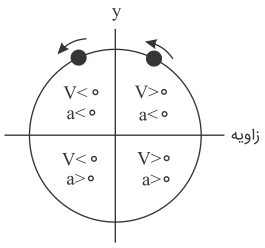
۱ گزینه ۲



باتوجه‌به اینکه سرعت مثبت بوده و سپس منفی شده، نوسانگر در بُعد مثبت قرار دارد.
از طرفی علامت شتاب نوسانگر، همواره مخالف علامت بُعد نوسانگر است؛ بنابراین شتاب منفی است.

۲ گزینه ۳

در حرکت نوسانی ساده، زمانی که نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود، دارای حرکت تندشونده خواهد بود. در این حالت جهت بردارهای مکان و سرعت نوسانگر در خلاف جهت هم هستند. باتوجه‌به اینکه نوسانگر می‌تواند در دو طرف حالت تعادل دارای حرکت تندشونده باشد، بنابراین علامت سرعت می‌تواند مثبت و یا منفی باشد.

۳ گزینه ۲

الف و ب صحیح هستند.
دلیل نادرستی مورد پ: در نقطهٔ N علامت شتاب مثبت است.
دلیل نادرستی مورد ت: در نقطهٔ N نیروی کشسانی فنر بیشینه است.

۴ گزینه ۳

تعداد نوسان‌های کامل برابر است با: $n = \frac{۳۰}{۲} = ۱۵$
از طرف دیگر تعداد نوسان‌های کامل در مدت‌زمان t برابر $n = \frac{t}{T}$ است. بنابراین داریم:

$$۱۵ = \frac{۱۲۰}{T} \Rightarrow T = \frac{۱۲۰}{۱۵} = ۸s$$

$$f = \frac{۱}{T} \Rightarrow f = \frac{۱}{۸}Hz$$

۵ گزینه ۴

حرکت هماهنگ ساده یک حرکت با شتاب متغیر است.

۶ گزینه ۳

درحرکت نوسانی ساده جهت برآیند نیروهای وارد بر جسم (شتاب) همیشه به طرف مرکز نوسان است. هرگاه متحرک از مرکز دور می‌شود، اندازهٔ شتاب زیاد می‌شود و اندازهٔ سرعت کم می‌شود (حرکت کندشونده است).
هرگاه متحرک به مرکز نزدیک می‌شود. اندازهٔ شتاب کم می‌شود و اندازهٔ سرعت زیاد می‌شود (حرکت تندشونده است).

@moshaver_FREE

۷ گزینه ۲

اگر زمان رسیدن از A به B و از B به O یکسان باشد، می‌توان نتیجه گرفت که زمان A تا O نصف شده است، زمان A تا O برابر است با $\frac{T}{۴}:\frac{T}{۴}=\frac{\pi}{۲}$

درنتیجه زمان رسیدن از B به O برابر $\frac{\frac{T}{۴}}{۲}=\frac{T}{۸}$ خواهد بود:

$$\frac{T}{۸}=۱\Rightarrow T=۸s$$

برای رسیدن از A' تا B جسم ابتدا از A' تا O $(\frac{T}{۴})$ و سپس از O تا B $(\frac{T}{۸})$ را طی می‌کند، بنابراین کوتاه‌ترین زمان رسیدن از A' تا B برابر است با:

$$\frac{T}{۴}+\frac{T}{۸}=\frac{۸}{۴}+\frac{۸}{۸}=۳s$$

۸ گزینه ۴

باتوجه‌به جهت محور x، چون نوسانگر در حرکت از نقطهٔ C به نقطهٔ O و از نقطهٔ O به نقطهٔ D در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند، علامت سرعت نوسانگر برای این جابه‌جایی‌ها، منفی خواهد بود. از طرفی در حرکت هماهنگ ساده همواره علامت شتاب، قرینهٔ علامت مکان نوسانگر است، بنابراین وقتی نوسانگر در xهای مثبت قرار دارد، شتاب نوسانگر منفی و وقتی نوسانگر در xهای منفی قرار دارد شتاب نوسانگر مثبت است پس در حرکت نوسانگر از نقطهٔ C به نقطهٔ O شتاب منفی و در حرکت از نقطهٔ O به نقطهٔ D شتاب مثبت است.

۹ گزینه ۳

باتوجه‌به جهت محور x، چون نوسانگر از نقطهٔ C به نقطهٔ O و از نقطهٔ O به نقطهٔ D در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند، علامت سرعت نوسانگر برای این جابه‌جایی‌ها، منفی خواهد بود. از طرفی در حرکت هماهنگ ساده همواره علامت شتاب، قرینهٔ علامت مکان نوسانگر است، بنابراین وقتی نوسانگر در xهای مثبت قرار دارد، شتاب نوسانگر منفی و وقتی نوسانگر در xهای منفی قرار دارد شتاب نوسانگر مثبت است، پس در حرکت نوسانگر از نقطهٔ C به نقطهٔ O شتاب منفی و در حرکت از نقطهٔ O به نقطهٔ D شتاب مثبت است.

۱۰ گزینه ۱

مسافت طی‌شده توسط نوسانگر الزاماً d است و جابه‌جایی نوسانگر از $-d$ تا d است، متناسب با اینکه از چه مکانی حرکت نماید.

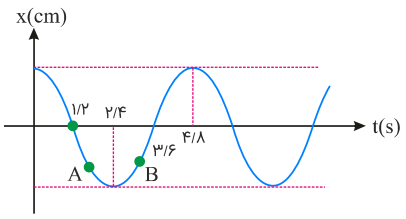
۱۱ گزینه ۲

از یک سر پاره‌خط تا سر دیگر بدون تغییر جهت $\Rightarrow \frac{T}{۲}=۰/۶\Rightarrow T=۱/۲s$

$$\left.\begin{array}{l} A=۸\,cm\Rightarrow \frac{d}{A}=\frac{۶۴}{۸}=۸ \\ \text{هر ۴دامنه معادل یک نوسان کامل است} \end{array}\right\}\Rightarrow \text{دو نوسان کامل}\Rightarrow \Delta t=۲T=۲/۴\,s$$

۱۲ گزینه ۳

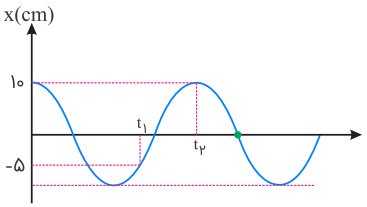
$$\omega=\frac{۵\pi}{۱۲}=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{۲۴}{۵}=۴/۸\,s\Rightarrow \frac{T}{۴}=۱/۲\,s$$



ثانیهٔ سوم بازهٔ زمانی $۲\le t\le ۳$ است که طبق شکل نوسانگر در لحظات $t=۲$ و $t=۳$ در مکان‌های A و B قرار دارد. در بازهٔ $۲\le t\le ۲/۴$ حرکت کندشونده و از $۲/۴\le t\le ۳$ حرکت تندشونده است؛ یعنی حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

۱۳ گزینه ۲

باتوجه‌به شکل داریم:



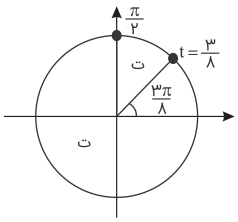
$$\frac{5T}{4} = 0/5 \Rightarrow T = 0/4\,s$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{4T}{12} = \frac{T}{3} = \frac{4}{30}\,s$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{10-(-5)}{\frac{4}{30}} = \frac{15 \times 30}{4} = 112/5\,cm/s$$

۱۴ گزینه ۳

$$t = \frac{3}{8} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{3\pi}{8}$$
$$t = 1 \Rightarrow \varphi_2 = 8\pi$$



می‌دانیم نوسانگر در ربع ۱ و ۳ حرکت تندشونده داشته و شتاب و سرعت هم‌جهت هستند. ابتدا فاز حرکت تندشونده را در یک دوره محاسبه می‌کنیم.

$$0 \le \varphi \le 2\pi$$
$$\Delta\varphi = (\frac{\pi}{2} - \frac{3\pi}{8}) + \frac{\pi}{2} = \pi - \frac{3\pi}{8} = \frac{5\pi}{8}$$

بین 2π تا 8π، فاز 6π طی می‌شود که 3π از آن تندشونده است، پس:

$$\text{تندشونده}: \Delta\varphi = 3\pi + \frac{5\pi}{8} = \frac{29\pi}{8} = \omega.\Delta t \Rightarrow \frac{29\pi}{8} = 8\pi t \Rightarrow t = \frac{29}{64}\,s$$

۱۵ گزینه ۴

$$\frac{T}{4} + \frac{T}{2} - \frac{T}{12} = \frac{1}{30} \Rightarrow \frac{3T}{4} - \frac{T}{12} = \frac{8T}{12} = \frac{2T}{3} = \frac{1}{30} \Rightarrow T = \frac{1}{20}\,s$$
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 40\pi\,(rad/s)$$
$$v_{max} = A\omega = \frac{1}{10} \times 40\pi \xrightarrow{\pi=3\,,\,v=12\,m/s} v_{max} = 12\,m/s$$

۱۶ گزینه ۳

طبق معادلهٔ حرکت نوسانی زمان‌های t_1 و t_2 را به دست می‌آوریم و دقت می‌کنیم که چون t_1 اولین باری است که $x = \frac{\sqrt{3}}{2}A$ شده است و t_2 اولین زمانی است که $x = -\frac{\sqrt{2}}{2}A$ شده است، جواب‌های t_1 و t_2 کوچک‌ترین مقدار ممکن هستند:

$$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow \begin{cases} \frac{\sqrt{3}}{2}A = A\cos(\frac{2\pi}{T}t_1) \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \cos(\frac{2\pi}{T}t_1) \Rightarrow \frac{2\pi}{T}t_1 = \frac{\pi}{6} + 2k\pi \xrightarrow{k=0} t_1 = \frac{T}{12} \\ -\frac{\sqrt{2}}{2}A = A\cos(\frac{2\pi}{T}t_2) \Rightarrow -\frac{\sqrt{2}}{2} = \cos(\frac{2\pi}{T}t_2) \Rightarrow \frac{2\pi}{T}t_2 = \frac{3\pi}{4} + 2k\pi \xrightarrow{k=0} t_2 = \frac{3}{8}T \end{cases}$$

$$\Rightarrow t_2 - t_1 = \frac{3T}{8} - \frac{T}{12} \Rightarrow t_2 - t_1 = \frac{9T - 2T}{24} = \frac{7T}{24}$$

@moshaver_FREE

۱۷ گزینه ۲

ابتدا دورهٔ تناوب (T) را محاسبه می‌کنیم:

$$\omega = ۴۰\pi \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} = ۴۰\pi \Rightarrow T = \frac{۱}{۲۰}s$$

حال نسبت $\frac{۱}{۸۰}s$ را به دورهٔ تناوب محاسبه می‌کنیم و در معادلهٔ مکان جایگذاری می‌کنیم:

$$t = \frac{۱}{۸۰}s \Rightarrow \frac{t}{T} = \frac{\frac{۱}{۸۰}}{\frac{۱}{۲۰}} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow t = \frac{T}{۴}$$

$$x = ۰/۴\cos(\omega t) \Rightarrow x = ۰/۴\cos(\frac{۲\pi}{T} \times \frac{T}{۴}) \Rightarrow x = ۰/۴\cos(\frac{\pi}{۲}) = ۰$$

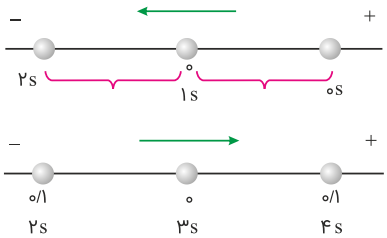
چون در لحظهٔ موردنظر نوسانگر از مبدأ می‌گذرد، درنتیجه $F = ۰$ است؛ پس شتاب در آن لحظه صفر است.

۱۸ گزینه ۴

برای حل سؤال کل حرکت را از صفر ثانیه تا ۴ ثانیه تحلیل می‌کنیم:

$$\omega = \frac{\pi}{۲} \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{\pi}{۲} \Rightarrow T = ۴\,s$$

ملاحظه می‌شود که از صفر تا ۲ ثانیه جهت حرکت (جهت سرعت) منفی است و از ۲ ثانیه تا ۴ ثانیه جهت حرکت مثبت است، از ثانیهٔ صفرم تا ثانیهٔ یک جهت نیرو (جهت شتاب) منفی است، از ۱s تا ۲s جهت شتاب مثبت است، از ۲s تا ۳s جهت شتاب مثبت و از ۳s تا ۴s جهت شتاب منفی است؛ بنابراین جواب موردنظر مسئله گزینهٔ "۴" یعنی بازهٔ ۳s تا ۴s است.



۱۹ گزینه ۲

باتوجه‌به اینکه $\omega = \frac{\pi}{۲}$ است، از رابطهٔ $\omega = \frac{۲\pi}{T}$ استفاده می‌کنیم و مقدار T را به دست می‌آوریم:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{\pi}{۲} \Rightarrow T = ۴\,s$$

باتوجه‌به اینکه دورهٔ تناوب ۴s است و حدفاصل بین ۱s تا ۹s از ما خواسته شده یعنی در این فاصلهٔ زمانی جسم دو بار نوسان کامل انجام داده است و ما می‌دانیم که در هر نوسان کامل یک‌بار جهت نوسان عوض می‌شود درنتیجه در این فاصلهٔ زمانی دو بار جهت نوسان عوض می‌شود.

