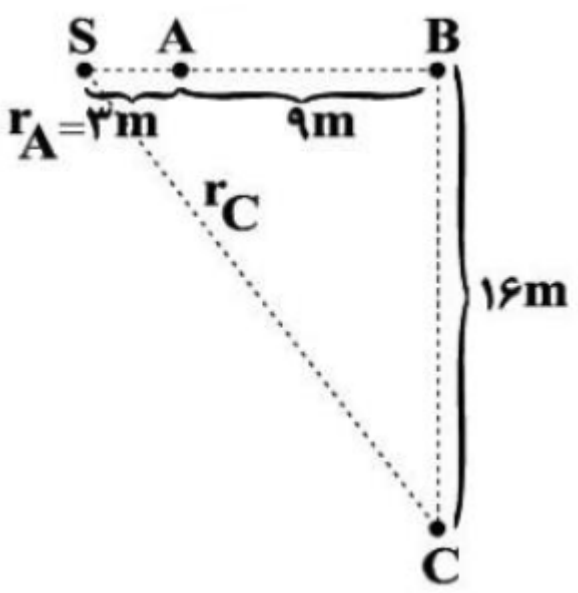
$$\xrightarrow{I=\frac{P}{A}=\frac{P}{۴\pi r^۲}} \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$$

برای اختلاف تراز شدت صوت بین دو نقطه A وB داریم:

$$\beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ \xrightarrow{[} r_B = r_A + ۹] \beta_A - \beta_B = ۱۲dB ۱۲ = ۱۰ \log \left(\frac{r_A+۹}{r_A}\right)^۲$$

$$\Rightarrow ۱/۲ = \log \left(\frac{r_A+۹}{r_A}\right)^۲ \Rightarrow ۴(۰/۳) = ۴ \log ۲ = \log \left(\frac{r_A+۹}{r_A}\right)^۲$$

$$\Rightarrow ۲^۴ = \left(\frac{r_A+۹}{r_A}\right)^۲ \Rightarrow ۴ = \frac{r_A+۹}{r_A} \Rightarrow r_A = ۳m$$



در نهایت تراز شدت صوت را در نقطه C به‌صورت زیر به‌دست می‌آوریم:

$$\beta_C = ۱۰ \log \frac{P}{۴\pi r_C^۲ I_۰} \xrightarrow{[} r_C = \sqrt{۱۶^۲ + ۱۲^۲} = ۲۰\,m] P = ۱۲۰W, \pi = ۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}$$

$$\beta_C = ۱۰ \log \frac{۱۲۰}{۱۲(۴\times ۱۰^۲)(۱۰^{-۱۲})} = ۱۰ \log \frac{۱۰^{۱۱}}{۴}$$

$$= ۱۰[\log ۱۰^{۱۱} - \log ۲^۲] = ۱۰[۱۱ - ۲(۰/۳)] = ۱۰۴dB$$

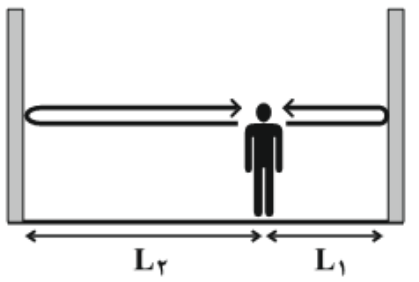
(۲۳) شخصی در فاصلهٔ بین دو دیوار بلند موازی ایستاده است. شخص فریاد می‌زند و پژواک صدای خود را که از هر دو دیوار بازمی‌تابد، می‌شنود. حداقل فاصلهٔ بین دو دیوار چند متر باشد تا شخص بتواند هر دو پژواک بازتابیده از دو دیوار را به‌طور واضح از هم و از صدای فریاد خود تمیز دهد؟ (سرعت صوت $۳۴۰\frac{m}{s}$ است و حداقل تأخیر زمانی بین دو صوت باید ۰/۱ ثانیه باشد تا گوش انسان دو صدا را از هم تمیز دهد.)

۱) ۳۴ ۲) ۵۱ ۳) ۲۵/۵ ۴) ۶۸

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

چون حداقل فاصلهٔ بین دو دیوار خواسته شده است، برای اینکه شخص بتواند هر دو صدا را تشخیص دهد، باید پژواک بازتابیده از دیوار نزدیکتر، ۰/۱ ثانیه بعد و پژواک بازتابیده از دیوار دورتر، ۰/۲ ثانیه بعد (۰/۱ ثانیه دیرتر از پژواک اول) به شخص برسد.

