نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: **نوسان و موج - متوسط و دشوار**

مرکز مشاوره تحصیلی
راه روشن

۱) دو آونگ A و B حرکت نوسانی هماهنگ ساده‌ی کم دامنه انجام می‌دهند. اگر طول آونگ A چهار برابر طول آونگ B و بیشینه‌ی زاویه‌ای که آونگ A با راستای قائم می‌سازد نصف بیشینه‌ی زاویه‌ای باشد که آونگ B با راستای قائم می‌سازد، در این‌صورت بیشینه‌ی سرعت آونگ A چند برابر بیشینه‌ی سرعت آونگ B است؟

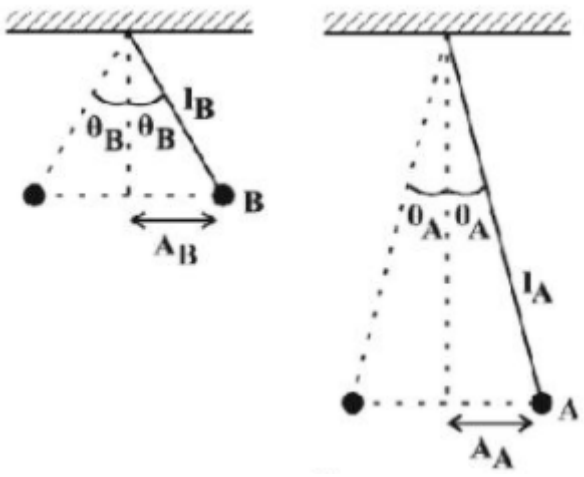
۱) ۲ **۲)** ۱ **۳)** $\frac{۱}{۲}$ **۴)** ۴

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به رابطه‌ی سرعت زاویه‌ای داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \xrightarrow{l_A = ۴l_B} \frac{\omega_A}{\omega_B} = \sqrt{\frac{l_B}{l_A}} = \frac{۱}{۲}$$

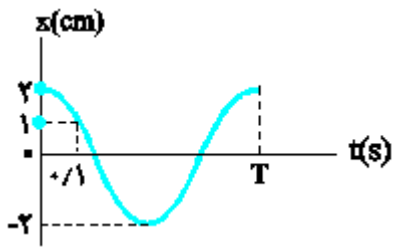
در حرکت نوسانی هماهنگ ساده‌ی کم دامنه‌ی آونگ، جابه‌جایی آونگ از نقطه‌ی تعادل برابر با حاصل‌ضرب طول آونگ در زاویه‌ای است که آونگ با راستای قائم می‌سازد.



$$\left.\begin{array}{l} A_A = (\theta_{max})_A \times l_A \\ A_B = (\theta_{max})_B \times l_B \end{array}\right\} \xrightarrow[(\theta_{max})_A = \frac{(\theta_{max})_B}{۲}]{l_A = ۴l_B} \frac{A_A}{A_B} = \frac{۴}{۲} = ۲$$

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow[\omega_A = \frac{\omega_B}{۲}]{A_A = ۲A_B} \frac{(v_{max})_A}{(v_{max})_B} = ۲ \times \frac{۱}{۲} = ۱$$

(۲) در شکل زیر، نمودار مکان – زمان نوسانگری رسم شده است. بسامد نوسانگر چند هرتز می‌باشد؟



۱) $\frac{۳}{۵}$
۲) $\frac{۶}{۵}$
۳) $\frac{۵}{۳}$
۴) $\frac{۵}{۶}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

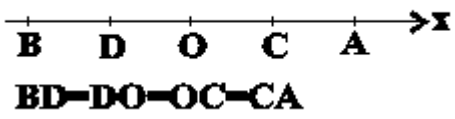
با توجه به نمودار مکان - زمان در لحظه $t = ۰/۲\,s$ نوسانگر از مکان $x = ۲\,cm$ عبور می‌کند و دامنه نوسان $A = ۴\,cm$ است. بنابراین ابتدا با استفاده از رابطه $x = A\cos\omega t$، بسامد زاویه‌ای (ω) را حساب می‌کنیم:

$$x = A\cos\omega t \xrightarrow[A=۴cm]{x=۲cm,t=۰/۲s} ۲ = ۴\cos(\omega \times ۰/۲) \Rightarrow \cos\frac{\omega}{۵} = \frac{۱}{۲} \xrightarrow{\cos\frac{\pi}{۳}=\frac{۱}{۲}} \frac{\omega}{۵} = \frac{\pi}{۳} \Rightarrow \omega = \frac{۵\pi}{۳}\frac{rad}{s}$$

کنون بسامد نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$\omega = ۲\pi f \xrightarrow{\omega=\frac{۵\pi}{۳}\frac{rad}{s}} \frac{۵\pi}{۳} = ۲\pi f \Rightarrow f = \frac{۵}{۶}\,Hz$$

(۳) نوسانگری روی پاره‌خط AB به‌طول ۴ cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر نوع حرکت نوسانگر در لحظه t در نقطه D کندشونده باشد و حداقل $\frac{۱}{۸۰}$ ثانیه طول بکشد تا نوسانگر از نقطه D به نقطه C برسد. بیش‌ترین تندی نوسانگر چند $\frac{cm}{s}$ است؟

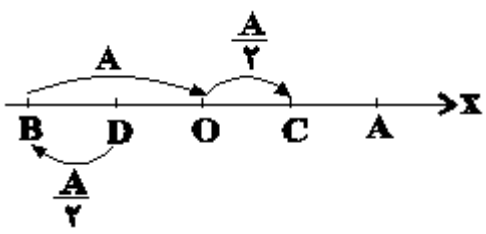


۱) $۱/۶\,\pi$
۲) $۳/۲\,\pi$
۳) $۱۶۰\,\pi$
۴) $۳۲۰\,\pi$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