۲۰ گزینه ۲

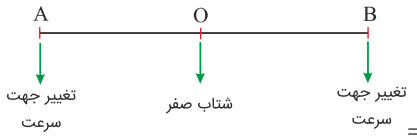
$$\left.\begin{array}{l} \omega = \frac{۲\pi}{T} = ۰/۱\pi \Rightarrow T = ۲۰\,s \\ t = ۴۵\,s \end{array}\right\} \Rightarrow n = \frac{t}{T} \Rightarrow n = \frac{۴۵}{۲۰} = ۲/۲۵$$

یعنی نوسانگر ۲/۲۵ دور نوسان انجام می‌دهد و باتوجه‌به اینکه در هر نوسان کامل به‌اندازهٔ ۴ برابر دامنه مسافت طی می‌کند، داریم:

$$\text{مسافت طی‌شده} = d = ۲/۲۵ \times ۴A \xrightarrow{A=۰/۰۳\,m=۳\,cm} d = ۲۷\,cm$$

@moshaver_FREE

۲۱ گزینه ۱



باتوجه‌به اطلاعاتی که سؤال گفته، دامنه و دورهٔ تناوب را می‌یابیم:

$$\Rightarrow \begin{cases} AB = ۱۰\,cm \Rightarrow ۲A = ۱۰\,cm \Rightarrow A = ۵\,cm = ۵ \times ۱۰^{-۲}\,m \\ t_{OB} + t_{BO} = ۵\,s \Rightarrow \frac{T}{۲} = ۵ \Rightarrow T = ۱۰\,s \end{cases}$$

معادلهٔ مکان نوسانگر را می‌نویسیم و سپس $x_۲$ را می‌یابیم.

$$x = A\cos(\omega t)$$
$$\Rightarrow x_۲ = ۵ \times ۱۰^{-۲}\cos(\frac{۲\pi}{۱۰}t_۲)$$
$$\xrightarrow{t_۲ = ۸/۷۵\,s} x_۲ = ۵ \times ۱۰^{-۲}\cos(\frac{۲\pi}{۱۰} \times ۸/۷۵) = ۵ \times ۱۰^{-۲}\cos(\frac{۷\pi}{۴})$$
$$x_۲ = ۵ \times ۱۰^{-۲} \times \frac{\sqrt{۲}}{۲}\,m = \frac{۵\sqrt{۲}}{۲}\,cm$$

۲۲ گزینه ۴

گام اول

الف) وزنهٔ ۵۰۰ گرمی ← $m = ۵۰۰g = ۰/۵kg$

ب) ثابت فنر ۲۰ نیوتون بر متر ← $k = ۲۰N/m$

ج) وزنه در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ ← $t = ۶۰s\ ,\ n = ?$

گام دوم

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega^۲ = \frac{k}{m}$$
$$\Rightarrow \omega^۲ = \frac{۲۰}{۰/۵} \Rightarrow \omega^۲ = ۴۰ \xrightarrow{\omega = ۲\pi f} ۴\pi^۲ f^۲ = ۴۰ \xrightarrow{\pi^۲ = ۱۰} f^۲ = ۱ \Rightarrow f = ۱Hz$$

تعداد نوسان‌های انجام‌شده در هر ثانیه بسامد (فرکانس) نامیده می‌شود، پس:

$$\text{تعداد نوسان‌های انجام‌شده در هر ثانیه}: n = ft \xrightarrow{f = ۱Hz\,,\,t = ۶۰s} n = ۱ \times ۶۰ = ۶۰ \text{ نوسان کامل}$$

۲۳ گزینه ۲

گام اول

الف) وزنهٔ ۴۰۰ گرمی ← $m_۱ = ۴۰۰g = ۰/۴kg$

ب) وزنهٔ چند گرمی به وزنهٔ قبل اضافه کنیم؟ ← $m_۲ = ۰/۴ + m\ ,\ m = ?(g)$

ج) تا دورهٔ نوسانات ۱/۵ برابر شود ← $\frac{T_۲}{T_۱} = \frac{۳}{۲}$

گام دوم

با استفاده از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$، نسبت $\frac{T_۲}{T_۱}$ را نوشته و جرم m را حساب می‌کنیم:

$$\frac{T_۲}{T_۱} = \frac{۲\pi\sqrt{\frac{m_۲}{k}}}{۲\pi\sqrt{\frac{m_۱}{k}}} \Rightarrow \frac{۳}{۲} = \sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}} \Rightarrow \frac{m_۲}{m_۱} = \frac{۹}{۴}$$
$$\frac{m_۲}{m_۱} = \frac{۹}{۴} \Rightarrow \frac{۹}{۴} = \frac{۰/۴ + m}{۰/۴} \Rightarrow m + ۰/۴ = ۰/۹ \Rightarrow m = ۰/۵kg \Rightarrow m = ۵۰۰g$$

۲۴ گزینه ۱

ابتدا دورهٔ نوسان را به دست می‌آوریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = ۲\pi\sqrt{\frac{۲}{۲۰۰}} = \frac{\pi}{۵} = ۰/۶s$$

$$T = \frac{t}{N} \xrightarrow{N=\frac{۸}{۲}=۴} \frac{۶}{۱۰} = \frac{t}{۴} \Rightarrow t = ۲/۴s$$

وقتی‌که ۸ بار طول پاره‌خط مسیر طی شود، ۴ بار نوسان انجام شده است.

۲۵ گزینه ۲

اگر دامنهٔ نوسان‌های نوسانگر وزنه - فنر برابر با A باشد، در این صورت بیشینهٔ نیروی وارد بر نوسانگر برابر است با $F_{max} = kA$ بنابراین با دو برابر شدن دامنهٔ نوسان داریم:

$$\frac{F'_{max}}{F_{max}} = \frac{kA'}{kA} \xrightarrow{A'=۲A} \frac{F'_{max}}{F_{max}} = ۲ \Rightarrow F'_{max} = ۲F_{max}$$

با توجه به رابطهٔ دورهٔ نوسان با مشخصات وزنه و فنر ($T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$)، دورهٔ نوسان مستقل از دامنه است و با تغییر دامنه تغییری نمی‌کند.

۲۶ گزینه ۱

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{m_A}{m_B} \times \frac{k_B}{k_A}} = \sqrt{\frac{\frac{۱}{۲}m}{m} \times \frac{k}{۲k}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{۱}{۴}} = \frac{۱}{۲}$$

ضمناً دامنهٔ نوسان به دورهٔ آن ربطی ندارد.

۲۷ گزینه ۳

با استفاده از قانون دوم نیوتن و باتوجه‌به نیروی کشسانی فنر داریم:

$$\begin{cases} F = -kx \\ F = ma \end{cases} \Rightarrow -kx = ma \xrightarrow{k=m\omega^۲} -m\omega^۲x = ma$$

$$\Rightarrow a = -\omega^۲x$$

بنابراین شتاب نوسانگر در مکان x از رابطهٔ $a = -\omega^۲x$ به دست می‌آید، باتوجه‌به مشخص بودن مکان x، کافی است $\omega^۲$ را بیابیم:

$$\omega^۲ = \frac{k}{m} \xrightarrow{k=۲۰۰N/m,\ m=۸\times۱۰^{-۲}kg}$$

$$\omega^۲ = \frac{۲۰۰}{۸ \times ۱۰^{-۲}} = \frac{۲۰۰۰۰}{۸} = ۲۵۰۰(rad/s)^۲$$

$$a = -\omega^۲x \xrightarrow{\omega^۲=۲۵۰۰(rad/s)^۲,\ x=-۰/۰۲m} a = ۲۵۰۰ \times \frac{۲}{۱۰۰} = ۵۰m/s^۲$$

۲۸ گزینه ۴

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۴۸}{۰/۰۳}} = ۴۰rad/s \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{\omega} = \frac{۲ \times ۳}{۴۰} = \frac{۶}{۴۰} = \frac{۳}{۲۰}s \Rightarrow N = \frac{\Delta t}{T} = \frac{۵ \times ۶۰}{\frac{۳}{۲۰}} = ۲۰۰۰ \text{ نوسان}$$

۲۹ گزینه ۳

گام اول

الف) بین دو نقطهٔ M و N نوسان می‌کند و در هر ۰/۴ ثانیه ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد← $\text{تعداد نوسان} = \frac{t}{T} \Rightarrow ۲ = \frac{۰/۴}{T} \Rightarrow T = ۰/۲s$

ب) اگر بیشینهٔ شتاب نوسان $۲۰\,m/s^۲$ باشد← $a_{max} = ۲۰\,m/s^۲$

ج) فاصلهٔ MN چند سانتی‌متر است؟ ← $MN = ۲A = ?\,(cm)$

گام دوم

با استفاده از قانون دوم نیوتن و باتوجه‌به نیروی کشسانی فنر داریم:

$$\begin{cases} F = -kx \\ F = ma \end{cases} \Rightarrow -kx = ma \xrightarrow{k=m\omega^۲} -m\omega^۲x = ma$$

$$\Rightarrow a = -\omega^۲x \Rightarrow a_{max} = \omega^۲A$$

با استفاده از رابطهٔ $\omega = \frac{۲\pi}{T}$ و $a_{max} = A\omega^۲$ دامنهٔ نوسانات را به دست آورده و درنهایت فاصلهٔ MN را محاسبه می‌کنیم:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۲} = ۱۰\pi\,rad/s$$

$$a_{max} = A\omega^۲ \Rightarrow ۲۰ = A \times ۱۰۰\pi^۲ \xrightarrow{\pi^۲=۱۰} A = ۰/۰۲\,m = ۲\,cm$$

$$MN = ۲A = ۲ \times ۲ = ۴\,cm$$

۳۰ گزینه ۲

در حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر، رابطهٔ بین شتاب و بُعد نوسانگر به‌صورت $a = -\omega^۲x$ می‌باشد که نمودار آن خط راستی با شیب منفی است که از مبدأ مختصات می‌گذرد و اندازهٔ شیب آن برابر با $\omega^۲$ است. باتوجه‌به شکل سؤال داریم:

$$a = -\omega^۲x \xrightarrow[x=-۱/۵\,(cm)]{a=۱۳/۵\pi^۲\,(m/s^۲)} ۱۳/۵\pi^۲ = -\omega^۲(-۱/۵ \times ۱۰^{-۲})$$

$$\Rightarrow \omega^۲ = ۹۰۰\pi^۲ \Rightarrow \omega = ۳۰\pi\,(rad/s)$$

باتوجه‌به رابطهٔ بسامد زاویه‌ای با بسامد نوسان داریم:

$$\omega = ۲\pi f \xrightarrow{\omega=۳۰\pi\,rad/s} ۳۰\pi = ۲\pi f \Rightarrow f = ۱۵\,Hz$$

۳۱ گزینه ۲

از مقایسهٔ معادلهٔ حرکت نوسانی برای جسم m_1 با رابطهٔ $x = A\cos(\omega t)$، متوجه می‌شویم که $\omega = \frac{\pi}{2}$ است و از رابطهٔ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ داریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow T = 4\,s$$

مسافتی که جسم m_1 در مدت صفر تا $4\,s$ که برابر یک دوره است طی می‌کند به‌اندازهٔ $4A$ است.

از رابطهٔ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ برای مقایسهٔ ωهای دو جسم استفاده می‌کنیم:

$$\begin{cases} \omega_1 = \sqrt{\frac{k}{0/1}} \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{k}{0/1} \\ \omega_2 = \sqrt{\frac{k}{0/025}} \Rightarrow \omega_2^2 = \frac{k}{0/025} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} = \frac{\frac{k}{0/025}}{\frac{k}{0/1}} = 4 \Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = 2 \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} \frac{T_1}{T_2} = 2$$

$$T_1 = 4\,s \Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{2} = \frac{4}{2} = 2\,s$$

دورهٔ تناوب جسم m_2 نصف دورهٔ تناوب جسم m_1 است و باتوجه‌به یکسان بودن دامنهٔ نوسان برای این دو جسم؛ درنتیجه در مدتی که جسم m_1 یک نوسان کامل انجام می‌دهد، جسم m_2 دو نوسان کامل انجام خواهد داد؛ پس مسافت طی‌شده در ۴ ثانیه برای جسم دوم برابر با $8\,A$ است:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{4A}{8A} = \frac{1}{2}$$

۳۲ گزینه ۳

باتوجه‌به شکل، زمان یک‌بار نوسان کامل برای جسم m_2 نصف زمان یک‌بار نوسان کامل برای m_1 است. درنتیجه:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{T_1}{T_2} = 2$$

از فرمول $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ و نسبت جرم‌های دو جسم به‌راحتی می‌توان نسبت ضرایب سختی را محاسبه کرد:

$$\begin{cases} \frac{\omega_2}{\omega_1} = 2 \quad , \quad \frac{m_1}{m_2} = 2 \\ \omega_1 = \sqrt{\frac{k_1}{m_1}} \Rightarrow \omega_1^2 \times m_1 = k_1 \\ \omega_2 = \sqrt{\frac{k_2}{m_2}} \Rightarrow \omega_2^2 \times m_2 = k_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\omega_1^2 \times m_1}{\omega_2^2 \times m_2} \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{1 \times 2}{4 \times 1} = \frac{1}{2}$$

