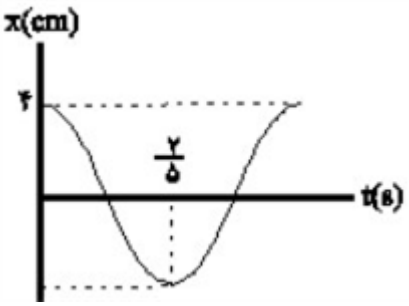
نام دبیر : مهدی باباخانی

عنوان آزمون : تست جمعبندی نوسان و امواج

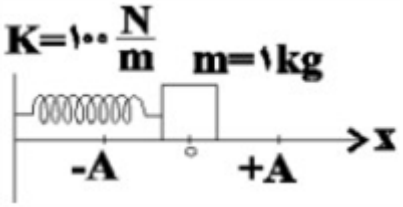
نام درس : فیزیک

۱ نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است. کمترین تندی متوسط نوسانگر در یک بازه دلخواه به مدت $۰/۲s$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ $\left(\sqrt{۲}=۱/۴\right)$



۱) ۱۲ ۲) ۲۶ ۳) ۲۴ ۴) ۲۷

۲ نوسانگری مطابق شکل روی محور x نوسان می‌کند و بیشینه و کمینه طول فنر ۳۰ و ۱۰ سانتی‌متر است. اگر نوسانگر در مبدأ زمان از مکان $x=+A$ از حال سکون رها شود، تندی متوسط این نوسانگر از لحظه شروع حرکت تا لحظه‌ای که به مکان اولیه خود بازمی‌گردد، چند $\frac{m}{s}$ است؟ $(\pi=۳)$



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

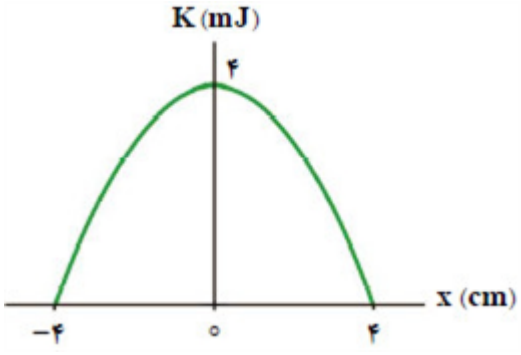
۳ نوسانگری به جرم $۴۰۰g$ در سطح افقی بدون اصطکاکی روی پاره‌خطی به طول $۸cm$ نوسان می‌کند و در مدت $۰/۱s$ یک بار طول این پاره‌خط را طی می‌کند. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل آن $۰/۲j$ است، انرژی جنبشی آن چند ژول است؟ $(\pi^۲=۱۰)$

۱) ۱/۰۸ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۱۲ ۴) ۰/۰۶

۴ یک سامانه جرم - فنر را روی سطح افقی بدون اصطکاک در نظر بگیرید. جرم را به اندازهٔ مشخصی از مکان تعادل خود کشیده و سپس رها می‌کنیم. پس از مدت $۰/۱۵s$ این جرم با تندی $۰/۵\frac{m}{s}$ برای اولین بار از مکان تعادل خود عبور می‌کند. دامنه حرکت این نوسانگر چند سانتی‌متر است؟ $(\pi=۳)$

۱) ۷/۵ ۲) ۵/۰ ۳) ۲/۵ ۴) ۲/۰

۵) نمودار تغییرات انرژی جنبشی بر حسب مکان یک نوسانگر ساده به جرم $۱۰۰g$ مطابق شکل است. بزرگی شتاب نوسانگر در لحظه‌ای که از مکان $x = ۳cm$ عبور می‌کند، چند متر بر مربع ثانیه است؟



۱) ۱۵ ۲) ۳ ۳) ۱/۵ ۴) ۰/۳

۶) معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = ۰/۰۴ \cos ۵۰۰t$ است. در هر دوره چند میلی‌ثانیه، بردار سرعت و بردار مکان نوسانگر هم‌جهت و هر دو در خلاف جهت محور x هستند؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) π ۴) ۲π

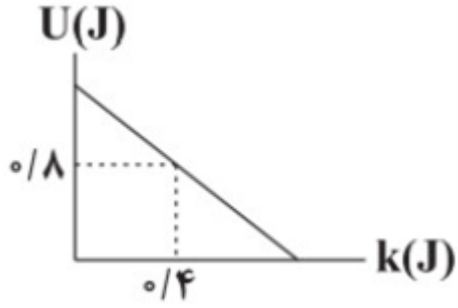
۷) دورهٔ عقربهٔ ساعت‌شمار، چند برابر دورهٔ عقربهٔ ثانیه‌شمار است؟

۱) ۶۰ ۲) ۴۸۰ ۳) ۷۲۰ ۴) ۳۶۰۰

۸) معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = ۰/۱ \cos\left(\frac{\pi}{۴}t\right)$ است. در بازه زمانی $t_۱ = ۲s$ تا $t_۲ = ۷s$ مجموعاً چند ثانیه حرکت متحرک کندشونده است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹) شکل مقابل نمودار انرژی پتانسیل بر حسب انرژی جنبشی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم $۵۰g$ را نشان می‌دهد. تندی این نوسانگر در نقطه تعادل چند متر بر ثانیه است؟

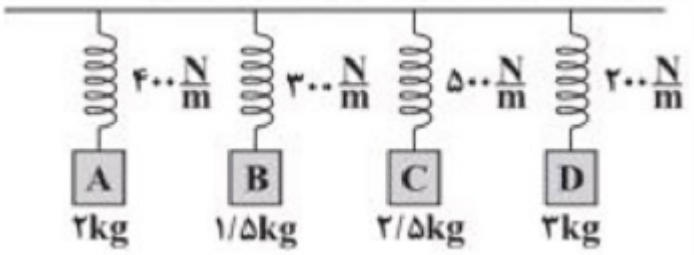


۱) $۴\sqrt{۲}$ ۲) $۴\sqrt{۳}$ ۳) $۰/۴\sqrt{۰/۳}$ ۴) $۰/۴\sqrt{۰/۲}$

۱۰) معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = ۰/۰۲ \cos ۵۰\pi t$ است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر ۲ برابر انرژی جنبشی آن است، تندی آن چند $\frac{m}{s}$ است؟ $(\pi = ۳)$

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

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

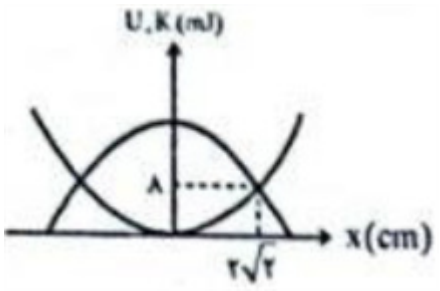


۱) B, D ۲) C, D ۳) B, C ۴) B, C, D

۱۲) معادلهٔ مکان - زمان وزنه‌ای ۳۰۰ گرم که روی خط راست نوسان می‌کند، در SI به صورت $x = ۰/۰۵ \cos ۴۰\pi t$ است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی جسم، $\frac{۱}{۳}$ مقدار بیشینه‌اش شود، انرژی جنبشی جسم چقدر است؟

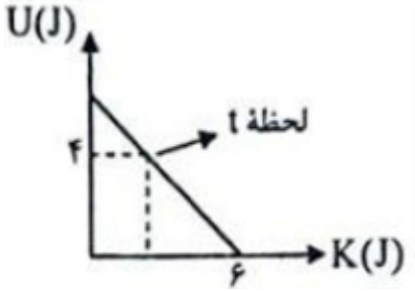
۱) $۰/۲\pi^۲$ ۲) $۰/۴\pi^۲$ ۳) $۰/۸\pi^۲$ ۴) $۰/۳\pi^۲$

۱۳) نمودار انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر جرم - فنری بر حسب مکان آن مطابق شکل مقابل است. ثابت فنر در SI کدام است؟



۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

۱۴) نمودار تغییرات انرژی پتانسیل نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، بر حسب تغییراتی انرژی جنبشی آن به صورت مقابل است. اگر جرم این نوسانگر $۱۰g$ باشد، تندی آن در لحظهٔ t چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۱۰ ۲) $۱۰\sqrt{۲}$ ۳) ۲۰ ۴) $۲۰\sqrt{۲}$

۱۵) معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده‌ای بر حسب زمان، در SI مطابق $x = ۰/۰۴ \cos ۴۰\pi t$ است. در بازهٔ زمانی $t = \frac{۱}{۵۰} s$ تا $t = \frac{۱}{۳۰} s$، چند ثانیه بردار مکان و بردار شتاب خلاف جهت یکدیگر هستند؟

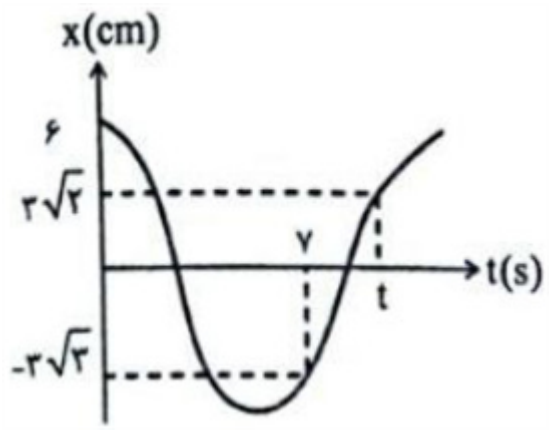
۱) $\frac{۲}{۱۵۰}$ ۲) ۰ ۳) $\frac{۱}{۱۵۰}$ ۴) $\frac{۱}{۳۰۰}$

۱۶ معادلهٔ حرکتی نوسانی یک نوسانگر جرم - فنر در SI به صورت $x = A\cos(۵\pi t)$ است. اگر مسافت طی شده توسط نوسانگر در هر ثانیه $۱۰cm$ و ثابت فنر $۵۰\frac{N}{m}$ باشد، دامنهٔ نوسان و جرم نوسانگر به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

۱) ۰/۲, ۱ ۲) ۰/۲, ۰/۰۱ ۳) ۲۰۰, ۱ ۴) ۲۰۰, ۰/۰۱

۱۷ نمودار حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است. اندازهٔ شتاب نوسانگر در لحظهٔ t چند متر بر مجذور ثانیه است؟

$(\pi^۲ = ۱۰)$



۱) $\frac{۱۰\sqrt{۲}}{۱۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۲۰}$ ۳) $۵\sqrt{۲}$ ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲۰}$

۱۸ بین حرکات آونگ ساده کم‌دامنه‌ای و نوسانگر وزنه - فنر هماهنگ ساده، تشدید رخ داده است. اگر طول آونگ را ۲ برابر کنیم، ثابت فنر نوسانگر هماهنگ ساده باید چند برابر کنیم تا بین نوسانات آن‌ها مجدداً تشدید رخ دهد؟

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

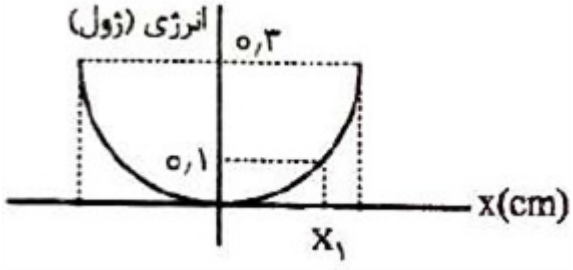
۱۹ کدام‌یک از عبارت‌های زیر، درست هستند؟

الف) در نوسان جرم و فنر اگر جرم نوسانگر ۲ برابر شود، انرژی مکانیکی نوسانگر دو برابر می‌شود.

ب) در نوسان جرم و فنر اگر بیشینه انرژی پتانسیل ۲ برابر شود، تندی نوسانگر در مرکز نوسان $\sqrt{۲}$ برابر می‌شود.

پ) اگر شکل مقابل نمودار یکی از انرژی‌های مکانیکی نوسانگری به جرم ۲۰۰ گرم باشد، تندی نوسانگر در مکان $x_۱$، $\frac{۲m}{s}$ است.

ت) در حرکت هماهنگ ساده، لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر $\frac{۱}{۳}$ انرژی پتانسیل آن است، تندی نوسانگر $\frac{۱}{۲}$ برابر تندی بیشینه آن است.



۱) الف و ت ۲) الف و ب ۳) ب و ت ۴) پ و ت

۲۰ رابطهٔ انرژی پتانسیل بر حسب اندازهٔ سرعت نوسانگری که بر روی پاره‌خطی به طول $۱۰cm$ نوسان می‌کند به صورت $U = ۱۸ - ۲V^۲$ است. در لحظه‌ای که این نوسانگر در فاصلهٔ $۲cm$ نقطهٔ بازگشت خود قرار دارد، اندازهٔ شتاب آن چند متر مربع ثانیه است؟ $(\pi^۲ \cong ۱۰)$

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۰۸ ۴) ۲۴۰

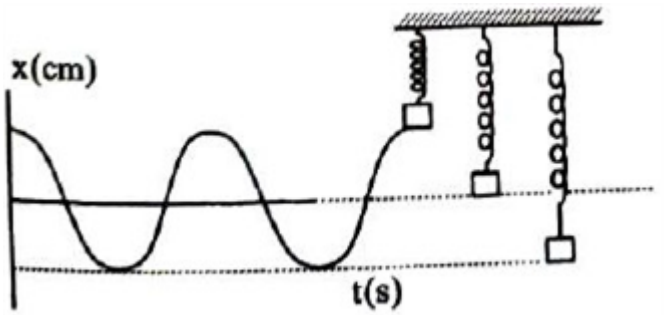
۲۱ دو آونگ ساده A و B با طول $L_A = ۱۶ \Rightarrow L_B$ بر روی پاره‌خطی به طول $۴cm$ به صورت همزمان به نوسان در می‌آیند. در مدت ۲۴ ثانیه آونگ B، ۹ نوسان بیشتر از آونگ A انجام می‌دهد. وقتی آونگ B در دورترین فاصله از نقطه تعادل خود قرار می‌گیرد. شتاب، حرکتش چند $\frac{m}{s^۲}$ است؟ $(\pi^۲ \cong ۱۰)$

۱) صفر ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۸

۲۲ دورهٔ نوسان یک آونگ ساده یک ثانیه است. اگر از طول آونگ ٪۱۹ کاهش یابد اختلاف زمان آونگ در مدت ده دقیقه، چند ثانیه و چگونه خواهد بود؟

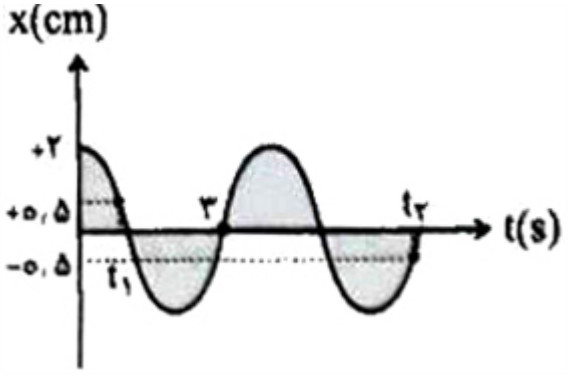
۱) ۶۰ ثانیه عقب می‌افتد. ۲) ۶۰ ثانیه جلو می‌افتد. ۳) ۱ ثانیه عقب می‌افتد. ۴) ۱ ثانیه جلو می‌افتد.

۲۳ مطابق شکل، جرم متصل به یک فنر با بسامد ۱۰HZ و دامنه $۶cm$ به طور هماهنگ در امتداد قائم نوسان می‌کند. پس از گذشت $\frac{۱}{۶۰}s$ از رها شدن جسم از بالای نقطه تعادل، تندی جسم ..... متر بر ثانیه و حرکت آن شتابدار ..... است.



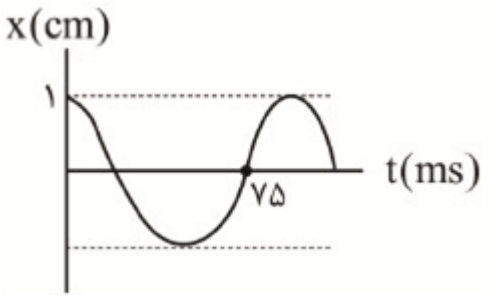
۱) ۰/۳π، تندشونده ۲) ۰/۳π، کندشونده ۳) ۰/۶π، کندشونده ۴) ۰/۶π، تندشونده

۲۴ نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل مقابل است. تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ چند متر بر ثانیه است؟



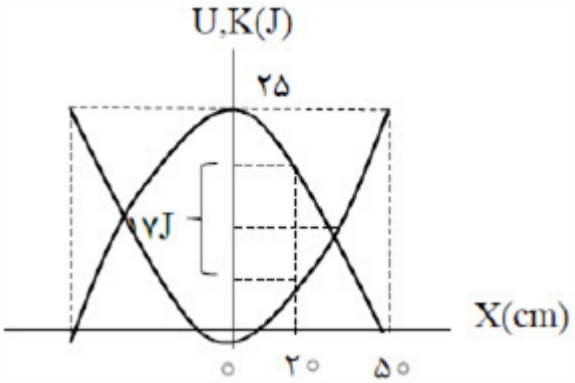
۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۰۳ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۵) نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۴۰۰ گرم مطابق شکل مقابل است. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی $\frac{۱}{۳}$ انرژی پتانسیل نوسانگر است. تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟



۱) $\frac{\pi}{۵}$ ۲) ۵π ۳) ۱۰π ۴) $\frac{\pi}{۱۰}$

۲۶) نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر ساده‌ای که روی محور x و حول $X = ۰$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل مقابل است. در $x = ۲۰cm$ انرژی پتانسیل نوسانگر چند ژول است؟



۱) ۴ ۲) ۵/۸ ۳) ۴/۲۵ ۴) ۱۲/۵

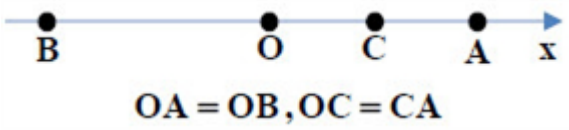
۲۷) به فنری به طول ۱ متر و ثابت $۲۰۰\frac{N}{m}$ که از نقطه‌ای از سقف آویخته شده است، جسمی به جرم $۵۰۰g$ آویخته و فنر را به آرامی آنقدر می‌کشیم که طولش $۱۰۴cm$ شود، سپس آن را رها می‌کنیم. تندی جسم هنگامی‌که طول فنر $۱۰۲/۵cm$ است، چند $\frac{cm}{s}$ است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}, \pi \cong ۳\right)$

۱) صفر ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۴۰

۲۸) معادله سرعت زمان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت $v = -\frac{\pi}{۱۰}\sin ۲۰\pi t$ می‌باشد. کمترین تندی متوسط این نوسانگر در بازهٔ زمانی $\frac{۱}{۳۰}$ ثانیه چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ $\left(\sqrt{۲} = ۱/۴, \sqrt{۳} = ۱/۷\right)$

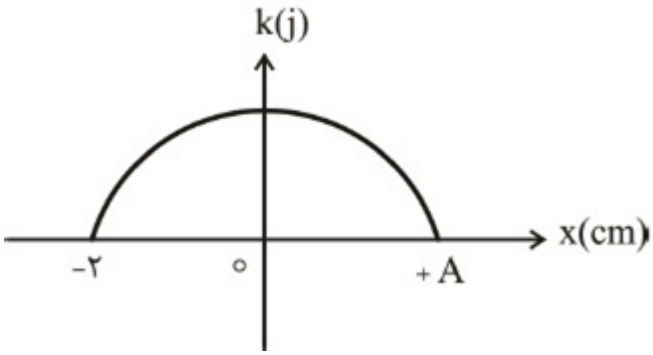
۱) ۲۵/۵ ۲) ۱۵ ۳) ۹ ۴) ۴/۵

۲۹) نوسانگر هماهنگ ساده‌ای بر محور x بین دو نقطهٔ A و B حول نقطهٔ تعادل O در حال نوسان است. اگر کمترین زمان لازم برای جابه‌جایی نوسانگر از نقطهٔ A تا B، ۰/۲ ثانیه باشد، کمترین زمان لازم برای جابه‌جایی نوسانگر از O تا C چند ثانیه است؟



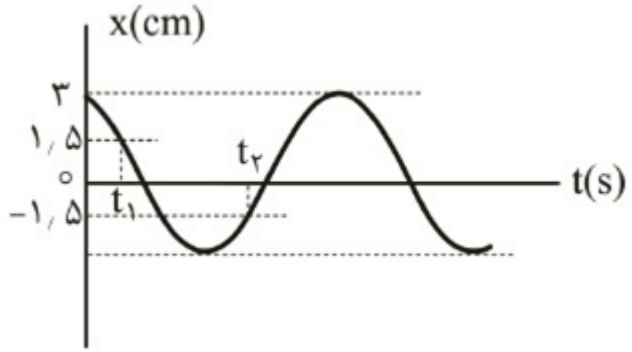
۱) $\frac{۱}{۳۰}$ ۲) $\frac{۱}{۱۵}$ ۳) $\frac{۱}{۵۰}$ ۴) $\frac{۱}{۲۰}$

۳۰) نمودار $(k-x)$ برای نوسانگری با دورهٔ تناوب ۰/۲s به صورت شکل مقابل است. تندی این نوسانگر در لحظه عبور از مکان $X = ۰/۵cm$ چند متر بر ثانیه است؟ $(\lambda^۲ \cong ۱۰)$



۱) $\frac{\sqrt{۶}}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۶}}{۴}$ ۳) $\frac{۶}{۸}$ ۴) $\frac{۳}{۸}$

۳۱) نمودار مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر $\frac{۳}{۴}$ انرژی مکانیکی نوسانگر است، تندی نوسانگر چند $\left(\frac{m}{s}\right)$ خواهد بود؟ $(t_۲ - t_۱ = ۶s)$



۱) $\frac{\pi}{۸۰۰}$ ۲) $\frac{\pi}{۴۰۰}$ ۳) $\frac{\pi}{۲۰۰}$ ۴) $\frac{\pi}{۱۰۰}$

۳۲) اگر طول آونگ ساده‌ای را ۱۶ سانتی‌متر کاهش دهیم، دورهٔ حرکت آن ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. بسامد زاویه‌ای آونگ در حالت اول چند رادیان بر ثانیه است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$

۱) $۲\sqrt{۸}$ ۲) $۴\sqrt{۱۰}$ ۳) $۲\sqrt{۱۰}$ ۴) $۴\sqrt{۵}$

۳۳ معادلهٔ مکان - زمان نوسانگری در SI به صورت $x = ۰/۰۴ \cos ۵۰\pi t$ است. کمترین تندی متوسط نوسانگر در مدت $\frac{۱}{۱۵۰}(s)$ چند میلی‌متر بر ثانیه $\left(\frac{mm}{s}\right)$ است؟

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۱۸۰ ۴) ۱۸۰۰

۳۴ جسمی را که به فنری متصل است، از وضعیت تعادل به اندازهٔ $۲cm$ می‌کشیم و در لحظهٔ $t = ۰$ رها می‌کنیم. با فرض اینکه این جسم حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد، مسافتی را که از لحظهٔ $t_۱ = \frac{T}{۴}$ تا لحظهٔ $t_۲ = \frac{۳T}{۸}$ می‌پیماید، چند سانتی‌متر است؟ (T دورهٔ تناوب حرکت است.)

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

۳۵ نوسانگر وزنه - فنر با دورهٔ ۲ ثانیه روی پاره‌خطی به طول ۸ سانتی‌متر در راستای قائم نوسان می‌کند. اگر نوسانگر در لحظهٔ $t = ۰s$ در بالاترین نقطهٔ مسیر باشد، تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t = ۰s$ تا $t = \frac{۵}{۳}s$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) ۳/۲ ۲) ۶/۲ ۳) ۸/۴ ۴) ۱۲/۴

۳۶ در شکل زیر، نوسانگر ساده‌ای بین دو نقطهٔ A و $-A$ در نوسان است. در کدام حالت بزرگی شتاب نوسانگر بیشینه است و در کدام حالت در حالی‌که حرکت نوسانگر کندشونده است، شتاب در جهت محور x است؟



۱) در نقطهٔ A یا $-A$ باشد - بین مرکز نوسان و $-A$، به سمت $-A$ در حرکت باشد.

۲) در نقطهٔ A یا $-A$ باشد - به سمت A یا $-A$ در حال حرکت باشد.

۳) در حال عبور از مرکز نوسان - در حال نزدیک شدن به A یا $-A$

۴) در حال عبور از مرکز نوسان - در حال نزدیک شدن به $-A$

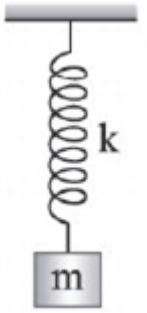
۳۷ جسمی به جرم $۱۰۰g$ به فنری با ثابت $۴۰\frac{N}{m}$ بسته شده و روی سطح بدون اصطکاکی به نوسان درمی‌آید. اگر دامنه نوسان $۲cm$ باشد.

الف) معادله مکان - زمان نوسانگر را بنویسید.

ب) در لحظه‌ای که مکان جسم $x = -۱cm$ است، بزرگی شتاب حرکت جسم را محاسبه کنید.

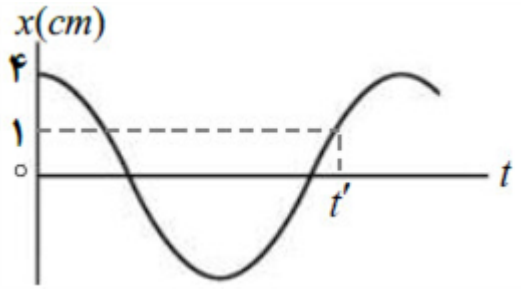
۳۸ فنر سبکی با طول عادی $۴۰cm$ مطابق شکل الف از سقف آویزان شده است. وزنهٔ کوچکی به جرم m را به انتهای آزاد فنر بسته و آن را به آرامی پایین می‌آوریم. در حالت تعادل طول فنر $۴۴cm$ می‌شود. اگر همین وزنه را به این فنر متصل کرده و در سطح افقی بدون اصطکاک به نوسان درآوریم. دورهٔ حرکت نوسانگر آن چند ثانیه می شود؟

$$\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}, \pi^۲ = ۱۰\right)$$

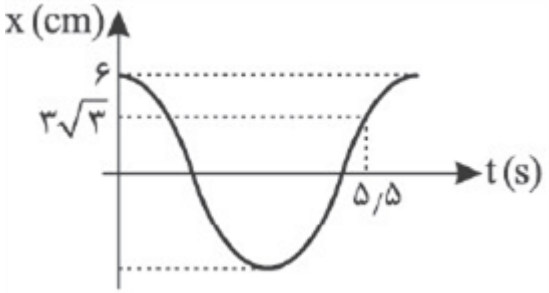


۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۸

۳۹ شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان نوسانگر جرم - فنری را نشان می‌دهد. اگر جرم وزنه $۲۰۰g$ و اندازهٔ شتاب نوسانگر در لحظهٔ t' برابر $۴\frac{m}{s^۲}$ باشد، انرژی پتانسیل نوسانگر در نقاط بازگشتی چند ژول است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.)

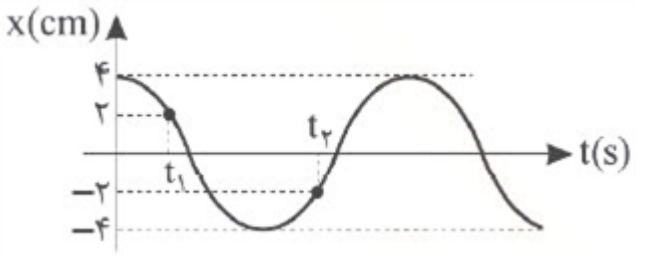


۴۰ نمودار مکان - زمان ذره‌ای به جرم ۵۰۰ گرم که حرکت هماهنگ ساده دارد، مطابق شکل است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی‌ژول است؟ $(\pi = ۳)$



۱) ۰/۴ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۹ ۴) ۰/۱۸

۴۱ نمودار مکان - زمان متحرکی که حرکت هماهنگ ساده دارد، مطابق شکل مقابل است. اگر $t_۲ - t_۱ = ۰/۲s$ باشد، اندازهٔ شتاب نوسانگر در لحظهٔ $t_۲$ در SI کدام است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$



۱) ۱۰ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۵

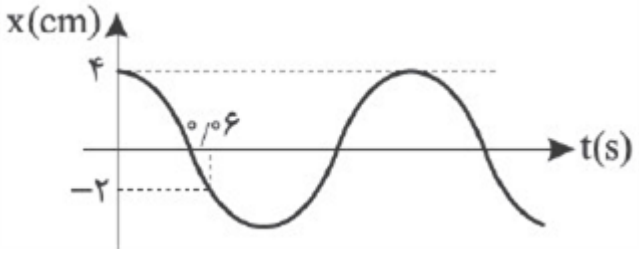
۴۲ نوسانگری به جرم $۴۰۰g$ در مسیری به طول $۲۰cm$، در هر دقیقه ۲۴۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. هنگامی‌که انرژی جنبشی نوسانگر $۱J$ است، انرژی پتانسیل نوسانگر چند ژول است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۲۸ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۲۸

۴۳ معادلهٔ مکان - زمان جسمی که بر روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، در SI به صورت $x = ۰/۰۵\cos(۲۰\pi t)$ است. در بازهٔ زمانی $t_۱ = \frac{۱}{۴۰}s$ تا $t_۲ = \frac{۵}{۶۰}s$ نوسانگر مسافت چند سانتی‌متر را می‌پیماید؟

۱) ۷/۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۵

۴۴ نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است. بیشینه تندی نوسان ذره در SI کدام است؟ $(\pi = ۳)$



۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۸}{۳}$ ۴) $\frac{۱۶}{۳}$

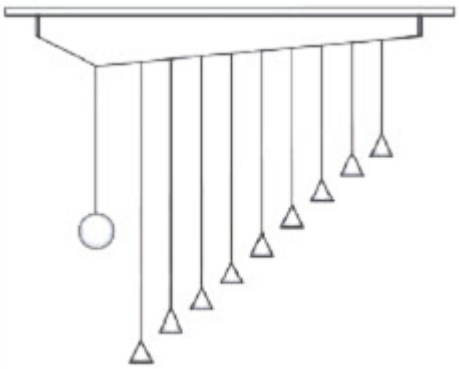
۴۵ چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) اگر دامنهٔ نوسانگر با اعمال نیروی خارجی، کوچک و کوچک‌تر شود، به چنین نوسانی، نوسان واداشته می‌گویند.