چون در لحظه t حرکت متحرک کندشونده است پس متحرک در این لحظه به سمت نقطه بازگشت یعنی B می‌رود. از طرفی نقاط D و C وسط دامنه قرار دارند. پس مسافت طی شده توسط متحرک در طول حرکت از نقطه D تا زمانی‌که برای اولین‌بار به نقطه C برسد، برابر است با ۲A و نوسانگر مسافت ۲A را در مدت زمان $\frac{T}{۲}$ طی می‌کند. پس داریم:



$$\frac{T}{۲} = \frac{۱}{۸۰} \Rightarrow T = \frac{۱}{۴۰}\,s$$

با توجه به سؤال دامنه نوسانگر ۲ cm است. پس بیش‌ترین تندی نوسانگر برابر است با:

$$v_{max} = A\omega = A\frac{۲\pi}{T} = ۲ \times \frac{۲\pi}{\frac{۱}{۴۰}} = ۱۶۰\,\pi\frac{cm}{s}$$

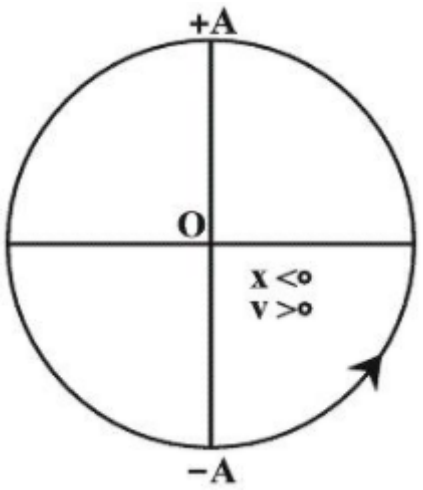
④ در یک حرکت نوسانی هماهنگ ساده، اگر در یک لحظه‌ی مشخص $x < 0$ و $v > 0$ باشد، در این‌صورت کدام گزینه در مورد نوع حرکت نوسانگر و علامت شتاب نوسانگر در این لحظه صحیح است؟

۱) تندشونده و $a > 0$ ۲) کندشونده و $a > 0$ ۳) تندشونده و $a < 0$ ۴) کندشونده و $a < 0$

پاسخ: گزینه ۱

مطابق شکل زیر، نوسانگر در ربع چهارم دایره‌ی نوسانی قرار دارد. بنابراین نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود و در نتیجه حرکت آن تندشونده است. از طرفی باتوجه به رابطه‌ی شتاب – مکان داریم:

$$a = -\omega^2 x \xrightarrow{x<0} a > 0$$



⑤ بسامد یک نوسانگر هماهنگ ساده با دامنه ۲cm برابر با ۴Hz است. مسافت طی شده توسط این نوسانگر در مدت ۲ ثانیه چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۶ ۲) ۶۴ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینه ۲

گزینه«۲»

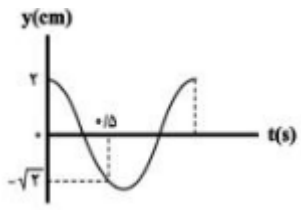
ابتدا تعداد نوسان‌های کاملی که نوسانگر در مدت ۲ ثانیه انجام می‌دهد را به‌دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow{f=\frac{1}{T}} n = tf \xrightarrow{t=2s\,,\,f=4Hz} n = 8 \quad \text{نوسان}$$

مسافتی که نوسانگر در هر نوسان کامل طی می‌کند، برابر با چهار برابر دامنه نوسان است. بنابراین مسافت طی شده توسط نوسانگر در ۸ بار نوسان کامل برابر است با:

$$\ell = 8 \times 4A = 32A \xrightarrow{A=2cm} \ell = 64\ cm$$

۶) نمودار مکان- زمان یک نوسانگر جرم و فنر که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد مطابق شکل زیر است. اگر جرم وزنه ۱۰۰g باشد، ثابت فنر در SI کدام است؟ ($\pi^2 = 10$)



۱) ۱/۵
۲) ۲/۲۵
۳) ۲۲۵۰
۴) ۱۵۰۰

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

$$y = A\cos\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow -\sqrt{۲} = ۲\cos(\frac{۲\pi}{T} \times ۰/۵)$$

$$\Rightarrow \cos(\frac{\pi}{T}) = -\frac{\sqrt{۲}}{۲} = \cos\frac{۳\pi}{۴} \Rightarrow \frac{\pi}{T} = \frac{۳\pi}{۴}$$

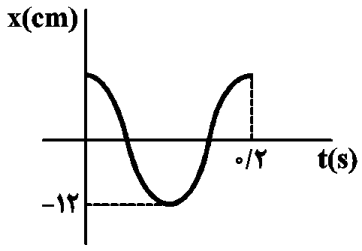
$$\Rightarrow T = \frac{۴}{۳}s$$

می‌دانیم دوره حرکت نوسانگر از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{۴}{۳} = ۲\pi\sqrt{\frac{۰/۱}{k}}$$

$$\Rightarrow \frac{۴}{۹} = \pi^2 \times \frac{۰/۱}{k} = \frac{۱}{k} \Rightarrow k = \frac{۹}{۴}\frac{N}{m}$$

(۷) نمودار مکان ـ زمان وزنه‌ای را که به وسیله فنری با ثابت $۲۰۰\frac{N}{m}$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی به نوسان‌های هماهنگ ساده وا می‌داریم، مطابق شکل زیر است. اگر وزنه دیگری را که جرم آن ۱۵۰ گرم از جرم وزنه کنونی کمتر می‌باشد، جایگزین کرده و به همین فنر متصل نماییم و مجدداً آن را وادار به حرکت هماهنگ ساده با دامنه مشابه کنیم، معادله مکان ـ زمان حرکت هماهنگ وزنه جدید در SI کدام است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$



۱) $x = ۰/۱۲\cos(۲۰\pi t)$

۲) $x = ۰/۱۲\cos(۴۰\pi t)$

۳) $x = ۰/۱۲\cos(۲/۵\pi t)$

۴) $x = ۰/۱۲\cos(۵\pi t)$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

با توجه به نمودار داده شده می‌توان نوشت:

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

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow ۱۰\pi = \sqrt{\frac{۲۰۰}{m}} \Rightarrow ۱۰۰\pi^۲ = \frac{۲۰۰}{m} \Rightarrow m = ۰/۲kg = ۲۰۰g$$