۳۳ گزینه ۴

باتوجه‌به شکل هر یک‌چهارم دورهٔ تناوب برابر با $1s$ است. درنتیجه دورهٔ تناوب برابر با ۴ ثانیه است. طبق رابطهٔ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ داریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \xrightarrow{T=4s} \omega = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

حال از رابطهٔ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ بهره می‌جوییم:

$$\frac{\pi}{2} = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \frac{\pi^2}{4} \times m = k \xrightarrow{m=0/1} \frac{\pi^2}{4} \times \frac{1}{10} = k \Rightarrow k = \frac{\pi^2}{40}$$

۳۴ گزینه ۴

برای به دست آوردن جابه‌جایی جسم می‌بایست مکان نهایی جسم را به دست آوریم. برای این کار باید معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر را به دست آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow[m=۴kg]{k=۱۰۰\pi^۲ N/m} \omega = ۵\pi\, rad/s$$

$$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow x = ۰/۲\cos(۵\pi t)$$

$$\xrightarrow{t=۰/۵s} x = ۰/۲\cos(۵\pi \times \frac{۱}{۲}) \Rightarrow x = ۰/۲\cos(\frac{۵\pi}{۲}) = ۰$$

$$\cos(\frac{۵\pi}{۲}) = \cos(۲\pi + \frac{\pi}{۲}) = \cos(\frac{\pi}{۲}) = ۰$$

بنابراین مکان نهایی جسم نقطهٔ $x = ۰$ است؛ پس اندازهٔ جابه‌جایی جسم ۲۰ سانتی‌متر می‌شود. برای به دست آوردن مسافت طی‌شده ابتدا دورهٔ حرکت جسم را به دست می‌آوریم:

$$\omega = ۲\pi f \xrightarrow{\omega=۵\pi\, rad/s} f = ۲/۵\, Hz \Rightarrow T = \frac{۱}{f} \Rightarrow T = \frac{۲}{۵}\, s$$

باتوجه‌به مفهوم دورهٔ حرکت، می‌فهمیم که نوسانگر در یک دورهٔ حرکت به‌اندازهٔ $۴A$ یعنی ۸۰ سانتی‌متر مسافت را طی می‌کند. باتوجه‌به اینکه متحرک در لحظهٔ $t = ۰/۵\, s$ در مکان $x = ۰$ قرار دارد، بنابراین مسافت طی‌شده توسط نوسانگر برابر است با:

$$\ell = ۴A + A = ۱۰۰\, cm$$

۳۵ گزینه ۱

گام اول

لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسان‌کننده بیشینه است ← $U = \frac{۱}{۲}kx^۲ \Rightarrow U_{max} = \frac{۱}{۲}kA^۲$

گام دوم

لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسان‌کننده بیشینه است، لحظه‌ای است که نوسانگر در انتهای مسیر خودش قرار دارد؛ پس: $\cos\omega t = ۰$ و $\sin\omega t = ۱$. در این لحظه، اندازهٔ کمیت‌های مکان (x)، شتاب (a) و نیرو (F) بیشینه است و مقدار کمیت‌های سرعت و انرژی جنبشی صفر می‌باشد.

$$\begin{cases} x = A\sin\omega t \\ a = -A\omega^۲\sin\omega t \\ F = -mA\omega^۲\sin\omega t \end{cases} \xrightarrow{\sin\omega t=۱} \begin{cases} x_{max} = A \\ a_{max} = -A\omega^۲ \\ F_{max} = -mA\omega^۲ \end{cases}$$

$$\begin{cases} v = A\cos\omega t \\ K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \end{cases} \xrightarrow{\cos\omega t=۰} \begin{cases} v = ۰ \\ K = ۰ \end{cases}$$

۳۶ گزینه ۱

گام اول

الف) دامنهٔ حرکت وزنه- فنر $۵cm$ ← $A = ۵cm = ۰/۰۵m$

ب) جرم وزنه ۲۰۰ گرم ← $m = ۲۰۰g = ۰/۲kg$

ج) ثابت فنر $۲۰۰N/m$ ← $k = ۲۰۰N/m$

د) انرژی کل نوسانگر؟ ← $E = ?$

گام دوم

باتوجه‌به اینکه در سؤال، داده‌های مربوط به انرژی پتانسیل کشسانی فنر را در اختیار گذاشته، از رابطهٔ $E = U_{max} = \frac{۱}{۲}kA^۲$ استفاده می‌کنیم:

$$E = U_{max} = \frac{۱}{۲}kA^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲۰۰ \times (۰/۰۵)^۲ = ۰/۲۵J$$

@moshaver_FREE

۳۷ گزینه ۲

گام اول

الف) فنری با ثابت $۱۰۰N/m$ ← $k = ۱۰۰N/m$

ب) با دامنهٔ $۴cm$ ← $A = ۴cm = ۰/۰۴m$

ج) انرژی جنبشی آن در لحظه‌ای که از مبدأ نوسان می‌گذرد؟ ← $x = ۰ : K_{max} = ?$

گام دوم

هنگام عبور از مبدأ انرژی، پتانسیل کشسانی نداریم و انرژی جنبشی‌مان در حالت ماکزیمم قرار دارد. از طرفی انرژی جنبشی بیشینه برابر است با انرژی پتانسیل کشسانی بیشینه، بنابراین داریم:

$$\begin{cases} E = K_{max} = U_{max} \\ U_{max} = \frac{۱}{۲}kA^۲ \end{cases} \Rightarrow K_{max} = \frac{۱}{۲} \times ۱۰۰ \times \left(\frac{۴}{۱۰۰}\right)^۲ = ۰/۰۸J$$

۳۸ گزینه ۳

گام اول

الف) انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در یک‌لحظهٔ معین به ترتیب $۰/۰۶J, ۰/۱۲J$ ← $K = ۰/۱۲J \ , \ U = ۰/۰۶J$

ب) جرم نوسانگر $۱۰g$ ← $m = ۱۰g = ۰/۰۱kg$

ج) دامنهٔ حرکت $۴cm$ ← $A = ۴cm = ۰/۰۴m$

گام دوم

ابتدا انرژی کل نوسانگر را محاسبه کرده و سپس با استفاده از رابطه‌های $E = \frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲$ و $\omega = \frac{۲\pi}{T}$، دورهٔ حرکت را به دست می‌آوریم:

$$E = K + U = ۰/۱۲ + ۰/۰۶J = ۰/۱۸J$$

$$\begin{cases} E = \frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲ \\ \omega = \frac{۲\pi}{T} \end{cases} \Rightarrow \frac{۱۸}{۱۰۰} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۱۰۰} \times \left(\frac{۴}{۱۰۰}\right)^۲ \times \left(\frac{۲\pi}{T}\right)^۲ \Rightarrow T^۲ = \frac{۱۶\pi^۲}{۹۰۰۰۰} \Rightarrow T = \frac{۴\pi}{۳۰۰} = \frac{\pi}{۷۵}s$$

۳۹ گزینه ۲

با استفاده از تعریف انرژی مکانیکی و اندازهٔ بیشینهٔ نیروی وارد بر نوسانگر هماهنگ ساده، داریم:

$$\left.\begin{aligned} E &= \frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲ \\ F &= m\omega^۲A \end{aligned}\right\} \Rightarrow F_{max} = \frac{۲E}{A} = \frac{۲ \times ۶۰}{۴ \times ۱۰^{-۱}} \Rightarrow F_{max} = ۳۰۰N$$

۴۰ گزینه ۱

به کمک رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$، دورهٔ آونگ را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \\ l = ۲۴/۵cm = ۰/۲۴۵m \\ g = ۹/۸m/s^۲ \\ \pi^۲ = ۱۰ \end{cases} \Rightarrow T = ۲ \times \sqrt{۱۰} \times \sqrt{\frac{\frac{۲۴۵}{۱۰۰۰}}{\frac{۹۸}{۱۰}}} = ۲ \times \sqrt{۱۰ \times \frac{۲۴۵}{۹۸ \times ۱۰۰}} = ۲ \times \sqrt{\frac{۱}{۴}} = ۱s$$

۴۱ گزینه ۴

گام اول

الف) دورهٔ آونگ ۳ ثانیه ← $T_1 = 3s$

ب) کاهش طول آونگ چه کسری از طول اولیهٔ آونگ باشد تا دورهٔ آن یک ثانیه شود؟ ← $T_2 = 1s$, $\frac{\Delta l}{l_1} = ?$

گام دوم

به کمک رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$، نسبت $\frac{l_2}{l_1}$ را به دست می‌آوریم و درنهایت $\frac{\Delta l}{l_1}$ را محاسبه کنیم:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}} \Rightarrow \frac{1}{3} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} \Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{\Delta l}{l_1} = \frac{l_2 - l_1}{l_1} = \frac{l_2}{l_1} - 1 = \frac{1}{9} - 1 = -\frac{8}{9}$$

توجه: علامت منفی نشان‌دهندهٔ این است که طول آونگ باید کاهش یابد (همان‌طور که در مسئله گفته شده است).

۴۲ گزینه ۳

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \frac{\omega'}{\omega} = \sqrt{\frac{L}{L'}} = \sqrt{\frac{L}{2L}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow \frac{E'}{E} = \frac{m'}{m}\left(\frac{A'}{A}\right)^2\left(\frac{\omega'}{\omega}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{E'}{E} = \frac{\frac{1}{2}m}{m}\left(\frac{A}{A}\right)^2\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

۴۳ گزینه ۱

$$a_{max} = A\omega^2 \ , \ \omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \Rightarrow a_{max} = \frac{Ag}{\ell} \Rightarrow \frac{1}{16} = \frac{5 \times 10^{-2} \times 10}{\ell} \Rightarrow \ell = 80 \times 10^{-2}m = 80cm$$

۴۴ گزینه ۲

شتاب گرانش در سطح زمین از رابطهٔ $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$ و در سطح سیارهٔ دیگر از رابطهٔ $g' = G\frac{M'}{R'^2}$ به دست می‌آید.

$$\frac{g}{g'} = \frac{M_e}{M'} \times (\frac{R'}{R_e}) = \frac{1}{4} \times (4)^2 = 4$$

از طرفی دوره نوسان‌های کم‌دامنهٔ آونگ ساده از رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ به دست می‌آید و مستقل از جرم آونگ است.

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l} \times \frac{g}{g'}} = \sqrt{4 \times 4} = 4$$

۴۵ گزینه ۱

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}} \Rightarrow \frac{0/8T_1}{T_1} = \sqrt{\frac{\ell_1 - 18}{\ell_1}} \Rightarrow \frac{64}{100} = \frac{\ell_1 - 18}{\ell_1}$$

$$64\ell_1 = 100\ell_1 - 1800 \Rightarrow 36\ell_1 = 1800 \Rightarrow \ell_1 = 50cm$$

@moshaver_FREE

۴۶ گزینه ۳

$$n = \frac{t}{T} = \frac{t}{۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} = \frac{t}{۲\sqrt{L}}$$

$$n - n' = ۵۰ \Rightarrow \frac{t}{۲\sqrt{L}} - \frac{t}{۲\sqrt{L'}} = ۵۰$$

$$L' = L + \frac{۱۲۵}{۱۰۰}L = ۲/۲۵L \ , \ t = ۴\,min = ۲۴۰\,s$$

$$\Rightarrow \frac{۲۴}{\sqrt{L}} - \frac{۲۴}{۱/۵\sqrt{L}} = ۱۰ \Rightarrow \frac{۲۴۰}{۲\sqrt{L}} - \frac{۲۴۰}{۲\sqrt{۲/۲۵L}} = ۵۰$$

$$\Rightarrow \sqrt{L} = \frac{۸}{۱۰} \Rightarrow L = ۰/۶۴m \Rightarrow \frac{۲۴}{\sqrt{L}} - \frac{۱۶}{\sqrt{L}} = ۱۰ \Rightarrow \frac{۸}{\sqrt{L}} = ۱۰$$

$$\Rightarrow T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = ۲\sqrt{L} = ۲\sqrt{۰/۶۴} = ۱/۶\,s$$

۴۷ گزینه ۱

تعداد نوسان در یک مدت معین متناسب است با بسامد نوسان ($\frac{N_۲}{N_۱} = \frac{f_۲}{f_۱}$).

بسامد آونگ سادهٔ کم دامنه، با جذر طول آن نسبت عکس دارد ($\frac{f_۲}{f_۱} = \frac{\omega_۲}{\omega_۱} = \sqrt{\frac{\ell_۱}{\ell_۲}}$ و $\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$).

$$\frac{N}{N+۴۰} = \sqrt{\frac{\ell}{۹\ell}} \Rightarrow \frac{N}{N+۴۰} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow N = ۲۰ \Rightarrow N + ۴۰ = ۶۰$$

در مدت دو دقیقه آونگ به طول ℓ تعداد ۶۰ نوسان و درنتیجه در مدت ۴ دقیقه، ۱۲۰ نوسان انجام می‌دهد.