ب) در پدیدهٔ تشدید بسامد نیروی خارجی برابر بسامد طبیعی نوسانگر است.

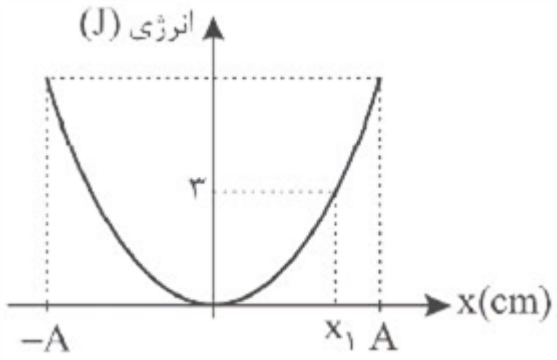
ج) در شکل مقابل اگر وزنه آونگ را عمود بر صفحه شکل به نوسان درآوریم همهٔ آونگ‌ها شروع به نوسان می‌کنند اما فقط یکی از آنها با بیشترین دامنه نوسان می‌کند.

د) اگر تاب را با بسامدهای بیشتر از بسامد طبیعی آن هل دهیم، دامنهٔ نوسان آن بیشتر از حالتی است که با بسامد طبیعی‌اش هل می‌دهیم.



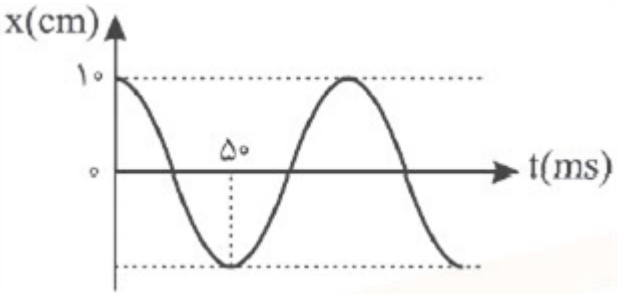
۱ (۱)　۲ (۲)　۳ (۳)　۴ (۴)

۴۶ نمودار انرژی پتانسیل نوسانگر ساده‌ای بر حسب مکان مطابق شکل مقابل است، اگر انرژی جنبشی نوسانگر از مکان x_1 تا مکان $x_2 = A$ به اندازهٔ ۲ ژول تغییر کند، انرژی مکانیکی نوسانگر در مکان $x_3 = -\frac{\sqrt{3}}{2}A$ چند ژول خواهد بود؟



۱ (۱)　۵ (۲)　$۳\sqrt{۳}$ (۳)　$۵\sqrt{۳}$ (۴)

۴۷ نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل مقابل است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر ۳ برابر انرژی جنبشی آن است، تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟



$\pi\sqrt{۳}$ (۱)　۳π (۲)　π (۳)　$\frac{\sqrt{۳}}{۲}\pi$ (۴)

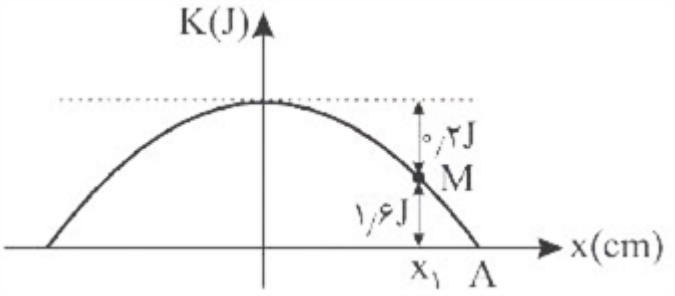
۴۸ در حرکت نوسانی سادهٔ دستگاه جرم - فنر، اگر جرم وزنهٔ نوسانگر را دو برابر و دامنهٔ نوسان را $\sqrt{۲}$ برابر کنیم، انرژی مکانیکی نوسانگر چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) ۳۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۵۰

۴۹ دو آونگ سادهٔ A و B به جرم‌های m_A و $m_B = ۲m_A$ را همزمان از انتهای پاره‌خط نوسان در $t = ۰$ به نوسان درمی‌آوریم. اگر در لحظه‌ای که آونگ A برای سومین بار به بیشترین تندی خود می‌رسد، تندی آونگ B برای دومین بار پس از $t = ۰$ به کمترین مقدار برسد، طول آونگ A چند برابر طول آونگ B است؟ (هر دو آونگ در $t = ۰$ از محل دامنه رها می‌شوند.)

۱) $\frac{۴}{۹}$ ۲) $\frac{۳}{۵}$ ۳) $\frac{۹}{۲۵}$ ۴) $\frac{۱۶}{۲۵}$

۵۰ سهمی شکل مقابل، نمودار تغییرات انرژی جنبشی بر حسب مکان را برای یک نوسانگر که دارای حرکت هماهنگ ساده است، نشان می‌دهد. در نقطهٔ M تندی نوسانگر چند برابر تندی بیشینهٔ نوسانگر است؟



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

۵۱ کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

الف) اگر در نوسان جرم - فنر، جرم وزنهٔ متصل به فنر ۲۱ درصد افزایش یابد، دورهٔ نوسان ۱۰ درصد زیاد می‌شود.

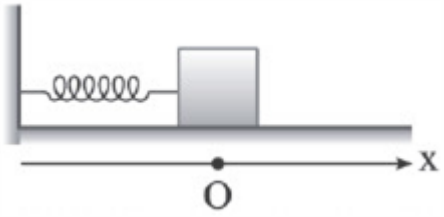
ب) اگر نوسانگر وزنه - فنر را از زمین به ماه ببریم، دورهٔ نوسان آن افزایش می‌یابد.

ج) در دستگاه نوسانگر وزنه - فنر هر قدر فنر سخت‌تر باشد، بسامد نوسان جرم بسته شده به آن بیشتر می‌شود.

د) حرکت نوسانی سادهٔ دستگاه جرم - فنر، نوعی حرکت با شتاب ثابت است.

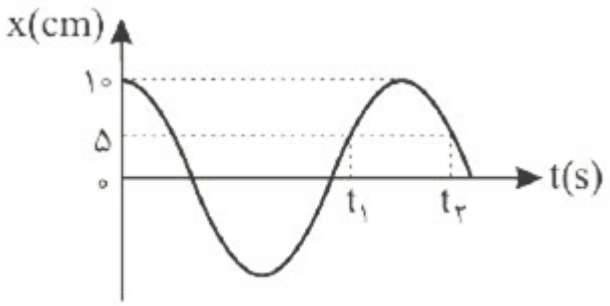
۱) الف و د ۲) الف و ج ۳) ب و ج ۴) ج و د

۵۲ مطابق شکل جسمی روی سطح افقی با اصطکاک ناچیز به یک فنر بسته شده است. جسم را از وضع تعادل $۱۰cm$ به طرف راست می‌کشیم و سپس آن را از این نقطه در $t = ۰$ رها می‌کنیم تا حرکت هماهنگ ساده داشته باشد. اگر در ۱۰ ثانیه اول، جهت حرکت جسم، ۴۰ بار تغییر کند، معادلهٔ حرکت جسم در SI کدام می‌تواند باشد؟



۱) $x = ۰/۱\cos(۸\pi t)$ ۲) $x = ۰/۱\cos(۴\pi t)$ ۳) $x = ۰/۲\cos(۸\pi t)$ ۴) $x = ۰/۲\cos(۴\pi t)$

۵۳ نمودار مکان - زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده دارد، مطابق شکل مقابل است. اگر $t_۲ - t_۱ = \frac{۱}{۳۰}s$ باشد، حداقل زمانی‌که نوسانگر طی می‌کند تا از مکان $x = ۸cm$ با حرکت تندشونده به مکان $x = -۸cm$ با حرکت تندشونده برسد، چند ثانیه است؟



۱) $\frac{۱}{۴۰}$ ۲) $\frac{۱}{۳۰}$ ۳) $\frac{۱}{۲۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۰}$

۵۴ نوسانگری بر روی پاره‌خطی به طول $۲۰cm$ با دورهٔ $۰/۵s$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. کمترین مدت زمانی‌که طول می‌کشد تا شتاب نوسانگر از $-۸\sqrt{۳}\frac{m}{s^۲}$ به $۸\frac{m}{s^۲}$ برسد، چند ثانیه است؟ ($\pi^۲ \simeq ۱۰$)

۱) $\frac{۱}{۲۴}$ ۲) $\frac{۱}{۱۲}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۵۵ در یک مکان که تراز شدت صورت ۸۶ دسی‌بل است، چند دقیقه طول می‌کشد تا به یک قاب مربعی شکل به ضلع $۵mm$ که عمود بر مسیر انتشار صورت قرار دارد، $۱/۵\mu J$ انرژی صوتی برسد؟

$\left(I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{w}{m^۲}, \log ۲ = ۰/۳\right)$

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

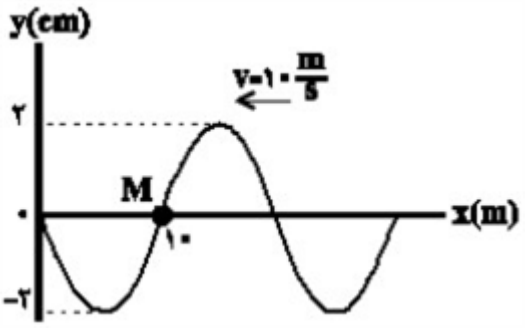
۵۶ در فاصله ۱۰ متری از یک چشمه صوت، تراز شدت صوت ۲۰ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت I است. در فاصله چند متری از این چشمه صوت تراز شدت صوت ۲۰ دسی‌بل کم‌تر از تراز شدت صوت I است؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر شود.)

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰۰

۵۷ نخستین امواج P و S حاصل از یک زمین‌لرزه به ترتیب ۱۲۰ ثانیه و ۱۸۰ ثانیه پس از وقوع آن توسط لرزه‌نگار ثبت می‌شود. اگر اختلاف تندی این دو موج $۲/۵\frac{km}{s}$ باشد، تندی امواج طولی حاصل از این زمین‌لرزه چند $\frac{km}{s}$ است؟

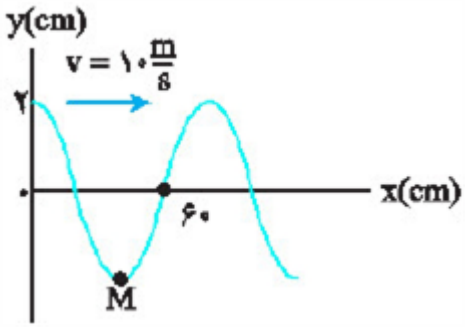
۱) ۵ ۲) ۷/۵ ۳) $\frac{۱۰}{۳}$ ۴) ۴

۵۸ شکل مقابل، تصویر لحظه‌ای از موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. ذره M، $1s$ پس از این لحظه در چه مکانی بر حسب سانتی‌متر قرار دارد و تندی‌اش چند متر بر ثانیه است؟



۱) صفر، صفر
۲) ۲، صفر
۳) صفر، $0/02\pi$
۴) صفر، 2π

۵۹ شکل مقابل، نقش یک موج عرضی را در لحظه $t = 0s$ نشان می‌دهد. در بازه زمانی صفر تا $0/02s$، حرکت ذره M چگونه است؟

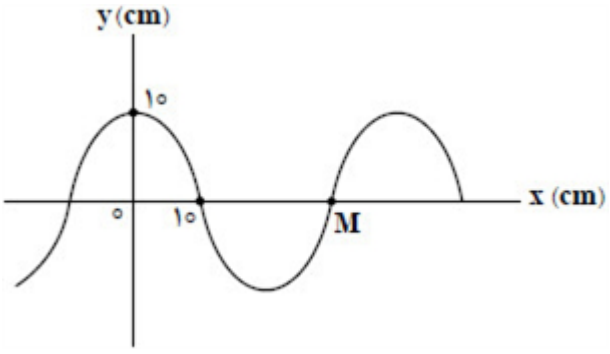


۱) پیوسته تندشونده
۲) پیوسته کندشونده
۳) ابتدا کندشونده سپس تندشونده
۴) ابتدا تندشونده سپس کندشونده

۶۰ اگر از یک چشمه صوت ۲۰ متر دور شویم، تراز شدت صوتی که به گوش می‌رسد، ۱۴ دسی‌بل تغییر می‌کند. فاصلهٔ اولیه از این چشمه صوت چند متر بوده است؟ (از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود و $\log 2 = 0/3$)

۱) ۵
۲) ۱۵
۳) ۲۵
۴) ۱۰

۶۱ نمودار جابه‌جایی - مکان یک موج عرضی که با بسامد 8Hz در یک ریسمان منتشر می‌شود، در یک لحظهٔ معین مطابق شکل مقابل است. تندی ذرهٔ M در این لحظه چند متر بر ثانیه است؟

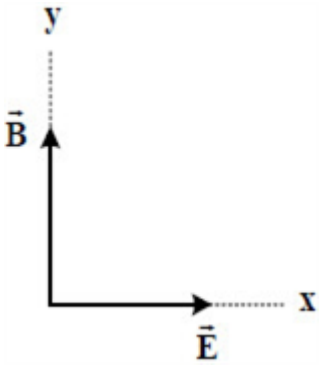


۱) $\frac{8\pi}{5}$
۲) $\frac{4\pi}{5}$
۳) $\frac{8}{5}$
۴) $\frac{16}{5}$

۶۲ در یک فضای باز، تراز شدت صوت در فاصلهٔ ۱۰ متری از یک چشمهٔ نقطه‌ای صوت ۶۴ دسی‌بل است. تراز شدت صوت در فاصلهٔ ۱۰۰ متری از این چشمه صوت چند دسی‌بل است؟ (از جذب انرژی توسط محیط انتشار صرف نظر شده است.)

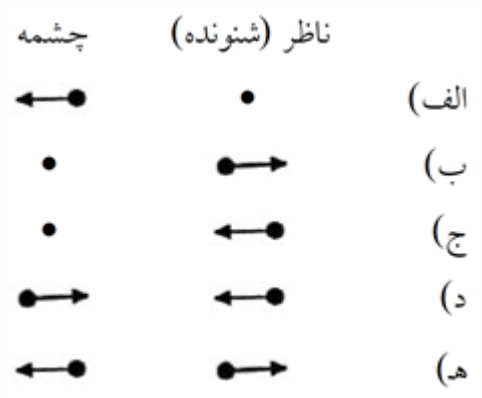
۱) ۴۴
۲) ۱۶
۳) ۶/۴
۴) ۰/۶۴

۶۳ شکل مقابل، بردارهای میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یک موج الکترومغناطیسی را یک نقطه و در لحظهٔ معینی نشان می‌دهد. جهت انتشار این موج کدام است؟



۱) $\odot$ ۲) ↗ ۳) $\otimes$ ۴) ↘

۶۴ شکل‌های زیر جهت‌های حرکت یک چشمهٔ صوتی با طول موج λ_0 و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد.



در چه تعداد از این شکل‌ها، طول موج در محل ناظر کم‌تر از λ_0 است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۵ تراز شدت صوت مربوط به آستانهٔ شنوایی شخصی، 28dB است. اگر در فاصلهٔ یک متری منبع صوت، تراز شدت صوت رسیده به گوش شخص برابر با 60dB باشد، باید فاصلهٔ شخص تا منبع چند متر باشد تا صوت رسیده از این منبع را به زحمت بشنود؟ ($\log 2 = 0/3$، $I_0 = 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$، امواج به صورت کروی پخش می‌شوند و اتلاف انرژی صوت ناچیز است.)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۶۶ در سه فاصلهٔ r_1، r_2 و r_3 از یک چشمهٔ صوت، شدت‌های صوت به ترتیب، I_1، I_2 و I_3 و ترازهای شدت صوت به ترتیب، β_1، β_2 و β_3 است. اگر $\beta_2 = \frac{\beta_1 + \beta_3}{2}$ باشد، کدام گزینه، درست است؟

۱) $I_2 = \frac{I_1 + I_3}{2}, r_2 = \frac{r_1 + r_3}{2}$

۲) $I_2 = \sqrt{I_1 I_3}, r_2 = \frac{r_1 + r_3}{2}$

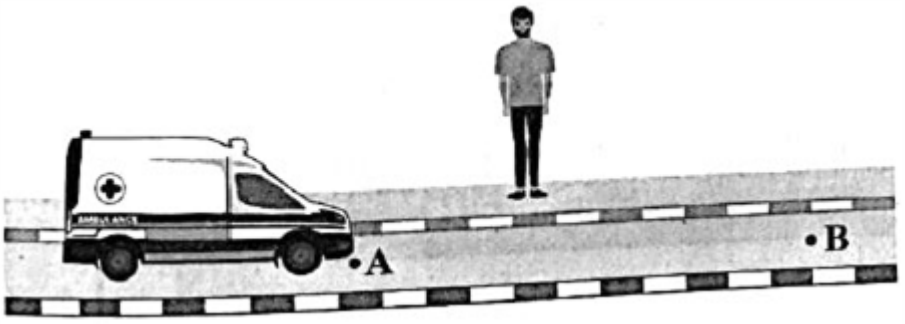
۳) $I_2 = \frac{I_1 + I_3}{2}, r_2 = \sqrt{r_1 r_3}$

۴) $I_2 = \sqrt{I_1 I_3}, r_2 = \sqrt{r_1 r_3}$

۶۷ تراز شدت صوت موتور جت در فاصلهٔ ۳۰ متری، ۱۳۰ دسی‌بل است. توان صوتی متوسط موتور جت در این فاصله چند کیلووات است؟ $\left(I_{\circ} = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}, \pi \cong ۳\right)$

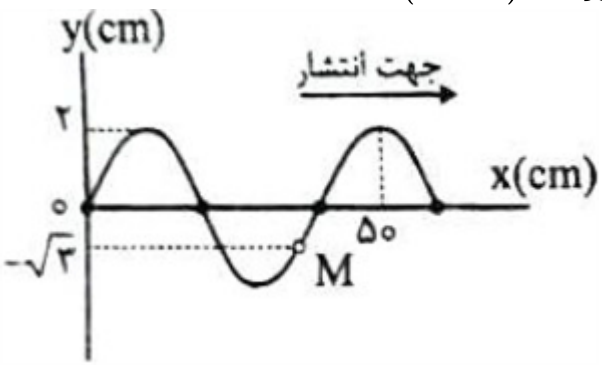
۱) ۲۷ ۲) ۱۰۸ ۳) ۳۵۱ ۴) ۱۴۰۴

۶۸ مطابق شکل زیر، فردی کنار خیابان ایستاده و یک آمبولانس با بسامد آژیر $f_{\circ}$ از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌شود. کدام گزینه در مورد بسامد صوتی که به گوش شخص می‌رسد، صحیح است؟



۱) همواره کم‌تر از $f_{\circ}$ است.
۲) همواره بیشتر از $f_{\circ}$ است.
۳) ابتدا کم‌تر از $f_{\circ}$ و سپس بیشتر از $f_{\circ}$ است.
۴) ابتدا بیشتر از $f_{\circ}$ و سپس کم‌تر از $f_{\circ}$ است.

۶۹ شکل مقابل، یک موج سینوسی را در لحظه $t = ۰$ نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر نیروی کشش ریسمان ۲۰۰ نیوتن و چگالی خطی (جرم واحد طول) آن ۵۰۰ گرم بر متر باشد، در چه لحظه‌ای برای اولین بار تندی نوسان نقطهٔ M به ۶ متر بر ثانیه می‌رسد؟ $(\pi \cong ۳)$

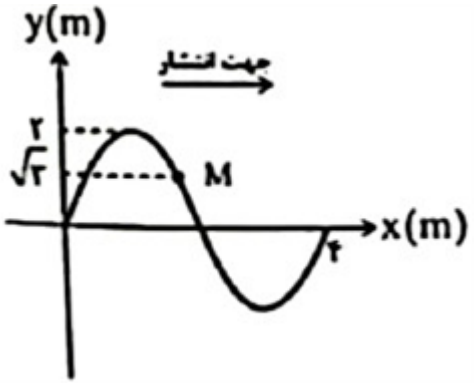


۱) $\frac{۱}{۱۲۰}$ ۲) $\frac{۱}{۱۵۰}$ ۳) $\frac{۱}{۱۸۰}$ ۴) $\frac{۱}{۲۴۰}$

۷۰ دو تار یکنواخت و هم‌جنس A و B را به ترتیب با نیروهای F_A و $F_B = \frac{۱}{۲}F_A$، می‌کشیم. اگر تندی انتشار امواج عرضی در دو تار V_A و V_B و $V_A = ۲\sqrt{۲}V_B$ باشد، قطر تار چرخش A چند برابر قطر تار B است؟

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

۷۱) نقش یک موج در لحظهٔ t به صورت مقابل است. در بازهٔ زمانی $(t, t+۲)s$ سرعت متوسط ذره M چند متر بر ثانیه است؟ $(T = ۱۲ \Rightarrow s)$



۱) صفر
۲) $۱ - \sqrt{\frac{۳}{۲}}$
۳) $۱ - \sqrt{۳}$
۴) $۲ - ۲\sqrt{۳}$

۷۲) کدام‌یک از گزینه‌های زیر برای یک موج طولی که در یک فنر منتشر می‌شود، صحیح نیست؟

۱) در یک لحظه از زمان، در مکان‌هایی که بیشترین جمع‌شدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل صفر است.

۲) در وسط فاصلهٔ بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینهٔ مجاور هم، اندازه جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل بیشینه است.

۳) در وسط فاصلهٔ بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینهٔ مجاور هم، اندازه جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل صفر است.

۴) طول موج برابر با فاصلهٔ بین و جمع‌شدگی یا دو بازشدگی متوالی است.

۷۳) یک موج الکترومغناطیسی با بسامد $۴ \times ۱۰^{۱۵}\text{Hz}$ در خلأ، رو به شرق در حال انتشار است. اگر در مبدأ زمان، $E = \frac{E_{\max}}{۲}$ و جهت آن رو به شمال و در حال افزایش باشد، در چه لحظه‌ای پس از لحظهٔ $t = ۰s$ برای اولین بار، اندازهٔ میدان مغناطیسی $B = \frac{B_{\max}}{۲}$ و در حال افزایش است و در این لحظه جهت میدان مغناطیسی کدام است؟

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{-۱۶}\ s$ و بالا
۲) $۲/۵ \times ۱۰^{-۱۶}\ s$ و پایین
۳) $۱/۲۵ \times ۱۰^{-۱۶}\ s$ و بالا
۴) $۱/۲۵ \times ۱۰^{-۱۶}\ s$ و پایین

۷۴) در سیمی با نیروی کشش F امواج عرضی با تندی ۷ منتشر می‌شوند. اگر طول سیم را ۷۰ درصد کاهش و نیروی کشش آن را ۴۴ درصد افزایش دهیم، تندی امواج عرضی در این سیم چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۴۰ درصد - کاهش
۲) ۴۰ درصد - افزایش
۳) ۲۰ درصد - کاهش
۴) ۲۰ درصد - افزایش

۷۵ دونده‌ای به صورت کندشونده به چشمهٔ صوت ساکنی نزدیک می‌شود. تا قبل از رسیدن شخص به چشمهٔ صوت بسامد احساس شده توسط شخص چگونه تغییر می‌کند؟ (دونده تا قبل از رسیدن به منبع صوت متوقف نمی‌شود.)



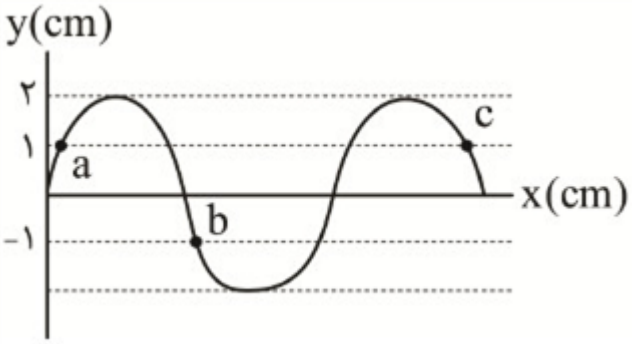
۱) کاهش می‌یابد، ولی همواره بیشتر از بسامد ارسالی توسط منبع صوت است.

۲) افزایش می‌یابد، ولی همواره بیشتر از بسامد ارسالی توسط منبع صوت است.

۳) کاهش می‌یابد، ولی همواره کمتر از بسامد ارسالی توسط منبع صوت است.

۴) افزایش می‌یابد، ولی همواره کمتر از بسامد ارسالی توسط منبع صوت است.

۷۶ شکل مقابل یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد و موج در خلاف جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. کدام مورد دربارهٔ ذرات a، b و c درست است؟



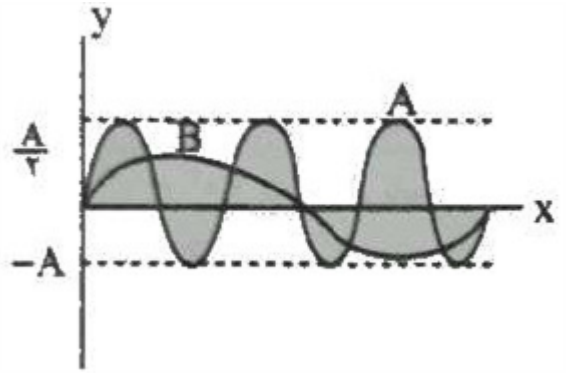
۱) انرژی جنبشی ذرات a و b با هم برابر هستند.

۲) ذرات a و c به طرف بالا در حرکت هستند.

۳) فاصلهٔ a تا c، ۲ برابر طول موج است.

۴) ذره a تندشونده و ذرهٔ c کندشونده حرکت می‌کند.

۷۷ شکل مقابل، دو موج مکانیکی A و B را نشان می‌دهد که در یک محیط یکسان منتشر می‌شوند. آهنگ متوسط انتقال انرژی B به آهنگ متوسط انتقال انرژی موج A کدام است؟



۱) $\frac{۳}{۲}$

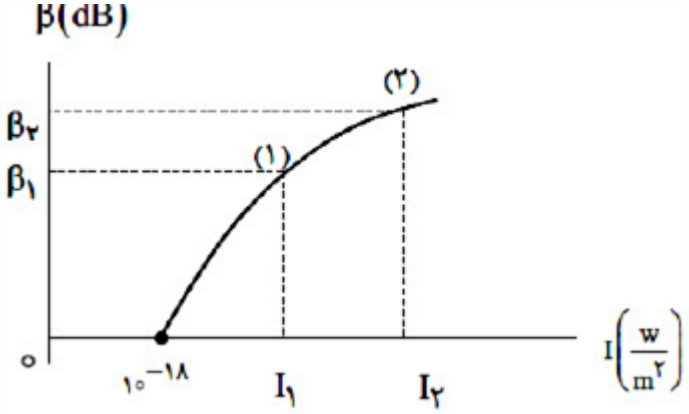
۲) $\frac{۹}{۴}$

۳) $\frac{۱}{۶}$

۴) $\frac{۱}{۳۶}$

۷۸) شکل مقابل نمودار تراز شدت صوت را بر حسب شدت آن برای یک چشمهٔ صوت که امواج صوتی را با توان $۰/۰۴۸\mu W$ ارسال می‌کنند، نشان می‌دهد. دو شنوندهٔ ۱ و ۲ که در فاصله‌های $۲۰m$ و $۱۰m$ از چشمهٔ صوت قرار دارند، صوت‌های با تراز شدت صوت‌های $\beta_۱$ و $\beta_۲$ دریافت می‌کنند. $(\beta_۲ - \beta_۱)$ و $\beta_۱$ از راست به چپ چند دسی‌بل است؟

$(\log ۲ = ۰/۳, \pi = ۳)$



۱) ۶ و ۷۶ ۲) ۳ و ۷۶ ۳) ۳ و ۷۰ ۴) ۶ و ۷۰

۷۹) سیمی به طول L و جرم m مفروض است و با نیروی F کشیده می‌شود و در آن امواج عرضی ایجاد می‌کنیم. اگر این سیم را از وسیله‌ای عبور دهیم تا بدون تغییر جرم، طولش دو برابر و تحت همان نیرو باشد، سرعت انتشار موج و طول موج به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

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

۸۰) شدت صوتی $۶\frac{\mu W}{cm^۲}$ است. اگر تراز شدت صوت ۱۴dB افزایش یابد، شدت صوت جدید چند $\frac{\mu W}{cm^۲}$ است؟

$(\log ۲ = ۰/۳)$

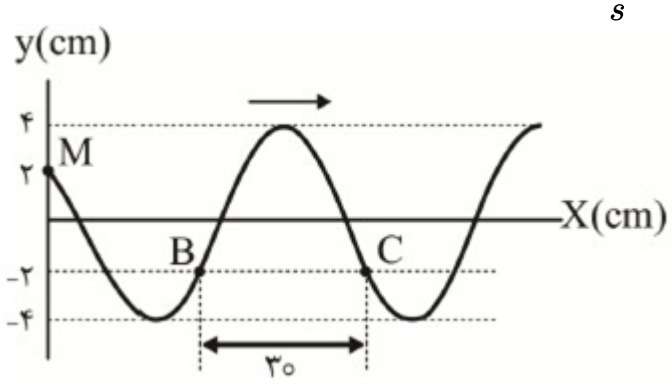
۱) ۱۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۹۶ ۴) ۱۴۰

۸۱) اگر شدت صوت در مکانی $۰/۰۵\mu\frac{w}{m^۲}$ باشد. تراز شدت صوت در آن مکان چند دسی‌بل است؟

$\left(\log^۲ = ۰/۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{w}{m^۲}\right)$

۱) ۴/۳ ۲) ۴۳ ۳) ۴/۷ ۴) ۴۷

۸۲ شکل مقابل یک مورد سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای در حال انتشار است. پس از لحظهٔ نشان داده شده در شکل، حداقل $۱۰s$ طول می‌کشد تا ذرهٔ M از طناب برای دومین بار از $y = -۲cm$ عبور کند. تندی انتشار موج چند $\frac{cm}{s}$ است؟



۱) ۴/۵ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۳/۷۵

۸۳ ۳ ناظر A، B و C در فاصله‌های r، $۳r$ و $۹r$ متر از یک چشمه صوت نقطه‌ای قرار دارند. تراز شدت صوتی که ناظرهای A و B حس می‌کنند، β و $\frac{۸}{۹}\beta$ است. تراز شدت صوتی که ناظر C در معرض آن قرار دارد، چند دسی‌بل است؟ $(\log ۳ = ۰/۵)$

۱) ۲۰ ۲) ۷۰ ۳) ۵۰ ۴) ۸۵

۸۴ شنونده‌ای در فاصلهٔ ۳۰ متری از یک منبع صوت، صوت حاصل را با بلندی $۸۰db$ احساس می‌کند. در صورتی‌که ۱۰ درصد توان در این فاصله جذب محیط شده باشد، توان منبع چند میلی‌وات است؟ $\left(\pi = ۳, I_{۰} = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}\right)$

۱) ۱۰۸۰ ۲) ۱۱۰۰ ۳) ۱۱۸۰ ۴) ۱۲۰۰

۸۵ تندی انتشار موج عرضی در تار کشیده‌ای با سطح مقطع دایره‌شکل، تحت نیروی کشش F، برابر ۷ است. تار را از ابزاری عبور می‌دهیم تا بدون تغییر جرم، از قطر مقطع آن ۲۰ درصد کاسته شود. نیروی کشش آن را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا تندی انتشار موج عرضی در آن تغییر نکند؟

۱) ۲۰ درصد کاهش ۲) ۲۵ درصد افزایش ۳) ۳۶ درصد کاهش ۴) ۴۴ درصد افزایش

۸۶ اگر $۶۰m$ از یک چشمهٔ صوتی دور شویم، تراز شدت صوت ۱۲dB کاهش می‌یابد. فاصلهٔ اولیه از چشمهٔ صوت چند متر بوده است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۶۰

۸۷ چه تعداد از موارد زیر درست است؟

الف) وقتی صدای تلویزیون را زیاد می‌کنیم، ارتفاع صوت آن افزایش می‌یابد.