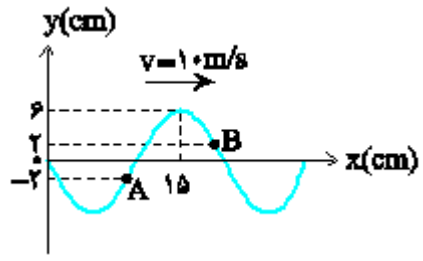
وزن وزنه در حالت جدید برابر با $۵۰g = ۱۵۰ - ۲۰۰$ خواهد بود و داریم:

$$\omega_۲ = \sqrt{\frac{k}{m_۲}} = \sqrt{\frac{۲۰۰}{۵۰\times۱۰^{-۳}}} = \sqrt{۴\times۱۰^{۳}} = ۲۰\sqrt{۱۰} = ۲۰\pi\frac{rad}{s}$$

هم چنین براساس نمودار $A = ۰/۱۲m$ است، پس معادله مکان ـ زمان حرکت جرم ـ فنر در حالت جدید عبارت است از:

$$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow x = ۰/۱۲\cos(۲۰\pi t)$$

۸) نقش یک موج عرضی در لحظه t = ۰ مطابق شکل زیر است. چند ثانیه طول می‌کشد تا موج ازA به B برسد؟



۱) $\frac{۱}{۵۰}$

۲) $\frac{۳}{۵۰}$

۳) $\frac{۱}{۱۰۰}$

۴) $\frac{۳}{۱۰۰}$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه ۳

با توجه به نقش موج، نقاط A وB دو نقطه متوالی در فاز مخالف می‌باشند؛ بنابراین اختلاف فاز آن‌ها برابرπ است، بنابراین فاصله آن‌ها از یکدیگر برابر است با:

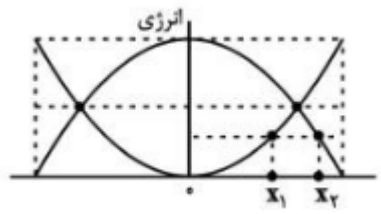
$$\overline{AB} = kx_{AB} \xrightarrow{k=\frac{۲\pi}{\lambda},\ \theta_{AB}=\pi\ rad} x_{AB} = \frac{\lambda}{۲}$$

با توجه به نمودار داریم:

$$\frac{۳\lambda}{۴} = ۱۵cm \Rightarrow \lambda = ۲۰\,cm \xrightarrow{x_{AB}=\frac{\lambda}{۲}} x_{AB} = ۱۰\,cm = ۰/۱\,m$$

$$v = \frac{x_{AB}}{t_{AB}} \xrightarrow[v=۱۰\ \frac{m}{s}]{x_{AB}=۰/۱\,m} t_{AB} = \frac{۰/۱}{۱۰} = \frac{۱}{۱۰۰}\,s$$

⑨ نمودار تغییرات انرژی برحسب مکان برای یک نوسانگر هماهنگ ساده به‌صورت زیر داده شده است. اگر تندی ذره در مکان‌های x_1 و x_2 به ترتیب $\sqrt{3}\frac{m}{s}$ و $1\frac{m}{s}$ باشد، تندی بیشینه آن چند $\frac{m}{s}$ است؟



۱) ۱۰
۲) ۲
۳) $\sqrt{10}$
۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

با توجه به نمودار در مکان‌های x_1 و x_2، نوسانگر دارای انرژی جنبشی و پتانسیل یکسانی است، بنابراین:

$$U_1 = K_2 \xrightarrow{U_1 = E - K_1} E - K_1 = K_2$$

$$\Rightarrow E = K_1 + K_2 \Rightarrow \frac{1}{2}2mv_{max}^2 = \frac{1}{2}m(v_1^2 + v_2^2)$$

$$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{(\sqrt{3})^2 + (1)^2} \Rightarrow v_{max} = 2\frac{m}{s}$$

⑩ اگر در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای $\frac{1}{4}$ انرژی مکانیکی آن است، انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر ۰/۱۸J باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

۱) ۰/۷۲ ۲) ۰/۳۶ ۳) ۰/۵۴ ۴) ۰/۲۴

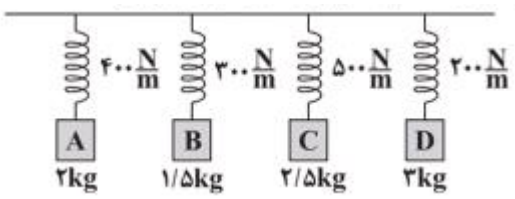
پاسخ: گزینه ۴

گزینه ی «۴»

طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی، در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر $\frac{1}{4}$ انرژی مکانیکی آن است، انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر $\frac{3}{4}$ انرژی مکانیکی آن خواهد بود، بنابراین داریم:

$$U = \frac{3}{4}E \xrightarrow{U=0/18J} 0/18 = \frac{3}{4}E \Rightarrow E = 0/24J$$

⑪ در شکل زیر، اگر وزنه A با بسامد طبیعی خود به نوسان درآید، پدیده تشدید برای کدام‌یک از وزنه‌های دیگر رخ می‌دهد؟



۱) B و D
۲) C و D
۳) B و C
۴) B و C ،D

پاسخ: گزینه ۳

زمانی تشدید رخ می‌دهد که بسامد طبیعی نوسانگر با بسامد طبیعی نوسانگر A برابر شود. طبق رابطه $T = \frac{1}{f}$ می‌توان گفت دوره حرکت برابر بین دو نوسانگر باعث می‌شود تشدید رخ دهد.

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{m_A}{k_A}} = 2\pi\sqrt{\frac{2}{400}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}}\,s$$

$$T_B = 2\pi\sqrt{\frac{m_B}{k_B}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}}{300}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}}\,s$$

$$T_C = 2\pi\sqrt{\frac{m_C}{k_C}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{5}{2}}{500}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}}\,s$$

$$T_D = 2\pi\sqrt{\frac{m_D}{k_D}} = 2\pi\sqrt{\frac{3}{200}}\,s$$

بین نوسان‌گرهای A، B و C به‌علت دوره حرکت برابر و درنتیجه بسامد یکسان تشدید رخ می‌دهد.