۴۸ گزینه ۱

$$\left.\begin{array}{l} U = \frac{۱}{۲}kx^۲ \\ E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{U}{E} = \frac{۷۵}{۱۰۰} = \frac{۳}{۴} = (\frac{x}{A})^۲ \Rightarrow \frac{x}{A} = \frac{\pm\sqrt{۳}}{۲} \Rightarrow |x| = \frac{\sqrt{۳}}{۲}A$$

۴۹ گزینه ۳

جرم هیچ تأثیری روی دورهٔ تناوب آونگ ندارد.

$$\left.\begin{array}{l} T_۱ = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۱}{g}} \\ T_۲ = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۲}{g}} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{T_۱}{T_۲} = \sqrt{\frac{\ell_۱}{\ell_۲}} = \sqrt{\frac{۱۲۱}{۳۶}} = \frac{۱۱}{۶}$$

$$\left.\begin{array}{l} ۶۰۰ = \frac{\Delta t}{T_۱} \\ N_۲ = \frac{\Delta t}{T_۲} \end{array}\right\} \xrightarrow{\div} \frac{T_۱}{T_۲} = \frac{N_۲}{۶۰۰} = \frac{۱۱}{۶} \Rightarrow N_۲ = ۱۱۰۰ \text{ نوسان}$$

۵۰ گزینه ۲

@moshaver_FREE

۵۱ گزینه ۲

با گذاشتن آهنربا زیرآونگ آهنی، نیرویی هم‌راستا و هم‌جهت با نیروی وزن آونگ به آن وارد می‌شود؛ بنابراین طبق رابطهٔ $(T = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}})$، مخرج کسر افزایش می‌یابد. باتوجه‌به اینکه طول آونگ B از طول آونگ A بیشتر است، بنابراین قرار دادن آهنربا زیرگلولهٔ آونگ B، دورهٔ نوسان آن را به دورهٔ نوسان آونگ A نزدیک می‌کند. همچنین مطابق رابطهٔ دورهٔ نوسان‌های آونگ سادهٔ کم‌دامنه، با کاستن طول آونگ B یا افزایش طول آونگ A نیز می‌توان دورهٔ نوسان دو آونگ را به یکدیگر نزدیک نمود.

۵۲ گزینه ۴

آونگ‌هایی با آونگ "۱" تشدید می‌کنند که دوره یا به‌عبارت‌دیگر بسامد زاویه‌ای برابر با بسامد زاویه‌ای آونگ "۱" داشته باشند. باتوجه‌به اینکه $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ است فقط آونگ‌هایی با "۱" تشدید می‌کنند که طول برابر با طول آونگ "۱" دارند یعنی آونگ‌های ۳ و ۷.

۵۳ گزینه ۳

زمانی تشدید رخ می‌دهد که بسامد طبیعی نوسانگر با بسامد طبیعی نوسانگر A برابر شود. طبق رابطهٔ $T = \frac{۱}{f}$ می‌توان گفت دورهٔ حرکت برابر بین دو نوسانگر باعث می‌شود تشدید رخ دهد.

$$T_A = ۲\pi\sqrt{\frac{m_A}{k_A}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۲}{۴۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}}\,s$$

$$T_B = ۲\pi\sqrt{\frac{m_B}{k_B}} = ۲\pi\sqrt{\frac{\frac{۳}{۲}}{۳۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}}\,s$$

$$T_C = ۲\pi\sqrt{\frac{m_C}{k_C}} = ۲\pi\sqrt{\frac{\frac{۵}{۲}}{۵۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}}\,s$$

$$T_D = ۲\pi\sqrt{\frac{m_D}{k_D}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۳}{۲۰۰}}\,s$$

بین نوسانگرهای A، B و C به علت دورهٔ حرکت برابر و درنتیجه بسامد یکسان تشدید رخ می‌دهد.

۵۴ گزینه ۳

با دیاپازون هر دو نوع موج را می‌توان تولید کرد.

۵۵ گزینه ۴

موجی که در سیم ایجاد می‌شود، عرضی است و صدایی که ایجاد می‌شود و در هوا منتشر می‌شود، طولی است.

۵۶ گزینه ۳

آ) با انتشار موج، ذرهٔ a از نقطهٔ تعادل دور می‌شود و چون تندی آن در حال کاهش است، پس نوع حرکت کندشونده است (درست است).
ب) ذره در نقطهٔ c در نقطهٔ تعادل قرار دارد. ازاین‌رو تندی آن بیشینه و بنابراین انرژی جنبشی آن نیز بیشینه است (درست است).
پ) جهت شتاب همواره به‌سمت نقطهٔ تعادل است. ذره در نقطهٔ b در حال نزدیک شدن به مبدأ است و مکان آن منفی است؛ پس بردار شتاب در جهت مثبت محور y است (نادرست است).
ت) در نقطهٔ d، ذره در حال دور شدن از وضع تعادل است، یعنی تندی آن در حال کاهش است، پس انرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد (درست است).

۵۷ گزینه ۳

ابتدا تندی انتشار موج را حساب می‌کنیم و سپس مدت‌زمان را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{\lambda=۰/۵\,m\,,\,f=۱۰۰\,Hz} ۰/۵ = \frac{v}{۱۰۰} \Rightarrow v = ۵۰\,m/s$$

$$\Delta x = v\Delta t \xrightarrow{\Delta x=۱۰\,m} ۱۰ = ۵۰\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{۱}{۵}\,s$$

۵۸ گزینه ۲

چون λ و v معلوم‌اند، ابتدا از رابطهٔ $f = \frac{v}{\lambda}$، بسامد (f) را حساب می‌کنیم و سپس از رابطهٔ $\omega = ۲\pi f$ بسامد زاویه‌ای را به دست می‌آوریم:

$$f = \frac{v}{\lambda} \xrightarrow{v=۲۰\,m/s\,,\,\lambda=۰/۸\,m} f = \frac{۲۰}{۰/۸} = ۲۵\,Hz$$

$$\omega = ۲\pi f \xrightarrow{f=۲۵\,Hz} \omega = ۲\pi \times ۲۵ \Rightarrow \omega = ۵۰\pi\,rad/s$$

۵۹ گزینه ۲

چون λ (فاصلهٔ بین دو قلهٔ متوالی) و v معلوم‌اند، از رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$، بسامد موج را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{\lambda=۱۰\,cm=۰/۱\,m\,,\,v=۵\,m/s} ۰/۱ = \frac{۵}{f} \Rightarrow f = ۵۰\,Hz$$

۶۰ گزینه ۱

$$\frac{۵\lambda}{۴} = ۱۰۰ \Rightarrow \lambda = ۸۰\,cm = ۰/۸\,m$$

$$\Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۴}{۰/۸} = ۵\,Hz$$

۶۱ گزینه ۲

با استفاده از اطلاعات روی نمودار نقش موج داریم:

$$\lambda + \frac{۳\lambda}{۴} = ۷۰ \Rightarrow \frac{۷\lambda}{۴} = ۷۰ \Rightarrow \lambda = ۴۰\,cm = ۰/۴\,m$$

با دانستن حداکثر سرعت نوسان ذرات محیط $(v_{max} = A\omega = ۲\pi Af)$ و سرعت انتشار موج $(v = \lambda f)$ داریم:

$$\frac{v_{max}}{v} = \frac{۲\pi Af}{\lambda f} = \frac{۲\pi A}{\lambda} \xrightarrow[\lambda=۰/۴\,m]{A=۰/۰۵\,m} \frac{v_{max}}{v} = \frac{۲\pi \times ۰/۰۵}{۰/۴} = \frac{\pi}{۴}$$

۶۲ گزینه ۱

$$\left.\begin{array}{l} \text{(الف) از روی نمودار}: \frac{۳\lambda}{۴} = ۳ \Rightarrow \lambda = ۴m \\ \text{(ب) از روی نمودار}: \frac{t}{۴} = ۰/۱ \Rightarrow t = ۰/۴s \\ \lambda = v.T \end{array}\right\} \Rightarrow ۴ = v \times ۰/۴ \Rightarrow v = ۱۰\,m/s$$

@moshaver_FREE

۶۳ گزینه ۴

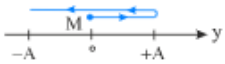
این فاصله از روی شکل معادل $۵\frac{\lambda}{۴}$ است.

داریم:

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lambda f$$

$$\Rightarrow \frac{۱/۲۵\lambda}{۲/۵} = \lambda f \Rightarrow f = ۰/۵Hz$$

۶۴ گزینه ۴

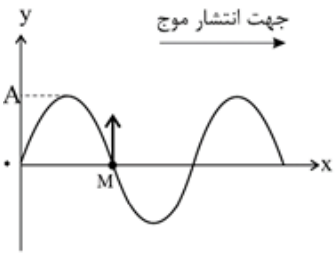


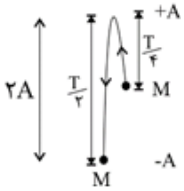
$$\longrightarrow L = \frac{۳\lambda}{۴}$$

$$\frac{۳\pi}{۲} \qquad t = \frac{۳}{۴}T$$

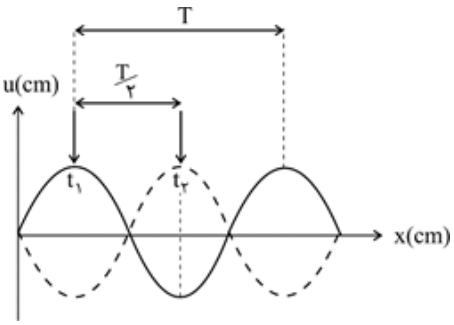
$$-A$$

$$\frac{۳}{۴}\lambda \qquad t = \frac{۳}{۴}T$$





۶۵ گزینه ۳



@moshaver_FREE

۶۶

گزینه ۲

گام اول

الف) نیروی کشش تاری $۱۲۸N$ ← $F_۱ = ۱۲۸N$

ب) سرعت انتشار امواج عرضی در آن $۱۶۰m/s$ ← $v_۱ = ۱۶۰m/s$

ج) نیروی کشش تار را چند نیوتن افزایش دهیم ← $\Delta F = ?$

د) تا سرعت انتشار موج در آن $۲۰۰m/s$ شود ← $v_۲ = ۲۰۰m/s$

گام دوم

با استفاده از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، نسبت $\frac{v_۲}{v_۱}$ را نوشته، نیروی ثانویه را به دست آورده و درنهایت میزان افزایش نیرو (ΔF) را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sqrt{\frac{F_۲}{\mu}}}{\sqrt{\frac{F_۱}{\mu}}} \Rightarrow \frac{۲۰۰}{۱۶۰} = \sqrt{\frac{F_۲}{۱۲۸}} \Rightarrow F_۲ = ۲۰۰N$$

$$\Delta F = F_۲ - F_۱ = ۲۰۰ - ۱۲۸ = ۷۲N$$

۶۷

گزینه ۲

باتوجه‌به شکل، زمان لازم برای اینکه ذرهٔ M بعد از لحظهٔ t از مرکز نوسان عبور کند $\frac{T_A}{۴}$ و این مدت‌زمان برای ذرهٔ N برابر $\frac{T_B}{۲}$ است. حال برای مقایسهٔ بیشینهٔ سرعت این ذرات داریم:

$$\begin{cases} \frac{T_A}{۴} = \frac{۱}{۴}s \Rightarrow T_A = T_M = ۱s \\ \frac{T_B}{۲} = \frac{۱}{۴}s \Rightarrow T_B = T_N = \frac{۱}{۲}s \end{cases}$$

$$v_{max} = A\omega \Rightarrow \frac{(v_{max})_M}{(v_{max})_N} = \frac{A_M}{A_N} \times \frac{\omega_M}{\omega_N}$$

$$\xrightarrow{\omega = \frac{۲\pi}{T}} \frac{(v_{max})_M}{(v_{max})_N} = \frac{A_M}{A_N} \times \frac{T_N}{T_M} = \frac{۳A}{A} \times \frac{\frac{۱}{۲}}{۱}$$

$$\Rightarrow \frac{(v_{max})_M}{(v_{max})_N} = \frac{۳}{۲}$$

۶۸

گزینه ۲

باتوجه‌به شکل داریم:

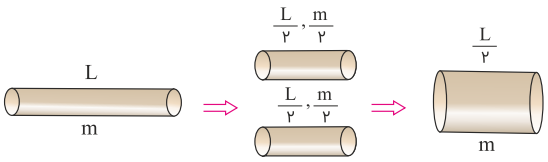
$$\lambda_A = \frac{۳}{۲}\lambda_B \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} \frac{v_A}{f_A} = \frac{۳}{۲} \times \frac{v_B}{f_B} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{۳}{۲} \times \frac{f_A}{f_B} = \frac{۳}{۲} \times \frac{۴}{۳} = ۲ \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = ۲$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\text{هر دو موج در یک طناب منتشر شده‌اند، بنابراین } \mu \text{ برای هر دو موج یکسان است}} \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B}} \Rightarrow ۲ = \sqrt{\frac{F_A}{F_B}} \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = ۴$$

@moshaver_FREE

۶۹ گزینه ۲

هنگامی‌که سیم را نصف کرده و دو نیمه را روی هم تا می‌کنیم جرم کل سیم ثابت می‌ماند اما طول سیم نصف می‌شود.



$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} \Rightarrow \frac{v_۲}{۴۰\sqrt{۲}} = \sqrt{\frac{\frac{L}{۲}}{L}}$$

$$\Rightarrow \frac{v_۲}{۴۰\sqrt{۲}} = \frac{۱}{\sqrt{۲}} \Rightarrow v_۲ = ۴۰\,m/s$$

۷۰ گزینه ۴

باتوجه‌به اینکه تندی انتشار موج عرضی در تار از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ تعیین می‌شود، خواهیم داشت:

$$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{F}} = \sqrt{\frac{۱/۴۴F}{F}} = ۱/۲$$

باتوجه‌به رابطهٔ طول موج ($\lambda = \frac{v}{f}$) داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{v'}{v} \times \frac{f}{f'} = ۱/۲ \times \frac{۱}{۱/۲} = ۱$$

یعنی طول موج امواج منتشرشده در تار تغییری نمی‌کند.