ب) هر چه شدت صوت بیشتر شود، بلندی صوتی که می‌شنویم، بیشتر می‌شود.

پ) معمولاً ارتفاع صوت مرد از ارتفاع صوت زن بیش‌تر است.

ت) دستگاه شنوایی انسان به بسامدهای متفاوت حساسیت‌های متفاوتی نشان می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۸ تراز شدت صوت یک منبع صوتی در فاصله ۳۰ متری از آن ۲۱ دسی‌بل است. چند متر باید دورتر شویم تا تراز شدت صوت آن $\frac{۱}{۳}$ برابر شود؟ ($\log ۲ = ۰/۳$ و از جذب انرژی صرف نظر می‌کنیم.)

۱) ۲۴ ۲) ۷۵ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۲۰

۸۹ توسط دو چشمهٔ موج مشابه در طول دو تار کشیده شدهٔ همگن A و B، امواج عرضی ایجاد نموده‌ایم. طول تار A برابر L و جرم آن m و طول تار B برابر $۲L$ است. اگر جرم $۰/۴$ طول تار B برابر نصف جرم تار A بوده و نیروی کشش در طول دو تار برابر باشد، فاصلهٔ دو قلّهٔ متوالی در تار B چه کسری از فاصلهٔ یک قلّه و یک درّهٔ متوالی موج ایجاد شده در تار A است؟

۱) $۰/۴\sqrt{۵}$ ۲) $۰/۸\sqrt{۵}$ ۳) $۰/۸\sqrt{۱۰}$ ۴) $۰/۴\sqrt{۱۰}$

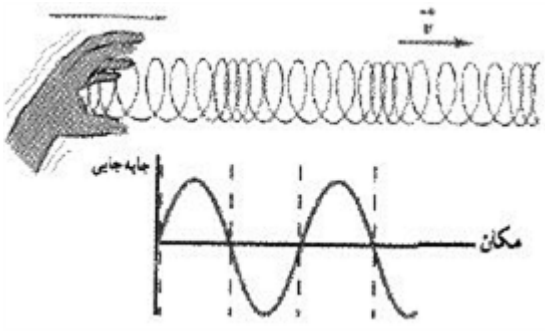
۹۰ فردی صدای یک بلندگو را می‌شنود. اگر دامنه صدا ۲ برابر و فاصله فرد تا بلندگو نصف شود، تراز شدت صوت چه تغییری می‌کند؟ ($\log ۲ = ۰/۳$)

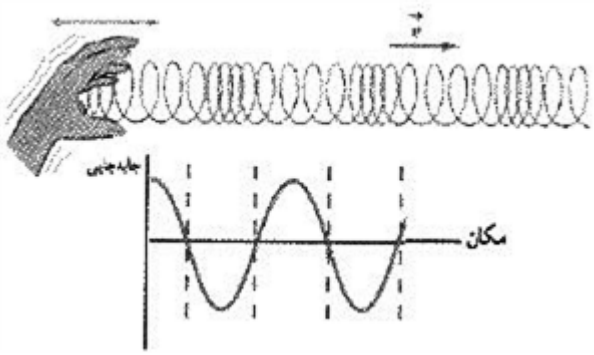
۱) ۱۲dB زیاد می‌شود. ۲) $۲۰B$ زیاد می‌شود. ۳) $۱/۲$ برابر می‌شود ۴) ۲ برابر می‌شود.

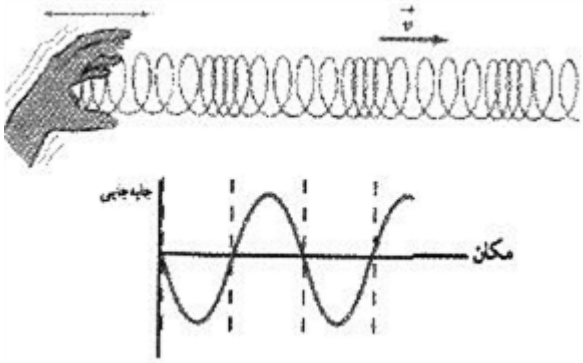
۹۱ یک بلندگو با توان $P = ۱۵ \Rightarrow W$ صدا تولید می‌کند. اگر صوت در تمام جهات به طور یکنواخت پراکنده شود و از اتلاف انرژی صرف نظر کنیم، در فاصلهٔ ۵ متری از بلندگو در هر دقیقه چند ژول انرژی وارد هر سوراخ گوش انسان می‌شود؟ (مساحت سوراخ گوش را تقریباً $۰/۵cm^۲$ در نظر بگیرید و $\pi = ۳$)

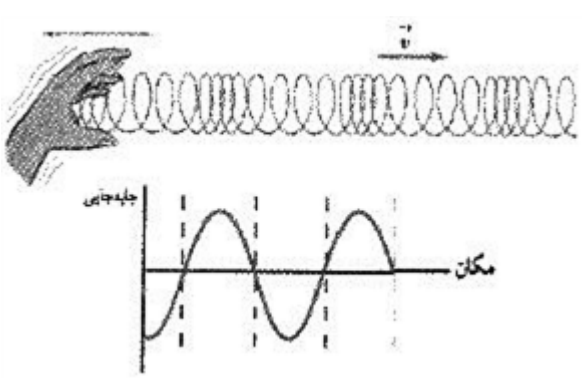
۱) ۵×۱۰^{-۴} ۲) $۱/۵ \times ۱۰^{-۴}$ ۳) ۵×۱۰^{-۳} ۴) $۱/۵ \times ۱۰^{-۳}$

۹۲ نمودار جابه‌جایی مکان برای کدام فنر درست رسم شده است؟

۱


۲


۳


۴


۹۳ تاری به سطح مقطع $۲mm^۲$ را با نیروی $۱۰N$ کشیده‌ایم و در آن موجی عرضی به بسامد ۲۵۰Hz ایجاد کرده‌ایم. فاصله دو قله متوالی چند سانتی‌متر است؟ $\left(\text{تار } \rho = \frac{۸g}{cm^۳}\right)$

۱ ۴ ۲ ۶ ۳ ۸ ۴ ۱۰

۹۴ یک تار موج صوتی با طول موج $۱/۶m$ در هوا ایجاد کرده است. اگر چگالی خطی جرم تار $۲\frac{g}{m}$ و نیروی کشش تار $۸۰N$ باشد، طول موج موج ایستاده در تار چند m است؟ (تندی صوت در هوا $۳۲۰\frac{m}{s}$ است.)

۱ ۰/۲۵ ۲ ۰/۵ ۳ ۰/۸ ۴ ۱

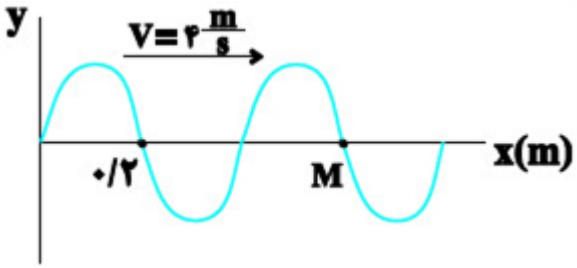
۹۵ توان خروجی یک بلندگو $p = ۱۲ \Rightarrow W$ است. اگر از اتلاف انرژی صرف نظر کنیم، حداکثر در چه فاصله‌ای از بلندگو می‌توان صدای بلندگو را شنید؟ (آستانه شنوایی $I = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$ ، $\pi = ۳$)

۱) $۱۰^{۳} m$ ۲) $۱۰^{۴} m$ ۳) $۱۰^{۵} m$ ۴) $۱۰^{۶} m$

۹۶ یک سوسک با تندی $v = ۲ \frac{cm}{s}$ حرکت می‌کند. امواج طولی و عرضی ناشی از حرکت سوسک به ترتیب با تندی $v_L = ۱۵۰ \frac{m}{s}$ و $v_T = ۵۰ \frac{m}{s}$ در ماسه منتشر می‌شود. این امواج با فاصله زمانی $۰/۲s$ به نزدیک‌ترین پای عقرب ماسه‌ای می‌رسد. فاصله سوسک تا عقرب ماسه‌ای چند متر است؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۵

۹۷ شکل مقابل، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که با تندی $۴ \frac{m}{s}$ در جهت محور x حرکت می‌کند. ذرهٔ M چند ثانیه پس از این لحظه برای دومین بار به نقطهٔ بازگشتی (انتهای مسیر) می‌رسد؟

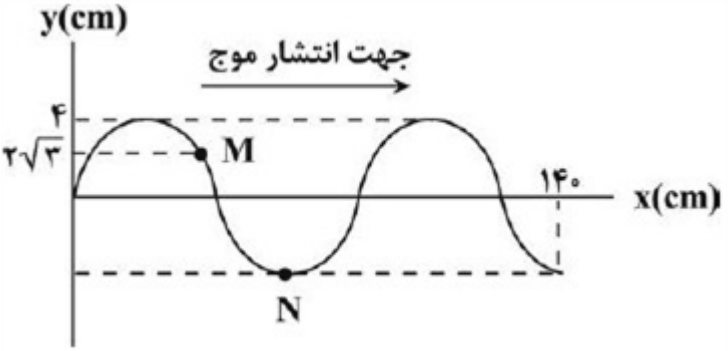


۱) $\frac{۱}{۴۰}$ ۲) $\frac{۳}{۴۰}$ ۳) $\frac{۳}{۲۰}$ ۴) $\frac{۳}{۱۰}$

۹۸ توان یک چشمهٔ صوت ۵۰۰ میلی‌وات است. اگر در یک فضای باز موج صوتی حاصل پس از ۰/۶۲۵ ثانیه به شنونده‌ای برسد و شنونده بلندی صوت را ۶۰ دسی‌بل احساس کند، در انتشا صوت در این زمان چند درصد توان جذب محیط شده است؟ ($I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$ ، $\pi = ۳$ ، تندی صوت در محیط $= ۳۲۰ \frac{m}{s}$)

۱) ۷۶ ۲) ۹۶ ۳) ۴ ۴) ۴۰

۹۹ شکل مقابل، نقش یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد که با سرعت $۵ \frac{m}{s}$ در جهت محور x در حال انتشار است. تندی متوسط ذرهٔ M در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۰۲s$ و $t_۲ = ۰/۱s$ (برحسب SI) چند برابر اندازهٔ سرعت ذرهٔ N در لحظهٔ $t = ۰/۱۲s$ (بر حسب SI) می‌باشد؟



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

۱۰۰ یک دستگاه لرزه‌نگار که در شهر تهران نصب شده، دو موج لرزه‌ای نوع P (طولی) و نوع S (عرضی) را با فاصلهٔ زمانی ۲ دقیقه دریافت می‌کند. اگر تندی متوسط انتشار امواج P برابر $۸\frac{km}{s}$ و تندی متوسط انتشار امواج S برابر $۴\frac{km}{s}$ باشد، کانون زلزله در عمق چند کیلومتری زمین است؟

۱) ۴۸۰ ۲) ۶۲۰ ۳) ۹۶۰ ۴) ۱۹۲۰

۱۰۱ شخصی بین دو چشمهٔ صوتی مشابه با توان صوتی یکسان ایستاده و دو صدای مجزا به تراز شدت‌های $\beta_۱ = ۴۳\text{dB}$ و $\beta_۲ = ۷۷\text{dB}$ می‌شوند. فاصلهٔ این شخص تا چشمهٔ دورتر چند برابر فاصلهٔ او از چشمهٔ نزدیک‌تر است؟ ($\log ۲ \simeq ۰/۳$ و اتلاف انرژی ناچیز و دامنه ثابت فرض می‌شود.)

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

۱۰۲ در نزدیکی یک ارهٔ برقی، شدت صوت $I = \sqrt{۱۰} \times ۱۰^{-۲} \frac{W}{m^۲}$ است. تراز این شدت صوت چند dB است؟ $\left(I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}\right)$

۱) ۱۰/۵ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰۵ ۴) ۱۵۰

۱۰۳ شنونده‌ای در فاصلهٔ ۱ متری یک منبع صوتی کوچک که موج کروی انتشار می‌دهد، ایستاده است، شنونده تقریباً چند سانتی‌متر به طرف منبع نزدیک شود تا تراز شدت صوت برای او ۱۲ دسی‌بل افزایش یابد؟ (از اتلاف انرژی صوتی در هوا چشم‌پوشی می‌شود و $\log ۲ \simeq ۰/۳$)

۱) ۲۵ ۲) ۴۰ ۳) ۷۵ ۴) ۶۰

۱۰۴ در شکل زیر، آمبولانس با تندی ثابت در حال حرکت به سمت راست است و امواج صوتی با طول موج λ_s و بسامد f_s را منتشر می‌کند. کدام مقایسهٔ زیر در مورد بسامد (f) دریافتی توسط اشخاص ساکن ۱ و ۲ و طول موج صوت (λ) در محل این دو شخص در لحظهٔ نشان داده شده صحیح است؟



۱) $\lambda_۲ < \lambda_s < \lambda_۱$ ۲) $f_۱ = f_۲ < f_s$ ۳) $f_۲ < f_۱$ ۴) $\lambda_۱ = \lambda_۲$

۱۰۵ در انتشار امواج الکترومغناطیسی سینوسی کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

الف) تندی انتشار تمام طیف این امواج در یک محیط مادی مانند آب برابر یکدیگر است.

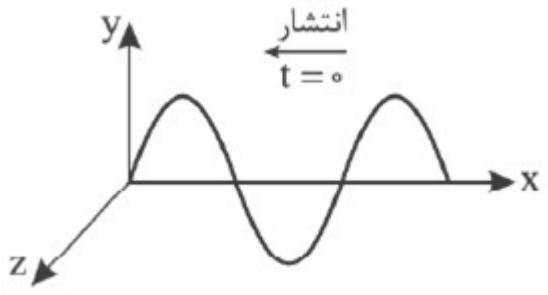
ب) تمام امواج الکترومغناطیسی عرضی هستند.

ج) در انتشار یک موج الکترومغناطیسی در خلأ با بسامد معین نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، طول موج یکسان دارند.

د) جهت پیشروی امواج الکترومغناطیسی در جهت عمود بر راستای میدان الکتریکی است.

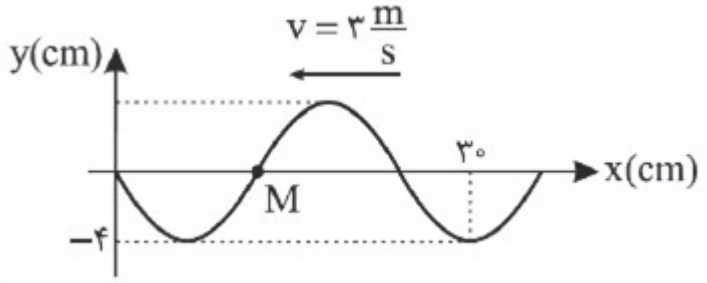
۱) فقط الف و ب ۲) فقط ب و ج ۳) فقط ج و د ۴) ب، ج و د

۱۰۶) شکل مقابل نقش میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی تخت که در جهت منفی محور x انتشار می‌یابد، را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در لحظهٔ $\frac{T}{۲}$ میدان مغناطیسی موج در مکان $x = ۰$ در کدام جهت است؟ (T دورهٔ موج است.)



۱) $+z$ ۲) $-z$ ۳) $+y$ ۴) $-y$

۱۰۷) شکل زیر نقش یک موج عرضی را در یک فنر کشیده شده در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد که با تندی $۳\frac{m}{s}$ در خلاف جهت محور x در حال انتشار است. در لحظهٔ $t = ۰/۰۲s$، شتاب ذرهٔ M از فنر در SI کدام است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

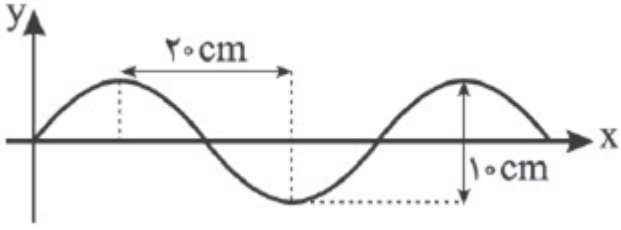


۱) ۵۰ ۲) -۵۰ ۳) ۲۵۰ ۴) -۲۵۰

۱۰۸) طنابی به جرم ۱۰۰ گرم و چگالی خطی جرم $۲۰۰\frac{g}{m}$ را با نیروی $۸۰N$ می‌کشیم. سر آزاد طناب را با چه بسامدی تکان دهیم تا کمترین فاصلهٔ یک قله و درهٔ موج، در موج سینوسی ایجاد شده در طناب، $۵cm$ شود؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

۱۰۹) شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی را در یک طناب کشیده شده نشان می‌دهد. اگر A دامنهٔ نوسان ذرات محیط و λ طول موج باشد، کدام مورد صحیح است؟

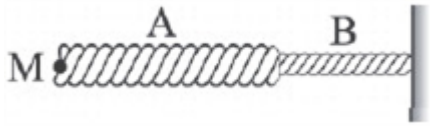


۱) $\lambda = ۲۰cm, A = ۱۰cm$ ۲) $\lambda = ۴۰cm, A = ۱۰cm$
۳) $\lambda = ۲۰cm, A = ۵cm$ ۴) $\lambda = ۴۰cm, A = ۵cm$

۱۱۰) موج طولی در راستای یک فنر بلند افقی در حال انتشار است. در یک لحظه، نقطهٔ M واقع بر فنر دارای حداکثر فشردگی و نقطهٔ N دارای حداکثر بازشدگی‌اند. جابه‌جایی نقطهٔ M و N از وضع تعادل فنر به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

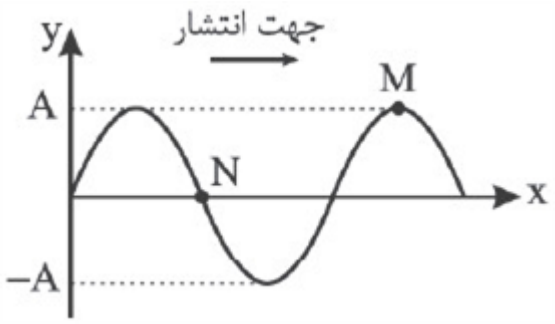
۱) بیشینه - بیشینه ۲) صفر - صفر ۳) بیشینه - صفر ۴) کمینه - صفر

۱۱۱ مطابق شکل زیر، دو طناب افقی و همگن A و B به هم متصل شده و مجموعه به دیوار بسته شده است. سر آزاد طناب (نقطهٔ M) را با دامنهٔ A و بسامد f در راستای قائم به نوسان درمی‌آوریم. در انتشار موج عرضی از طناب A به طناب B، طول موج انتشار موج در طناب B چند برابر طول موج انتشار موج در طناب A است؟ (چگالی و قطر مقطع طناب A هر کدام دو برابر چگالی و قطر مقطع طناب B است.)



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

۱۱۲ شکل مقابل نقش موج عرضی در یک طناب تحت کشش در حالت افقی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در مدت زمانی‌که نقطهٔ M واقع بر طناب، از لحظهٔ نشان داده شده برای اولین بار به مکان $y = -\frac{A}{۲}$ می‌رسد. نقطهٔ N واقع بر طناب به چه مکانی می‌رسد؟



۱) $\frac{A}{۲}$
۲) $-\frac{A}{۲}$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$
۴) $-\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$

۱۱۳ یک دستگاه، صدایی با تراز شدت صوت $\beta_۱ = ۴۰\text{dB}$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_۲ = ۴۵\text{dB}$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (برحسب $\frac{W}{m^۲}$) به ترتیب، $I_۱$ و $I_۲$ هستند. $\frac{I_۲}{I_۱}$ کدام است؟

۱) ۱۰۰
۲) ۵۰
۳) $\sqrt{۱۰}$
۴) $\sqrt{۵}$

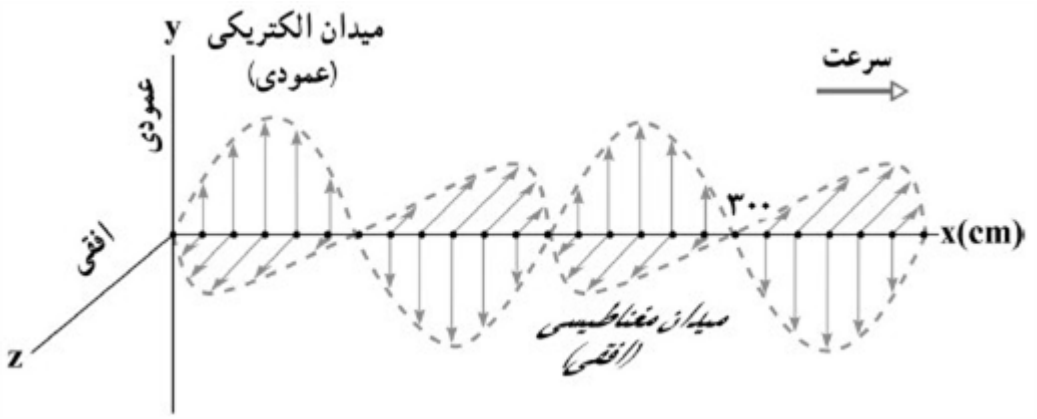
۱۱۴ یک موج سینوسی از قسمت ضخیم طنابی به قسمت نازک آن وارد می‌شود. بخشی از این موج از مرز عبور می‌کند و بخشی از آن باز می‌تابد. کدام کمیت موج عبوری در مقایسه با موج فرودی کاهش می‌یابد؟

۱) دامنه
۲) دوره تناوب
۳) تندی انتشار
۴) طول موج

۱۱۵ اگر در یک فضای باز، فاصلهٔ خود را از چشمهٔ صوت دو برابر کنیم، تراز شدت صوت چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟ (از جذب انرژی صوتی توسط محیط، صرف‌نظر شود و $\log ۲ = ۰/۳$)

۱) ۱۲
۲) ۶
۳) ۴
۴) ۳

۱۱۶ یک تصویر لحظه‌ای از موج الکترومغناطیسی که در خلأ منتشر می‌شود مطابق شکل است. بسامد این موج چند مگاهرتز است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$



۱) ۱۲۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۲

۱۱۷ یک چشمهٔ صوت ساکن است و شنونده‌ای در حال دور شدن از آن است. کدام مورد در مقایسه با حالتی که این دو نسبت به هم ساکن‌اند، درست است؟

۱) بسامدی که شنونده می‌شوند کاهش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده ثابت می‌ماند.

۲) بسامدی که شنونده می‌شوند افزایش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده ثابت می‌ماند.

۳) بسامدی که شنونده می‌شوند کاهش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده کوتاه‌تر می‌شود.

۴) بسامدی که شنونده می‌شوند افزایش می‌یابد و طول موج دریافتی توسط شنونده بلندتر می‌شود.

۱۱۸ یک نوسان‌ساز، موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده شده ایجاد می‌کند. اگر کشش ریسمان را افزایش دهیم، «تندی موج»، «دوره تناوب موج» و «طول موج»، به ترتیب، چه تغییری می‌کنند؟

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

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

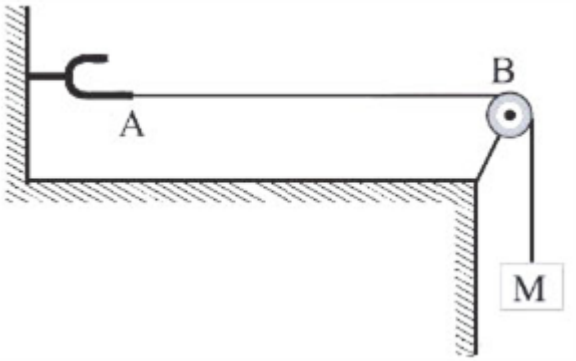
۱۱۹ اگر E میدان الکتریکی و B میدان مغناطیسی باشد، یکای حاصل‌ضرب $\mu_{۰}\epsilon_{۰}$ با یکای کدام گزینه یکسان است؟ ($\epsilon_{۰}$ و $\mu_{۰}$ به ترتیب ضریب گذردهی خلأ و ثابت تراوایی مغناطیسی خلأ است.)

۱) $\frac{E}{B}$ ۲) $\left(\frac{E}{B}\right)^{۲}$ ۳) $\frac{B}{E}$ ۴) $\left(\frac{B}{E}\right)^{۲}$

۱۲۰ در امواج طولی راستای انتشار موج بر راستای ارتعاش ذرات محیط ..... بوده و جابه‌جایی ذره‌ای از محیط انتشار موج که در مرکز یک فشردگی قرار دارد، ..... است.

۱) منطبق - صفر ۲) عمود - صفر ۳) منطبق - بیشینه ۴) عمود - بیشینه

۱۲۱) در شکل مقابل، طناب AB توسط دیاپازونی با بسامد ۱۰۰Hz به ارتعاش درمی‌آید. اگر طول طناب AB برابر $۱۰۰cm$ و جرم آن $۲۰۰g$ باشد، جرم وزنهٔ آویزان از قرقره M چند کیلوگرم باشد تا بر اثر موج عرضی ایجاد شده در طول تار ۵ گره پدیدار شود؟ (از جرم نخ آویزان صرف نظر شود، $g = ۱۰\frac{N}{kg}$)

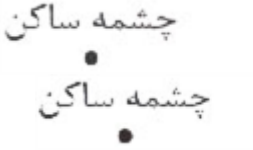


۱) ۵۰ ۲) ۵ ۳) ۸۰ ۴) ۸

۱۲۲) شکل زیر جهت‌های حرکت یک منبع صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد. در کدام‌یک از موارد زیر بسامد موج دریافتی توسط ناظر بیشتر از بسامد صوت منبع صوت می‌باشد؟

الف) 

ب) 

ج) 

د)

۱) الف و ب ۲) ب و ج ۳) الف، ج و د ۴) فقط ب

۱۲۳) در فنری موج عرضی ایجاد شده و فاصلهٔ مراکز دو قلهٔ مجاور هم برابر $۲۰cm$ است. اگر بسامد موج را دو برابر کرده و در این فنر موج طولی ایجاد کنیم، کمترین فاصلهٔ مراکز دو ناحیه متراکم و منبسط مجاور هم چند سانتی‌متر می‌تواند باشد؟

۱) ۲/۵ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۷/۵

۱۲۴) مساحت یک سطح دریافت‌کنندهٔ صوت که عمود بر راستای انتشار صوت است، برابر $۲۵cm^۲$ بوده و در هر دقیقه ۱۵ پیکوژول انرژی صوتی به این سطح می‌رسد. تراز شدت صوت این چشمه در این نقطه چند دسی‌بل (dB) است؟
$\left(I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}\right)$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

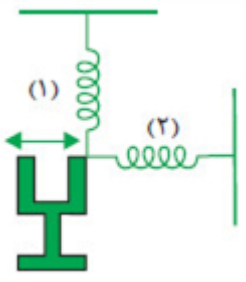
۱۲۵) اگر ۹ متر به یک منبع صوت نزدیک شویم، تراز شدت صوت ۲۰dB افزایش می‌یابد. فاصلهٔ اولیه از این منبع چند متر بوده است؟ (جذب انرژی صوتی و اتلاف انرژی صوتی را در نظر نگیرید.)

۱) ۱۱ ۲) ۱۰ ۳) $\frac{۱۰۰}{۹}$ ۴) $\frac{۱۰۰۰}{۹}$

۱۲۶) شنونده‌ای بین دو چشمهٔ صوتی با توان‌های خروجی $P_۱ = ۴۰۰W$ و $P_۲ = ۱۶ \Rightarrow W$ قرار دارد و شدت صوت یکسانی را از دو چشمه دریافت می‌کند. اگر چشمه‌ها و شنونده، روی یک خط صاف باشند و فاصلهٔ دو چشمه از یکدیگر ۱۲ باشد، فاصلهٔ شخص از چشمهٔ با توان بیشتر، چند سانتی‌متر است؟ (از جذب و اتلاف انرژی صرف‌نظر می‌شود.)

۱) ۲ ۲) ۶/۴ ۳) ۸/۲ ۴) ۱۰

۱۲۷ در شکل مقابل، فنرها یکسان و با نوسان دیاپازون، در فنرها موج گسیل می‌شود. در این حالت در فنر ۱ موج ..... و در فنر ۲ موج ..... ایجاد می‌شود و ..... موج در مورد این فنرها یکسان است.