⑫ اگر شدت صوتی را n برابر کنیم، تراز شدت آن نیز n برابر می‌گردد. در این صورت شدت صوت اولیه چند برابر شدت صوت مرجع است؟ $(n > 1)$

۱) n
۲) $n^{\frac{1}{n}}$
۳) $n^{\frac{1}{n+1}}$
۴) $n^{\frac{1}{n-1}}$

پاسخ: گزینه ۴

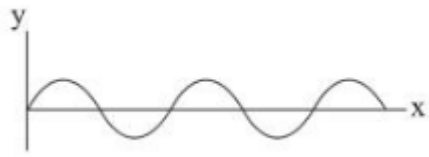
با استفاده از رابطه تراز شدت صوت می‌توان نوشت: $\beta = 10\log\frac{I}{I_0}$

$$\beta' = 10\log\frac{I'}{I_0} \xrightarrow[I'=nI]{\beta'=n\beta} n\beta = 10\log\frac{nI}{I_0}$$

$$\Rightarrow n(10\log\frac{I}{I_0}) = 10\log\frac{nI}{I_0}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{I}{I_0}\right)^n = \frac{nI}{I_0} \Rightarrow \left(\frac{I}{I_0}\right)^{n-1} = n \Rightarrow \frac{I}{I_0} = n^{\frac{1}{n-1}}$$

(۱۳) شکل زیر نقش یک موج عرضی ایجاد شده در طناب با چگالی $۴\frac{g}{cm^۳}$ و قطر مقطع ۲/۵cm را که تحت نیروی کشش ۳۰N قرار دارد، نشان می‌دهد. اگر بیشینه تندی یک ذره از طناب هنگام عبور از وضع تعادل $۲۴\frac{cm}{s}$ باشد، مسافت طی شده توسط یک ذره از طناب در یک دوره تناوب چند برابر مسافت طی شده توسط موج در همین مدت است؟ ($\pi = ۳$)



۱) ۰/۲

۲) ۰/۰۴

۳) ۰/۰۱

۴) ۰/۰۲

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

ابتدا تندی انتشار موج در طناب را بر حسب ویژگی‌های فیزیکی طناب و نیروی کشش آن به‌دست می‌آوریم:

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

$$\xrightarrow[\pi=۳\ ,\ D=۲/۵\ cm=۲/۵\times۱۰^{-۲}\ m]{F=۳۰\ N\ ,\ \rho=۴\frac{g}{cm^۳}=۴۰۰۰\frac{kg}{m^۳}} v = \frac{۲}{۲/۵\times۱۰^{-۲}} \times \sqrt{\frac{۳۰}{۴۰۰۰\times۳}}$$

$$\Rightarrow v = \frac{۲}{۲/۵\times۱۰^{-۲}\times۲۰} = ۴\frac{m}{s}$$

اکنون با توجه به رابطه تندی بیشینه هریک از ذرات نوسان‌کننده طناب، داریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{\omega=۲\pi f} v_{max} = ۲\pi f A \xrightarrow{f=\frac{v}{\lambda}}$$

$$v_{max} = ۲\pi v\frac{A}{\lambda} \Rightarrow \frac{A}{\lambda} = \frac{v_{max}}{۲\pi v}$$

با توجه به این‌که مسافت طی شده توسط موج در یک دوره تناوب برابر λ و مسافت طی شده توسط یک ذره از طناب در همین مدت برابر با ۴A است. داریم:

$$\frac{۴A}{\lambda} = \frac{۲v_{max}}{\pi V} \xrightarrow[\pi=۳\ ,\ v=۴\frac{m}{s}]{v_{max}=۲۴\frac{cm}{s}=۲۴\times۱۰^{-۲}\frac{m}{s}}$$

$$\frac{۴A}{\lambda} = \frac{۲\times۲۴\times۱۰^{-۲}}{۳\times۴} = ۰/۰۴$$

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

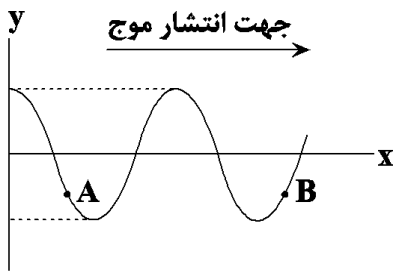
۱) بلندی، ارتفاع ۲) بلندی، شدت ۳) شدت، ارتفاع ۴) ارتفاع، بلندی

پاسخ: گزینه ۴

هر تُن حاصل از دیاپازون دارای دو ویژگی ارتفاع و بلندی است که هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شوند.

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

(۱۵) نقش موج یک موج عرضی که در جهت مثبت محورx منتشر می‌شود، در یک لحظه مطابق شکل مقابل است. کدام گزینه نوع حرکت ذره‌های A و B از محیط انتشار موج را به‌ترتیب از راست به چپ به درستی بیان می‌کند؟

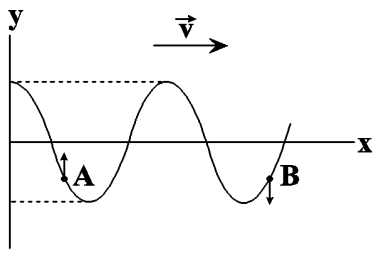


۱) تندشونده - کندشونده
۲) تندشونده - تندشونده
۳) کندشونده - کندشونده
۴) کندشونده - تندشونده

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

در حالت کلی با توجه به جهت انتشار موج عرضی در محیط، بعد از گذشت زمان کوتاهی، هر نقطه از محیط، در بُعد نقطه قبلی خود قرار می‌گیرد؛ بنابراین با توجه به این‌که موج در جهت مثبت محورx منتشر می‌شود، نقطهAبه مرکز نوسان نزدیک و نقطهBاز مرکز نوسان دور می‌شود. بنابراین حرکت نقطهAتندشونده و حرکت نقطهBکندشونده است.