۷۱ گزینه ۲

تندی انتشار موج عرضی در تار از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می‌آید که در آن $\mu = \frac{m}{l}$ است. ازطرفی چگالی تار از رابطهٔ $\rho = \frac{m}{V}$ به دست می‌آید پس می‌توانیم نتیجه بگیریم که:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{lA} \Rightarrow \rho = \frac{\mu}{A} \Rightarrow \mu = \rho(\pi r^۲)$$
$$\Rightarrow \mu = ۸۰۰۰ \times ۳(۱ \times ۱۰^{-۳})^۲ = ۲۴ \times ۱۰^{-۳}\,kg/m$$

حالا تندی انتشار موج عرضی را به دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۹۶۰}{۲۴ \times ۱۰^{-۳}}} = ۲۰۰\,m/s$$

۷۲ گزینه ۱

باتوجه‌به اینکه انتشار صوت در محیط‌های مادی همگن با سرعت ثابت صورت می‌گیرد، می‌توان نوشت:

$v_۱$ و $t_۱$ به ترتیب سرعت و زمان انتشار صوت در میله است: $L = v_۱t_۱$

$v_۲$ و $t_۲$ به ترتیب سرعت و زمان انتشار صوت در هوا است: $L = v_۲t_۲$

$$\Delta t = t_۲ - t_۱ = \frac{L}{v_۲} - \frac{L}{v_۱} \xrightarrow[\Delta t = ۰/۱۷\,s]{v_۲ = ۳۰۰\,m/s\ ,\ v_۱ = ۲۰۰۰\,m/s} ۰/۱۷ = \frac{L}{۳۰۰} - \frac{L}{۲۰۰۰} \Rightarrow L = ۶۰\,m$$

۷۳ گزینه ۱

سرعت انتشار در خلأ و قانون‌های حاکم بر گسترهٔ امواج الکترومغناطیسی از وجوه مشترک به‌حساب می‌آیند.

@moshaver_FREE

۷۴ گزینه ۴

پرتو گاما همان ویژگی‌های پرتوی ایکس را دارد ولی از آن پرانرژی‌تر است و می‌تواند در ماده بیشتر نفوذ کند.

۷۵ گزینه ۴

در رادار، برای ردیابی از پرتوهای واقع در ناحیهٔ امواج رادیویی استفاده می‌کنند.

۷۶ گزینه ۲

در موج الکترومغناطیسی منتشرشده در خلأ، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر هم عمودند و در هر نقطه با یکدیگر هم‌فازند.

۷۷ گزینه ۳

گام اول

الف) بسامد موج رادیویی ۱۲۰۰ کیلوهرتز $\leftarrow f = ۱۲۰۰\,kHz = ۱۲ \times ۱۰^{۵}\,Hz$

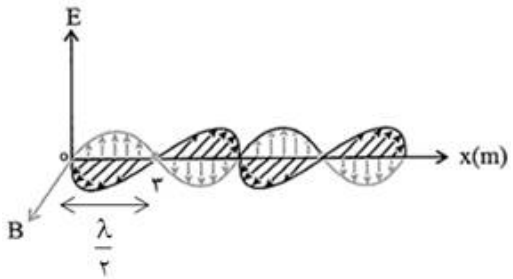
ب) طول موج آن چند متر است؟ $\leftarrow \lambda = ?$

گام دوم

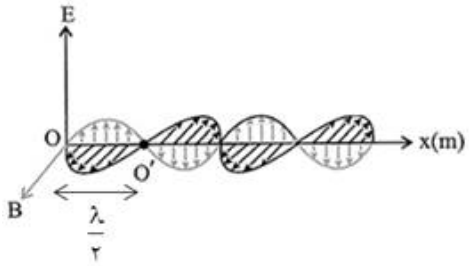
امواج رادیویی از امواج الکترومغناطیسی محسوب می‌شوند، بنابراین طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{c}{f}$ داریم:

$$\begin{cases} \lambda = \dfrac{c}{f} \\ c = ۳ \times ۱۰^{۸}\,m/s \end{cases} \Rightarrow \lambda = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۱۲ \times ۱۰^{۵}} = ۲۵۰\,m$$

۷۸ گزینه ۳



۷۹ گزینه ۲



۸۰ گزینه ۲

گام اول

الف) طول موج نور نارنجی در هوا $\lambda_{\text{هوا}} = ۶ \times ۱۰^{-۷}\,m \leftarrow ۶ \times ۱۰^{-۷}\,m$

ب) بسامد این نور در آب چند هرتز است؟ $\leftarrow ?= f_{\text{آب}}$

ج) ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$، $v = ۳ \times ۱۰^{۸}\,m/s$ در هوا $\leftarrow v_{\text{هوا}} = ۳ \times ۱۰^{۸}\,m/s$ ، $n_{\text{آب}} = \frac{۴}{۳}$

گام دوم

باتوجه‌به اینکه بسامد موج از منبع تولید می‌شود، شرایط محیطی تأثیری در آن ندارد؛ پس $f_{\text{هوا}} = f_{\text{آب}}$. درنتیجه با استفاده از معادلهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$، بسامد نور نارنجی را محاسبه می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow ۶ \times ۱۰^{-۷} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{f} \Rightarrow f = ۵ \times ۱۰^{۱۴}\,Hz$$

۸۱ گزینه ۴

در موج‌های الکترومغناطیسی، میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی هم‌فازند، بنابراین طول موج، فاصلهٔ دو نقطهٔ هم‌فاز متوالی از موج است. پس گزینهٔ "۴" غلط است.

۸۲ گزینه ۱

باتوجه‌به شکل، پیشروی هریک از محورهای الکتریکی و مغناطیسی به ازای تغییر فاز π برابر با $۵۰\,\mu m$ است، لذا برای محاسبهٔ طول موج الکترومغناطیسی داریم:

$$\frac{\lambda}{۲} = ۵۰ \Rightarrow \lambda = ۱۰۰\,\mu m = ۱۰^{-۴}\,m$$

باتوجه‌به اینکه در طیف امواج الکترومغناطیسی، گسترهٔ امواج فروسرخ در محدودهٔ $۱۰^{-۲}\,m$ تا $۱۰^{-۶}\,m$ است، لذا این موج در محدودهٔ فروسرخ قرار دارد. برای محاسبهٔ دورهٔ تناوب این موج الکترومغناطیسی می‌توان نوشت:

$$T = \frac{۱}{f} \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} T = \frac{\lambda}{c} \xrightarrow[c=۳\times۱۰^{۸}\,m/s]{\lambda=۱۰^{-۴}\,m} T = \frac{۱۰^{-۴}}{۳ \times ۱۰^{۸}} \Rightarrow T = \frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۱۲}\,s = \frac{۱}{۳}\,ps$$

۸۳ گزینه ۲

$$\lambda = \frac{c}{f} = c.T \Rightarrow ۱۲۰۰ \times ۱۰^{-۹} = ۳ \times ۱۰^{۸} T \Rightarrow T = ۴ \times ۱۰^{-۱۵}\,s \Rightarrow \frac{T}{۲} = ۲ \times ۱۰^{-۱۵}\,s$$

@moshaver_FREE

۸۴ گزینه ۲

اگر انگشتان دست راست در جهت میدان الکتریکی و انگشتان نیمه‌خمیدهٔ دست راست در جهت میدان مغناطیسی قرار گیرند؛ انگشت شست جهت انتشار موج را نمایش می‌دهد.

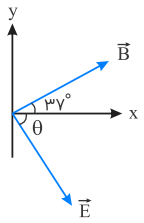
۸۵ گزینه ۱

در اثر تغییر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ یک میدان الکتریکی القایی $\vec{E}$ ایجاد می‌شود که بر $\vec{B}$ عمود است و جهت $\vec{E}$ القایی همان جهت جریان الکتریکی القایی است که از حلقهٔ فلزی می‌گذرد؛ بنابراین جهت $\vec{E}$ مماس بر حلقهٔ فلزی است (گزینه‌های ۲ و ۳ نادرست هستند) و برای تعیین جهت $\vec{E}$ با استفاده از قانون لنز جهت جریان القایی را معین می‌کنیم.

۸۶ گزینه ۲

یک سیم‌پیچ حامل جریان متناوب در فضای اطراف خود میدان مغناطیسی متناوب ایجاد می‌کند (مانند آنتن) و میدان مغناطیسی سینوسی، میدان الکتریکی متغیری را القا می‌کند.

۸۷ گزینه ۴



$$\tan\theta = \frac{E_y}{E_x} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow \theta = ۵۳$$

با اعمال قانون دست راست چون بردار $\vec{E}$ در ربع چهارم قرار داشته و جهت انتشار موج الکترومغناطیس در جهت $+z$ است، باید بردار $\vec{B}$ در ربع اول باشد و با محور x زاویهٔ ۳۷ بسازد؛ یعنی: $\frac{B_y}{B_x} = \tan ۳۷ = \frac{۳}{۴}$

بنا بر توضیحات، تنها گزینهٔ "۴" می‌تواند درست باشد.

۸۸ گزینه ۱

$$\Delta x_{BC} = v_{BC} t_{BC} \Rightarrow ۳۰۰۰ = ۳ \times ۱۰^{۸} \times t_{BC} \Rightarrow t_{BC} = \frac{۱۰^{۳}}{۱۰^{۸}} = ۱۰^{-۵}\,s = ۱۰\,\mu s$$

$$t_{AC} = t_{AB} - t_{BC} \Rightarrow t_{AC} = ۱۵ - ۱۰ = ۵\mu s$$

اگر طول موج در مایع و هوا به ترتیب λ_{AC} و λ_{BC} باشد:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{\text{بسامد خاصیت منبع موج است بنابراین f در هر دو محیط یکسان و ثابت است}} \frac{\lambda_{AC}}{\lambda_{BC}} = \frac{v_{AC}}{v_{BC}} \Rightarrow \frac{۳}{۵} = \frac{v_{AC}}{v_{BC}} \Rightarrow \frac{۳}{۵} = \frac{v_{AC}}{۳ \times ۱۰^{۸}} \Rightarrow v_{AC} = \frac{۹}{۵} \times ۱۰^{۸}$$

$$\Delta x_{AC} = v_{AC} \times t_{AC} = \frac{۹}{۵} \times ۱۰^{۸} \times ۵ \times ۱۰^{-۶} = ۹۰۰\,m$$

۸۹ گزینه ۲

۹۰ گزینه ۲

با رفتن صوت از محیط گاز به محیط مایع، سرعت آن افزایش می‌یابد و ازآنجایی‌که بسامد صوت به ویژگی‌های محیط انتشار بستگی ندارد، ثابت می‌ماند. لذا طول موج آن نیز افزایش می‌یابد.

۹۱ گزینه ۳

هنگامی‌که موج مکانیکی (صوت) از یک ناحیه می‌گذرد، مولکول‌های آن ناحیه به نوسان درمی‌آیند و به‌هیچ‌وجه مولکول‌ها منتقل نمی‌شوند. می‌دانیم صوت یک موج طولی است، بنابراین مولکول‌ها در راستای انتشار موج نوسان می‌کنند.

۹۲ گزینه ۲

گام اول

الف) در مدت ۰/۴ ثانیه به یک دیوار برخورد کرده و به محل چشمه برمی‌گردد ← $t = ۰/۲s$: زمان رسیدن موج به دیوار

ب) اگر بسامد چشمهٔ صوت ۴۰ کیلوهرتز و طول موج ۸/۷۵ میلی‌متر باشد ← $\lambda = ۸/۷۵mm = ۸/۷۵ \times ۱۰^{-۳}m, f = ۴۰kHz = ۴ \times ۱۰^{۴}Hz$

ج) فاصلهٔ چشمهٔ صوت تا دیوار چند متر است؟ ← $\Delta x = ?$

گام دوم

ابتدا به کمک رابطهٔ $v = \lambda f$، سرعت صوت را به دست آورده و سپس در رابطهٔ $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ جایگذاری می‌کنیم تا فاصلهٔ موردنظر را بیابیم:

$$v = \lambda f = ۸/۷۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۴ \times ۱۰^{۴} = ۳۵۰ m/s$$
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۳۵۰ = \frac{\Delta x}{۰/۲} \Rightarrow \Delta x = ۷۰m$$

۹۳ گزینه ۱

محدودهٔ بسامدهای قابل‌شنیدن برای گوش انسان از ۲۰ هرتز تا ۲۰۰۰۰ هرتز است.