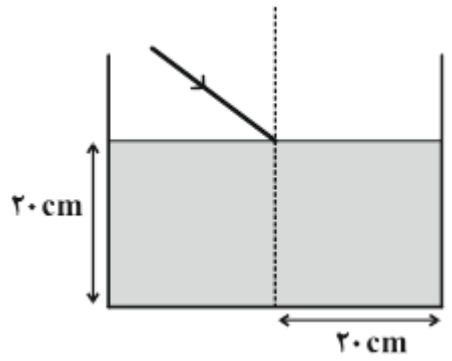


$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۳۴۰ = \frac{۲L_۱}{۰/۱} \Rightarrow L_۱ = ۱۷m$$

$$۳۴۰ = \frac{۲L_۲}{۰/۲} \Rightarrow L_۲ = ۳۴m$$

$$L = L_۱ + L_۲ = ۱۷ + ۳۴ = ۵۱m$$

(۲۴) درون یک ظرف، تا ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر آب به ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ ریخته‌ایم و پرتوی نور SI مطابق شکل زیر، تحت زاویهٔ تابش ۵۳° از هوا به درون مایع می‌تابد. در کف ظرف یک آینهٔ تخت نصب شده است و نور را بازتاب می‌کند. اگر این نور در بازتاب از آینهٔ تخت به دیوارهٔ ظرف در داخل آب برخورد کند، محل این برخورد در چه عمقی از مایع (برحسب سانتی‌متر) قرار دارد؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$)

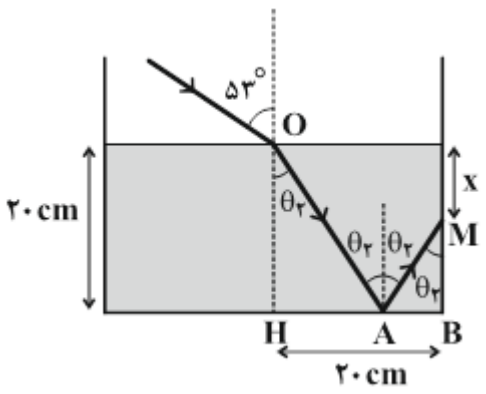


۱) ۲۰
۲) $\frac{۲۰}{۳}$
۳) ۱۰
۴) $\frac{۴۰}{۳}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

به کمک رابطه اسنل می‌توان زاویهٔ شکست نور در آب را به‌دست آورد.



$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲$$

$$\Rightarrow ۱ \times \sin ۵۳^\circ = \frac{۴}{۳} \times \sin\theta_۲$$

$$\Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{۳}{۵} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ$$

طبق قضیهٔ خطوط موازی و مورب، زاویهٔ تابش آینهٔ تخت نیز ۳۷° است. هم‌چنین زاویهٔ پرتوی بازتابیده شده از آینهٔ تخت با سطح دیوارهٔ ظرف نیز ۳۷° می‌باشد.

در مثلث OAH:

$$\tan\theta_۲ = \frac{AH}{OH} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{AH}{۲۰} \Rightarrow AH = ۱۵cm$$

$$AB = HB - AH = ۵cm$$

اکنون در مثلث AMB:

$$\tan\theta_۲ = \frac{AB}{MB} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{۵}{MB} \Rightarrow MB = \frac{۲۰}{۳}cm$$

پس عمق این نقطه معادل می‌شود با:

$$x = OH - MB = ۲۰ - \frac{۲۰}{۳} = \frac{۴۰}{۳}cm$$

(۲۵) بسامد و طول موج یک پرتوی الکترومغناطیسی در یک محیط شفاف به ترتیب برابر با $۴\times۱۰^{۱۴}\,Hz$ و $۵\times۱۰^{-۷}\,m$ است. طول موج این پرتو در یک محیط شفاف دیگر با ضریب شکست $\frac{۵}{۴}$ چند نانومتر است؟ ($۳\times۱۰^{۵}\,\frac{km}{s}$ = تندی انتشار نور در خلأ)

۱) ۶×۱۰^{-۷} ۲) ۶۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۳×۱۰^{-۷}

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

بسامد پرتو به ویژگی‌های منبع انتشار آن بستگی دارد بنابراین با ورود پرتو از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر بسامد آن ثابت می‌ماند.

با توجه به رابطه مقایسه طول موج در دو محیط شفاف داریم:

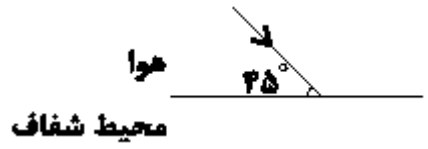
(I) $f' = f = ۴\times۱۰^{۱۴}\,Hz$

اکنون تندی انتشار پرتو در محیط شفاف با ضریب شکست $\frac{۵}{۴}$ را به‌دست می‌آوریم:

(II) $v' = \frac{c}{n'} \xrightarrow[c=۳\times۱۰^{۵}\,\frac{km}{s}=۳\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}]{n'=\frac{۵}{۴}} v' = \frac{۱۲}{۵}\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}$