(۱۶) ناظری در امتداد خط راست با سرعت ثابت به یک چشمه صوت ساکن که در حال گسیل صوتی با بسامد f و طول‌موج λ است نزدیک می‌شود. اگر بسامد و طول‌موجی که به ناظر می‌رسد، به‌ترتیب f' و λ' باشد، کدام گزینه درست است؟

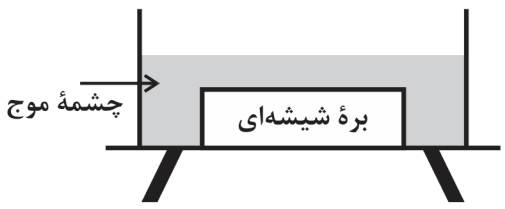
۱) $\lambda' < \lambda$ و $f' > f$
۲) $\lambda' = \lambda$ و $f' > f$
۳) $\lambda' > \lambda$ و $f' < f$
۴) $\lambda' = \lambda$ و $f' = f$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

از آن‌جایی که چشمه صوت ساکن است، بنابراین تجمع جبهه‌های موج در دو طرف چشمه صوت یکسان است و در نتیجه طول‌موج صوتی که به ناظر می‌رسد با طول‌موج چشمه صوت یکسان است. وقتی ناظر به یک چشمه نزدیک می‌شود، در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه‌های موج بیش‌تری مواجه می‌شود که این منجر به افزایش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود.

(۱۷) در یک تشت موج به کمک یک نوسان‌ساز تیغه‌ای که با بسامد ۵Hz کار می‌کند، امواج تخت سطحی ایجاد می‌کنیم، به‌طوری که فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با ۱۰cm می‌شود. اگر بُره‌ای شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیهٔ کم‌عمق بالای بُره، شکست پیدا می‌کند. اگر تندی امواج در ناحیهٔ کم‌عمق، ۰/۴ برابر تندی در ناحیهٔ عمیق باشد، طول‌موج امواج در ناحیهٔ کم عمق چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۶cm کاهش می‌یابد.
۲) ۶cm افزایش می‌یابد.
۳) ۴cm کاهش می‌یابد.
۴) ۴cm افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی برابر با طول‌موج است.

$\lambda_{\text{عمیق}} = ۱۰\text{cm} = ۰/۱\text{m}$

بنابراین چون بسامد ثابت است، داریم:

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{v_{\text{کم‌عمق}}}{v_{\text{عمیق}}} = \frac{\lambda_{\text{کم‌عمق}}}{\lambda_{\text{عمیق}}} \Rightarrow ۰/۴ = \frac{\lambda_{\text{کم‌عمق}}}{۰/۱}$$

$$\Rightarrow \lambda_{\text{کم‌عمق}} = ۰/۰۴\text{m} = ۴\text{cm}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_{\text{کم‌عمق}} - \lambda_{\text{عمیق}} = ۴\text{cm} - ۱۰\text{cm} = -۶\text{cm}$$

یعنی طول‌موج در عبور از ناحیهٔ عمیق به ناحیهٔ کم‌عمق ۶cm کاهش می‌یابد.

(۱۸) وال عنبر برای مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت با بسامد ۱۰۰ kHz گسیل می‌کند. تندی این امواج در آب دریا $۱۵۰۰ \frac{m}{s}$ است. اگر ابعاد موانع A و B و C که در مسیر وال قرار دارد. به‌ترتیب ۰/۵ cm و ۱/۵ cm و ۳ cm باشد، وال کدام‌یک را می‌تواند تشخیص دهد؟

۱) فقط B ۲) B و A ۳) C و B ۴) فقط A

پاسخ: گزینه ۳

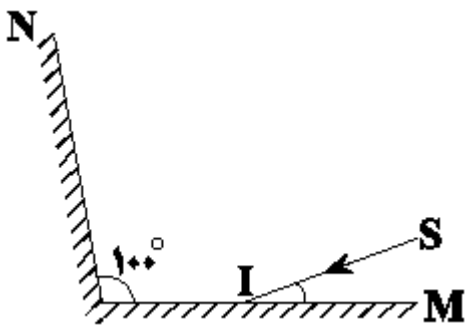
گزینه «۳»

ابتدا طول موج گسیل شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۵۰۰}{۱۰۰ \times ۱۰^{۳}} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۲}\ m = ۱/۵ cm$$

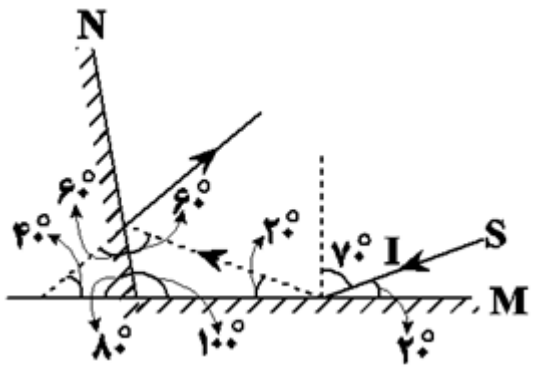
برای تشخیص یک جسم، اندازه آن باید در حدود طول موج به‌کار رفته و یا بزرگ‌تر از آن باشد. بنابراین این امواج برای تشخیص B و C کاربرد دارند.

(۱۹) مطابق شکل زیر، پرتوی نوری با زاویه ۲۰° نسبت به سطح آینه تخت M به آن برخورد می‌کند. زاویه‌ای که امتداد پرتوی بازتاب از آینه تخت N با راستای آینه M می‌سازد، چند درجه است؟



۱) ۴۰
۲) ۶۰
۳) ۹۰
۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۱



(۲۰) اگر فاصله شنونده‌ای از چشمه صوتی ۴/۵ متر کاهش یابد، تراز شدت صوتی که می‌شنود ۱۲ دسی‌بل افزایش می‌یابد. فاصله اولیه شنونده از چشمه صوت چند متر بوده است؟ ($\log ۲ = ۰/۳$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱) ۱/۲ **۲)** ۳ **۳)** ۶ **۴)** ۱۲

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

با توجه به رابطه تراز شدت $\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰}$، اختلاف تراز شدت صوت در دو فاصله $r_۱$ و $r_۲$ برابر است با:

$$\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱}$$

می‌دانیم که شدت صوت برابر است با: $I = \frac{P_{av}}{۴\pi r^۲}$

در نتیجه نسبت شدت صوت در دو فاصله $r_۱$ و $r_۲$ برابر است با:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \Rightarrow \Delta\beta = ۱۰ \log \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$$

$$\Rightarrow ۱۲ = ۱۰ \log \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \Rightarrow ۱/۲ = \log \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$$