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{۳۴۰}{۲۰۰۰۰} \le \lambda \le \frac{۳۴۰}{۲۰} \Rightarrow ۱۷mm \le \lambda \le ۱۷m$$

۹۴ گزینه ۴

یکی از صوت‌هایی که شخص می‌شنود از طریق هوا به گوش او می‌رسد و صوت دیگر از طریق محیط میله، بنابراین داریم:

$$t_{هوا} - t_{میله} = ۰/۲ \Rightarrow \frac{d}{v_{هوا}} - \frac{d}{v_{میله}} = ۰/۲$$
$$\Rightarrow \frac{d}{v_{هوا}} - \frac{d}{۱۶ v_{هوا}} = ۰/۲ \Rightarrow \frac{d \times ۱۵}{۱۶ v_{هوا}} = ۰/۲ \Rightarrow \frac{d \times ۱۵}{۱۶ \times ۳۰۰} = ۰/۲ \Rightarrow d = ۶۴m$$

۹۵ گزینه ۳

گام اول

الف) صفحهٔ حساسی به مساحت $۳cm^۲$ ← $A = ۳cm^۲ = ۳ \times ۱۰^{-۴}m^۲$

ب) در مدت ۵ ثانیه، $۱/۵ \times ۱۰^{-۱۱}J$ انرژی صوتی به صفحه می‌رسد ← $t = ۵s\ ,\ E = ۱/۵ \times ۱۰^{-۱۱}J$

ج) شدت صوت در این صفحه چند میکروواوت بر مترمربع است؟ ← $I = ?\ (\mu W/m^۲)$

گام دوم

با استفاده از رابطهٔ $I = \frac{E}{A.t}$، شدت صوت را در صفحه محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{E}{A.t} = \frac{۱/۵ \times ۱۰^{-۱۱}}{۳ \times ۱۰^{-۴} \times ۵} = ۱۰^{-۸} W/m^۲ = ۰/۰۱ \mu W/m^۲$$

۹۶ گزینه ۱

گام اول

الف) امواج صوتی با تراز شدت صوت ۸۰ دسی‌بل $\leftarrow$ $\beta = ۸۰\,dB = ۸B$

ب) مساحت پردهٔ گوش شخص، ۶×۱۰^{-۵} متر مربع $\leftarrow$ $A = ۶ \times ۱۰^{-۵} m^۲$

ج) در مدت ۳ دقیقه $\leftarrow$ $t = ۳\,min = ۱۸۰\,s$

د) چند ژول انرژی صوتی به گوش شخص می‌رسد؟ $\leftarrow$ $E = ?$

گام دوم

ابتدا به کمک معادلهٔ $\beta = \log \frac{I}{I_۰}$ ، شدت صوت را محاسبه کرده و در رابطهٔ $I = \frac{P}{A} = \frac{E}{A.t}$ جایگذاری می‌کنیم تا انرژی صوتی به دست آید:

$$\begin{cases} \beta = \log \dfrac{I}{I_۰} \\ I_۰ = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲ \end{cases} \Rightarrow ۸ = \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^۸ \Rightarrow I = ۱۰^{-۴} W/m^۲$$

$$I = \frac{E}{A.t} \Rightarrow ۱۰^{-۴} = \frac{E}{۶ \times ۱۰^{-۵} \times ۱۸۰} \Rightarrow E = ۱/۰۸ \times ۱۰^{-۶} J$$

۹۷ گزینه ۴

ابتدا شدت صوتی را که به گوش شخص می‌رسد، به دست می‌آوریم:

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} = ۱۲۰ \Rightarrow \log \frac{I}{I_۰} = ۱۲ \Rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۱۰^{۱۲} \Rightarrow I = ۱۰^{۱۲} I_۰ = ۱ W/m^۲$$

بنابراین داریم:

$$I = \frac{E}{A \cdot t} \Rightarrow E = IAt = ۱ \times ۴ \times ۱۰^۵ \times (۵ \times ۶۰) = ۱/۲ \times ۱۰^{-۲} J$$

۹۸ گزینه ۴

گوش انسان سالم موج‌های صوتی را که بسامد آنها بین $۲۰Hz$ تا $۲۰\,kHz$ باشد، می‌تواند بشنود؛ چون بسامد صوت موردنظر $۳۰\,kHz$ است، بنابراین خارج از گسترهٔ بسامدهایی است که انسان می‌تواند بشنود و درنتیجه گوش انسان سالم نمی‌تواند آن را بشنود. در ضمن موج‌های صوتی که بسامد آنها بیشتر از $۲۰\,kHz$ باشد، فراصوت و موج‌های صوتی که بسامد آنها کمتر از $۲۰\,Hz$ باشد، فروصوت نامیده می‌شوند.

۹۹ گزینه ۴

گزینهٔ ۱: گزارهٔ درستی است.

گزینهٔ ۲: گزارهٔ درستی است.

گزینهٔ ۳: گزارهٔ درستی است.

گزینهٔ ۴: گزارهٔ نادرستی است. زیرا آستانهٔ شنوایی و دردناکی به بسامد بستگی دارد.

۱۰۰ گزینه ۲

۱۰۱ گزینه ۳

گام اول

الف) شنونده‌ای که مساحت پردهٔ گوشش ۶۰ میلی‌مترمربع است ← $A = ۶۰\,mm^۲ = ۶ \times ۱۰^{-۵}\,m^۲$

ب) تراز شدت صوت حاصل از یک منبع را ۵۰ دسی‌بل احساس می‌کند ← $\beta = ۵۰\,dB$

ج) انرژی که در مدت ۵۰ ثانیه به پردهٔ گوش این شنونده می‌رسد، چند میکروژول است؟ ← $t = ۵۰\,s, E = ?\,\mu J$

گام دوم

با استفاده از رابطهٔ $\beta = \log \frac{I}{I_۰}$، شدت صوت را محاسبه کرده و سپس به کمک رابطهٔ $E = IAt$، انرژی را به دست می‌آوریم:

$$\beta = \log \frac{I}{I_۰} \xrightarrow{I_۰ = ۱۰^{-۶}\,\mu w/m^۲} ۵ = \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۱۰^۵ = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I = ۱۰^{-۷}\,W/m^۲$$

$$E = IAt = ۱۰^{-۷} \times ۶ \times ۱۰^{-۵} \times ۵۰ = ۳ \times ۱۰^{-۱۰}\,J = ۳ \times ۱۰^{-۴}\,\mu J$$

۱۰۲ گزینه ۴

باتوجه‌به رابطهٔ محاسبهٔ تغییرات تراز شدت صوت، خواهیم داشت:

$$\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۱۹/۲ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \log \frac{I_۲}{I_۱} = ۱/۹۲ \Rightarrow \log \frac{I_۲}{I_۱} = ۴ \times ۰/۴۸ = ۴ \log ۳ = \log ۳^۴ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۳^۴ = ۸۱$$

۱۰۳ گزینه ۳

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۴۷ = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۴/۷ = \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۱۰^۴ \times ۱۰^{۰/۷} \simeq ۵ \times ۱۰^۴ \Rightarrow I = ۵ \times ۱۰^۴ \times ۱۰^{-۱۲} = ۵ \times ۱۰^{-۸}\,W/m^۲$$

۱۰۴ گزینه ۴

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} = ۳۹\,dB \Rightarrow \log \frac{I}{I_۰} = ۳/۹ = ۳ + ۰/۹ = ۳ + ۲ \times ۰/۴۵$$

$$\xrightarrow[I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\,W/m^۲]{۳ = \log ۱۰^۳\ ,\ ۰/۴۵ = \log ۳} \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = \log ۱۰^۳ + ۲ \log ۳ \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^۳ \times ۳^۲ \Rightarrow I = ۹ \times ۱۰^{-۹}\,W/m^۲$$

۱۰۵ گزینه ۱

با استفاده از رابطهٔ تغییر تراز شدت صوت، داریم:

$$\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{\Delta\beta = ۳dB} ۳ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۰/۳ = \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \log ۲ = \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۲$$

۱۰۶ گزینه ۱

$$۶۰ = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow \log \frac{I}{I_۰} = ۶ \Rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۱۰^۶ \Rightarrow I = ۱۰^۶ \times ۱۰^{-۱۲} = ۱۰^{-۶}\,W/m^۲$$

$$I = \frac{E}{t.A} \Rightarrow E = I.t.A = ۱۰^{-۶} \times ۱۰۰ \times ۴۰ \times ۱۰^{-۶} = ۴ \times ۱۰^{-۹} J = ۴ \times ۱۰^{-۳}\,\mu J$$

۱۰۷ گزینه ۳

$$\left.\begin{array}{l} \beta_۲ = ۴\beta_۱ \\ I_۲ = ۲۷I_۱ \\ \beta_۲ - \beta_۱ = \log \frac{I_۲}{I_۱} \end{array}\right\} \Rightarrow ۴\beta_۱ - \beta_۱ = \log \frac{۲۷I_۱}{I_۱} \Rightarrow ۳\beta_۱ = \log ۲۷ \Rightarrow ۳ \log \frac{I_۱}{I_۰} = \log ۲۷ \Rightarrow \left(\frac{I_۱}{I_۰}\right)^۳ = ۲۷ \Rightarrow \frac{I_۱}{I_۰} = ۳ \Rightarrow I_۱ = ۳ \times ۱۰^{-۱۲}\,W/m^۲$$

@moshaver_FREE

۱۰۸ گزینه ۲

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰\log\frac{۵\sqrt{۲}I}{I} = ۱۰\log ۵\sqrt{۲} = ۱۰\log\frac{۱۰\sqrt{۲}}{۲} = ۱۰\log\frac{۱۰}{\sqrt{۲}} = ۱۰\left(\log ۱۰ - \log\sqrt{۲}\right)$$
$$= ۱۰(۱ - \frac{۱}{۲}\log ۲) = ۱۰(۱ - \frac{۱}{۲}\times ۰/۳) = ۱۰ - ۱/۵ = +۸/۵\,\mathrm{dB}$$

بنابراین تراز شدت صوت آن ۸/۵ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

۱۰۹ گزینه ۲

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}+ \Rightarrow ۹۴ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \log\frac{I}{I_۰} = ۹/۴ = ۸ + (۲\times ۰/۷) = \log ۱۰^۸ + \log ۵^۲$$
$$\frac{I}{I_۰} = ۱۰^۸\times ۲۵ \Rightarrow I = ۲۵\times ۱۰^۸\times ۱۰^{-۱۲} = ۲/۵\times ۱۰^{-۳}\,\mathrm{W/m^۲}$$

۱۱۰ گزینه ۴

$$\beta = ۶۹\mathrm{dB} = ۶/۹\mathrm{B} = ۶ + ۰/۹ = \log ۱۰^۶ + ۳\log ۲ = \log ۱۰^۶ + \log ۲^۳ = \log ۲^۳\times ۱۰^۶ = \log\frac{I}{I_۰}$$
$$\frac{I}{I_۰} = ۸\times ۱۰^۶ \Rightarrow I = ۸\times ۱۰^۶\times ۱۰^{-۱۲} \Rightarrow I = ۸\times ۱۰^{-۶}\,\mathrm{W/m^۲}$$

۱۱۱ گزینه ۳

اگر شدت صوت حاصل از یک بلندگو I باشد، شدت صوت حاصل از n بلندگو برابر nI است؛ بنابراین باید ببینیم که اگر تراز شدت صوتی $(۸۰ - ۵۰ = ۳۰\,\mathrm{dB})$ افزایش یافته است، شدت صوت چندبرابر شده است.

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۳۰ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰^۳$$
$$I_۲ = ۱۰^۳ I_۱ \Rightarrow n = ۱۰^۳$$

۱۱۲ گزینه ۴

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۰} - ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۰}$$
$$= ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰\log\frac{۱۰^{-۵}}{۱۰^{-۷}}$$
$$۱۰\log ۱۰^۲ = ۲۰\,\mathrm{dB}$$

۱۱۳ گزینه ۲

ابتدا شدت صوت در سطح پنجره را به دست می‌آوریم و سپس توان صوت را حساب می‌کنیم.

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow[I_۰=۱۰^{-۱۲}\,\mathrm{W/m^۲}]{\beta=۵۰\,\mathrm{dB}} ۵۰ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$
$$\Rightarrow ۵ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \log ۱۰^۵ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۱۰^۵ = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I = ۱۰^{-۷}\,\mathrm{W/m^۲}$$
$$I = \frac{P}{A} \xrightarrow[I=۱۰^{-۷}\,\mathrm{W/m^۲}]{A=۶\,\mathrm{m^۲}} ۱۰^{-۷} = \frac{P}{۶} \Rightarrow P = ۶\times ۱۰^{-۷}\,\mathrm{W}$$
$$\Rightarrow P = ۰/۶\times ۱۰^{-۶}\mathrm{W} \Rightarrow P = ۰/۶\,\mu\mathrm{W}$$

@moshaver_FREE

۱۱۴ گزینه ۴

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۹\text{dB} = ۱/۹\text{B} = ۱ + ۰/۹ = \log ۱۰ + ۳\log ۲ = \log ۱۰ + \log ۲^۳ = \log ۸۰$$

$$\Rightarrow \log ۸۰ = \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۸۰$$

۱۱۵ گزینه ۴

بیشترین بسامد مربوط به لحظه‌ای است که منبع با بیشترین سرعت به ناظر نزدیک می‌شود؛ یعنی در نقطهٔ O و کمترین بسامد نیز وقتی است که منبع با بیشترین سرعت از ناظر دور می‌شود (نقطهٔ O).

۱۱۶ گزینه ۳

برای محاسبهٔ فاصله همواره از مکان‌یابی پژواکی و برای اندازه‌گیری سرعت حرکت از اثر دوپلر استفاده می‌شود.