۱) طولی - عرضی - بسامد
۲) عرضی - طولی - بسامد
۳) طولی - عرضی - طول موج
۴) عرضی - طولی - طول موج

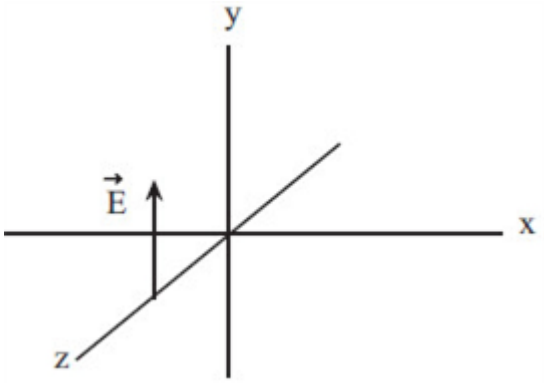
۱۲۸ شکل مقابل، میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی با دوره تناوب $۲ \times ۱۰^{-۱۵}\ s$ را در یک لحظه نشان می‌دهد که با سرعت $۳ \times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$ در حال انتشار است. در این لحظه میدان مغناطیسی مربوط به این موج در جهت $+x$ است. کدام موارد زیر درباره این موج صحیح هستند؟

الف) این موج در ناحیه مرئی قرار دارد و جهت انتشار آن در خلاف جهت محور z است.

ب) مسافتی که موج در مدت ۱ ثانیه طی می‌کند برابر $۶۰۰nm$ است.

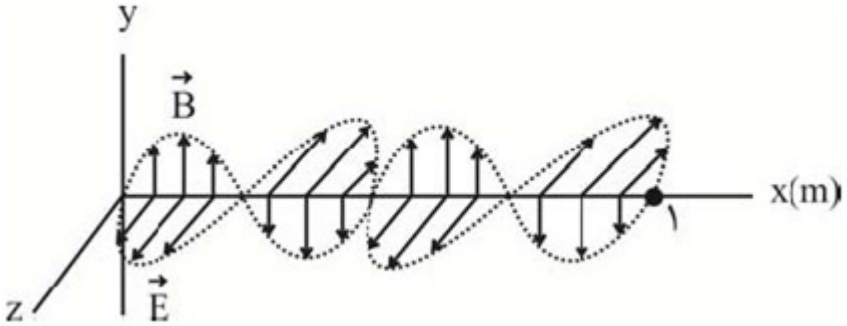
پ) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی هم‌زمان دارای بیشینه مقدار خود می‌شوند.

ت) بسامد این موج از بسامد پرتو فروسرخ کمتر است.



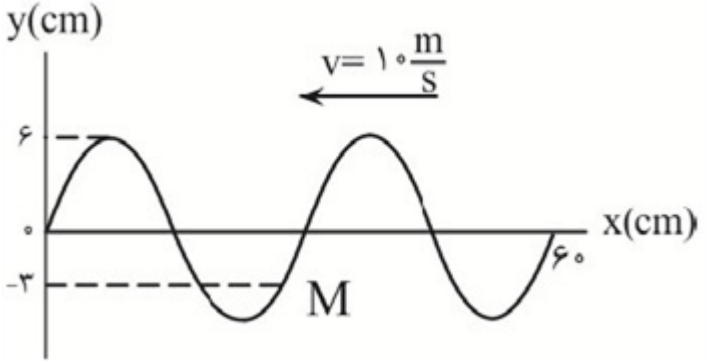
۱) الف و ب
۲) الف و پ
۳) ب و پ
۴) پ و ت

۱۲۹ تصویر یک موج الکترومغناطیسی که در خلأ منتشر شده است، در یک لحظه، به شکل زیر است. بسامد این موج بر حسب مگاهرتز و جهت انتشار آن کدام است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}\right)$



۱) ۶۰۰، در جهت محور x
۲) ۶۰۰، در خلاف جهت محور x
۳) ۱۲۰۰، در جهت محور x
۴) ۱۲۰۰، در خلاف جهت محور x

۱۳۰) شکل زیر، نقش یک موج عرضی منتشر شده در یک طناب را در لحظهٔ $t = ۰s$ نشان می‌دهد. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه تندی ذرهٔ M برای اولین بار بیشینه می‌شود؟



۱) $\frac{۱}{۱۰۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲۰۰}$ ۳) $\frac{۱}{۸۰}$ ۴) $\frac{۱}{۴۰۰}$

۱۳۱) بسامد یک موج الکترومغناطیسی ۶۰۰THz است. به ترتیب، طول موج این موج در خلأ چند متر است و این موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$

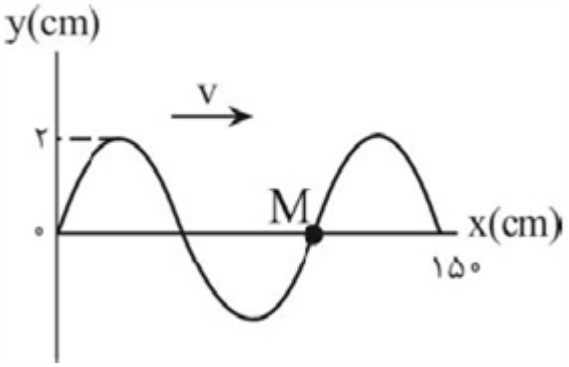
۱) ۵×۱۰^{-۷}، نور مرئی ۲) ۵×۱۰^{-۷}، میکروموج

۳) ۲×۱۰^{-۷}، نور مرئی ۴) ۲×۱۰^{-۷}، میکروموج

۱۳۲) سیمی را با نیروی $F_۱$ می‌کشیم تا یک موج عرضی در آن منتشر شود. مدت زمان پیشروی این موج از یک سر سیم تا وسط آن t است. حال اگر سیم را آن قدر بکشیم که قطر مقطع آن نصف شود و سپس تحت تأثیر نیروی $F_۲$ قرار دهیم، مدت زمان پیشروی موج از یک سر سیستم تا سر دیگر آن در حالت جدید برابر $۴t$ می‌شود. $\frac{F_۲}{F_۱}$ کدام است؟

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

۱۳۳) قطر سطح مقطع یک سیم مرتعش $۱mm$ و چگالی آن $۸ \frac{g}{cm^۳}$ است. اگر نیروی کشش این سیم $۹/۶N$ باشد، ذرهٔ M پس از چند ثانیه برای بار دوم به مکان $y = ۲cm$ می‌رسد؟ $(\pi = ۳)$



۱) $\frac{۱}{۱۶۰}$ ۲) $\frac{۳}{۱۶۰}$ ۳) $\frac{۷}{۱۶۰}$ ۴) $\frac{۵}{۱۶۰}$

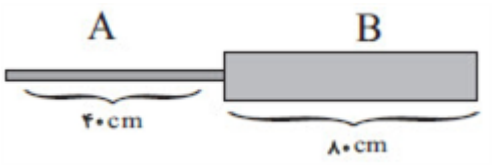
۱۳۴ طنابی به جرم ۲۰۰ گرم و طول ۸ متر با نیروی ۲۰ نیوتون کشیده می‌شود. تندی انتشار موج عرضی در این طناب چند متر بر ثانیه است؟

۱) $۲۰\sqrt{۲}$ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰ ۴) $۱۰\sqrt{۲}$

۱۳۵ چشمهٔ موجی با بسامد ۵ هرتز در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $۵۰\frac{cm}{s}$ است، نوسان‌های عرضی ایجاد می‌کند. فاصلهٔ بین یک قله و یک درّهٔ متوالی چند سانتی‌متر است؟

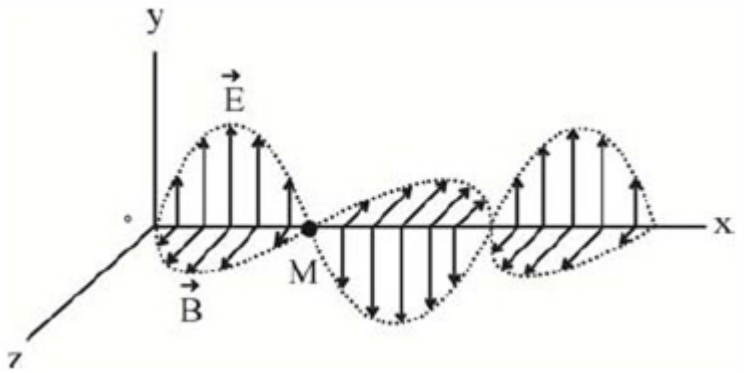
۱) ۰/۱ ۲) ۲/۵ ۳) ۱۰ ۴) ۵

۱۳۶ دو سیم A و B را مطابق شکل به هم می‌بندیم و آن را می‌کشیم تا در طول سیم امواج عرضی انتشار یابد. قطر مقطع سیم B، ۲۰ درصد بیشتر از قطر مقطع سیم A و چگالی سیم A، ۳۶ درصد کمتر از چگالی سیم B است. در صورتی‌که تندی انتشار موج در سیم A، $۸\frac{cm}{s}$ باشد، چند ثانیه طول می‌کشد تا موج از ابتدای سیم A به انتهای سیم B برسد؟



۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

۱۳۷ مطابق شکل زیر در لحظهٔ $t = ۰$ یک موج الکترومغناطیسی با بسامد ۵×۱۰^{۶} هرتز در خلاء در حال انتشار است. چند مورد از موارد زیر درست است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$



الف) جهت انتشار موج در خلاف جهت محور x است.

ب) موج منتشر شده در ناحیهٔ امواج فروسرخ است.

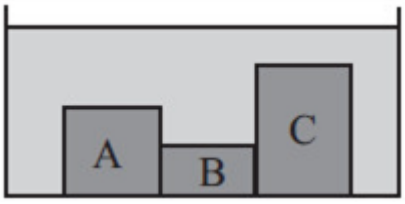
پ) در لحظهٔ $۵ \times ۱۰^{-۸}s$، اندازهٔ میدان مغناطیسی در نقطهٔ M بیشینه و در خلاف جهت محور z است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۳۸ در سیمی به طول ۱۰ متر و جرم ۵۰۰ گرم، موج عرضی با دامنهٔ $۲cm$ و طول موج $۴۰cm$ ایجاد شده است. اگر بزرگی نیروی کشش سیم برابر $۲۰N$ باشد، بیشینهٔ تندی نوسان هر یک از ذرات سیم، چند برابر تندی انتشار موج عرضی در سیم است؟

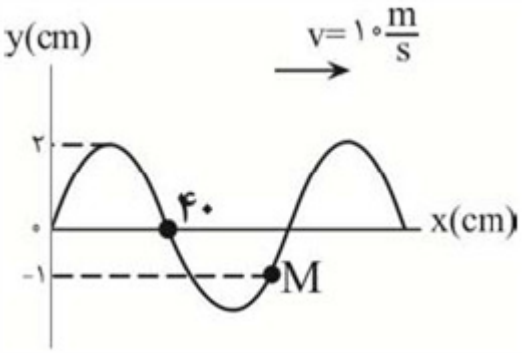
۱) $\frac{۱۰}{\pi}$ ۲) $\frac{\pi}{۱۰}$ ۳) $\frac{\pi}{۲۰}$ ۴) $\frac{۲۰}{\pi}$

۱۳۹) مطابق شکل مقابل، درون تشت موجی سه بلوک A، B و C به ارتفاع‌های مختلف وجود دارند و توسط نوسان‌ساز امواج تخت بر روی سطح آب ایجاد می‌شود. اگر هنگام عبور موج از بلوک A به B فاصلهٔ دو برآمدگی متوالی ۲۰ درصد تغییر کند و همچنین هنگام عبور موج از بلوک B به C فاصلهٔ دو فرورفتگی متوالی ۴۰ درصد تغییر کند، تندی انتشار موج در هنگام عبور از بلوک A چند برابر تندی انتشار موج هنگام عبور از بلوک C است؟



۱) $\frac{۲۵}{۱۸}$ ۲) $\frac{۱۸}{۲۵}$ ۳) $\frac{۲۵}{۱۲}$ ۴) $\frac{۱۲}{۲۵}$

۱۴۰) شکل مقابل نقش موجی را در یک طناب در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازه زمانی صفر تا $\frac{۱}{۷۵} s$ نوع حرکت ذره M چگونه است؟



۱) پیوسته کندشونده ۲) پیوسته تندشونده

۳) ابتدا کندشونده سپس تندشونده ۴) ابتدا تندشونده سپس کندشونده

۱۴۱) یک نوسان‌ساز موج‌های دوره‌ای در یک ریسمان کشیده، ایجاد می‌کند. با توجه به جدول زیر به ترتیب به جای الف، ب و پ کدام گزینه قرار می‌گیرد؟

مشخصهٔ موج / تغییرات	تندی موج	طول موج
افزایش بسامد	الف	ب
افزایش نیروی کشش ریسمان		پ

۱) کاهش، کاهش، افزایش ۲) ثابت، افزایش، ثابت

۳) ثابت، افزایش، افزایش ۴) ثابت، کاهش، افزایش

۱۴۲) مطابق شکل زیر، یک چشمهٔ صوت ساکن با بسامد f، جبههٔ امواج صوتی را به صورت کره‌های هم‌مرکز در هوا منتشر می‌کند. رابطهٔ بسامد صوت شنیده شده توسط اشخاص A و B، $f_A > f > f_B$ است. کدام گزینه می‌تواند جهت حرکت اشخاص باشد؟



۱) $A \longleftarrow \quad \longrightarrow B$
۲) $A \longrightarrow \quad \longrightarrow B$
۳) $A \longrightarrow \quad \longleftarrow B$
۴) $A \longleftarrow \quad \longleftarrow B$

۱۴۳) شخصی به مدت ۲۰ دقیقه، در معرض صوتی با تراز شدت صوت 120dB قرار گرفته است. به همین خاطر آستانهٔ شنوایی این شخص، به طور موقت از 0dB به 30dB افزایش یافته است. اگر صوتی با تراز شدت صوت 42dB به گوش این شخص برسد، شدت صوتی که دریافت می‌کند چند برابر شدت صوت مبنای گوش این شخص است؟
$(0/3 \simeq \log 2)$

۱) $\frac{125}{8}$
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۶

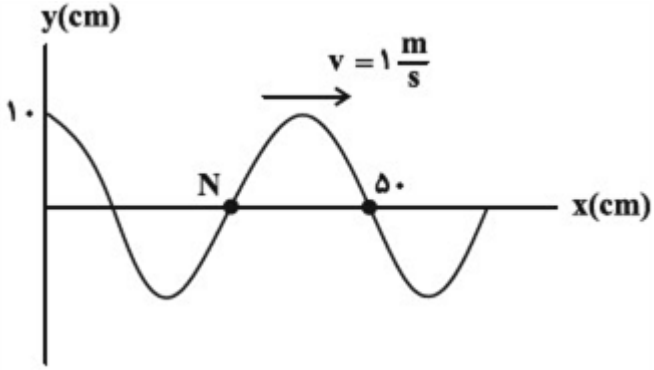
۱۴۴) شنونده‌ای در مبدأ زمان، از محل یک چشمه با سرعت ثابت دور می‌شود. در ۴ ثانیهٔ دوم حرکت، تراز شدت صوتی که شنونده دریافت می‌کند، چند دسی‌بل و چگونه تغییر می‌کند؟ $(0/3 \simeq \log 2)$، توان چشمه ثابت و جبهه‌های موج را کروی در نظر بگیرید.)

۱) 8dB کاهش می‌یابد.
۲) 6dB کاهش می‌یابد.
۳) 8dB افزایش می‌یابد.
۴) 6dB افزایش می‌یابد.

۱۴۵) تراز شدت صوت در یک کتابخانه ۳۰ دسی‌بل و در یک خیابان شلوغ ۷۰ دسی‌بل است. شدت صوت در خیابان شلوغ چند برابر شدت صوت در کتابخانه است؟

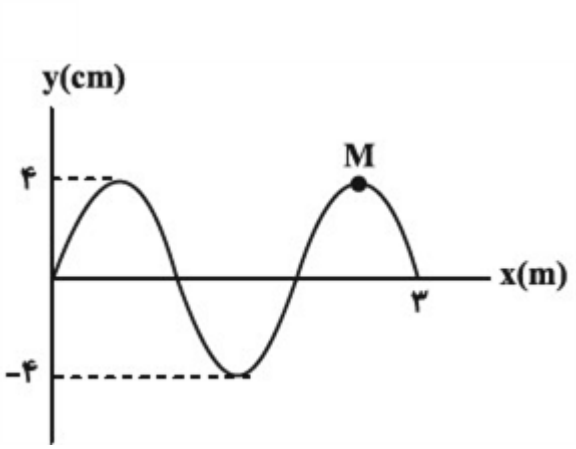
۱) ۱۰
۲) 10^4
۳) 10^3
۴) 10^2

۱۴۶) نقش یک موج عرضی که در یک تار منتشر شده است، در لحظهٔ $t = 0$ مطابق شکل مقابل است. در کدام لحظه بر حسب ثانیه، برای اولین بار شتاب ذرهٔ N در SI به صورت $\vec{a} = -12/5\vec{j}$ است؟ $(\pi^2 = 10)$



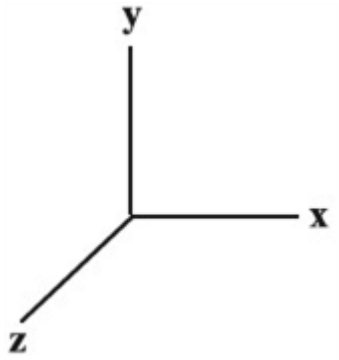
۱) $\frac{7}{30}$
۲) $\frac{1}{30}$
۳) $\frac{5}{30}$
۴) $\frac{1}{15}$

۱۴۷) شکل مقابل، نقش یک موج عرضی را در یک تار همگن کشیده در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. اگر نیروی کشش تار $۸۰N$، چگالی تار $۴\frac{g}{cm^۳}$ و سح مقطع تار $۰/۵mm^۲$ باشد، بزرگی سرعت متوسط نقطهٔ M از تار در بازهٔ زمانی $t_۱ = \frac{۱}{۶۰۰}s$ تا $t_۲ = \frac{۱}{۲۰۰}$ چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۶ ۲) ۱۲ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

۱۴۸) یک موج الکترومغناطیسی سینوسی در جهت محور yها منتشر می‌شود. اگر در یک لحظه، میدان الکتریکی در جهت محور x و برابر با $\frac{\sqrt{۳}}{۲}E_{max}$ و در حال کاهش یابد، در زمان $\frac{T}{۴}$ بعد از این لحظه، جهت میدان مغناطیسی چگونه و چند برابر B_{max} است؟



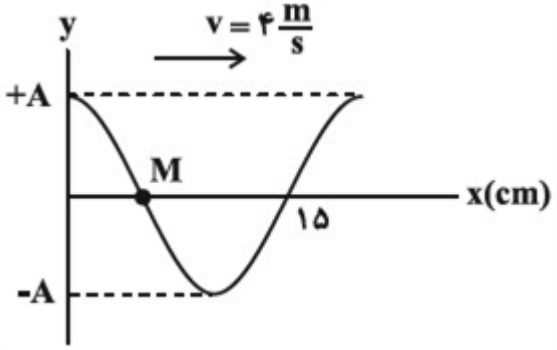
۱) در جهت z و در حال افزایش، $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۲) در جهت z و در حال افزایش، $\frac{۱}{۲}$

۳) خلاف جهت z و در حال کاهش، $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۴) خلاف جهت z و در حال کاهش، $\frac{۱}{۲}$

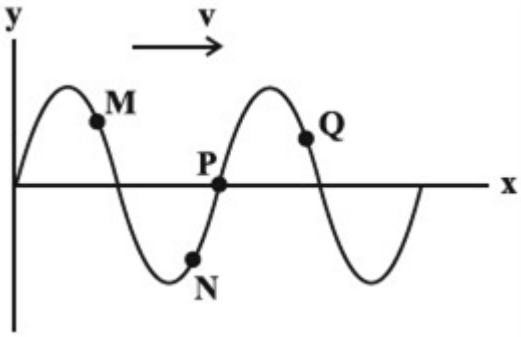
۱۴۹) شکل مقابل، نقش یک موج عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۰۷۵s$ تا $t_۲ = ۰/۰۹s$، نوع حرکت ذرهٔ M چگونه است؟



۱) پیوسته تندشونده
۲) پیوسته کندشونده
۳) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده
۴) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

۱۵۰) در شکل مقابل، نقش یک موج عرضی در حال انتشار در یک ریسمان در لحظهٔ $t = ۰$ رسم شده است. کدام گزاره‌ها در مورد این موج در این لحظه درست است؟

الف) حرکت ذرهٔ M رو به پایین و تندشونده است.
ب) بزرگی آهنگ تغییرات سرعت ذرهٔ M بیشتر از ذرهٔ P است.
پ) ذرهٔ P ساکن است.
ت) شتاب ذرهٔ Q منفی و سرعت آن مثبت است.



۱) الف و پ
۲) ب و ت
۳) الف، ب و ت
۴) همهٔ موارد

۱۵۱) سرعت انتشار موج عرضی در یک تار، $۸۰\frac{m}{s}$ است. نیروی کشش این تار را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا سرعت انتشار موج در آن به $۹۶\frac{m}{s}$ برسد؟

۱) ۲۰ - افزایش
۲) ۲۰ - کاهش
۳) ۴۴ - افزایش
۴) ۴۴ - کاهش

۱۵۲) در سیمی با چگالی $۷/۸\frac{g}{cm^۳}$ و سطح مقطع $۰/۵mm^۲$ یک موج عرضی ایجاد کرده‌ایم. اگر نیروی کشش سیم $۱۵۶N$ باشد مسافتی که این موج در مدت یک ثانیه طی می‌کند، چند متر است؟

۱) ۴۰
۲) ۲۰
۳) ۴۰۰
۴) ۲۰۰

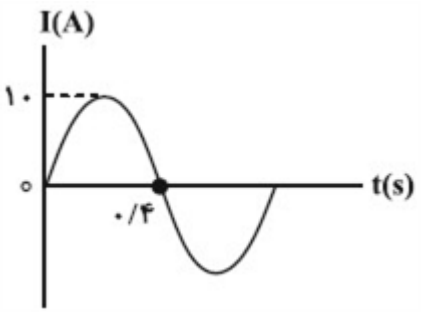
۱۵۳) اگر کهکشانی به ما نزدیک شود، کدام مشخصهٔ نور دریافتی از آن، افزایش می‌یابد؟

۱) تندی و طول موج
۲) تندی و بسامد
۳) طول موج
۴) بسامد

۱۵۴) جرم و نیروی کشش دو تار مسی A و B با هم برابر و سطح مقطع تار A، ۴ برابر سطح مقطع تار B است. اگر تندی انتشار موج عرضی در تار A، $۱۰۰\frac{m}{s}$ باشد، تندی انتشار این موج در تار B چند متر بر ثانیه است؟

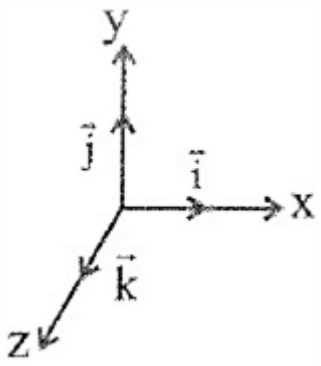
۱) $۱۰۰\sqrt{۲}$ ۲) ۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

۱۵۵) شکل مقابل، نمودار جریان متناوبی را بر حسب زمان که یک مولد جریان متناوب تولید کرده است، نمایش می‌دهد. اگر بیشترین شار عبوری از پیچهٔ این مولد ۲۰۰۰mWb باشد، شار عبوری از پیچه در لحظه‌ای که جریان ۵ آمپر است، چند وبر می‌باشد؟



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

۱۵۶) در لحظه $(t_۰)$ میدان مغناطیسی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه‌ای از فضا در جهت $-x$ و اندازه آن $\frac{B_{max}}{۲}$ و در حال زیاد شدن است، اگر انتشار موج در جهت $-Z$ باشد، در لحظه $\left(t_۰+\frac{T}{۶}\right)$ میدان الکتریکی آن کدام است؟



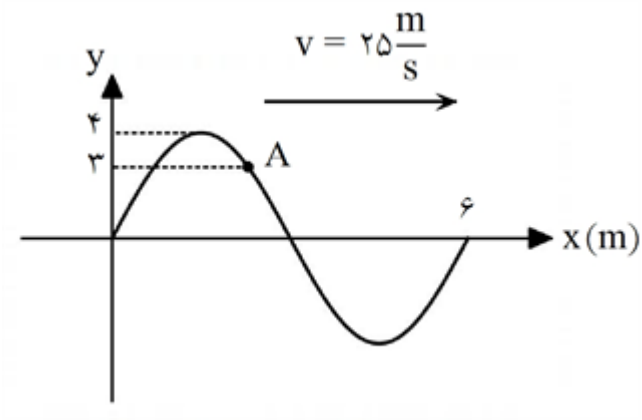
۱) $+E_{max}\vec{j}$ ۲) $-E_{max}\vec{j}$

۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}E_{max}\vec{j}$ ۴) $\frac{-\sqrt{۳}}{۲}E_{max}\vec{j}$

۱۵۷) تراز شدت صوتی ۴۷ دسی‌بل است. شدت صوت چند $\frac{W}{m^۲}$ است؟ $\left(\log ۲=۰/۳, I_۰=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}\right)$

۱) ۵×۱۰^{-۸} ۲) ۷×۱۰^{-۴} ۳) ۵×۱۰^{-۶} ۴) ۷×۱۰^{-۱۰}

۱۵۸ نمودار جابه‌جایی - مکان یک موج عرضی در لحظه t مطابق شکل است. در لحظه $(t + ۰/۳۶s)$ فاصله ذره A تا نقطه تعادلش چند cm است؟

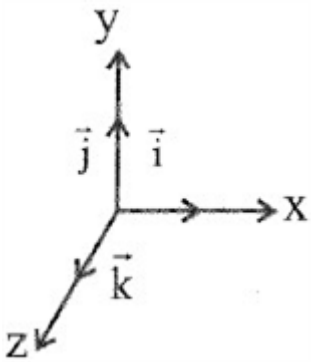


۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵۹ تراز شدت صوتی ۴۶ دسی‌بل است. شدت صوت چند $\frac{W}{m^۲}$ است؟ $\left(\log ۲ = ۰/۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}\right)$

۱) ۲×۱۰^{-۹} ۲) ۴×۱۰^{-۸} ۳) ۶×۱۰^{-۴} ۴) ۸×۱۰^{-۴}

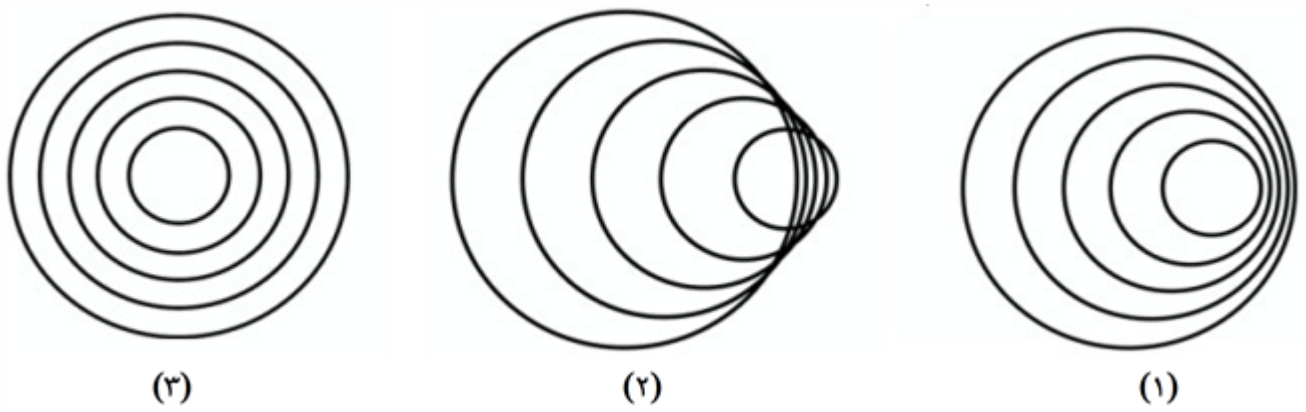
۱۶۰ در لحظه $(t_۰)$ میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه‌ای از فضا در جهت $-x$ و اندازه آن $\frac{E_{max}}{۲}$ و در حال کم شدن است. اگر انتشار موج در جهت $+z$ باشد، در لحظه $\left(t_۰ + \frac{T}{۴}\right)$ میدان مغناطیسی آن کدام است؟



۱) $+\frac{B_{max}}{۲}\vec{j}$ ۲) $\frac{-B_{max}}{۲}\vec{j}$

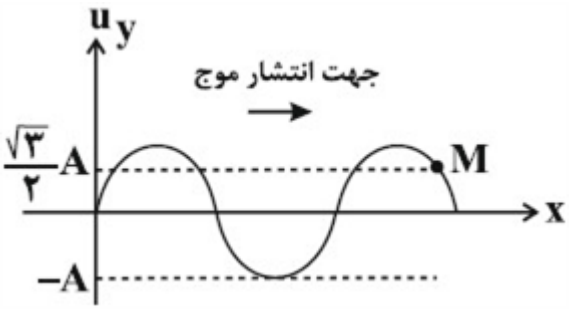
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}B_{max}\vec{j}$ ۴) $-\frac{\sqrt{۳}}{۲}B_{max}\vec{j}$

۱۶۱) شکل زیر جبهه‌های موج حاصل از چشمه‌های صوت را نشان می‌دهد. اگر تندی چشمه‌ها را به‌ترتیب $v_۱$، $v_۲$ و $v_۳$ نشان دهیم و تندی صوت ۷ باشد، کدام رابطه درست است؟



۱) $v_۳ < v_۱ < v < v_۲$
۲) $v_۱ < v_۳ < v < v_۲$
۳) $v_۲ < v_۱ < v_۳ < v$
۴) $v_۳ < v_۱ < v_۲ < v$

۱۶۲) نمودار تابع موجی در لحظهٔ $t = ۰s$ مطابق شکل مقابل است. اگر دورهٔ تناوب این موج برابر با ۲ ثانیه باشد، پس از گذشت $\frac{۱}{۳}$ ثانیه، مکان نقطهٔ M و علامت سرعت آن کدام است؟



۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$، مثبت
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$، منفی
۳) صفر، مثبت
۴) صفر، منفی

۱۶۳) صفحهٔ حساسی به مساحت $۱cm^۲$ بر راستای انتشار صوت عمود است و در مدت ۴ ثانیه، $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۱}$ J انرژی صوتی به صفحه می‌رسد. تراز شدت صوت در محل این صفحه چند دسی‌بل است؟

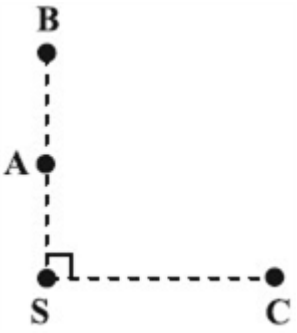
$\left(\log ۲ = ۰/۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}\right)$

۱) ۴/۹
۲) ۴۹
۳) ۵/۴
۴) ۵۴

۱۶۴) به یک سر ریلی ضربه محکمی می‌زنیم. شخصی که در سمت دیگر این ریل قرار دارد دو صدا با اختلاف زمانی $۰/۱۹s$ می‌شنود. اگر تندی انتشار صورت درون ریل $۶۰۰۰\frac{m}{s}$ و در هوا $۳۰۰\frac{m}{s}$ باشد، طول ریل چند متر است؟

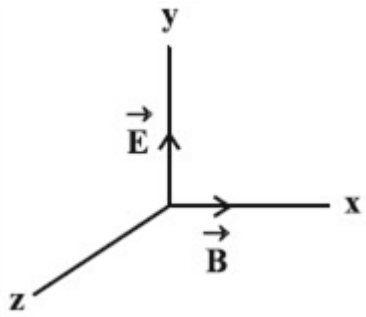
۱) ۱۲
۲) ۶۰
۳) ۱۲۰
۴) ۶۰۰

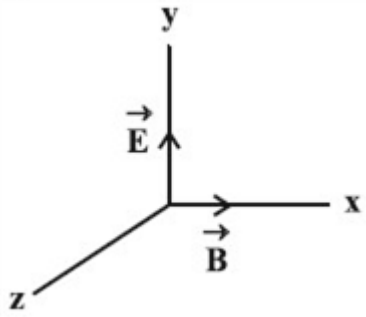
۱۶۵ مطابق شکل مقابل، یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای در نقطهٔ S قرار گرفته است. اگر تراز شدت صوت در نقطهٔ A، ۲۰ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت در نقطهٔ B و ۱۰ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت در نقطهٔ C باشد، فاصلهٔ دو نقطهٔ B و C از هم چند برابر فاصلهٔ نقطهٔ A تا چشمهٔ صوت S است؟ (نقاط A، B و S بر روی یک خط قرار دارند و از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.)