با استفاده از رابطه لگاریتم داریم:

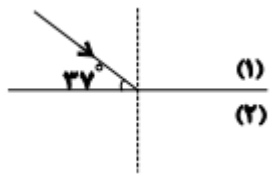
$$۱/۲ = ۴ \times ۰/۳ = ۴ \times \log ۲ = \log ۲^۴$$

$$\log ۲^۴ = \log \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \Rightarrow \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = ۲^۴ \Rightarrow \frac{r_۱}{r_۲} = ۴$$

از طرفی $r_۲ = (r_۱ - ۴/۵)m$ است پس داریم:

$$r_۲ = ۴r_۲ - ۴/۵ \Rightarrow r_۲ = ۱/۵m \Rightarrow r_۱ = ۶m$$

(۲۱) مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط (۱) وارد محیط (۲) شده که در نتیجه تندی آن $\frac{۵}{۸}$ برابر می‌شود. این پرتو پس از ورود به محیط (۲) چند درجه نسبت به امتداد پرتو اولیه منحرف می‌شود؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

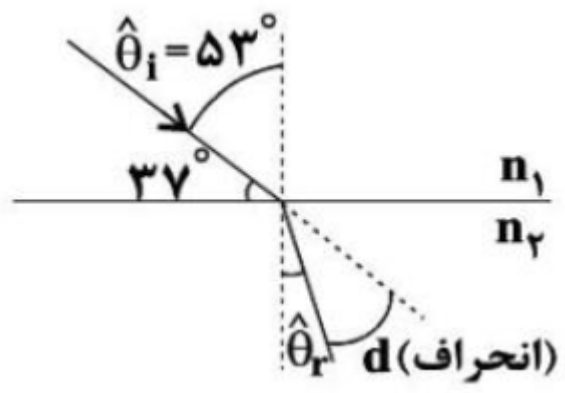


۱) ۲۳
۲) ۳۰
۳) ۷
۴) ۱۶

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

با توجه به این‌که تندی نور با ورود به محیط (۲) کاهش یافته است، درنتیجه وارد محیط با ضریب شکست بیش‌تری شده و پرتو نور به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود. با توجه به قانون اسنل داریم:



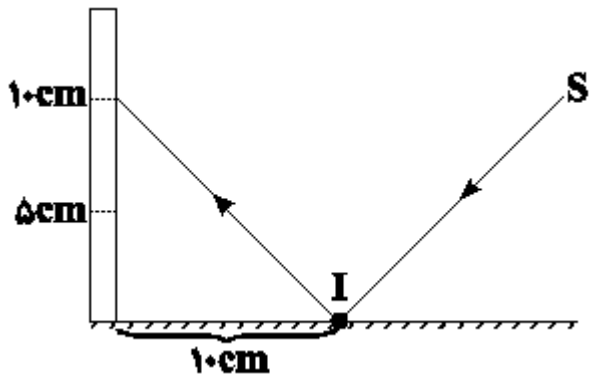
$$n_۱ \sin\hat{\theta}_i = n_۲ \sin\hat{\theta}_r \Rightarrow \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{\sin\hat{\theta}_r}{\sin\hat{\theta}_i}$$

$$\xrightarrow{\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{v_۲}{v_۱}} \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\hat{\theta}_r}{\sin\hat{\theta}_i} \Rightarrow \frac{۵}{۸} = \frac{\sin\hat{\theta}_r}{\sin ۵۳^\circ} = \frac{\sin\hat{\theta}_r}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow \sin\hat{\theta}_r = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \hat{\theta}_r = ۳۰^\circ$$

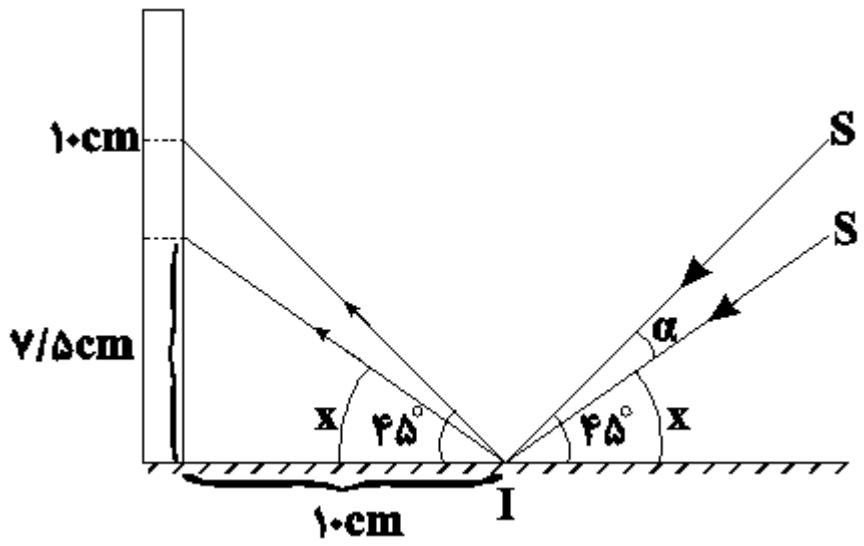
$$d = \hat{\theta}_i - \hat{\theta}_r = ۵۳^\circ - ۳۰^\circ = ۲۳^\circ$$

(۲۲) مطابق شکل مقابل،خط‌کشی به‌صورت قائم بر روی سطح آینهٔ تختی قرار دارد و پرتو Sl پس از برخورد به آینه، در ارتفاع ۱۰cm به خط‌کش برخورد می‌کند. پرتو حول نقطهٔ I به کدام جهت و چند درجه بچرخد تا بر روی خط‌کش عدد ۷/۵ سانتی‌متر مشخص شود؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$)



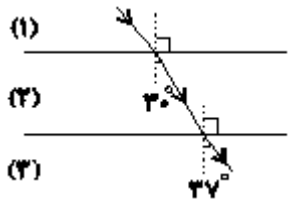
۱) ساعتگرد، ۸°
۲) پادساعتگرد، ۸°
۳) ساعتگرد، ۳۷°
۴) پادساعتگرد، ۳۷°

پاسخ: گزینه ۱



$\tan x = \frac{۷/۵}{۱۰} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow x = ۳۷^\circ \Rightarrow \alpha = ۴۵^\circ - ۳۷^\circ = ۸^\circ$

(۲۳) پرتو نوری مطابق شکل از محیط شفاف (۱) وارد محیط‌های شفاف دیگر می‌شود. اگر تندی نور در محیط (۱) ۶۰ درصد بیش‌تر از تندی نور در محیط (۲) باشد، نسبت ضریب شکست محیط (۱) به ضریب شکست محیط(۳) کدام است؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ و سطح جدایی محیط‌های شفاف موازی یکدیگر است.)