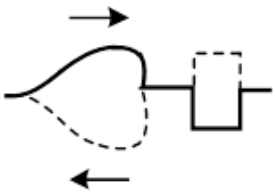
۱۱۷ گزینه ۴

چون چشمهٔ صوت ساکن است، تجمع جبهه‌های موج در دو سوی چشمه یکسان است؛ یعنی $\lambda_۱ = \lambda_۲$. خودروی (۱) چون از چشمه دور می‌شود با جبهه‌های موج کمتری برخورد می‌کند و این منجر به کاهش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود. خودروی (۲) چون به چشمه نزدیک می‌شود با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود و این منجر به افزایش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود؛ بنابراین: $f_۲ > f_۱$ است.

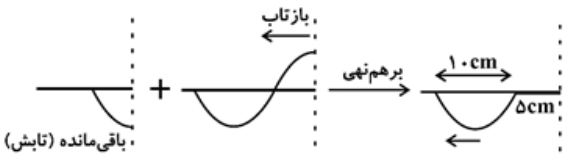
۱۱۸ گزینه ۱

برای امواج الکترومغناطیسی نیز مانند امواج صوتی اثر دوپلر برقرار است. ازآنجایی‌که ستاره از ما دور می‌شود، بسامد دریافتی ما کاهش می‌یابد؛ بنابراین نور رسیده به ما به‌سمت بسامدهای پایین‌تر جابه‌جا می‌شود و به‌سمت ناحیهٔ قرمز نور مرئی متمایل می‌شود. اگر منبع موج ساکن باشد، طول موج دریافتی تغییری نمی‌کند و درنهایت سرعت انتشار نور در خلأ همواره $c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_۰ \varepsilon_۰}}$ است.

۱۱۹ گزینه ۱



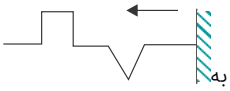
۱۲۰ گزینه ۴



۱۲۱ گزینه ۴

در بازتاب از انتهای سخت، موج بازتاب، π رادیان نسبت به موج تابش اختلاف‌فاز دارد و در خلاف جهت آن است. پس درواقع باید یک‌بار موج را نسبت به راستای افقی قرینه کنیم (اختلاف‌فاز) و یک‌بار نسبت به راستای قائم (خلاف جهت). پس گزینهٔ ۴ صحیح است.

۱۲۲ گزینه ۳



چون انتهای طناب ثابت شده است، موج بازتاب π رادیان با موج فرودی اختلاف‌فاز دارد؛ به‌عبارت‌دیگر، در انتهای ثابت، برآمدگی (قله) به فرورفتگی (دره) و فرورفتگی به برآمدگی تبدیل می‌شود. در ضمن دقت کنید نقطه‌های جلوی موج در بازتاب تقدم دارند، یعنی زودتر برمی‌گردند.

۱۲۳ گزینه ۳

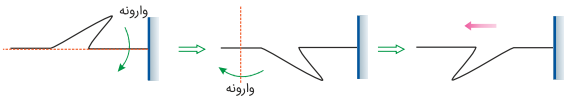
موج بازتاب‌شده از انتهای بستهٔ طناب با موج تابیده‌شدهٔ اولیه به‌اندازهٔ π رادیان اختلاف‌فاز دارد؛ بنابراین پس از بازتاب، تمام نقاطی که در بالای طناب هستند به پایین طناب می‌آیند. همچنین بعد از بازتاب، موج در خلاف جهت اولیه‌اش حرکت خواهد کرد.
به‌عبارت‌دیگر در بازتاب از انتهای بسته، شکل موج هم نسبت به مانع و هم نسبت به راستای افقی انتهای بسته قرینه می‌شود؛ بنابراین شکل موج بازتابیده به‌صورت زیر است:

۱۲۴ گزینه ۴

در برخورد با مانع یا انتهای بسته، موج بازتابشی دارای اختلاف‌فاز π رادیان با موج تابشی است؛ یعنی تپی که جلوتر رسیده، در موج بازتابی نیز جلوتر است؛ اما تپ‌ها نیز وارون می‌گردند.

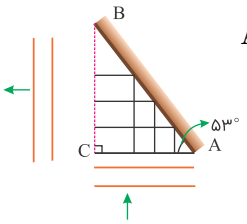
۱۲۵ گزینه ۳

برای رسم بازتاب تپ هنگام برخورد به مانع، ابتدا تپ را نسبت به راستای انتشار تپ و سپس نسبت به راستای عمود بر تپ وارونه می‌کنیم.



۱۲۶ گزینه ۳

مطابق شکل زیر، امواج تابش با پهنای AC پس از برخورد به مانع تخت AB و بازتاب از آن دارای پهنای BC خواهد شد:



$$\overset{\Delta}{ABC}\ :\tan ۵۳^\circ = \frac{BC}{AC}$$

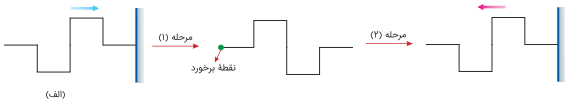
$$\Rightarrow \frac{\sin ۵۳^\circ}{\cos ۵۳^\circ} = \frac{BC}{AC} \Rightarrow \frac{۰/۸}{۰/۶} = \frac{BC}{۳۰}$$

$$\Rightarrow BC = \frac{۳۰ \times ۰/۸}{۰/۶} = \frac{۳۰ \times ۴}{۳} = ۴۰\,cm$$

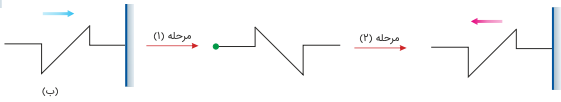
۱۲۷ گزینه ۳

برای رسم بازتاب موج، ابتدا موج را نسبت به نقطه برخورد با مانع به‌صورت آینه‌ای برعکس می‌کنیم. سپس نسبت به راستای انتشار موج برعکس می‌کنیم.

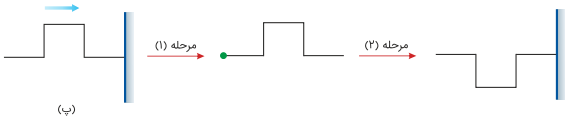
پس بازتاب در شکل (الف) شبیه موج اولیه است.



پس بازتاب در شکل (ب) شبیه موج اولیه است.



مشاهده می‌شود که بازتاب در شکل (پ) شبیه موج اولیه نیست.



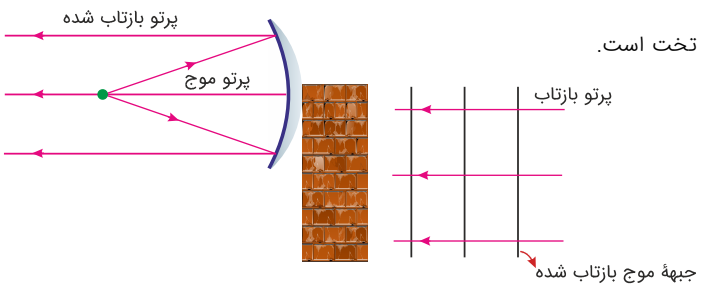
۱۲۸ گزینه ۱

بهتر است سؤال را به کمک پرتو موج حل کنید.

پرتوهای موج اگر از کانون سطح کاو بگذرند و به آن بتابند موازی با محور اصلی سطح بازمی‌گردد.

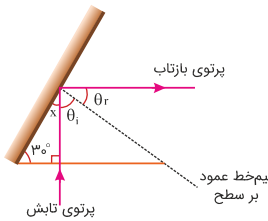
پس تمام پرتوها موازی هستند.

ازآنجایی‌که سطح جبهه موج بر پرتو عمود است پس جبهه موجی که به دیوار می‌رسد تخت است.



۱۲۹ گزینه ۳

پرتوی تابش عمود بر جبهه‌های موج تابیده شده است.



$$۹۰^\circ + ۳۰^\circ + x = ۱۸۰^\circ \Rightarrow x = ۶۰^\circ$$

$$x + \theta_i = ۹۰^\circ \Rightarrow ۶۰^\circ + \theta_i = ۹۰^\circ \Rightarrow \theta_i = ۳۰^\circ$$

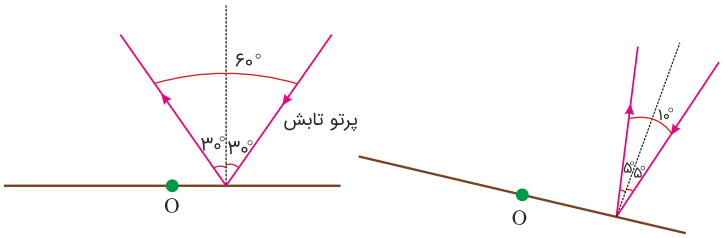
طبق قانون بازتاب عمومی داریم:

$$\theta_r = \theta_i \Rightarrow \theta_r = ۳۰^\circ$$

زاویهٔ پرتوی بازتاب با سطح مانع متمم زاویهٔ بازتاب است؛ بنابراین $\theta = ۹۰^\circ - \theta_r = ۶۰^\circ$ است.

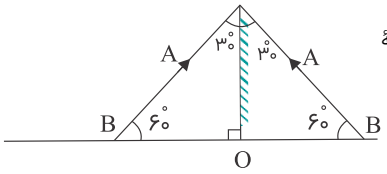
۱۳۰ گزینه ۳

نکته: زاویهٔ بین جبههٔ موج و مانع برابر زاویهٔ تابش است. با رسم پرتوها می‌بینیم که با چرخش مانع حول نقطهٔ O به‌صورت ساعتگرد زاویهٔ تابش کوچک می‌شود؛ پس زاویهٔ بین پرتو تابش و پرتو بازتاب جدید ۵۰° کاهش می‌یابد.

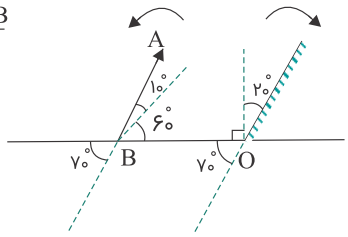


۱۳۱ گزینه ۱

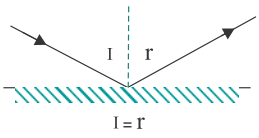
می‌دانیم در آینهٔ تخت، زاویهٔ بین راستای جسم و تصویرش دو برابر زاویهٔ بین راستای جسم و سطح آینه است. بنابراین در حالت اول زاویهٔ بین راستای جسم و تصویرش برابر با ۶۰ درجه است. زیرا زاویهٔ بین راستای جسم و سطح آینه برابر با ۳۰ درجه است.



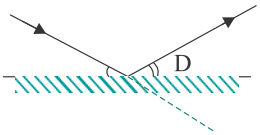
در حالت دوم با توجه به جهت چرخش جسم و آینه و اندازهٔ تغییر زاویه، جسم و آینه باهم موازی می‌شوند، بنابراین زاویهٔ بین راستای جسم و تصویرش صفر می‌شود. لذا تغییر زاویهٔ بین راستای جسم و تصویر برابر با ۶۰° خواهد شد.



۱۳۲ گزینه ۳

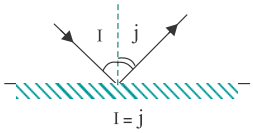


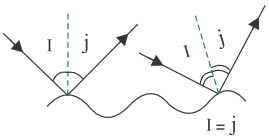
$$(i + r) = ۱۰(۹۰ - i) \Rightarrow ۲i = (۹۰ - i) \times ۱۰$$
$$\Rightarrow i = ۵(۹۰ - i) \Rightarrow ۶i = ۵ \times ۹۰ \Rightarrow i = ۷۵^\circ$$
$$D = ۲(۹۰ - i) = ۳۰^\circ$$

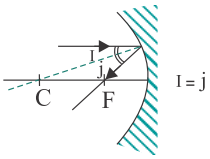


۱۳۳ گزینه ۴

مطابق شکل‌های زیر در تمامی آینه‌ها (چه تخت و چه کروی) و در تمامی سطوح (چه صاف و چه ناصاف) زاویهٔ تابش با زاویهٔ بازتابش برابر است.



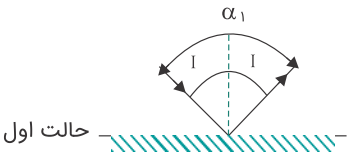


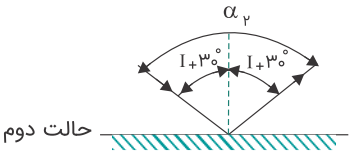


@moshaver_FREE

۱۳۴ گزینه ۱

با توجه به قانون بازتاب که زاویهٔ تابش و بازتابش همواره با هم برابر است، شکل زیر را خواهیم داشت:



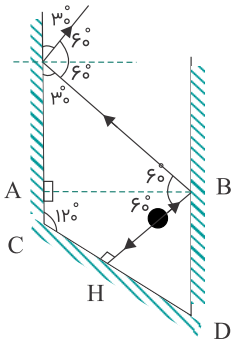


طبق گفته مسئله داریم: $\Rightarrow \hat{\alpha}_۲ = ۴\hat{\alpha}_۱$

$$۲\hat{i} + ۶۰^\circ = ۴ \times ۲\hat{i} \Rightarrow ۲\hat{i} + ۶۰^\circ = ۸\hat{i} \Rightarrow ۶۰^\circ = ۶\hat{i} \Rightarrow \hat{i} = ۱۰^\circ$$

۱۳۵ گزینه ۲

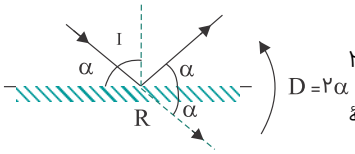
با استفاده از قوانین بازتاب، مطابق شکل مقابل داریم:



در ۴ ضلعی ABHC، مجموع زوایای داخلی برابر با ۳۶۰° است، بنابراین زاویهٔ تابش در آینهٔ (۳) برابر با ۶۰° می‌شود.