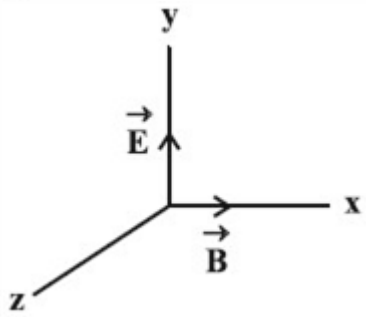


۱) $\sqrt{۵۵}$
۲) $\sqrt{۱۱۰}$
۳) $۱۰\sqrt{۱۰}$
۴) $۱۰\sqrt{۱۱}$

۱۶۶ در شکل مقابل، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی در نقطهٔ معینی از فضا و در یک لحظه نشان داده شده است. جهت انتشار موج الکترومغناطیسی مطابق با کدام گزینه است؟







۱) جهت محور z
۲) جهت محور x
۳) خلاف جهت محور x
۴) خلاف جهت محور z

۱۶۷ مطابق شکل مقابل، چشمهٔ نوری با تندی ثابت v به سمت راست حرکت می‌کند. بسامد نوری که آشکارساز ساکن دریافت می‌کند، نسبت به بسامد نور ارسالی چشمهٔ نور، ..... می‌یابد و اصطلاحاً ..... رخ می‌دهد.



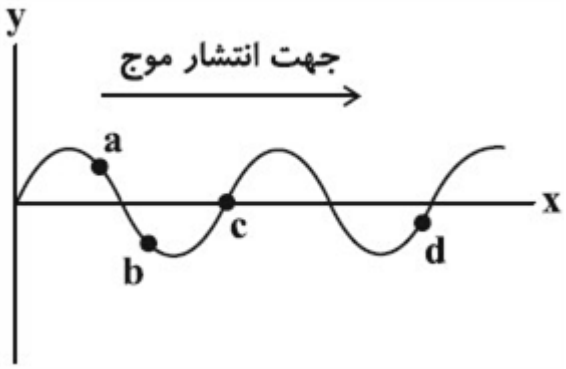
۱) کاهش - انتقال به آبی
۲) افزایش - انتقال به سرخ
۳) کاهش - انتقال به سرخ
۴) افزایش - انتقال به آبی

۱۶۸ تراز شدت صوت دریافتی از یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای ساکن برای شنونده‌ای که در فاصلهٔ r_1 از آن قرار دارد، ۴۹ دسی‌بل است. اگر فاصلهٔ چشمه و شنونده به r_2 برسد، تراز شدت صوت دریافتی از همان چشمه، ۸۱ دسی‌بل می‌شود. نسبت $\frac{r_2}{r_1}$ کدام است؟ ($\log 2 \simeq 0/3$ و اتلاف انرژی نداریم.)

۱) $\frac{1}{20}$
۲) $\frac{1}{25}$
۳) $\frac{1}{30}$
۴) $\frac{1}{40}$

۱۶۹ شکل مقابل، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای در حال انتشار است. چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

الف) نوع حرکت ذرهٔ a کندشونده است.
ب) ذرهٔ c بیشترین مقدار انرژی جنبشی‌اش را دارد.
پ) جهت بردار شتاب ذرهٔ b در خلاف جهت محور y است.
ت) انرژی جنبشی ذرهٔ d در حال کاهش است.

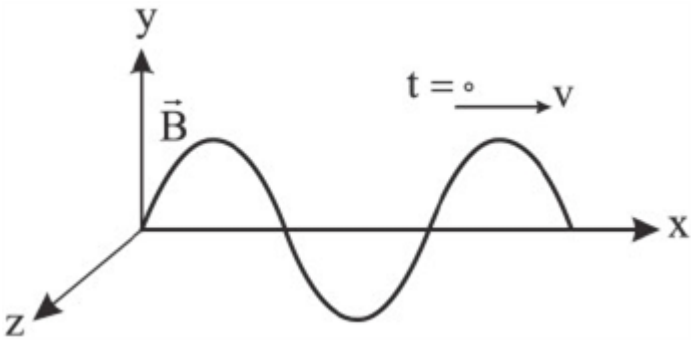


۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۷۰ اگر شدت صوتی که به گوش یک شنونده می‌رسد ۴ برابر شود، تراز شدت صوت برای شنونده ۳ برابر می‌شود. شدت صوت اولیه در یکای SI کدام است؟ $\left(I_0 = 10^{12}\frac{W}{m^2}, \log 2 = 0/3\right)$

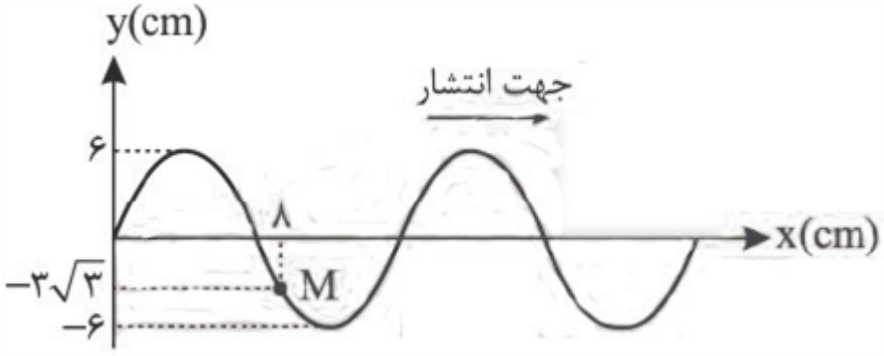
۱) $1/5 \times 10^{-12}$
۲) 2×10^{-12}
۳) $2/5 \times 10^{-12}$
۴) 3×10^{-12}

۱۷۱) شکل مقابل نقش میدان مغناطیسی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی تخت را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. این موج در جهت مثبت محور x انتشار می‌یابد. میدان الکتریکی این موج در لحظهٔ $t = \frac{۳T}{۴}$ در مکان $x = \frac{۵\lambda}{۶}$ در چه جهتی است؟



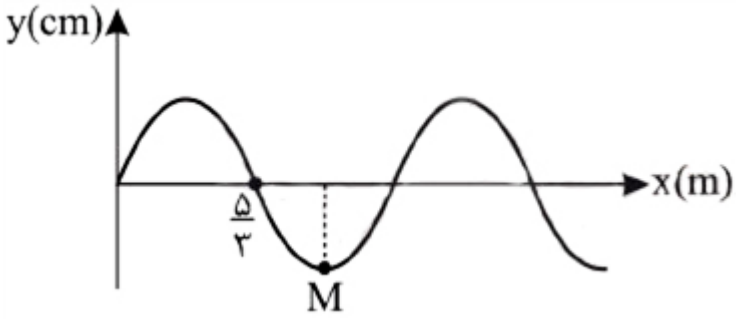
۱) $+z$ ۲) $-z$ ۳) $-x$ ۴) $+x$

۱۷۲) در یک طناب همگن و افقی با چگالی $۵\frac{g}{cm^۳}$ و مساحت سطح مقطع $۱cm^۲$، که با نیروی $۷۲N$ کشیده شده است، موج عرضی انتشار می‌یابد. نقش موج در این طناب در لحظهٔ $t = ۰$ مطابق شکل است. بسامد این موج چند هرتز است؟



۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

۱۷۳) شکل زیر نقش موج عرضی در یک تار را که با نیروی $۴۰N$ کشیده شده است، نشان می‌دهد. اگر قطر تار $۲mm$ و چگالی تار $۱۲\frac{g}{cm^۳}$ باشد، ذرهٔ M از این تار در هر ثانیه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ ($\pi \simeq ۳$)



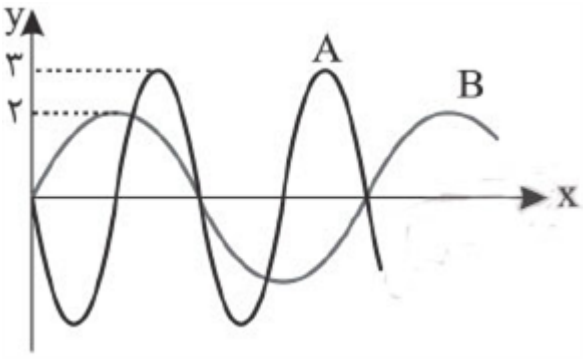
۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۱۷۴ شکل مقابل نقش دو موج عرضی مکانیکی A و B را در یک تار منتشر شده‌اند را، نشان می‌دهد. چه تعداد از عبارت‌های زیر دربارهٔ این دو موج درست است؟

الف) تندی انتشار موج A، نصف تندی انتشار موج B است.

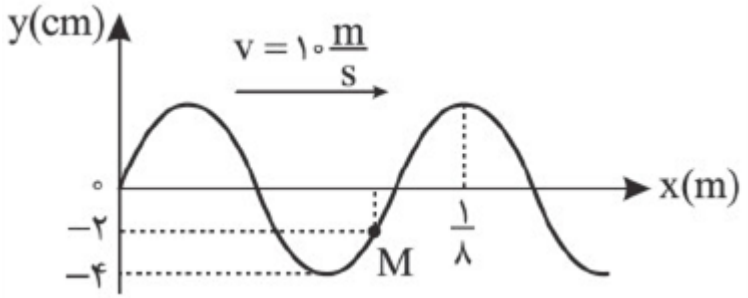
ب) دورهٔ موج A، دو برابر دورهٔ موج B است.

ج) انرژی مکانیکی ذره‌ای به جرم m از تار در موج A، $\frac{۹}{۴}$ برابر انرژی مکانیکی همان ذره از تار در موج B است.



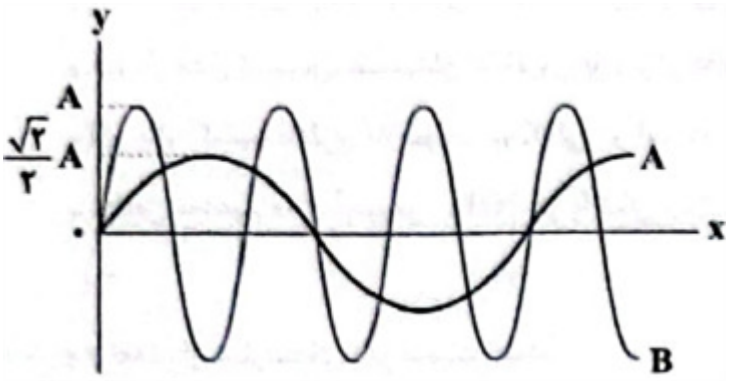
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۷۵ شکل زیر نقش یک موج عرضی را در لحظهٔ $t = ۰$ در یک تار یکنواخت، نشان می‌دهد. در کدام لحظه برحسب ثانیه تندی ذرهٔ M از محیط انتشار موج برای اولین بار بیشینه می‌شود؟



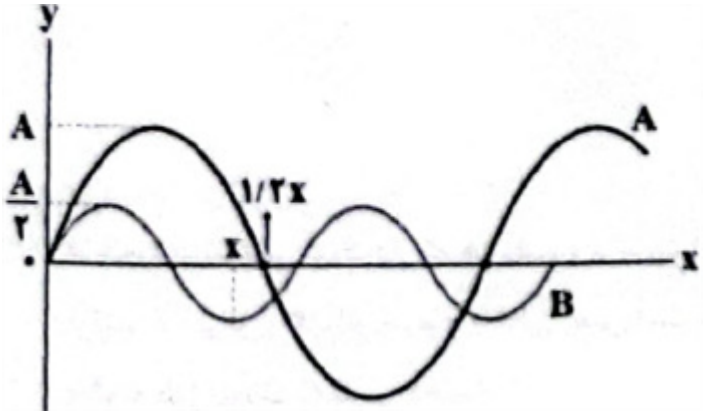
۱) $\frac{۱}{۶۰۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲۴۰}$ ۳) $\frac{۱}{۳۰۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۵۰}$

۱۷۶ در یک طناب، دو موج A و B ایجاد کرده‌ایم که نقش موج آن‌ها مطابق شکل مقابل است. آهنگ متوسط انتقال انرژی در طناب A چند برابر طناب B است؟



۱) $\frac{۱}{۹}$ ۲) $\frac{۱}{۱۸}$ ۳) $\frac{۱}{۲۴}$ ۴) $\frac{۱}{۱۲}$

۱۷۷) نقش موج دو موج مکانیکی A و B که در یک طناب ایجاد شده‌اند، مطابق شکل مقابل است. کدام گزینه در مورد موج A و B درست است؟ (T بیانگر دورهٔ تناوب موج‌ها و E بیانگر انرژی مکانیکی موج‌ها است.)



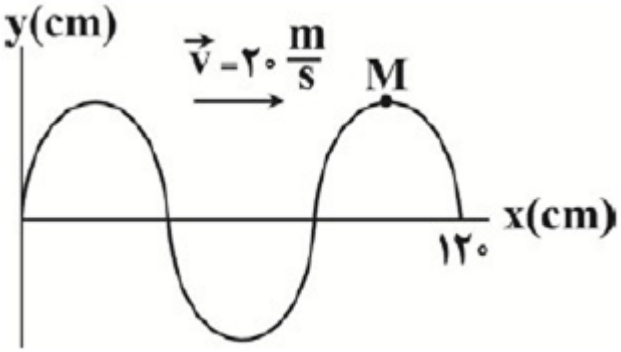
۱) $\frac{E_A}{E_B}=\frac{۱۰۰}{۸۱}, \frac{T_B}{T_A}=\frac{۹}{۵}$

۲) $\frac{E_A}{E_B}=\frac{۸۱}{۱۰۰}, \frac{T_B}{T_A}=\frac{۹}{۵}$

۳) $\frac{E_A}{E_B}=\frac{۸۱}{۱۰۰}, \frac{T_B}{T_A}=\frac{۵}{۹}$

۴) $\frac{E_A}{E_B}=\frac{۱۰۰}{۸۱}, \frac{T_B}{T_A}=\frac{۵}{۹}$

۱۷۸) شکل مقابل، نقش یک موج عرضی در لحظهٔ $t=۰$ را نشان می‌دهد. در بازهٔ زمانی $t_۱=۱۰ms$ تا $t_۲=۴۵ms$، به مدت چند ثانیه انرژی جنبشی ذرهٔ M در حال کاهش است؟



۱) ۳×۱۰^{-۲}

۲) $۱/۵\times ۱۰^{-۲}$

۳) $۲/۵\times ۱۰^{-۲}$

۴) ۲×۱۰^{-۲}

۱۷۹) تراز شدت صوت یک چشمهٔ صوتی در فاصلهٔ ۵ متری از آن برابر با β است. چند متر دیگر از چشمهٔ صوت دور شویم تا تراز شدت صوت دریافتی ۲۷ دسی‌بل تغییر کند؟ $\left(\log ۲=۰/۳, \sqrt{۵}=۲/۲\right)$ (اتلاف انرژی نداریم)

۱) ۱۱۵

۲) ۱۰۰

۳) ۱۱۰

۴) ۱۰۵

۱۸۰) سه شنوندهٔ A، B و C به‌ترتیب در فاصله‌های r، $۲r$ و $۴r$ از یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای قرار دارند و تراز شدت صوت در نقطه‌های A و B به‌ترتیب β و $\frac{۲}{۳}\beta$ است. اگر از مکان شنوندهٔ A تا شنوندهٔ B، ۲۰ درصد و از مکان شنوندهٔ B تا شنوندهٔ C، ۳۰ درصد از انرژی چشمهٔ صوت جذب محیط شود، تراز شدت صوت در مکان شنوندهٔ C چند دسی‌بل است؟ $(\log ۲=۰/۳)$

۱) ۲۱

۲) ۳۶

۳) ۶

۴) ۱۵

۱۸۱) توان یک چشمهٔ صوت $۶W$ است. با چشم‌پوشی از جذب انرژی صوتی توسط محیط، در فاصلهٔ چند متری از چشمهٔ صوت، تراز شدت صوت برابر با ۶۳ دسی‌بل است؟ $\left(I_{۰} = ۱۰^{-۶}\frac{\mu W}{m^۲}, \log ۲ = ۰/۳, \pi = ۳\right)$

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۵۰۰

۱۸۲) حاصل جمع بسامدهای چهار هماهنگ اول یک تار دو سر بسته، ۴۰۰Hz است. اگر طول تار $۱۰cm$ و نیروی کشش تار $۱۲۸N$ و سطح مقطع تار $۲cm^۲$ باشد، چگالی تار چند $\frac{kg}{m^۳}$ می‌باشد؟

۱) ۱۲۰۰۰ ۲) ۸۰۰۰ ۳) ۱۰۰۰۰ ۴) ۲۵۰۰

۱۸۳) کدام گزینه درست است؟

۱) ارتفاع صوت، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.

۲) بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ۲۰۰۰Hz تا ۵۰۰۰۰Hz است.

۳) وقتی دو شنونده در حال نزدیک شدن به یک چشمهٔ صوت ساکن هستند، طول موج صدای دریافتی آن‌ها با هم برابر است.

۴) وقتی یک چشمهٔ نور از ناظر دور می‌شود، انتقال به آبی رخ می‌دهد.

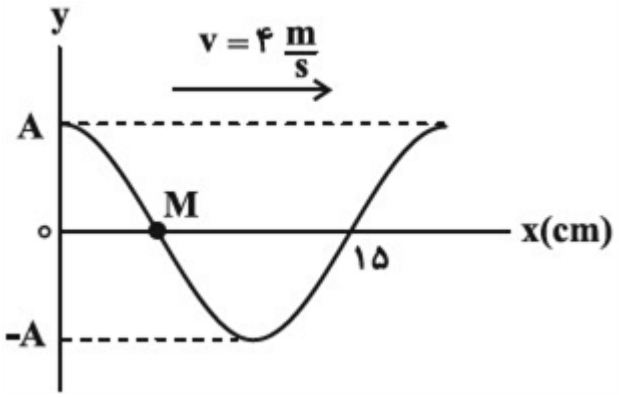
۱۸۴) شدت صوتی در فاصلهٔ r از یک چشمه صوتی برابر با $۱۰۰\frac{W}{m^۲}$ است. اگر با دو برابر شدن فاصله، ۲۰ درصد از انرژی صوت تلف شود، تراز شدت صوت چند برابر می‌شود؟ $\left(\log ۲ = ۰/۳, I_{۰} = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}\right)$

۱) $\frac{۲۵}{۱۳}$ ۲) $\frac{۱۹}{۲۰}$ ۳) $\frac{۲۰}{۱۹}$ ۴) $\frac{۱۲}{۲۵}$

۱۸۵) در یک موج طولی فاصلهٔ یک تراکم بیشینه (وسط ناحیهٔ تراکم) از انبساط بیشینهٔ (وسط ناحیهٔ انبساط) مجاورش برابر با $۱۲cm$ است. اگر حداکثر جابه‌جایی ممکن برای ذرات محیط برابر با $۱۰cm$ باشد، حداکثر تندی ممکن برای یک ذره چند متر بر ثانیه است؟ (تندی انتشار موج طولی $۱/۲\frac{m}{s}$ است.)

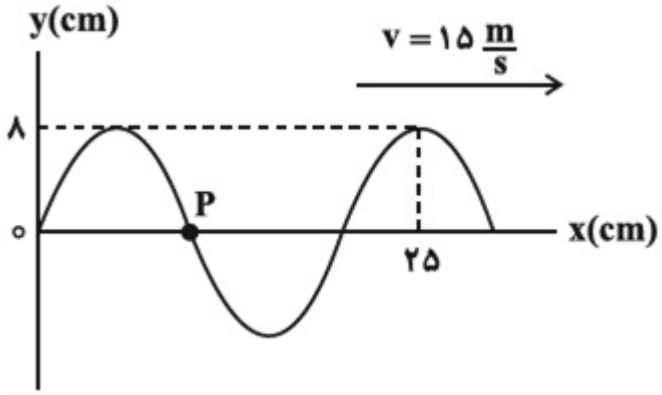
۱) $\frac{\pi}{۴}$ ۲) $\frac{\pi}{۳}$ ۳) $\frac{\pi}{۲}$ ۴) π

۱۸۶ شکل مقابل، تصویری از یک موج عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۰۷۵s$ تا $t_۲ = ۰/۰۹s$ نوع حرکتک ذرهٔ M چگونه است؟



۱ پیوسته تندشونده
۲ پیوسته کندشونده
۳ ابتدا کندشونده و سپس تندشونده
۴ ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

۱۸۷ در لحظهٔ $t = ۰$ نقش یک موج عرضی در طنابی به صورت زیر است. چند ثانیه طول می‌کشد تا ذرهٔ P برای دومین بار به مکان $-۸cm$ برسد؟



۱ $\frac{۱}{۱۰۰}$
۲ $\frac{۱}{۵۰}$
۳ $\frac{۷}{۳۰۰}$
۴ $\frac{۷}{۱۵۰}$

۱۸۸ دو موج عرضی A و B در یک محیط منتشر می‌شوند، اگر بیشینهٔ تندی ذرّات موج A، نصف بیشینهٔ تندی ذرّات موج B و طول موج A، سه برابر طول موج B باشد، در این صورت بزرگی بیشینهٔ شتاب ذرّات موج A چند برابر بزرگی بیشینهٔ شتاب ذرّات موج B است؟

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

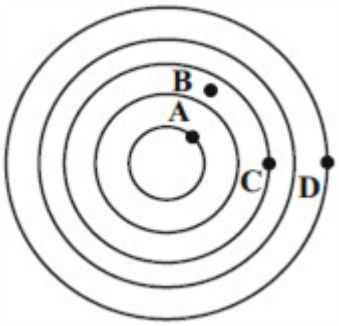
۱۸۹ امواج P، امواجی طولی و امواج S، امواج عرضی می‌باشند. تندی موج P، $۸\frac{km}{s}$ و تندی موج S، $۵\frac{km}{s}$ است. روزی که زمین‌لرزه رخ می‌دهد، اگر دستگاه لرزه‌نگار اختلاف زمان رسیدن این امواج را ۵ دقیقه نشان دهد، فاصلهٔ دستگاه زمین‌لرزه تا مرکز زمین‌لرزه چند کیلومتر است؟

۱ ۳۲۰۰
۲ ۴۰۰۰
۳ ۴۸۰۰
۴ ۵۶۰۰

۱۹۰ در انتشار پرتوی گاما در خلاء در لحظهٔ $t_۱ = ۴۰ms$، جهت ارتعاش میدان الکتریکی به سمت شمال و جهت ارتعاش میدان مغناطیسی آن به سمت بالا می‌باشد، جهت انتشار این پرتو کدام است؟

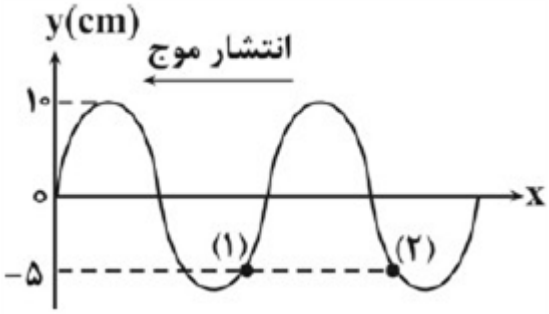
۱ شرق
۲ غرب
۳ پایین
۴ بالا

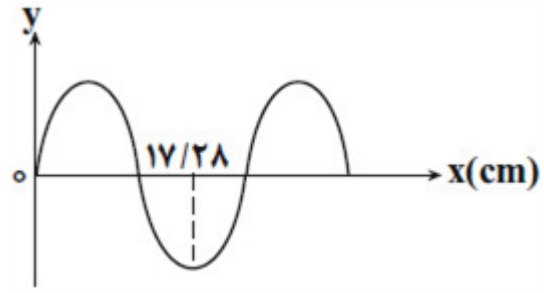
۱۹۱ در شکل روبه‌رو، امواج عرضی تشکیل شده بر روی سطح آب، نشان داده شده است. زمان لازم برای آنکه موج مسافت‌های AB و CD را طی کند، به‌ترتیب Δt_1 و Δt_2 می‌باشد که $\Delta t_2 - \Delta t_1 = ۰/۴s$ است. اگر این موج در مدت یک دورهٔ تناوب، مسافت $۶۰cm$ را طی کند، تندی انتشار موج چند $\frac{m}{s}$ است؟ (نقطهٔ B وسط دو دایره است.)

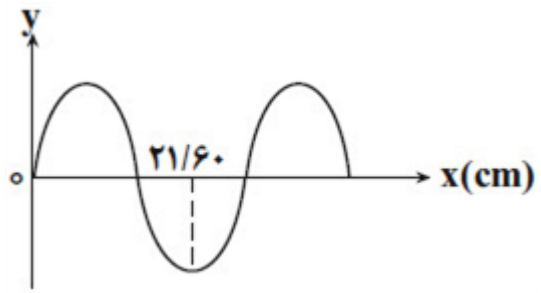


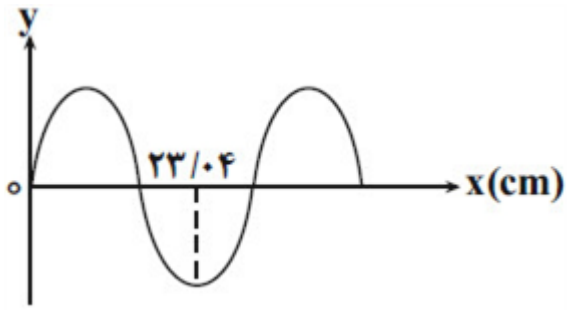
۱) ۰/۷۵
۲) ۰/۸
۳) ۱/۲۵
۴) ۱/۵

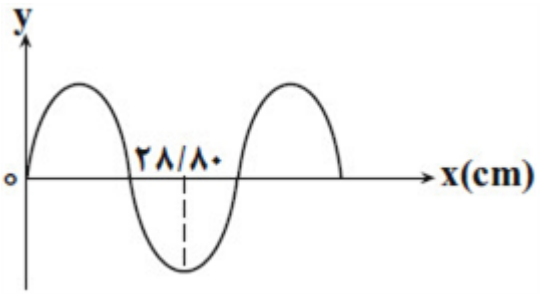
۱۹۲ در طنابی، موج عرضی مطابق شکل ایجاد کرده‌ایم. در مدت زمان ۰/۰۸ ثانیه، موج فاصله بین دو نقطهٔ ۲ و ۱ را که ۳۲ سانتی‌متر است، طی می‌کند. در حالت جدید اگر نیروی کشش طناب را ۶۴ درصد کاهش دهیم، کدام گزینه می‌تواند شکل موج جدید باشد؟



۱)


۲)


۳)


۴)


۱۹۳ در رابطه با نور سبز، نور نارنجی و امواج باند ELF، چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) طول موج نور نارنجی از نور سبز بیشتر است.

ب) انرژی نور نارنجی از ELF بیشتر است.

پ) دورهٔ تناوب نور سبز از ELF بیشتر است.