۱) $\frac{۶}{۵}$
۲) $\frac{۵}{۶}$
۳) $\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۴}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

با توجه به صورت سؤال داریم:

$$(۱)\ \frac{v_۱}{v_۲} = ۱/۶ \xrightarrow{n=\frac{c}{v}} \frac{n_۲}{n_۱} = ۱/۶$$

از طرفی در عبور پرتو نور از محیط (۲) به محیط (۳) با توجه به رابطه اسنل می‌توان نوشت:

$$(۲)\ n_۲ \sin ۳۰^\circ = n_۳ \sin ۳۷^\circ \Rightarrow \frac{n_۳}{n_۲} = \frac{۰/۵}{۰/۶} = \frac{۵}{۶}$$

از دو رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$\frac{n_۲}{n_۱} \times \frac{n_۳}{n_۲} = ۱/۶ \times \frac{۵}{۶} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow \frac{n_۱}{n_۳} = \frac{۳}{۴}$$

(۲۴) توان یک چشمه نقطه‌ای تولید امواج کروی صوتی برابر با ۶۰W می‌باشد. اگر اتلاف انرژی صوتی در محیط ناچیز باشد، تراز شدت صوت در فاصله ۲۰ متری از چشمه صوت چند بل است؟ ($\log ۲ = ۰/۳$, $\pi = ۳$ و $I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$)

۱) ۱۰۱
۲) ۱۱
۳) ۹/۱
۴) ۱۰/۱

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا شدت صوت را در فاصله ۲۰ متری از چشمه صوت به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{P}{۴\pi r^۲} = \frac{۶۰}{۴\times ۳\times ۲۰^۲} = \frac{۱}{۸۰} \frac{W}{m^۲}$$

با توجه به رابطه تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = \log\left(\frac{I}{I_۰}\right) \xrightarrow[I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}]{I = \frac{۱}{۸۰} \frac{W}{m^۲}} \beta = \log\left(\frac{۱}{۸۰\times ۱۰^{-۱۲}}\right)$$

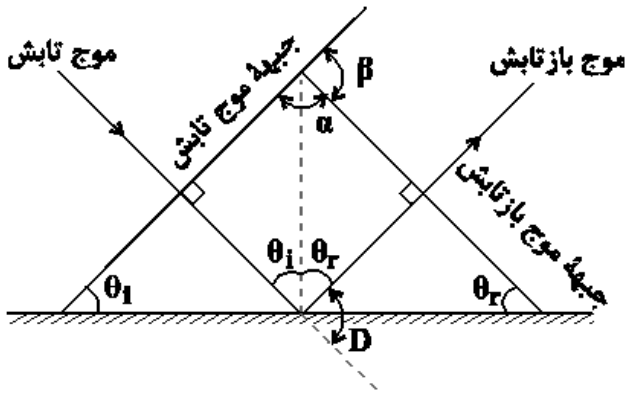
$$\beta = \log ۱۰^{۱۱} - \log ۸ = ۱۱ - ۳\log ۲ = ۱۱ - (۳ \times ۰/۳) = ۱۰/۱B$$

(۲۵) موج تختی به یک مانع برخورد می‌کند. اگر زاویه‌ای که جبهه موج تابیده با سطح مانع می‌سازد ۲۰° باشد، زاویه بین جبهه موج تابیده و بازتابیده چند درجه است؟

۱) ۶۰ ۲) ۷۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۳

اگر شکل موج تابش و بازتابش به همراه جبهه‌های موج را به صورت زیر رسم کنیم داریم:



توجه:

۱) زاویه تابش و زاویه جبهه موج تخت با سطح برابرند.

۲) زاویه شکست و زاویه جبهه موج تخت بازتابش با سطح برابرند.

۳) زاویه انحراف برابر است با:

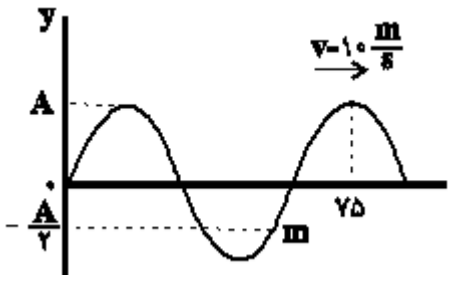
$$D = ۱۸۰^\circ - ۲\theta i$$

۴) زاویه بین جبهه موج تخت تابش و بازتابش برابر است با:

$$\begin{cases} \alpha = ۱۸۰^\circ - ۲\theta i = ۱۸۰^\circ - ۴۰^\circ = ۱۴۰^\circ \\ \beta = ۲\theta i = ۴۰^\circ \end{cases}$$

با توجه به این مقادیر گزینه «۳» جواب مسئله است.

(۲۶) شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در طناب در لحظه t = ۰ نشان می‌دهد. پس از چند ثانیه ذره m برای دومین بار تغییر جهت می‌دهد؟



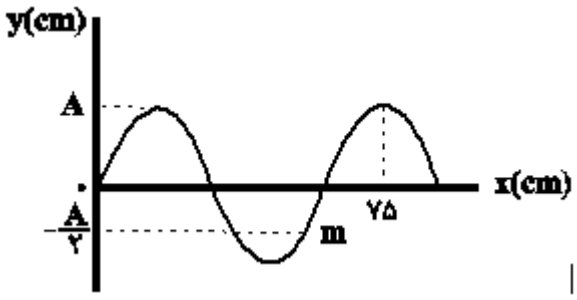
۱) ۰/۰۲
۲) ۰/۰۴
۳) ۰/۰۵
۴) ۰/۰۶

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به جهت انتشار موج و این نکته که اینکه هر ذره از طناب نوسان ذره قبل خود را تکرار می‌کند پس جهت ذره m به سمت نقطه بازگشت A- است.