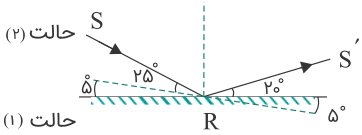
۱۳۶ گزینه ۱

پرتویی که با زاویهٔ تابش $\hat{i}$ به سطح یک آینه می‌تابد. به اندازهٔ $\hat{D} = ۱۸۰^\circ - ۲\hat{i} = ۲\hat{\alpha}$ که $\hat{\alpha}$ زاویهٔ پرتو تابش با سطح آینه است. منحرف می‌شود:



$$۲\hat{\alpha} = ۶۰^\circ \Rightarrow \hat{\alpha} = ۳۰^\circ \Rightarrow \hat{i} = ۶۰^\circ$$

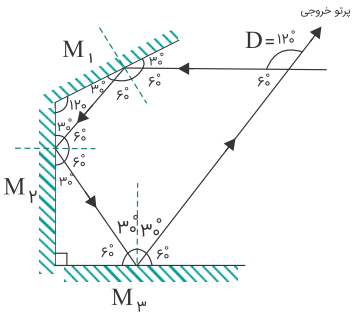
برای اینکه پرتو بازتابش از آینه RS' باشد، باید آینه به‌اندازهٔ ۵ درجه و به‌طور ساعت‌گرد دوران یابد که در این صورت زاویهٔ تابش به سطح آینه $۹۰^\circ - ۲۵^\circ = ۶۵^\circ$ است.



@moshaver_FREE

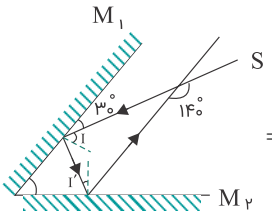
۱۳۷ گزینه ۲

با توجه به اینکه پرتوی SI موازی با سطح آینهٔ تخت $M_۳$ است، زاویهٔ آن با سطح آینه $M_۱$ برابر با ۳۰° است. با توجه به قوانین بازتاب نور و ردیابی پرتو در اثر برخورد به سطح آینه‌ها به‌صورت زیر، به تعیین زاویهٔ انحراف می‌پردازیم:



۱۳۸ گزینه ۱

با توجه به شکل زیر، زاویهٔ ۱۴۰° ، زاویهٔ خارجی مثلث تشکیل‌شده از پرتوها است. بنابراین می‌توان نوشت:



$$i = ۹۰^\circ - ۳۰^\circ = ۶۰^\circ$$
$$۱۴۰^\circ = ۲i + ۲i'$$
$$\Rightarrow ۱۴۰^\circ = ۲ \times ۶۰^\circ + ۲i' \Rightarrow i' = r' = ۱۰^\circ$$

۱۳۹ گزینه ۱

با توجه به قانون شکست برای پرتو نور خواهیم داشت:

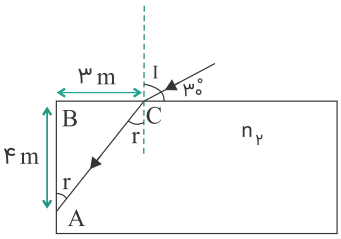
$$n_۱ \sin \hat{i} = n_۲ \sin \hat{r} \Rightarrow \sin ۶۰^\circ = n_۲ \sin \hat{r} \qquad (۱)$$

از تعریف سینوس در مثلث ABC خواهیم داشت:

$$\sin \hat{r} = \frac{۳}{AC} = \frac{۳}{۵} \qquad (۲)$$

(در مثلث ABC با استفاده از قضیهٔ فیثاغورس می‌توان نشان داد که $\overline{AC} = ۵m$ است.) حال از دو رابطهٔ (۱) و (۲) داریم:

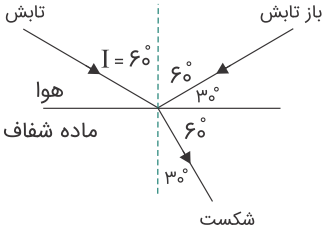
$$\frac{\sqrt{۳}}{۲} = n_۲ \times \frac{۳}{۵} \Rightarrow n_۲ = \frac{۵\sqrt{۳}}{۶}$$



@moshaver_FREE

۱۴۰ گزینه ۱

پرتو بازتاب و تابش زوایای یکسان دارند و چون پرتوهای شکست و بازتاب برهم عمودند، پس زاویهٔ پرتو شکست با خط قائم فرضی ۳۰ درجه ($\hat{r} = ۳۰^\circ$) می‌شود.



$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۳۰^\circ} = \frac{n}{۱} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = n \Rightarrow n = \sqrt{۳}$$

۱۴۱ گزینه ۲

سرعت نور در محیطی که بیشترین ضریب شکست را داشته باشد، کمترین مقدار خواهد بود. مطابق شکل داده‌شده، پرتو نور از محیط ۳ وارد محیط ۴ نشده و بازتاب کلی پیدا کرده است؛ پس $n_۳ > n_۴$ است. ازطرفی پرتو نور از محیط ۳ وارد محیط ۲ شده و به خط عمود نزدیک شده؛ یعنی $n_۳ < n_۲$ است و نیز پرتو نور در ادامه از محیط ۲ وارد محیط ۱ نشده و بازتاب کلی پیدا کرده است. یعنی $n_۲ > n_۱$ است.

پس محیط ۲ بیشترین ضریب شکست را دارد و نور در آن کمترین سرعت را خواهد داشت.

۱۴۲ گزینه ۲

$$v_۲ = (۱ - ۰/۲)v_۱ = ۰/۸v_۱$$

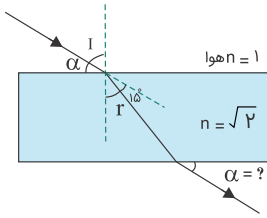
$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{v_۱}{۰/۸v_۱} \Rightarrow n_۲ = ۱/۲۵n_۱$$

$$\Delta n = +۰/۲۵n_۱ \Rightarrow \frac{\Delta n}{n_۱} \times ۱۰۰ = +۲۵\%$$

ضریب شکست محیط شفاف (۲)، ۲۵ درصد بیشتر از ضریب شکست محیط شفاف (۱) است.

۱۴۳ گزینه ۲

چون در تیغهٔ متوازی‌السطوح پرتو تابیده با پرتو خروجی از تیغه، موازی هستند، پس زاویه‌های αی نشان‌داده‌شده روی شکل باهم برابر هستند.



$$\hat{i} = (\hat{r} + ۱۵^\circ)$$

$$n_۱ \sin \hat{i} = n_۲ \sin \hat{r} \Rightarrow ۱ \times \sin(\hat{r} + ۱۵^\circ) = \sqrt{۲} \sin \hat{r} \Rightarrow \hat{r} = ۳۰^\circ,\ \hat{i} = ۳۰^\circ + ۱۵^\circ = ۴۵^\circ$$

$$\hat{\alpha} = ۹۰^\circ - \hat{i} = ۹۰^\circ - ۴۵^\circ = ۴۵^\circ$$

@moshaver_FREE

۱۴۴ گزینه ۴

اگر زمان حرکت نور در هوا را t_1 و در آب را t_2 بنامیم، مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا نور از لامپ به آینهٔ تخت برسد و مجدداً به لامپ برگردد $2(t_1+t_2)$ است. از طرفی سرعت نور در آب $\frac{1}{n}$ برابر سرعت نور در هوا است، بنابراین داریم:

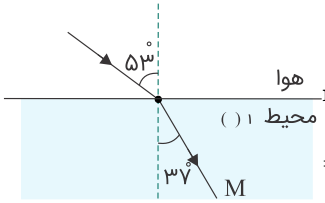
$$\text{در هوا}\ \Delta x = v\Delta t \xrightarrow[v=3\times10^8 m/s]{\Delta x=9m} 9 = 3\times10^8(t_1) \Rightarrow t_1 = 3\times10^{-8}s$$

$$\text{در آب}\ \Delta x = v\Delta t \xrightarrow[v=\frac{3}{4}v_{hava}=\frac{9}{4}\times10^8 m/s]{\Delta x=4/5m} 4/5 = \frac{9}{4}\times10^8(t_2)$$

$$\Rightarrow t_2 = 2\times10^{-8}s \Rightarrow t = 2(t_1+t_2) = 10^{-7}s$$

۱۴۵ گزینه ۱

به خاطر داشته باشیم که زاویهٔ تابش و شکست نسبت به خط عمود بر سطح سنجیده می‌شوند.



$$n_{\text{هوا}} \times \sin 53^\circ = n_{(1)\text{محیط}} \times \sin 37^\circ$$

$$\Rightarrow 1\times 0/8 = n\times 0/6 \Rightarrow n = \frac{0/8}{0/6} = \frac{4}{3}$$

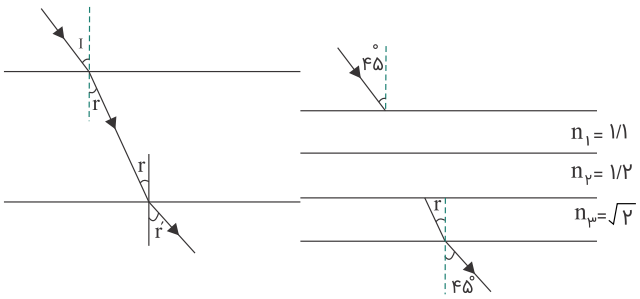
$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{3\times10^8}{v} \Rightarrow v = \frac{9\times10^8}{4} = 2/25\times10^8 m/s$$

۱۴۶ گزینه ۲

وقتی یک پرتو به چند تیغهٔ متوازی‌السطوح روی هم می‌تابد داریم:

$$n_1\sin\hat{i} = n_2\sin\hat{r} = n_3\sin\hat{r}' = \dots$$

بنابراین پرتو با همان زاویهٔ تابش اولیه از تیغه‌ها خارج می‌شود. پس زاویهٔ پرتوی خروجی نسبت به خط قائم 45° است.



۱۴۷ گزینه ۲

باتوجه‌به رابطهٔ ضریب شکست داریم:

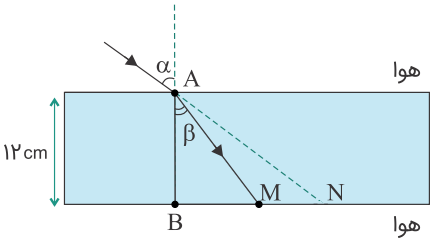
$$\frac{\sin\hat{i}}{\sin\hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{0/3}{0/2} = \frac{3\times10^5}{v_2} \Rightarrow v_2 = 2\times10^5 km/s = 2\times10^8 m/s$$

۱۴۸ گزینه ۳

نور قرمز کمترین انحراف و نور بنفش بیشترین انحراف را دارد. در گزینهٔ "۴" نیز نور سفید در تیغهٔ متوازی‌السطوح تجزیه می‌شود.

@moshaver_FREE

۱۴۹ گزینه ۴



$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n}{۱}$$

$$\frac{BM}{AB} = \tan\beta \quad , \quad \frac{BN}{AB} = \tan\alpha$$

$$\sin\alpha = ۰/۸ \Rightarrow \tan\alpha = \frac{۴}{۳} \Rightarrow BN = \frac{۴}{۳} \times ۱۲ = ۱۶\,cm \xrightarrow{MN=۷\,cm} BM = ۹\,cm$$

$$\tan\beta = \frac{BM}{AB} \Rightarrow \tan\beta = \frac{۹}{۱۲} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \sin\beta = ۰/۶$$

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n}{۱} \Rightarrow \frac{۰/۸}{۰/۶} = n \Rightarrow n = \frac{۴}{۳}$$

۱۵۰ گزینه ۲

ابتدا سرعت نور را در مایع به دست می‌آوریم:

$$v = \frac{c}{n} \xrightarrow[n=\frac{۵}{۳}]{c=۳\times۱۰^{۸}\,m/s} v = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{\frac{۵}{۳}} = \frac{۹}{۵}\times۱۰^{۸}\,m/s = ۱/۸\times۱۰^{۸}\,m/s$$

مسافتی که نور تا بازگشت به منبع می‌پیماید $۲(h_۱ + h_۲)$ است:

$$\begin{cases} ۲h_۱ = ct_۱ \Rightarrow t_۱ = \dfrac{۲h_۱}{c} \\ ۲h_۲ = vt_۲ \Rightarrow t_۲ = \dfrac{۲h_۲}{v} \end{cases} \Rightarrow t_۱ + t_۲ = ۳\times۱۰^{-۸}\,s$$

$$\Rightarrow \frac{۲h_۱}{c} + \frac{۲h_۲}{v} = ۳\times۱۰^{-۸} \Rightarrow \frac{۲h_۱}{۳\times۱۰^{۸}} + \frac{۳/۶}{۱/۸\times۱۰^{۸}} = ۳\times۱۰^{-۸} \Rightarrow h_۱ = ۱/۵\,m$$

@moshaver_FREE