$I\ ,\ II \xrightarrow{v=\lambda f} \lambda' = \frac{\frac{۱۲}{۵}\times۱۰^{۸}}{۴\times۱۰^{۱۴}} = \frac{۳}{۵}\times۱۰^{-۶}\,m = ۶۰۰nm$

(۲۶) مطابق شکل زیر پرتو نوری از هوا به سطح محیط شفافی می‌تابد، قسمتی از آن وارد محیط شفاف به ضریب شکست $\sqrt{۲}$ شده و قسمتی از آن بازتاب می‌شود. زاویه بین جبهه‌های موج وارد شده به محیط شفاف با پرتو نور بازتاب شده چند درجه است؟

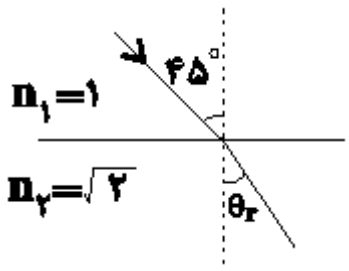


۱) ۱۵°
۲) ۳۰°
۳) ۱۰۵°
۴) ۷۵°

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

با توجه به قانون اسنل داریم:

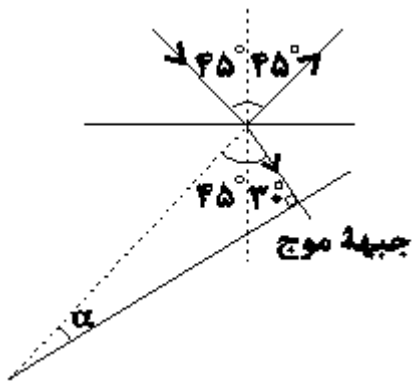


$n_1 \sin \hat{\theta}_i = n_2 \sin \hat{\theta}_r$

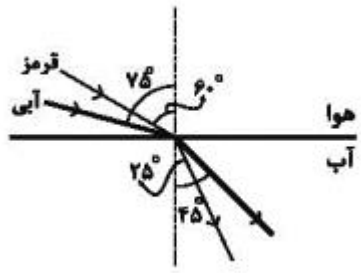
$\Rightarrow 1 \times \sin 45^\circ = \sqrt{2} \times \sin \hat{\theta}_r \Rightarrow \hat{\theta}_r = 30^\circ$

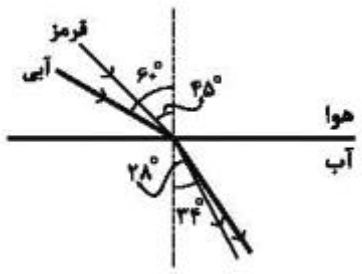
طبق قانون بازتاب عمومی، زاویه تابش با زاویه بازتابش برابر است. از طرفی جبهه‌های موج عمود بر پرتوی نور هستند، در نتیجه داریم:

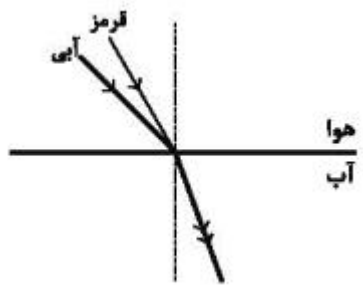
$\alpha = 180^\circ - 90^\circ - 30^\circ - 45^\circ = 15^\circ$

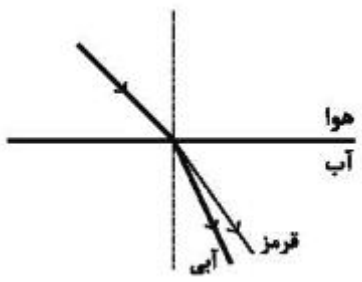


(۲۷) دو پرتو آبی و قرمز، از هوا وارد آب می‌شوند. کدام گزینه نمی‌تواند مسیر این پرتوها در آب باشد؟

۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینه ۱

گزینه ی «۱»

پرتو آبی دارای بسامد بیشتری نسبت به قرمز است، پس اگر به‌طور مایل وارد آب شوند، میزان انحراف آبی، باید بیشتر از قرمز باشد که در گزینه «۱» اینگونه نیست.

(۲۸) چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد شکست امواج سطحی صحیح است؟

الف) در بخش کم‌عمق آب، تندی امواج سطحی کمتر از قسمت عمیق است.

ب) با ورود موج به ناحیه کم‌عمق، فاصله جبهه‌های موج امواج سطحی، افزایش می‌یابد.

پ) اگر موج از محیطی که تندی موج در آن کمتر است، وارد محیطی شود که تندی موج در آن بیشتر است، زاویه شکست بزرگ‌تر از زاویه تابش می‌شود.