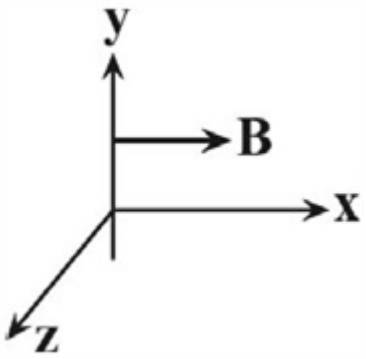
ت) هر سه این امواج به صورت عرضی منتشر می‌شوند.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۹۴) چگالی طناب A، ۶۹ درصد بیشتر از چگالی طناب B و قطر مقطع طناب B، ۲۰ درصد بیشتر از قطر مقطع طناب A است. اگر نیروی کشش طناب B، ۲۵ درصد نیروی کشش طناب A باشد، تندی انتشار امواج عرضی در طناب A چند برابر تندی انتشار امواج عرضی طناب B است؟

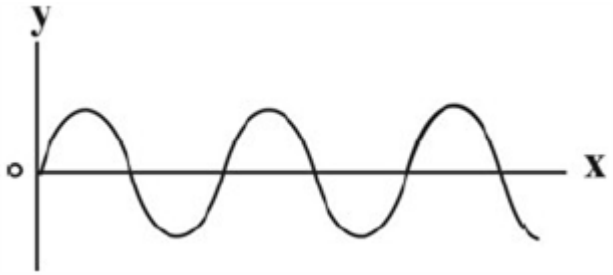
۱) $\frac{۱۲}{۱۳}$ ۲) $\frac{۱۳}{۱۲}$ ۳) $\frac{۲۴}{۱۳}$ ۴) $\frac{۱۳}{۲۴}$

۱۹۵) در شکل مقابل، جهت نوسانات میدان مغناطیسی نور مرئی که دارای طول موج $۶۰۰nm$ می‌باشد و انرژی را در خلاف جهت محور y در فضا منتقل می‌کند، در یک نقطه از فضا رسم شده است. جهت نوسانات میدان الکتریکی این موج در لحظه $۹ \times ۱۰^{-۱۵}\ s$ به کدام سمت است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$



۱) $-x$ ۲) $+x$ ۳) $-z$ ۴) $+z$

۱۹۶) نقش یک موج عرضی که در یک طناب با تندی $۱۵\frac{m}{s}$ منتشر می‌شود، مطابق شکل مقابل است. اگر نسبت مسافتی که هریک از ذرّات طناب در مدت $\frac{۳T}{۲}$ طی می‌کنند، به مسافتی که موج در این مدت می‌پیماید برابر $\frac{۲}{۵}$ باشد، بیشینهٔ انرژی جنبشی ذرّه‌ای از طناب به جرم ۲ میلی‌گرم چند میلی‌ژول است؟ (T دوره تناوب موج است و $\pi = ۳$)

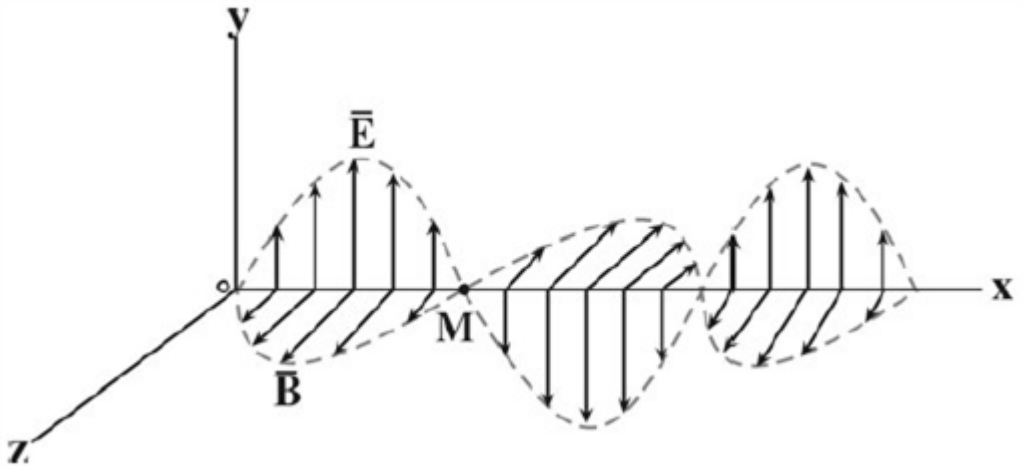


۱) ۴۵×۱۰^{-۳} ۲) ۴۵ ۳) ۸۱×۱۰^{-۳} ۴) ۸۱×۱۰^{-۶}

۱۹۷) با توجه به رابطهٔ تندی انتشار نور در خلأ یکای تراوایی مغناطیسی خلأ کدام است؟ (F، s و m به‌ترتیب یکای ظرفیت خازن، زمان و طول در SI هستند.)

۱) $\frac{s^۲}{m.F}$ ۲) $\frac{s^۲}{m^۲.F}$ ۳) $\frac{F.s^۲}{m^۲}$ ۴) $\frac{s.F}{m^۲}$

۱۹۸ مطابق شکل زیر در لحظهٔ $t = ۰$ یک موج الکترومغناطیسی با طول موج $۶۰۰nm$ در خلأ در حال انتشار است. انتشار موج به طرف ..... است و در لحظهٔ ..... ثانیه، اندازهٔ میدان مغناطیسی در نقطهٔ M بیشینه و در خلاف جهت محور z است. $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$



۱) جهت محور x، ۵×۱۰^{-۱۶}

۲) خلاف جهت محور x، ۵×۱۰^{-۱۶}

۳) جهت محور x، $۱/۵ \times ۱۰^{-۱۵}$

۴) خلاف جهت محور x، $۱/۵ \times ۱۰^{-۱۵}$

۱۹۹ طول یک آنتن برای دریافت امواج، $\frac{۱}{۴}$ طول موج دریافتی است. اختلاف کمترین و بیشترین طول ممکن برای این آنتن، برای آنکه فقط امواجی با بسامد ۵۰۰MHz تا $۲/۵\text{GHz}$ را دریافت کند، چند سانتی‌متر است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$

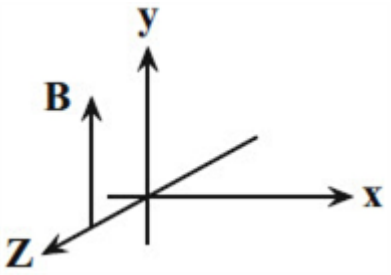
۱) ۴۸

۲) ۳

۳) ۵۷

۴) ۱۲

۲۰۰ شکل مقابل میدان مغناطیسی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را نشان می‌دهد. اگر در این لحظه اندازهٔ میدان مغناطیسی در حال کاهش باشد و انتقال انرژی موج نیز در جهت محور z باشد، در این لحظه میدان الکتریکی موج چگونه است؟



۱) در جهت محور x و رو به کاهش

۲) در جهت محور x و رو به افزایش

۳) در خلاف جهت محور x و رو به کاهش

۴) در خلاف جهت محور x و رو به افزایش

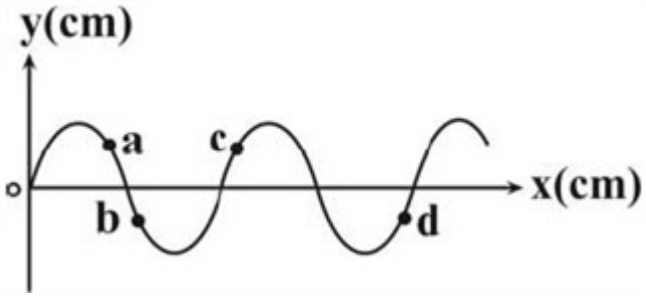
۲۰۱) شکل مقابل نقش یک موج عرضی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. اگر در لحظهٔ $t = \frac{T}{۴}$ ذرهٔ a از مکان y_b عبور کند، چه تعداد از عبارات زیر در مورد موج در لحظهٔ $t = ۰$ درست است؟

الف) انرژی جنبشی ذرهٔ a در حال افزایش است.

ب) اندازهٔ شتاب ذرهٔ c در حال کاهش است.

پ) حرکت ذرهٔ b کندشونده است.

ت) بردار سرعت ذره‌های c و d هم‌جهت‌اند.

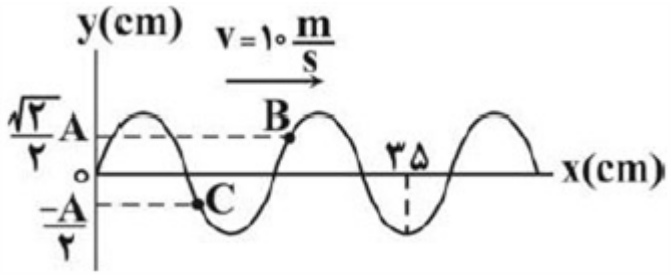


۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۰۲) در تاری که تحت کشش نیروی F قرار دارد، یک موج عرضی ایجاد شده است. سیم را آن‌قدر می‌کشیم که شعاع مقطع آن ۴۰ درصد کاهش یابد و نیروی کشش تار را ۹۶ درصد افزایش می‌دهیم. اگر مدت زمان پیشروی موج از یک سر سیم تا سر دیگر آن در حالت اول $t_۱$ و در حالت دوم $t_۲$ باشد، $\frac{t_۲}{t_۱}$ کدام است؟

۱) $\frac{۷}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۷}$ ۳) $\frac{۲۵}{۲۱}$ ۴) $\frac{۲۱}{۲۵}$

۲۰۳) شکل مقابل نقش یک موج عرضی را در یک ریسمان در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۲۰۰}s$ بزرگی شتاب ذرهٔ B چند برابر بزرگی شتاب ذرهٔ C است؟ (A دامنهٔ موج است.)



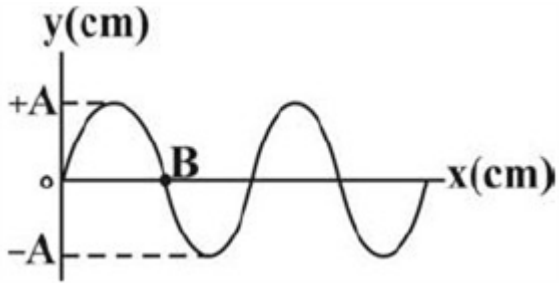
۱) $\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$ ۲) $\sqrt{\frac{۲}{۳}}$ ۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۴) $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$

۲۰۴ با توجه به نمودار نقش موج عرضی مقابل، اگر ذرهٔ B پس از گذشت ۰/۱۵ ثانیه برای اولین بار، به مکان $-A$ برسد، چه تعداد از موارد زیر در مورد این بازهٔ زمانی می‌تواند صحیح باشد؟ (λ طول موج است.)

الف) اگر ذرهٔ B تغییر جهت ندهد، دورهٔ تناوب حرکت $0/6S$ است.

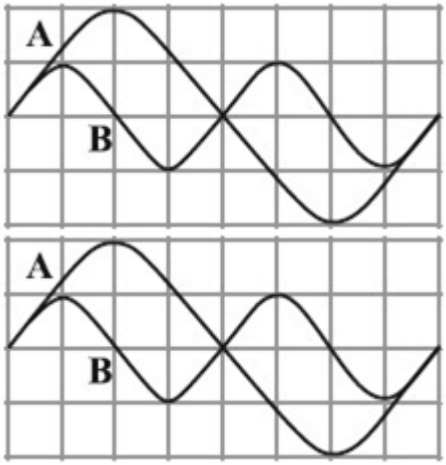
ب) اگر ذرهٔ B یک بار تغییر جهت بدهد، بسامد حرکت ۱۰Hz است.

پ) اگر ذرهٔ B یک بار تغییر جهت بدهد، موج به اندازهٔ $\frac{\lambda}{4}$ پیشروی می‌کند.



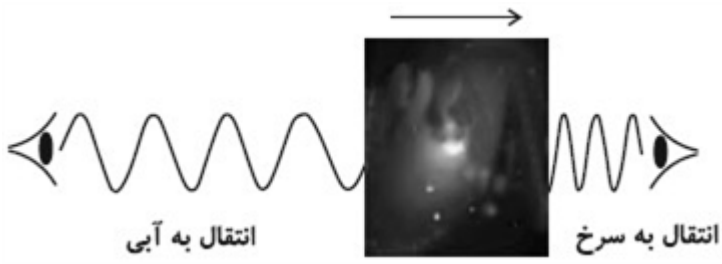
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

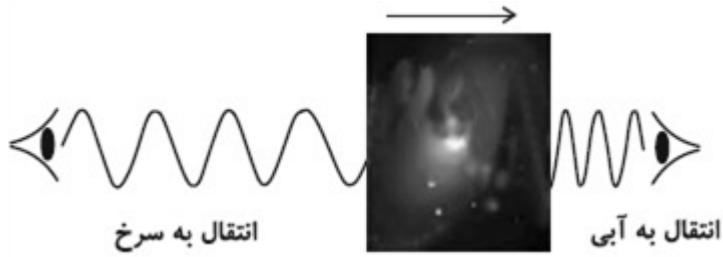
۲۰۵ نمودار جابه‌جایی - مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، مطابق شکل زیر است. تراز شدت صوت A در فاصلهٔ r از چشمه‌اش ..... شدت صوت B در فاصلهٔ $2r$ از چشمه‌اش است. (اتلاف انرژی نداریم و $\log 2 = 0/3$)

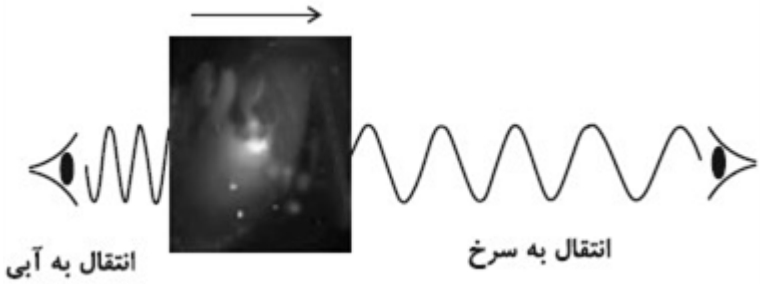


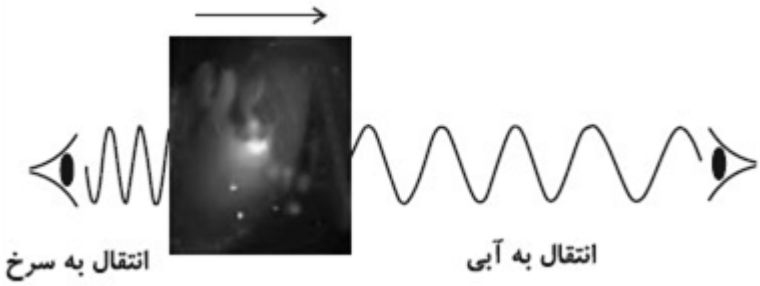
۱) ۶ دسی‌بل کمتر از ۲) ۳ دسی‌بل کمتر از ۳) ۶ دسی‌بل بیشتر از ۴) ۳ دسی‌بل بیشتر از

۲۰۶ کدام شکل در مورد حرکت یک کهکشان و اثر دوپلر درست رسم شده است؟ (فلش جهت حرکت کهکشان را نشان می‌دهد.)

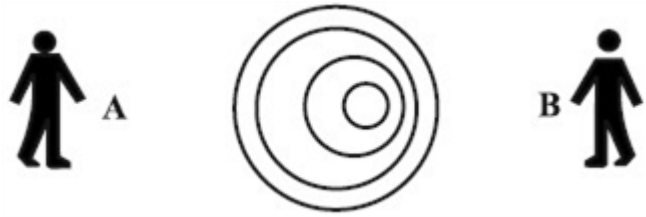
۱


۲


۳


۴


۲۰۷ مطابق شکل یک چشمهٔ صوت، صدایی با طول موج λ_S تولید کرده و با تندی ثابت v_S در محیطی که تندی انتشار صوت v است، حرکت می‌کند. اگر طول موج دریافتی توسط شنونده‌های A و B را به‌ترتیب با λ_A و λ_B نشان دهیم،



کدام گزینه درست است؟

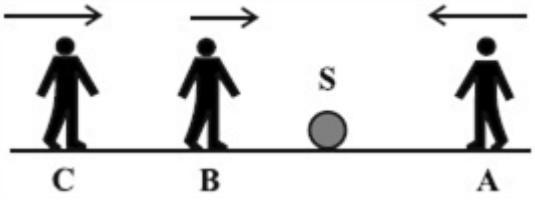
۱ $v_S > v$ ،$\lambda_A > \lambda_S > \lambda_B$

۲ $v_S < v$ ،$\lambda_A > \lambda_S > \lambda_B$

۳ $v_S > v$ ،$\lambda_A < \lambda_S < \lambda_B$

۴ $v_S < v$ ،$\lambda_A < \lambda_S < \lambda_B$

۲۰۸) در شکل مقابل شنونده‌های A، B و C به‌ترتیب با تندی‌های v، v و $2v$ در جهت‌های نشان داده شده به طرف چشمهٔ صوتی ساکن S حرکت می‌کنند. کدام گزینه در مورد بسامدها و طول موج‌های دریافتی این افراد درست است؟



۱) $f_A = f_B \ ،\lambda_B = \lambda_C$

۲) $f_C > f_B \ ،\lambda_A > \lambda_C$

۳) $f_A = f_B \ ،\lambda_B > \lambda_C$

۴) $f_C = f_B \ ،\lambda_C = \lambda_A$

۲۰۹) در چند مورد از حالت‌های زیر، ارتفاع صدا افزایش می‌یابد؟

الف) ضربه‌ای که به یک دیاپازون می‌زنیم محکم‌تر شود.

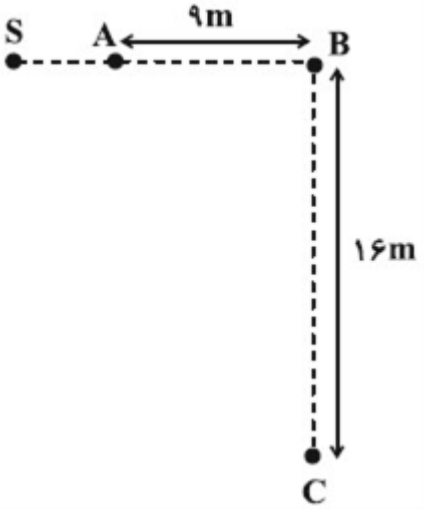
ب) فاصلهٔ از چشمهٔ صوت کاهش یابد.

پ) صوت از هوا وارد آب شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۱۰) مطابق شکل مقابل، یک چشمهٔ صوتی در نقطهٔ S قرار دارد. اگر اختلاف تراز شدت صوت در نقاط A و B، برابر با 12dB و توان چشمهٔ صوت $120W$ باشد، تراز شدت صوت در نقطهٔ C چند دسی‌بل است؟

($\pi = 3$ ،$\log 2 = 0/3$ ،$I_0 = 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$ و از اتلاف انرژی صوتی صرف‌نظر کنید.)



۱) ۹۰ ۲) ۱۰۴ ۳) ۱۰۶ ۴) ۱۱۰

۲۱۱) اگر شدت صوتی را ۱۰۰ برابر کنیم، تراز شدت صوت ۸ برابر می‌شود. تراز شدت صوت در حالت دوم چند دسی‌بل است؟

۱) $\frac{20}{7}$ ۲) $\frac{160}{7}$ ۳) $\frac{1}{40}$ ۴) ۴۰

۲۱۲) توان یک چشمهٔ صوت $120W$ است. در چه فاصله‌ای برحسب سانتی متر از این چشمهٔ صوت، تراز شدت صوت، برابر با ۶۴ دسی‌بل است؟ ($\log 2 = 0/3$ ،$I_0 = 10^{12}\ \frac{W}{m^2}$ ،$\pi = 3$ و از جذب انرژی توسط محیط انتشار صوت صرف‌نظر شود.)

۱) 2×10^3 ۲) 4×10^3 ۳) 4×10^5 ۴) 2×10^5

۲۱۳ اگر به میلهٔ نازکی ضربه بزنیم، شخصی که گوش خود را نزدیک انتهای میله نگه داشته دو صوت با اختلاف زمانی $۰/۲s$ می‌شنود. اگر تندی صوت در هوا برابر $۳۲۰\frac{m}{s}$ و طول میله ۷۲ متر باشد، تندی انتشار صوت در میله چند برابر تندی انتشار صوت در هوا است؟

۱) ۳ ۲) ۹ ۳) ۸ ۴) ۶

۲۱۴ چند مورد از موارد زیر، در مورد موج صوتی نادرست است؟

الف) صوت یک موج طولی است و در نتیجه در خلأ هم منتشر می‌شود.

ب) تندی انتشار صوت به جنس و دمای محیط وابسته است و عموماً در مایعات بیشتر از گازهاست.

پ) وقتی موج صوتی از یک بلندگو به سمت شنونده حرکت می‌کند، مولکول‌های هوا با موج حرکت می‌کنند تا به گوش شنونده برسند.

ت) فاصلهٔ بین یک تراکم و انبساط در هنگام انتشار صوت برابر طول موج است.

ث) چشمه‌های صوت، اجسام مرتعش هستند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۱۵ در یک موج سینوسی فاصلهٔ بین یک دره و یک قله برابر با $۹۰cm$ است. فاصلهٔ بین دو قلهٔ متوالی از این موج چه تعداد از مقادیر زیر می‌تواند باشد؟

$۰/۳m, ۰/۳۶m, ۰/۶m, ۰/۹m, ۱/۸m$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۱۶ در انتشار موج طولی در یک فنر بلند کشیده، در یک لحظه از زمان، چه تعداد از موارد زیر می‌تواند درست باشد؟

الف) فاصله بین دو جمع‌شدگی یا دو بازشدگی متوالی، برابر طول موج است.

ب) در محل‌هایی که بیشترین جمع‌شدگی فنر رخ می‌دهد، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر صفر است.

پ) در محل‌هایی که بیشترین بازشدگی فنر رخ می‌دهد، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل بیشینه است.

ت) بیشینه جابه‌جایی از مکان تعادل برابر دامنه است.

ث) در وسط فاصلهٔ بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم، اندازهٔ جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر صفر است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۱۷ دو زمین‌لرزه با فاصلهٔ زمانی، در دو محل مختلف رخ داده‌اند. جدول زیر گزارش یک مرکز لرزه‌نگاری است. فاصلهٔ زمانی بین رخ دادن دو زمین‌لرزه چند ثانیه است؟ (تندی انتشار امواج P و S به‌ترتیب $۸\frac{km}{s}$ و $۴/۵\frac{km}{s}$ است.)

زمان (s)	رخداد
۰	دریافت موج P
۷۰	دریافت موج S
۲۱۰	دریافت موج P
۴۵۵	دریافت موج S

۱) ۱۵ ۲) ۹۰ ۳) ۱۰۵ ۴) ۲۱۰

۲۱۸ چند مورد از عبارات زیر نادرست است؟

الف) طول موج، فاصلهٔ بین دو نقطه از موج الکترومغناطیسی است که در آن دو، میدان الکتریکی با میدان مغناطیسی همگام است.

ب) میدان مغناطیسی متغیر، میدان الکتریکی تولید می‌کند.

پ) بار الکتریکی در فضای اطراف خود، میدان الکتریکی و مغناطیسی ایجاد می‌کند.

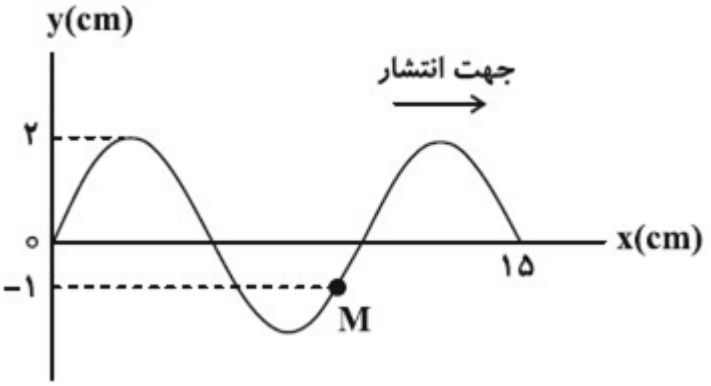
ت) امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی در خلأ منتشر می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۱۹ یک موج الکترومغناطیسی در حال انتشار در جهت محور z است. در لحظهٔ $t = \frac{T}{۴}$ در نقطه‌ای از فضا جهت میدان الکتریکی در جهت منفی محور y و مقدار آن $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ برابر مقدار بیشینه و اندازهٔ آن در حال کاهش می‌باشد. در لحظهٔ $t' = \frac{۳T}{۴}$، میدان مغناطیسی آن نقطه در جهت ..... و مقدار آن ..... برابر بیشینه میدان مغناطیسی و در حال ..... است.

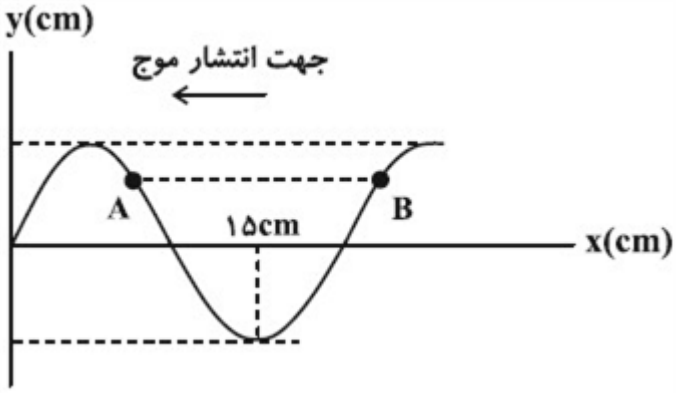
۱) $-x$، کاهش، $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۲) $-x$، $\frac{۱}{۲}$، کاهش ۳) x، $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$، افزایش ۴) x، $\frac{۱}{۲}$، افزایش

۲۲۰ مطابق شکل یک موج عرضی در یک ریسمانی با مساحت سطح مقطع $۲mm^۲$ و چگالی $۸\frac{g}{cm^۳}$ که با نیروی $۱۰N$ کشیده شده، در حال انتشار است. در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۱ + \frac{۱}{۱۰۰}$ ثانیه، تندی متوسط ذرهٔ M روی ریسمان، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



۱) ۴۰ ۲) ۲×۱۰^۳ ۳) ۴×۱۰^۳ ۴) ۲

۲۲۱) شکل مقابل نقش یک موج عرضی ایجاد شده در طنابی با چگالی $۰/۴\frac{g}{cm^۳}$ و قطر مقطع $۲cm$ که نیروی $۷۵N$ کشیده شده را نشان می‌دهد. بسامد این موج چند هرتز است و درست بعد از این لحظه که در شکل نشان داده شده است، کدام‌یک از نقاط مشخص شده حرکت کندشونده خواهد داشت؟ ($\pi \simeq ۳$)



۱) A ،۲۵۰ ۲) B ،۲۵۰ ۳) A ،۱۲۵ ۴) B ،۱۲۵

۲۲۲) کدام‌یک از موارد زیر درست هستند؟

الف) امواج لرزه‌ای S از نوع طولی هستند.

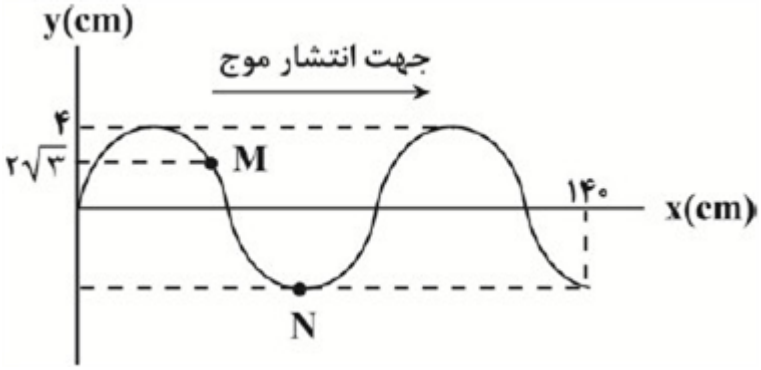
ب) هنگام انتشار موج عرضی در یک طناب، ذرات آن با بسامدهای مختلف نوسان می‌کنند.

پ) هنگام انتشار موج طولی در یک فنر، فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی، برابر طول موج است.

ت) امواج ایجاد شده روی سطح آب و امواج رادیویی هر دو از نوع عرضی هستند.

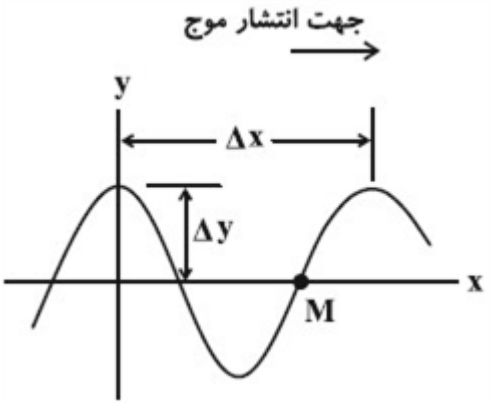
۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) ب و ت ۴) پ و ت

۲۲۳) شکل مقابل، نقش یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد که با سرعت $۵\frac{m}{s}$ در جهت محور xها در حال انتشار است. تندی متوسط ذرهٔ M در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۰۲s$ و $t_۲ = ۰/۱s$ (برحسب SI) چند برابر اندازهٔ سرعت ذرهٔ N در لحظهٔ $t = ۰/۱۲s$ (برحسب SI) می‌باشد؟



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

۲۲۴ در نمودار جابه‌جایی - مکان موج عرضی مقابل، $\Delta x = ۸۰cm$ و $\Delta y = ۲۰cm$ است. اگر بسامد نوسان‌های چشمهٔ موج $۲۰Hz$ باشد، طول موج این موج چند متر است، انرژی جنبشی ذرهٔ M در مدت $\frac{۳}{۸۰}s$ پس از این لحظه چند بار بیشینه می‌شود و موج در این مدت چه مسافتی را برحسب متر طی می‌کند؟



۱) ۸۰ - دو بار - ۶۰
۲) ۰/۸ - دو بار - ۰/۶
۳) ۸۰ - یک بار - ۶۰
۴) ۰/۸ - یک بار - ۰/۶

۲۲۵ در کدام‌یک از دستگاه‌های زیر، از امواج الکترومغناطیسی برای مکان‌یابی پژواکی می‌توان استفاده کرد؟

۱) سونار در کشتی‌ها
۲) سونوگرافی
۳) لیتوتریپس
۴) رادار دوپلری

۲۲۶ شخصی در فاصلهٔ ۲۰ متری از یک چشمهٔ صوتی قرار دارد. اگر بسامد چشمهٔ صوت را دو برابر کنیم، شخص چند متر جابه‌جا شود تا تراز شدت صوت برای او $۲۰dB$ نسبت به حالت قبل افزایش یابد؟

۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۱۲

۲۲۷ یک دستگاه لرزه‌نگار، موج‌های S و P یک زمین‌لرزه را با اختلاف زمانی ۱ دقیقه دریافت می‌کند. اگر نسبت تندی این دو موج ۲/۵ باشد، مدت زمان رسیدن موج S به دستگاه لرزه‌نگار چند ثانیه است؟

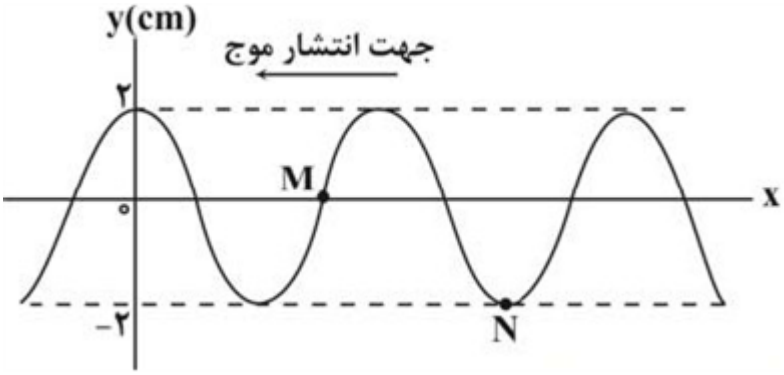
۱) $\frac{۵}{۳}$
۲) ۴۰
۳) $\frac{۲}{۳}$
۴) ۱۰۰

۲۲۸ مقدار انرژی صوتی عبوری در هر دقیقه از سطحی به مساحت ۵ میلی‌متر مربع که عمود بر راستای انتشار موج قرار دارد، ۰/۰۵ ژول است. تراز شدت صوت در این محل چند دسی‌بل است؟

$$\left(\log ۳ = ۰/۵, \log ۲ = ۰/۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}\right)$$

۱) ۱۱۵
۲) ۱۳۵
۳) ۱۴۲
۴) ۱۴۸

۲۲۹) شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد، اگر در لحظهٔ $t_۱$، برای اولین بار پس از لحظهٔ $t = ۰$ ، بزرگی شتاب ذرهٔ M از طناب بیشینه و جهت آن رو به بالا باشد، کدام گزینه در مورد ذرهٔ N در لحظهٔ $t_۱$ صحیح است؟



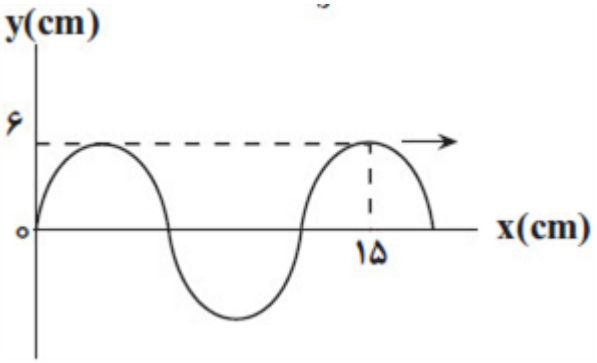
۱) تندی آن بیشینه و جهت سرعت آن به سمت بالا است.