از طرفی با توجه به شکل داریم:



$$\lambda + \frac{\lambda}{۴} = ۷۵ \Rightarrow \frac{۵}{۴}\lambda = ۷۵ \Rightarrow \lambda = ۶۰cm$$

$$V = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{۰/۶}{۱۰} = ۰/۰۶s$$

می‌دانیم که ذره در نقاط بازگشت تغییر جهت می‌دهد و با توجه به شکل داریم: $\Delta t = \frac{T}{۶} + \frac{T}{۲} = ۰/۰۱ + ۰/۰۳ = ۰/۰۴s$

(۲۷) آونگی به طول L و جرم m در سطح زمین دارای دورهٔ T است. اگر این آونگ را به سطح سیاره‌ای که شعاع و جرم آن $\frac{۱}{۴}$ شعاع و جرم زمین است، منتقل کنیم، طول آونگ را چقدر و چگونه تغییر دهیم تا دورهٔ آن همان T باقی بماند؟

۱) ۴L، افزایش
۲) $\frac{L}{۴}$، کاهش
۳) ۳L، افزایش
۴) $\frac{۳}{۴}$L، کاهش

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا تغییرات شتاب گرانش را محاسبه می‌کنیم، سیارهٔ زمین را با اندیس e و سیارهٔ دیگر را با اندیس x نمایش می‌دهیم.

$$g = G\frac{M}{R^۲} \Rightarrow \frac{g_x}{g_e} = \frac{M_x}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{R_x}\right)^۲ = \frac{۱}{۴} \times ۴^۲ = ۴$$

دورهٔ تناوب آونگ از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به‌دست می‌آید. داریم:

$$\frac{T_x}{T_e} = \sqrt{\frac{g_e}{g_x} \times \frac{L_x}{L_e}} \Rightarrow ۱ = \sqrt{\frac{۱}{۴} \times \frac{L_x}{L_e}} \Rightarrow L_x = ۴L_e$$

تغییرات طول آونگ برابر است با:

$$\Delta L = L_x - L_e = ۴L - L = ۳L$$

(۲۸) نوسانگری روی پاره‌خطی به طول ۲۴ سانتی‌متر حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر نیروی خالص وارد بر نوسانگر در لحظه‌ای که در فاصله ۸ سانتی‌متر از انتهای پاره‌خط نوسان قرار دارد، برابر ۰/۸ نیوتون باشد، انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه عبور از مرکز نوسان چند میلی‌ژول است؟

۱) ۷/۲ ۲) ۱۴/۴ ۳) ۷۲ ۴) ۱۴۴

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه‌ای که از مرکز نوسان عبور می‌کند بیشینه و برابر است با:

$$K_{max} = \frac{1}{2}mA^2\omega^2$$

از طرفی نیروی خالص وارد بر نوسانگر هنگامی که در فاصله x از مرکز نوسان قرار دارد برابر است با:

$$F = ma \xrightarrow{a=-\omega^2 x} F = -m\omega^2 x \xrightarrow{K_{max}=\frac{1}{2}mA^2\omega^2}$$

$$K_{max} = \frac{1}{2}\left|\frac{F}{x}\right|A^2 \xrightarrow[A=\frac{24}{2}=12cm=0/12m]{x=4\ cm=0/04\ m\ ,\ F=0/8N}$$

$$K_{max} = \frac{1}{2} \times \frac{0/8}{0/04} \times \left(\frac{12}{100}\right)^2 = \frac{144}{1000}J = 144mJ$$

دقت کنید چون متحرک در ۸ سانتی‌متری انتهای پاره‌خط نوسان قرار دارد. بنابراین در ۴ سانتی‌متری مرکز نوسان است.

(۲۹) دامنه یک نوسانگر وزنه – فنر ۴cm است. اگر جرم وزنه ۲۰g و ثابت فنر ۳۲N/m باشد، بیشینه تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۸ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۶

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

برای به دست آوردن بیشینه تندی نوسانگر باید از رابطه $v_{max} = A\omega$ استفاده کنیم، اما چون ω مجهول است، به جای ω از رابطه $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ استفاده می‌کنیم. در این روابط باید m بر حسب kg، k برحسب $\frac{N}{m}$ و A بر حسب m باشد.

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

$$\xrightarrow[m=20g=20\times10^{-3}kg=2\times10^{-2}kg]{k=32\frac{N}{m}\ ,\ A=4cm=0/04m}$$

$$v_{max} = 0/04 \times \sqrt{\frac{32}{2\times10^{-2}}} = 0/04\sqrt{1600}$$

$$\Rightarrow v_{max} = 0/04 \times 40 \Rightarrow v_{max} = 1/6\ \frac{m}{s}$$

(۳۰) اختلاف طول‌موج دو موج الکترومغناطیسی A و B برابر با ۴۰۰nm و بسامد موج A، ۱/۸ برابر بسامد موج B است. موج الکترومغناطیسی A در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟

۱) فرابنفش ۲) مرئی ۳) فروسرخ ۴) میکروموج

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

برای مشخص نمودن ناحیه موج الکترومغناطیسی A در طیف امواج الکترومغناطیسی ابتدا باید طول‌موج آن‌را به‌دست آوریم. با توجه به داده‌های سؤال، چون $f_A = ۱/۸f_B$ است، باید $\lambda_A < \lambda_B$ باشد. بنابراین داریم:

$$\lambda_B - \lambda_A = ۴۰۰nm \quad (۱)$$

$$f_A = ۱/۸f_B \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} \frac{c}{\lambda_A} = ۱/۸\frac{c}{\lambda_B} \Rightarrow \lambda_B = ۱/۸\lambda_A \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} ۱/۸\lambda_A - \lambda_A = ۴۰۰ \Rightarrow ۰/۸\lambda_A = ۴۰۰$$

$$\Rightarrow \lambda_A = ۵۰۰nm$$

طول‌موج $\lambda = ۵۰۰nm$ مربوط به ناحیه مرئی طیف امواج الکترومغناطیسی است.