ت) در بخش کم‌عمق آب، بسامد امواج سطحی کمتر از قسمت عمیق است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

مورد «ب» نادرست است. چون با ورود موج به ناحیه کم‌عمق، تندی و طول‌موج آن کاهش می‌یابد که کاهش طول‌موج همان کاهش فاصله جبهه‌های موج از یکدیگر است.

مورد «ت» نادرست است. چون با تغییر محیط انتشار، بسامد ثابت می‌ماند.

(۲۹) طول موج نور تک رنگی در محیط شفاف اول $\frac{۷}{۸}$ برابر طول موج آن در محیط شفاف دوم است. اگر ضریب شکست محیط شفاف اول $\frac{۴}{۳}$ باشد، کدام گزینه اندازه سرعت نور در محیط شفاف دوم را به درستی نشان می‌دهد؟ ($\varepsilon_۰$ ضریب گذردهی الکتریکی و $\mu_۰$ تراوایی مغناطیسی خلأ در SI است.)

۱) $\frac{۷}{۶\sqrt{\varepsilon_۰\mu_۰}}$
۲) $\frac{۳۲}{۲۱\sqrt{\varepsilon_۰\mu_۰}}$
۳) $\frac{۶}{۷\sqrt{\varepsilon_۰\mu_۰}}$
۴) $\frac{۲۱}{۳۲\sqrt{\varepsilon_۰\mu_۰}}$

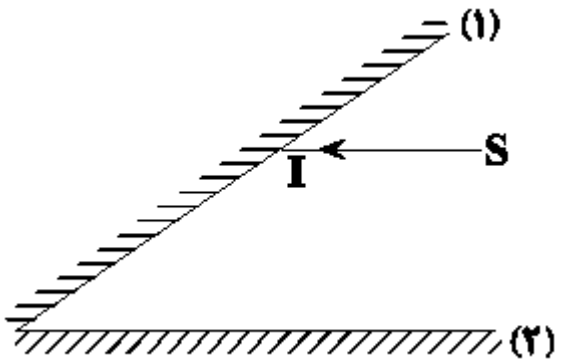
پاسخ: گزینه ۳

بسامد نور به ویژگی‌های منبع نور وابسته است و با تغییر محیط شفاف، بسامد نور تغییر نمی‌کند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{v_۱}{v_۲} = \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} \xrightarrow{v=\frac{c}{n}} \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{۷}{۸} = \frac{n_۲}{\frac{۴}{۳}} \Rightarrow n_۲ = \frac{۷}{۶}$$

$$v_۲ = \frac{c}{n_۲} = \frac{c}{\frac{۷}{۶}} \Rightarrow v_۲ = \frac{۶}{۷}c = \frac{۶}{۷\sqrt{\varepsilon_۰\mu_۰}}$$

(۳۰) مطابق شکل پرتو SI موازی با آینه تخت (۲) به سطح آینه تخت (۱) می‌تابد. اگر پرتو پس از دو بار برخورد با آینه (۲) بر روی خودش بازتاب شود، زاویه بین پرتو تابش و بازتابش در اولین برخورد با آینه (۲) چند درجه است؟

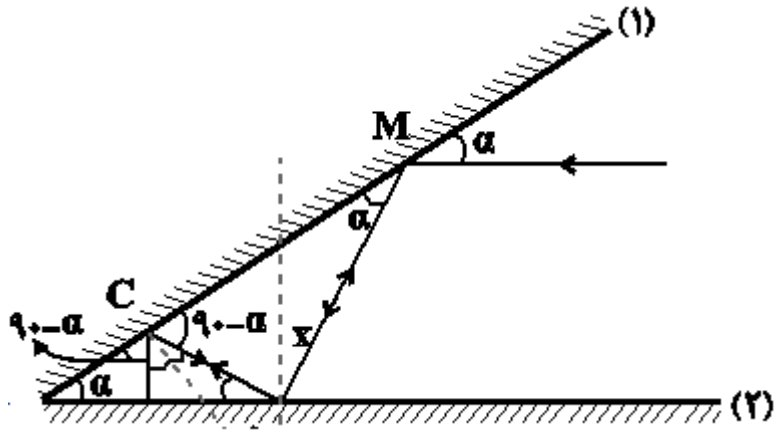


۱) ۴۵
۲) ۱۲۰
۳) ۹۰
۴) ۱۶۰

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

با توجه به قانون بازتاب عمومی، زاویه تابش با زاویه بازتابش برابر است، با ترسیم مسیر پرتو SI زاویه بین دو آینه را به دست می‌آوریم:



$$\overset{\Delta}{MNC} \Rightarrow (۹۰ - \alpha) + \alpha + x = ۱۸۰ \Rightarrow x = ۹۰^\circ$$