۲) تندی آن بیشینه و جهت سرعت آن به سمت پایین است.

۳) تندی آن صفر است.

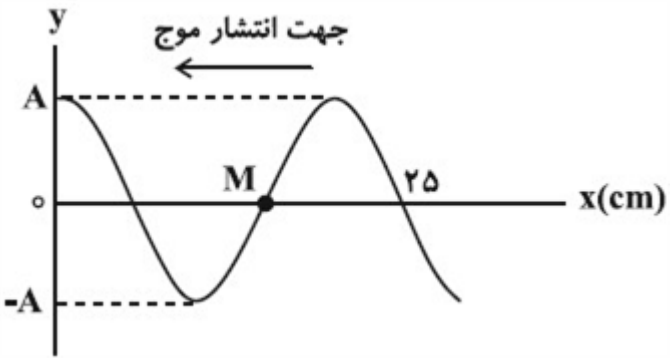
۴) مسافت طی شده توسط آن در بازهٔ زمانی ۰ تا $t_۱$، ۸ سانتی‌متر است.

۲۳۰) نمودار مقابل، رفتار یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور xها در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر تندی متوسط هریک از ذرات سیمان، در مدت $۰/۳$ ثانیه برابر با $۱۲۰\frac{cm}{s}$ باشد، تندی انتشار موج عرضی در این ریسمان چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



۱) ۴۸ ۲) ۶۰ ۳) ۲۴ ۴) ۱۲۰

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

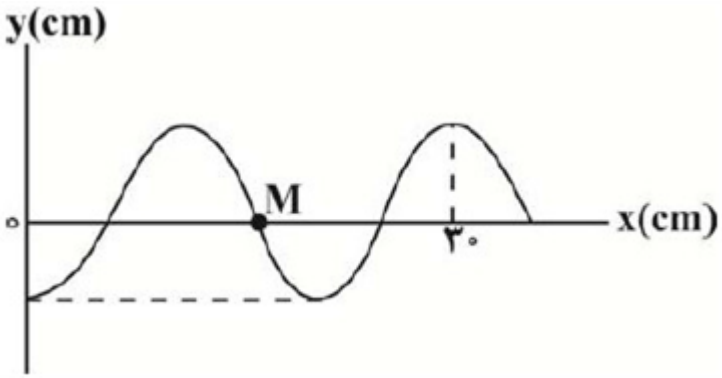


۱) $\frac{۳}{۲۰۰}$ ۲) $\frac{۷}{۲۰۰}$ ۳) $\frac{۱}{۴۰}$ ۴) $\frac{۱}{۵۰}$

۲۳۲ اگر شدت صوتی $۱/۲ \times ۱۰^{-۹} \frac{W}{m^۲}$ افزایش یابد، تراز شدت آن ۶ دسی‌بل تغییر می‌کند. شدت صوت اولیه چند واحد SI است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) ۳×۱۰^{-۹} ۲) ۳×۱۰^{-۱۰} ۳) ۴×۱۰^{-۹} ۴) ۴×۱۰^{-۱۰}

۲۳۳ نقش یک موج عرضی در یک طناب که با تندی $۱۲ \frac{m}{s}$ در جهت محور xها منتشر می‌شود، در لحظهٔ $t = ۰$ به صورت مقابل است. اگر هر ذرهٔ این طناب در هر نوسان، مسافت $۲۴cm$ را بپیماید، چند ثانیه طول می‌کشد تا ذرهٔ M برای دومین بار به مکان $+۶cm$ برسد؟



۱) $\frac{۱}{۴۸}$ ۲) $\frac{۱}{۳۶}$ ۳) $\frac{۱}{۲۴}$ ۴) $\frac{۱}{۱۲}$

۲۳۴ تار مرتعش با دو انتهای بسته، به طول $\frac{۵}{۶}m$ و مساحت مقطع $۲mm^۲$ از ماده‌ای به چگالی $۴/۵ \frac{g}{cm^۳}$ ساخته شده است. اگر اختلاف بسامد بین هماهنگ‌های دوم و پنجم این تار برابر با ۲۴۰Hz باشد، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۲۴۰

۲۳۵ شدت صوت دو چشمهٔ صوت A و B با دامنهٔ یکسان و در فاصلهٔ یکسان از دو چشمهٔ صوت به‌ترتیب I_A و $I_B = ۲I_A$ است. کدام گزینه دربارهٔ بلندی و ارتفاع دو صوت درست است؟ (از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود.)

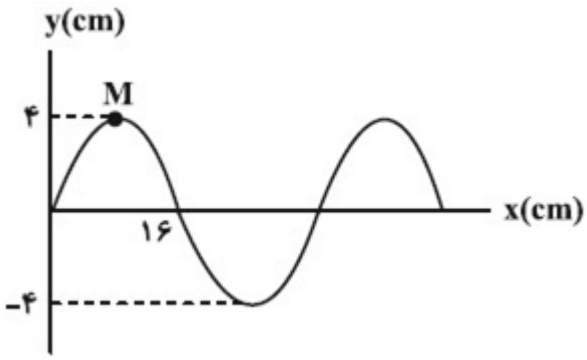
۱) بلندی صوت A بیشتر از صوت B و ارتفاع صوت B بیشتر از صوت A است.

۲) بلندی صوت A کمتر از صوتر B و ارتفاع صوت B بیشتر از صوت A است.

۳) بلندی صوت A بیشتر از صوت B است و در مورد مقایسهٔ ارتفاع دو صوت نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.

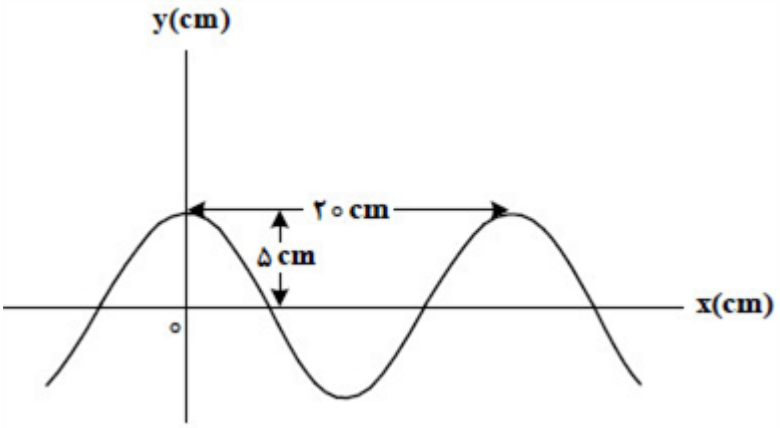
۴) بلندی صوت A کمتر از صوت B است و در مورد مقایسهٔ ارتفاع دو صوت نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.

۲۳۶ شکل مقابل نقش یک موج عرضی را در طنابی نشان می‌دهد. در مدت زمانی‌که موج ۱۶ سانتی‌متر پیشروی می‌کند، مسافتی که ذرهٔ M طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟



۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

۲۳۷ نمودار جابه‌جایی - مکان یک موج عرضی که در یک ریسمان در حال انتشار است، مطابق شکل است. اگر تندی انتشار موج $۱۰\frac{m}{s}$ باشد، مسافتی که هریک از ذرات ریسمان در مدت $۰/۰۱s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟



۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۵

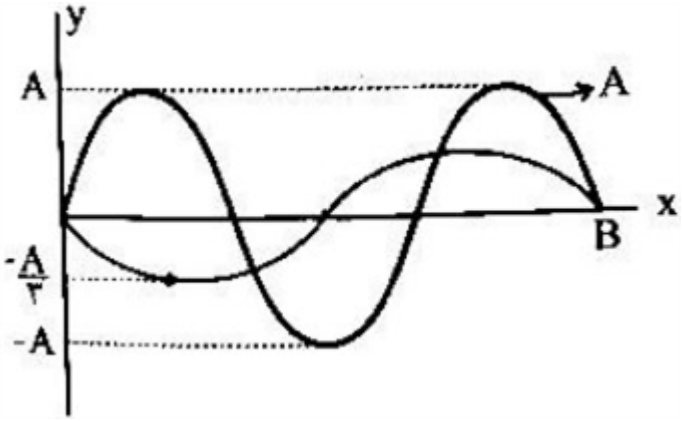
۲۳۸ در یک آتش‌بازی، صوتی با شدت $۰/۱\frac{W}{m^۲}$ به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_۱ = ۶۴۰m$ از محل انفجار قرار دارد، می‌رسد. این صوت به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_۲ = ۱۶۰ \Rightarrow m$ قرار دارد، با شدت چند وات بر متر مربع می‌رسد؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود.)

۱) ۰/۴ ۲) ۱/۶ ۳) ۴ ۴) ۱۶

۲۳۹ فنری به جرم $۲۰۰g$ و طول $۵۰cm$ را با نیروی $۱۰N$ می‌کشیم. اگر سر آزاد فنر با بسامد ۲۰Hz به نوسان درآوریم، طول موج ایجاد شده در فنر چند سانتی‌متر است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰

۲۴۰ شکل مقابل، نقش دو موج A و B را که در یک طناب منتشر می‌شوند، در یک لحظه نشان می‌دهد. نسبت توان متوسط موج B به توان متوسط موج A کدام است؟



۱) $\frac{۴}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۴}$ ۳) $\frac{۴}{۸۱}$ ۴) $\frac{۸۱}{۴}$

۲۴۱ چند تا از گزاره‌های زیر در مورد امواج الکترومغناطیسی نادرست است؟

الف) همه‌ی انواع امواج اشعه‌ی X طول موجی بیشتر از فرابنفش دارند.

ب) امواج FM بسامدی بیشتر از امواج AM دارند.

ج) امواج الکترومغناطیسی در محیط مادی منتشر نمی‌شوند.

د) امواج الکترومغناطیس در تمام محیط ها با تندی یکسان منتشر می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۴۲ چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟

الف) فاصله‌ی دو جبهه‌ی هم‌فاز متوالی یک موج، برابر نصف طول موج است.

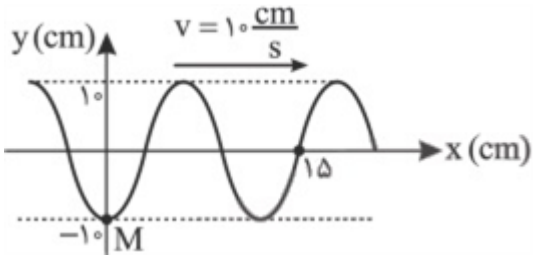
ب) اگر بسامد چشمه‌ی موج در یک محیط انتشار موج، زیاد شود، طول موج نیز زیاد می‌شود.

ج) در آب‌های کم‌عمق با کاهش عمق آب تندی انتشار موج در سطح آب کاهش می‌یابد.

د) اگر دامنه‌ی موج افزایش یابد، بر تندی انتشار موج نیز در محیط افزوده می‌شود.

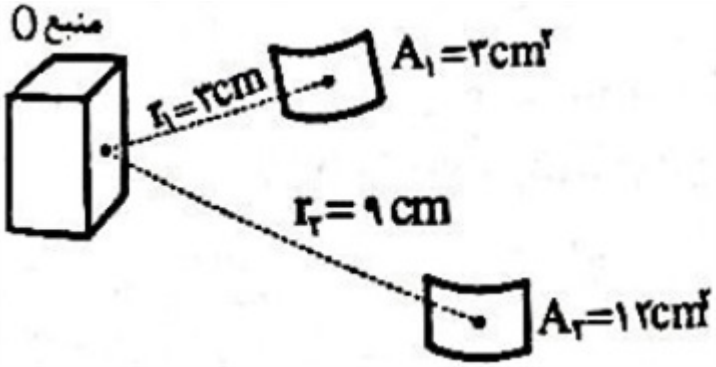
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۴۳ تصویر مقابل، نقش موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را یک لحظه نشان می‌دهد که با تندی $۱۰\frac{cm}{s}$ در جهت مثبت محور xها در حال انتشار است. ذره‌ی M از طناب، ۰/۶ ثانیه پس از این لحظه در چه مکانی برحسب cm قرار دارد؟



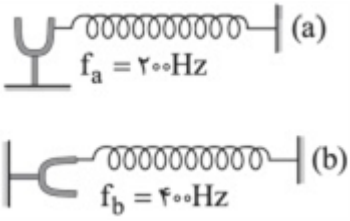
۱) -۱۰ ۲) صفر ۳) ۵ ۴) ۱۰

۲۴۴ مطابق شکل مقابل، منبع صوت O، صوت‌هایی را به صورت کروی در فضا منتشر می‌کند. اگر انرژی رسیده به سطح $A_۲$ در مدت ۲ دقیقه، $۴۸۰\mu J$ باشد، انرژی رسیده به سطح $A_۱$ در مدت $۲۰s$ چند میکروژول است؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)



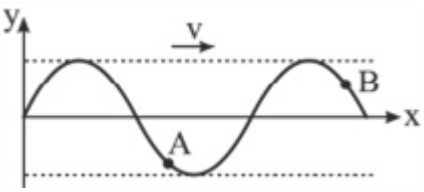
۱) ۹۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۲۷۰ ۴) ۳۶۰

۲۴۵ در شکل‌ها (a) و (b) دو فنر کاملاً مشابه به دو دیاپازون با بسامدهای $f_a = ۲۰۰Hz$ و $f_b = ۴۰۰Hz$ متصل‌اند. کدام مقایسه برای سرعت انتشار و طول موج منتشر شده در این دو فنر درست است؟



۱) $\lambda_a > ۲\lambda_b$ و $V_a > V_b$ ۲) $\lambda_a < ۲\lambda_b$ و $V_a > V_b$
۳) $\lambda_a > ۲\lambda_b$ و $V_a = V_b$ ۴) $\lambda_a = ۲\lambda_b$ و $V_a = V_b$

۲۴۶ نقش یک موج عرضی سینوسی در $t = ۰$ درطناب سبکی مانند شکل مقابل است. در این لحظه نوع حرکت در نقاط A و B به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

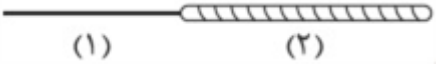


۱) کندشونده - تندشونده ۲) تندشونده - کندشونده ۳) تندشونده - تندشونده ۴) کندشونده - کندشونده

۲۴۷ بسامد دو هماهنگ متوالی تار مرتعشی به طول $۴۰cm$ و جرم $۵۰g$، به ترتیب $۳۵۰Hz$ و $۴۰۰Hz$ است. نیروی کشش این تار چند نیتون است؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۸۰۰

۲۴۸ در شکل مقابل، یک موج عرضی از ریسمان نازک وارد ریسمان ضخیم‌تر می‌شود. اگر قطر مقطع قسمت ضخیم برابر $\frac{۱۶}{۹}$ قطر مقطع قسمت نازک باشد، طول موج در قسمت نازک ریسمان ($\lambda_۱$) چند برابر طول موج در قسمت ضخیم ریسمان ($\lambda_۲$) خواهد بود؟ (دو ریسمان تحت کشش یکسانی هستند و دو ریسمان هم‌جنس هستند.)



۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۲}$ ۳) $\frac{۹}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱۶}{۹}$

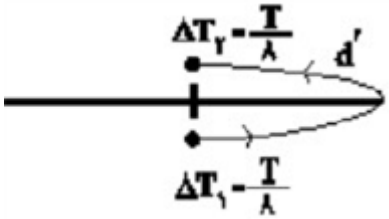
۲۴۹ شدت دو صوت ۱۰۰ و ۵۰۰ میکروواوت بر سانتی‌متر مربع است؛ تراز شدت صدای بلندتر، چند دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت دیگر است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) $۰/۳$ ۲) $۰/۷$ ۳) ۳ ۴) ۷

۲۵۰ پرتوی الکترومغناطیسی به صورت برونسو در حال انتشار است. در لحظه‌ای که میدان الکتریکی بیشینه و رو به بالاست، میدان مغناطیسی:

۱) صفر است.
۲) بیشینه و رو به بالا است.
۳) بیشینه و به سمت راست است.
۴) بیشینه و به سمت چپ است.

۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای به دست آوردن کمترین تندی متوسط در هر بازه زمانی دلخواه، باید به دنبال حداقل مسافت طی شده در این بازه زمانی باشیم که در دو مدت زمان متقارن حول مکان انتهایی مسیر نوسان رخ می‌دهد:



$$\frac{T}{2} = \frac{2}{5} \Rightarrow T = 0/8s \xrightarrow{\Delta t = 0/2s} \Delta t = \frac{T}{4}$$

$$d' = \left(A - \frac{\sqrt{2}}{2}A\right) = 0/3A \xrightarrow{A=4cm} d' = 1/2cm$$

$$\Rightarrow d_{\min} = 2d' = 2 \times 1/2 = 2/4cm$$

حالا برای محاسبه تندی متوسط ، داریم:

$$s_{\min} = \frac{d_{\min}}{\Delta t} = \frac{2/4}{0/2} = 12\frac{cm}{s}$$

۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا دوره نوسان را به دست می‌آوریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow[k=10\frac{N}{m}]{\pi=3\ ,\ m=1kg} T = 2 \times 3\sqrt{\frac{1}{100}} = 0/6s$$

دامنه نوسان برابر است با:

$$\lambda = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2} \xrightarrow[l_{\min}=10cm]{l_{\max}=30cm} A = 10cm = 0/1m$$

از لحظهٔ شروع حرکت تا لحظه‌ای که برای اولین بار از مبدأ حرکت عبور می‌کند، متحرک یک نوسان کامل انجام می‌دهد:

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{4A}{T} \xrightarrow[T=0/6s]{A=0/1m} S_{av} = \frac{0/4}{0/6} = \frac{2}{3}\frac{m}{s}$$

۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به مسأله دامنه نوسان برابر $4cm$ است. از طرفی نوسانگر فاصله دو نقطه بازگشت را در $\frac{T}{2}$ طی می‌کند،

پس داریم:

$$\frac{T}{2} = 0/1 \Rightarrow T = 0/2s$$

با توجه به رابطه انرژی مکانیکی داریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 10\pi\frac{\text{rad}}{s}$$

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 0/4 \times (0/04)^2 \times 100\pi^2 = 0/32J$$

$$\Rightarrow E = K + U \Rightarrow 0/32 = K + 0/2 \Rightarrow K = 0/12J$$

۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{T}{4} = 0/15 \Rightarrow T = 0/6s$$

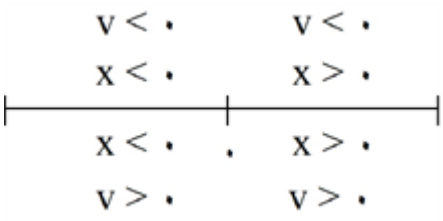
$$V_{\max} = A\omega = A\frac{2\pi}{T} \Rightarrow 0/5 = A \times 10 \Rightarrow A = 5cm$$

۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \Rightarrow 4 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 0/1 \times W^2 \times 16 \times 10^{-4} \Rightarrow W^2 = 50$$

$$|a| = \omega^2\ |x| = 50 \times 0/03 = 1/5\frac{m}{s^2}$$

۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\left.\begin{matrix} x = ۰/۰۴\cos ۵۰۰t \\ x = A\cos \omega t \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{cases} A = ۰/۰۴ \\ \omega = ۵۰۰ \end{cases} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{۵۰۰}$$

در ناحیه دوم یعنی مدت زمان $\frac{T}{۴}$، بردارهای سرعت و مکان هم‌جهت و در خلاف جهت محور هستند یعنی:

$$\frac{T}{۴} = \frac{۲\pi}{۲۰۰۰} = \frac{\pi}{۱۰۰}(s) \Rightarrow \pi(ms)$$

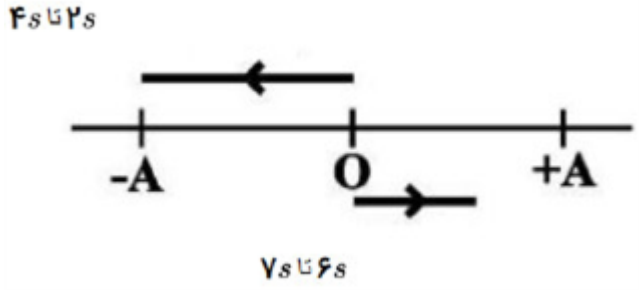
۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} T_{\text{ساعت شمار}} = ۱۲ \Rightarrow h = ۱۲ \times ۳۶۰۰(s) \\ T_{\text{ثانیه شمار}} = ۶۰(s) \end{cases} \Rightarrow \frac{T_{\text{ساعت شمار}}}{T_{\text{ثانیه شمار}}} = \frac{۱۲ \times ۳۶۰۰}{۶۰} = ۷۲۰$$

۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا دوره تناوب را به دست می‌آوریم:

$$W = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow \frac{\pi}{۴} = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = ۸s$$

در حرکت هماهنگ ساده، با حرکت به سمت دو انتهای مسیر نوسان، حرکت کندشونده است. بنابراین مطابق شکل زیر، در بازه‌های زمانی $۲s$ تا $۴s$ و $۶s$ تا $۷s$ حرکت متحرک کندشونده است.



$$\Delta t = \Delta t_۱ + \Delta t_۲ = ۲ + ۱ = ۳s$$

۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار داده شده، در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر برابر $۰/۸J$ است، انرژی جنبشی آن $۰/۴J$ می‌باشد؛ بنابراین انرژی مکانیکی آن برابر است با:

$$E = U + K \xrightarrow[K=۰/۴J]{U=۰/۸J} E = ۰/۸ + ۰/۴ = ۱/۲J$$

از طرف دیگر، $K_{\max} = E = ۱/۲J$ است، بنابراین $V_{\max}$ برابر است با:

$$K_{\max} = \frac{۱}{۲}mv^{۲}_{\max} \xrightarrow{m=۵۰g=۰/۰۵kg} ۱/۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۰۵ \times v^{۲}_{\max}$$

$$\Rightarrow v^{۲}_{\max} = \frac{۲/۴}{۰/۰۵} = ۴۸ = ۱۶ \times ۳ \Rightarrow v_{\max} = ۴\sqrt{۳}\frac{m}{s}$$

۱۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم $E=K+U$ و $E=\frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲$ و $K=\frac{۱}{۲}mv^۲$ است. بنابراین، با توجه به اینکه $U=۲K$ می‌باشد، می‌توان نوشت:

$$E=K+U \xrightarrow{U=۲K} E=K+۲K \Rightarrow E=۳K \xrightarrow{E=\frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲} \xrightarrow{K=\frac{۱}{۲}mv^۲}$$

$$\frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲=۳\times\frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow \omega^۲A^۲=۳v^۲ \Rightarrow \omega A=\sqrt{۳}v \xrightarrow[\omega=۵۰\pi\frac{\text{rad}}{s}]{A=۰/۰۲m}$$

$$۵۰\pi\times ۰/۰۲=\sqrt{۳}v \Rightarrow \pi=\sqrt{۳}v \xrightarrow{\pi=۳} ۳=\sqrt{۳}v \Rightarrow v=\sqrt{۳}\frac{m}{s}$$

۱۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. زمانی تشدید رخ می‌دهد که بسامد طبیعی نوسانگر با بسامد طبیعی نوسانگر A برابر شود.

طبق رابطه $T=\frac{۱}{f}$ می‌توان گفت دوره 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 دوره حرکت برابر و در نتیجه بسامد یکسان تشدید رخ می‌دهد.

۱۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$۲\pi f=۴۰\pi \rightarrow f=۲۰\text{Hz}$

انرژی مکانیکی جسم $E=۲\pi^۲\,\text{mA}^۲f^۲=۲\pi^۲\times ۰/۳\times(۰/۰۵)^۲\times ۲۰^۲$

$=۰/۶\pi^۲=U_{\max}$

وقتی انرژی پتانسیل $\frac{۱}{۳}$ مقدار بیشینه‌اش است، مابقی انرژی مکانیکی، یعنی $\frac{۲}{۳}$ آن مربوط به انرژی جنبشی خواهد بود.

$$\frac{۲}{۳}\times ۰/۶\pi^۲=۰/۴\pi^۲$$

۱۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در مکان $\pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل با یکدیگر برابرند. بنابراین داریم:

$$\frac{\sqrt{۲}}{۲}A = ۲\sqrt{۲} \Rightarrow A = ۴cm$$

$$E = U + K \xrightarrow{x=\frac{\sqrt{۲}}{۲}A:U=K=۸mJ} E = ۸ + ۸ = ۱۶ \Rightarrow mJ$$

حال می‌توان ثابت فنر را به دست آورد: $E = \frac{۱}{۲}\mathrm{kA}^{۲} \Rightarrow ۱۶ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times k \times \left(\frac{۴}{۱۰۰}\right)^{۲} \Rightarrow k = ۲۰\frac{N}{m}$

۱۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه بیشینهٔ انرژی جنبشی در نمودار برابر $۶J$ است، می‌توان گفت که انرژی مکانیکی نیز برابر ۶ است. بنابراین در لحظهٔ t داریم:

$$E = U + K \Rightarrow ۶ = ۴ + K \Rightarrow K = ۲J$$

طبق رابطهٔ جنبشی داریم: $K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} \Rightarrow ۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱۰}{۱۰۰۰} \times v^{۲} \Rightarrow v^{۲} = ۴۰۰ \Rightarrow v = ۲۰\frac{m}{s}$

۱۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در حرکت هماهنگ ساده، طبق رابطهٔ $a = -\omega x$، علامت بردار شتاب و بردار مکان پیوسته مخالف یکدیگر است:

$$\Delta \mathrm{t} = \frac{۱}{۳۰} - \frac{۱}{۵۰} = \frac{۲}{۱۵۰}s$$

۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به معادلهٔ حرکت نوسانگر می‌توان دریافت که $\omega = ۵\pi\frac{\mathrm{rad}}{s}$ طبق رابطهٔ بسامد زاویه‌ای برای سامانهٔ جرم - فنر داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow ۵\pi = \sqrt{\frac{۵۰}{m}} \Rightarrow ۲۵ \times ۱۰ = \frac{۵۰}{m} \Rightarrow m = ۰/۲kg$$

دورهٔ تناوب برابر است با: $\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{\omega} = \frac{۲\pi}{۵\pi} = ۰/۴s$

با توجه به اینکه نوسانگر در هر دوره، مسافت $۴A$ را طی می‌کند. می‌توان از تناسب زیر دامنهٔ حرکت را به دست آورد:

$$\begin{matrix} ۱s \rightarrow ۱۰cm \\ ۰/۴s \rightarrow l = ۴A \end{matrix} \Rightarrow ۴A = ۴ \Rightarrow A = ۱cm = ۱۰^{-۲}m$$

۱۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا دورهٔ تناوب را به دست می‌آوریم:

$$\frac{T}{۴}+\frac{T}{۴}+\frac{T}{۱۲}=۷\Rightarrow T=۱۲\Rightarrow s$$

بسامد زاویه‌ای نوسانگر برابر است با:

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۱۲}=\frac{\pi}{۶}\ \frac{\text{rad}}{s}$$

شتاب نوسانگر در هر مکان برابر است با:

$$\left.\begin{matrix}F=-k.x & \text{: طبق قانون هوک}\\ F=m.a & \text{: طبق قانون دوم نیوتن}\end{matrix}\right\}\Rightarrow -k.x=m.a\Rightarrow a=-\frac{k}{m}.x$$

$$\left.\begin{matrix}\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\Rightarrow \omega^{۲}=\frac{k}{m}\\ a=-\frac{k}{m}.x\end{matrix}\right\}\Rightarrow a=-\omega^{۲}.x\Rightarrow |a|=x.\omega^{۲}$$

بنابراین اندازهٔ شتاب نوسانگر در مکان $x=۳\sqrt{۲}cm$ برابر است با:

$$|a|=x.\omega^{۲}\Rightarrow |a|=\frac{۳\sqrt{۲}}{۱۰۰}\times\left(\frac{\pi}{۶}\right)^{۲}=\frac{۳\sqrt{۲}}{۱۰۰}\times\frac{۱۰}{۳۶}=\frac{\sqrt{۲}}{۱۲۰}\ \frac{m}{s}$$

۱۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای آنکه بین دو حرکت تشدید رخ دهد، باید بسامد و یا دوره حرکت آن‌ها با هم یکسان شوند.

دوره تناوب نوسان آونگ ساده از رابطه $T=۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ به دست می‌آید. اگر طول آونگ را دو برابر کنیم داریم:

$$\frac{T_{۲}}{T_{۱}}=\sqrt{\frac{L_{۲}}{L_{۱}}}\Rightarrow\frac{T_{۲}}{T_{۱}}=\sqrt{۲}$$

دوره تناوب سامانه وزنه - فنر $T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ است.با دو برابر کردن طول آونگ ساده، دوره تناوب آونگ ساده $\sqrt{۲}$ برابر شده است. برای آنکه بخواهد تشدید رخ دهد، پ دوره تناوب سامانه وزنه - فنر نیز باید $\sqrt{۲}$ برابر شود.

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow\frac{T'}{T}=\sqrt{\frac{k}{k'}}\Rightarrow\sqrt{۲}=\sqrt{\frac{k}{k'}}\Rightarrow\frac{k}{k'}=۲\Rightarrow k'=\frac{۱}{۲}k$$

۱۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها:

الف: نادرست است. زیرا بنابر رابطه $E=\frac{۱}{۲}kA^۲$، جرم نوسانگر تأثیری بر انرژی مکانیکی نوسانگر ندارد. دقت کنید که اگر از رابطه $E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲$ استفاده کنید به اشتباه گزینه ۱ یا ۲ را انتخاب می‌کنید. باید توجه کنید که بنابر رابطه $\omega^۲=\frac{k}{m}$، $\omega^۲$ متناسب با وارون جرم نوسانگر است و اگر جرم نوساننگر ۲ برابر شود. $\omega^۲$ برابر $\frac{۱}{۲}\omega^۲$ می‌شود و انرژی مکانیکی تغییر می‌کند.

ب: درست است. بنابر رابطه: $E=u_{max}=k_{max}=\frac{۱}{۲}mv^۲_m$

$$\frac{E_۲}{E_۱}=\left(\frac{V_{m,۲}}{V_{m,۱}}\right)^۲\Rightarrow ۲=\left(\frac{V_{m,۲}}{V_{m,۱}}\right)^۲\Rightarrow \frac{V_{m,۲}}{V_{m,۱}}=\sqrt{۲}$$

پ: نادرست است. زیرا نمودار مربوط به انرژی پتانسیل نوسانگر است و از آن می‌توان نتیجه گرفت:

$$u_{max}=E=۰/۳J$$

و همچنین در مکان $x_۱$، انرژی پتانسیل نوسانگر برابر $۰/۱J$ است و از رابطه $E=k+u$ می‌توان انرژی جنبشی نوسانگر را در این مکان حساب کرد.

$$۰/۳=k+۰/۱\Rightarrow k=۰/۲J$$

و اکنون از رابطه $k=\frac{۱}{۲}mv^۲$، تندی نوسانگر را در این لحظه حساب می‌کنیم:

$$۰/۲=\frac{۱}{۲}\times ۰/۲\times V^۲\Rightarrow V^۲=۲\Rightarrow V=\sqrt{۲}\frac{m}{s}$$

ت: درست است. از رابطه $E=k+u$ می‌توان نوشت: $k=\frac{۱}{۳}u\Rightarrow u=۳k$

$$E=k+۳k=۴k\Rightarrow \frac{k}{E}=\frac{۱}{۴}\xrightarrow[E=\frac{۱}{۲}mv^۲_m]{k=\frac{۱}{۲}mv^۲}\left(\frac{V}{V_m}\right)^۲=\frac{۱}{۴}\Rightarrow V=\frac{۱}{۲}V_m$$

۲۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

دامنه $A=\frac{۱}{۲}\times ۱۰cm=۵cm=\frac{۱}{۲۰}m$

در فاصله $۲cm$ از نقطه بازگشت: $x=۵-۲=۳cm$

رابطه داده شده برای انرژی پتانسیل، تفاضل انرژی کل از انرژی جنبشی است:

$$u=E-k=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲-\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow \begin{cases}\frac{۱}{۲}mA^۲\omega=۱۸\\ \frac{۱}{۲}m=۲\end{cases}$$

طبق فرض : $u=۱۸-۲v^۲$

تقسیم روابط : $A^۲\omega^۲=۹\Rightarrow A\omega=۳$

اینک از فرمول ارتباطی بین شتاب و مکان استفاده می کنیم: $A=\frac{۱}{۲۰}m\Rightarrow \frac{}{۲۰}w=۳\Rightarrow w=۶۰\frac{rad}{s}$

$$a=-\omega^۲x\Rightarrow |a|=(۶۰)^۲\times\frac{۳}{۱۰۰}=۱۰۸\frac{m}{s^۲}$$

۲۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به رابطه دوره حرکت آونگ ساده داریم:

$$\frac{T_A}{T_B}=\frac{۲\pi\sqrt{\frac{LA}{g}}}{۲\pi\sqrt{\frac{LB}{g}}}=\sqrt{\frac{LA}{LB}}=\sqrt{۱۶}=۴\Rightarrow\frac{\frac{۲۴}{N}}{\frac{۲۴}{N+۹}}=\sqrt{\frac{LA}{LB}}=۴\Rightarrow\frac{N+۹}{N}=۴$$

حال با توجه به رابطه $T=\frac{t}{N}$ می‌توانیم دوره تناوب آونگ B را به دست آوریم:

$$T_B=\frac{t}{N_B}\Rightarrow T_B=\frac{۲۴}{۱۲}=۲s$$

حال داریم:

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\omega_B=\frac{۲\pi}{T_B}=\frac{۲\pi}{۲}=\pi\frac{\text{rad}}{s}$$

چون طول پاره‌خط $۴cm$ است، پس دامنه آن $۲cm$ است. همچنین در انتهای مسیر نوسان شتاب بیشینه است.

$$a_{\max}=A\omega^۲\Rightarrow a_{\max}=(۲\times۱۰^{-۲})\times(\pi)^۲\xrightarrow{\pi^۲\cong۱۰}a_{\max}=۰/۲\frac{m}{s^۲}$$

۲۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. از رابطه $T=۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$، دوران نوسان آونگ را در حالت دوم حساب می‌کنیم:

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{l_۲}{l_۱}}\xrightarrow{l_۲=l_۱-۰/۹l_۱}\frac{T_۲}{۱}=\sqrt{\frac{۰/۸۱l_۱}{l}}\Rightarrow T_۲=۰/۹s$$

اکنون اختلاف زمانی آونگ را در مدت ۱۰ دقیقه حساب می کنیم:

چون به ازای هر یک ثانیه آونگ $۰/۱s$ $=۱-۰/۹$ کمتر نشان می‌دهد، بنابراین عقب می‌افتد. می‌توان نوشت:

$$\Rightarrow\Delta t=۶۰s\quad\begin{array}{|c|c|}\hline ۱s & ۰/۱\\\hline ۱۰\times۶۰ & \Delta t\\\hline\end{array}$$

۲۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گام ۱: ابتدا معادله مکان - زمان نوسانگر را می‌نویسیم و مکان جسم را در لحظه $t = \frac{۱}{۶۰}$ حساب می‌کنیم:

$$\omega = ۲\pi f \xrightarrow{f=۱۰HZ} \omega = ۲\pi \times ۱۰ = ۲۰\pi \frac{\text{rad}}{s}$$

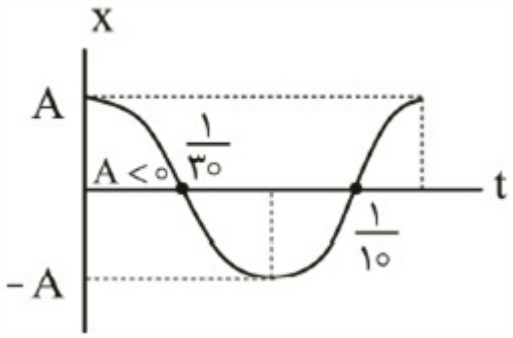
$$x = A\cos\omega t \xrightarrow[\omega=۲۰\pi]{A=۰/۰۶m} x = ۰/۰۶\cos ۲۰\pi t$$

$$x = ۰/۰۶\cos ۲۰\pi t \xrightarrow{t=\frac{۱}{۶۰}s} x = ۰/۰۶\cos ۲۰\pi\left(\frac{۱}{۶۰}\right) = ۰/۰۳m$$

گام ۲: تندی جسم را از رابطه $V = x\omega$ به دست می‌آوریم:

$$V = x\omega \xrightarrow[w=۲۰\pi\frac{\text{rad}}{s}]{x=۰/۰۳m} V = ۰/۰۳ \times ۲۰\pi = ۰/۶\pi\frac{m}{s}$$

با توجه به نمودار این معادله در یک دوره تناوب و وضعیت نوسانگر در لحظه $t = \frac{۱}{۶۰}s$، جسم در ربع اول قرار دارد و حرکت تندشونده است.



$$\begin{cases} \frac{۱}{۶۰} < \frac{۱}{۴۰} \\ a.v > ۰ \end{cases}$$

۲۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا دورهٔ تناوب را به دست می‌آوریم:

$$۳\frac{T}{۴} = ۳ \Rightarrow T = ۴s$$

بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ برابر است با:

$$\Delta T = T + \frac{T}{۲} = \frac{۳T}{۲} = \frac{۳ \times ۴}{۲} = ۶s$$

مسافت طی شده در این بازه برابر است با:

$$L = ۴A + ۲A = ۶A = ۶ \times ۲ = ۱۲cm$$

تندی متوسط نوسانگر برابر است با:

$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۱۲}{۶} = ۲\frac{cm}{s} = ۰/۰۲\frac{m}{s}$$

۲۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دورهٔ تناوب نوسانگر برابر است با:

$$\frac{۳T}{۴} = ۷۵ \Rightarrow T = ۱۰۰(ms) = ۰/۱s \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{۰/۱} = ۲۰\pi$$

در نتیجه: $E = k_{\max} = \frac{۱}{۲}\mathrm{mA}^{۲}\omega^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times ۱۰^{-۴} \times ۴۰۰\pi^{۲} = ۸۰\pi^{۲} \times ۱۰^{۴} J$

$$E = U + K \xrightarrow{k=\frac{۱}{۳}U \Rightarrow U=۳k} E = k + ۳k \Rightarrow E = ۴k \Rightarrow ۸۰\pi^{۲} \times ۱۰^{-۴} = ۴k$$

$$\Rightarrow k = ۲۰\pi^{۲} \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow k = \frac{۱}{۲}mv^{۲} \Rightarrow ۲۰\pi^{۲} \times ۱۰^{-۴} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times v^{۲}$$

$$\Rightarrow v^{۲} = ۱۰۰\pi^{۲} \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow v^{۲} = ۱۰^{-۲}\pi^{۲} \xrightarrow{\sqrt{\ }} v = \frac{\pi}{۱۰}\left(\frac{m}{s}\right)$$

۲۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبش یک نوسانگر ساده بر حسب مکان نوسانگر مطابق شکل مقابل است:

با توجه به مطلب بیان شده می‌توان نوشت:

$$A = ۵۰(cm) = \frac{۱}{۲}(m)$$

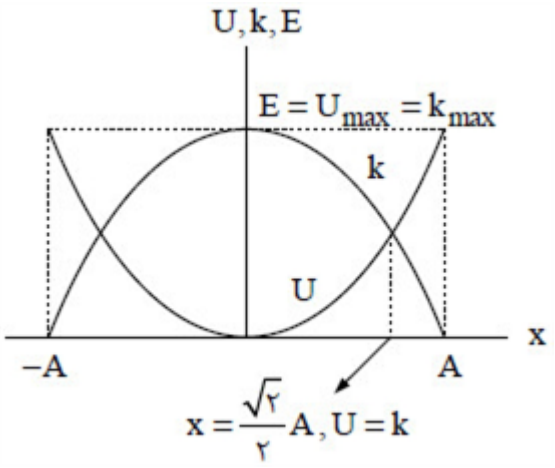
$$\begin{cases} U = ? \\ \text{با توجه به شکل} : K > U, K - U = ۱۷ \Rightarrow J \ (۱) \end{cases}$$

$$x = ۲۰cm = ۰/۲m \Rightarrow$$

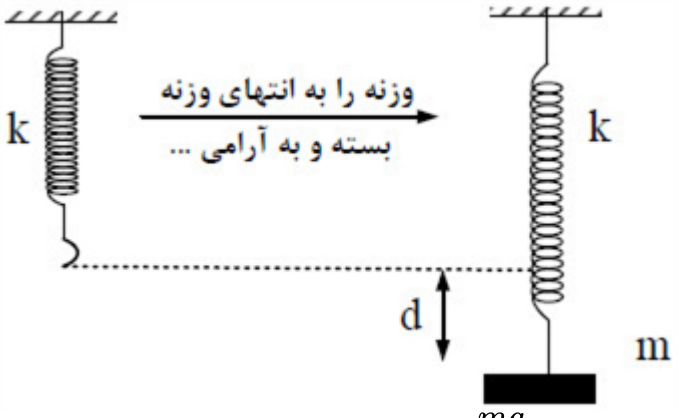
$$\text{در شکل} : E = ۲۵J \Rightarrow U + K = ۲۵J \ (۲)$$

$$(۱), (۲) \Rightarrow \begin{cases} K - U = ۱۷ \Rightarrow J \\ K + U = ۲۵J \end{cases} \Rightarrow ۲K = ۴۲J$$

$$\Rightarrow \begin{cases} K = ۲۱ \Rightarrow J \\ U = ۴J \end{cases}$$



۲۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: می‌دانیم اگر به متر قائمی به ثابت K جسمی به جرم m بیاویزیم و کمک نماییم به آرامی به تعادل برسد و در این لحظه متر به مقدار d نسبت به طول اولیه‌اش افزایش طول داشته باشد:



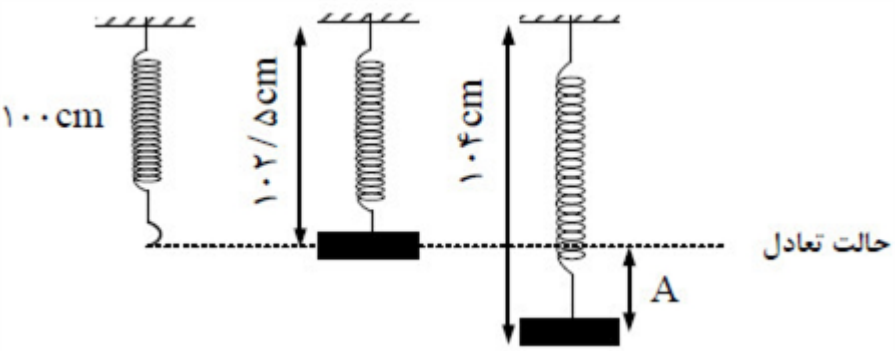
$$\Rightarrow mg = kd \Rightarrow d = \frac{mg}{k}$$

$$d = \frac{mg}{k} = \frac{\frac{۱}{۲} \times ۱۰}{۲۰۰} = \frac{۵}{۲۰۰}m = \frac{۲/۵}{۱۰۰}m = ۲/۵cm$$

$$L = ۱۰۰ + ۲/۵ \Rightarrow L = ۱۰۲/۵cm$$

اینجا نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) است. هر مقدار متر را اکنون از این وضعیت بیشتر بکشیم، آن اضافه طول دامنهٔ نوسان خواهد بود.

گام دوم:



$$A = ۱۰۴cm - ۱۰۲/۵ = ۱/۵cm \Rightarrow A = ۱/۵cm$$

گام سوم: تندی جسم را در هنگامی که $L = ۱۰۲/۵cm$ است خواسته در این لحظه چون جسم از مرکز نوسان عبور می‌کند:

$$v = \pm v_m = \pm A\omega$$

$$\begin{cases} \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{۱۰۰} = ۱۰\frac{\text{rad}}{s} \\ mg = kd \Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{g}{d} = \frac{۱۰}{\left(\frac{۱}{۱۰}\right)} = ۱۰۰ \end{cases} \Rightarrow |v| = A\omega = ۱/۵ \times ۱۰\frac{\text{rad}}{s} = ۱۵\frac{cm}{s}$$

$$|v| = ۱۵\frac{cm}{s}$$

۲۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$V_m = A\omega = \frac{\pi}{۱۰} \Rightarrow \frac{\pi}{۱۰} = A(۲۰\pi) \Rightarrow A = \frac{۱}{۲۰۰}m = ۰/۵cm$$

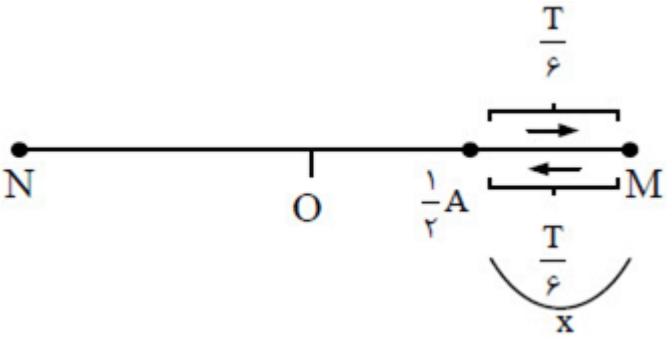
$$V = \underbrace{-\frac{n}{۱۰}}_{A\omega} \underbrace{\text{Sin}\, ۲۰\pi\, t}_{\omega}$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow ۲۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۱}{۱۰}s$$

$$\Delta t = \frac{۱}{۳۰} = \frac{T}{۳}$$

نکته: کمترین مسافت در بازه زمانی معین هنگامی است که نوسانگر کمترین تندی متوسط را داشته باشد، در واقع در انتهای پاره‌خط نوسان ایجاد می‌شود.

$$\frac{T}{۳} = ۲\left(\frac{T}{۶}\right)$$



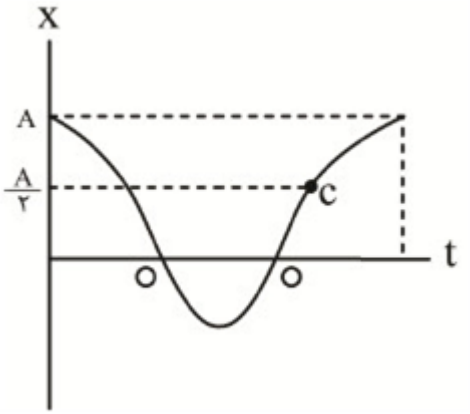
$$L_{\min} = ۲(A - x)$$

$$\Rightarrow L_{\min} = ۲ \times ۰/۵\left(۱ - \frac{۱}{۲}\right) = ۰/۵cm$$

$$\overline{S}_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۰/۵}{\frac{۱}{۳۰}} = ۱۵\frac{cm}{s}$$

تندی متوسط

۲۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$\frac{T}{۲} = ۰/۲s \Rightarrow T = ۰/۴s$$

$$\cos\theta_۱ = \frac{x_O}{A} = ۰ \Rightarrow \theta_۱ = \frac{۳\pi}{۲}\text{rad}$$

$$\cos\theta_۲ = \frac{x_C}{A} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = \frac{۵\pi}{۳}\text{rad}$$

$$\Delta\theta = \omega\,\Delta\, t \Rightarrow \frac{۵\pi}{۳} - \frac{۳\pi}{۲} = \frac{۲\pi}{۰/۴} \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{۱}{۳۰}s$$

$$\begin{cases} V_M = \mathrm{AW} = \frac{۲}{۱۰۰} \times ۱۰\lambda = ۰/۲\lambda \frac{m}{s} \\ W = \frac{۲\lambda}{T} = \frac{۲\lambda}{۰/۲} = ۱۰\lambda \frac{\mathrm{rad}}{s} \end{cases}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول:

۳۰

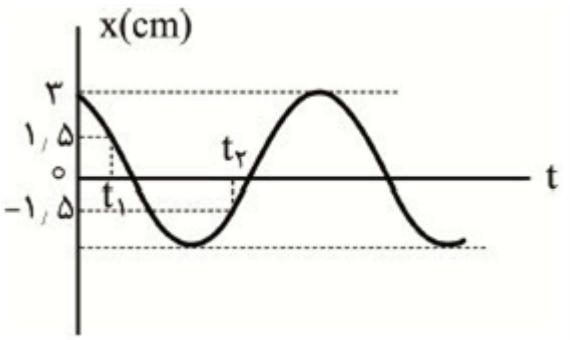
گام دوم:

$$E = k + U \Rightarrow ۱ = \frac{k}{E} + \frac{U}{E} \Rightarrow ۱ = \frac{k}{k_{\max}} + \frac{U}{U_{\max}} \Rightarrow ۱ = \left(\frac{V}{V_M}\right)^۲ + \left(\frac{x}{A}\right)^۲$$

گام سوم:

$$\Rightarrow ۱ = \frac{V^۲}{\frac{۴}{۱۰۰}\lambda^۲} + \left(\frac{۰/۵}{۲}\right)^۲ \Rightarrow \frac{V^۲}{\frac{۴}{۱۰}} = \frac{۱۵}{۱۶} \Rightarrow V^۲ = \frac{۶}{۱۶} \xrightarrow{\sqrt{\ }} V = \frac{\sqrt{۶}}{۴} \frac{m}{s}$$

۳۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: با توجه به شکل:



$$\begin{cases} t_۲ - t_۱ = \frac{T}{۲} \\ t_۲ - t_۱ = ۶s \end{cases} \Rightarrow \frac{T}{۲} = ۶s \Rightarrow T = ۱۲ \Rightarrow s$$

گام دوم:

$$\begin{cases} U = \frac{۳}{۴}E \\ U + k = E \Rightarrow \frac{۳}{۴}E + k = E \Rightarrow k = \frac{E}{۴} \ (*) \end{cases}$$

از طرفی : $E = k_{\max} \xrightarrow{(۰)} k = \frac{۱}{۴}k_{\max} \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۴}\left(\frac{۱}{۲}mv^{\ ۲}_{\ m}\right)$

$$\Rightarrow V = \pm\frac{۱}{۲}V_m = \pm\frac{۱}{۲}A\omega = \pm\frac{۱}{۲}\left(\frac{۳}{۱۰۰}\right)\left(\frac{۲\pi}{۱۲}\right) \Rightarrow V = \pm\frac{\pi}{۴۰۰} \Rightarrow |\text{تندی}|V| = \frac{\pi}{۴۰۰} \frac{m}{s}$$

۳۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دورهٔ نوسان آونگ ساده از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ محاسبه می‌شود، پس داریم:

$$\frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} \Rightarrow \frac{۰/۶T_۱}{T_۱} = \sqrt{\frac{L_۱ - ۱۶}{L_۱}} \xrightarrow{()^۲} \frac{۳۶}{۱۰۰} = \frac{L_۱ - ۱۶}{L_۱} \Rightarrow ۳۶L_۱ = ۱۰۰ \Rightarrow L_۱ - ۱۶۰۰$$

$$\Rightarrow ۶۴L_۱ = ۱۶۰۰ \Rightarrow L_۱ = ۲۵cm$$

بسامد زاویه‌ای آونگ از رابطهٔ $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ تعیین می‌شود.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} = \sqrt{\frac{۱۰}{۲۵ \times ۱۰^{-۲}}} = \sqrt{۴۰} = ۲\sqrt{۱۰}\frac{\mathrm{rad}}{s}$$

۳۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به معادلهٔ حرکت می‌توان دامنه و دورهٔ تناوب آن را مشخص کرد:

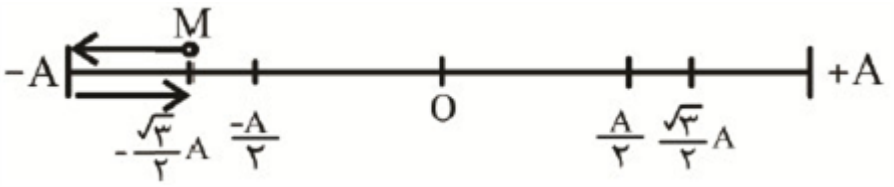
$$A = ۰/۰۴m = ۴۰mm$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{۵۰\pi} = \frac{۱}{۲۵}(s)$$

دوره است $\frac{۱}{۶}$ ثانیه برابر $\frac{۱}{۱۵۰}$ زمان.

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۱}{۱۵۰}}{\frac{۱}{۲۵}} = \frac{۱}{۶}$$

برای حداقل تندی نوسانگر باید مطابق شکل از نقطهٔ M به انتهای مسیر رفت و مجدداً به این نقطه برگردد.



با توجه به پاره‌خط باید از مکان $x = \frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ (یا $x = -\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$) به انتهای مسیر رفت و سپس به همان نقطه برگردد تا در مدت $\Delta t = \frac{T}{۶}$، کمترین مسافت طی شده را شامل شود.

$$L = ۲\left(A - \frac{\sqrt{۳}}{۲}A\right) = A(۲ - \sqrt{۳}) = A(۲ - ۱/۷) = ۴۰ \times ۰/۳ = ۱۲ \Rightarrow mm$$

$$S_a v = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۱۲}{\frac{۱}{۱۵۰}} = ۱۸۰۰\frac{mm}{s}$$

۳۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$A = ۲cm$$

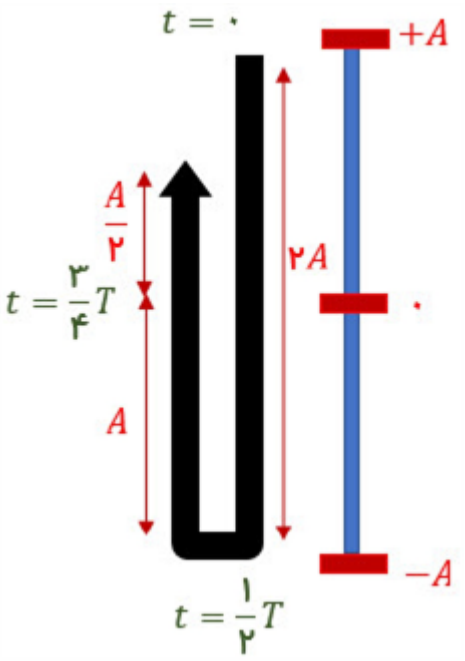
$$x = A\cos\left(\frac{۲\pi}{T}t\right)$$

$$t = \frac{T}{۴} \Rightarrow x = A\cos\frac{\pi}{۲} = ۰$$ (مرکز نوسان)

$$t = \frac{۳T}{۸} \Rightarrow x = A\cos\frac{۳\pi}{۴} = -(۲)\frac{\sqrt{۲}}{۲} = -\sqrt{۲}$$

$$l = |\Delta x| = \left|-\sqrt{۲} - ۰\right| = \sqrt{۲}$$

۳۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$T = ۲s \text{ و } A = ۴cm$$

$$t = \frac{۵}{۳} \equiv \frac{۵}{۶}T$$

$$x = A\cos\left(\frac{۵\pi}{۳}\right) \Rightarrow x = \frac{A}{۲}$$

$$s_{av} = \frac{۳/۵A}{\frac{۵}{۳}} = \frac{۱۴}{\frac{۵}{۳}} = ۸/۴$$

۳۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

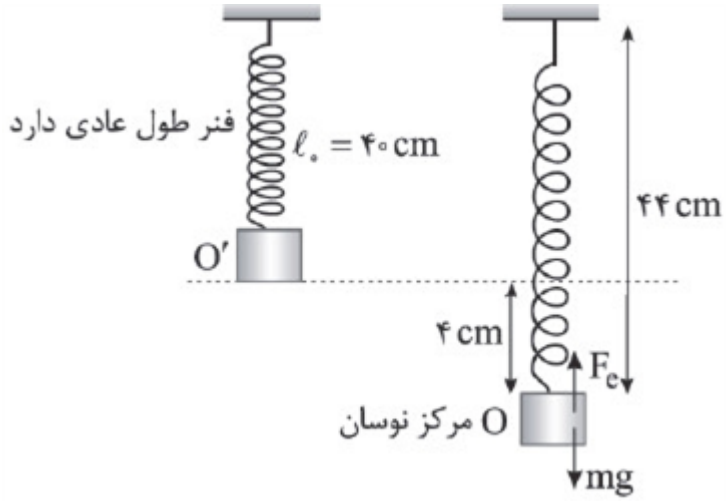
۳۷

الف) $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{۴۰}{۰/۱}} = ۲۰\frac{\text{rad}}{s}$

$x = A\cos\omega t \Rightarrow x = ۰/۰۲\cos ۲۰t$

ب) $a = \left|-\omega^۲ x\right| = ۴۰۰ \times ۰/۰۱ = ۴\frac{m}{s^۲}$

۳۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



در حالت تعادل

$$mg = \text{k}\,\Delta\,\text{x} \Rightarrow m \times ۱۰ = k \times ۰/۰۴ \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{۴}{۱۰۰۰}$$

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\sqrt{۱۰} \times \sqrt{\frac{۴}{۱۰۰۰}} = ۲ \times ۰/۲ = ۰/۴s$$

۳۹

$$a = \left|-\omega^{۲} x\right| \Rightarrow ۴ = \omega^{۲} \times ۰/۰۱ \Rightarrow \omega^{۲} = ۴۰۰$$

$$E = \frac{۱}{۲} m\omega^{۲} A^{۲} \Rightarrow E = \frac{۱}{۲} \times ۰/۲ \times ۴۰۰ \times ۱۶ \times ۱۰^{-۴} = ۶۴ \times ۱۰^{-۳} J$$

$$U_{\max} = E = ۶۴ \times ۱۰^{-۳} J$$

۴۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Delta t = \frac{۳T}{۴} + \frac{T}{۶} = \frac{۱۱T}{۱۲} = ۵/۵ \Rightarrow T = ۶s$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۶}{۶} = ۱\frac{\text{rad}}{s}$$

$$E = \frac{۱}{۲} \text{mA}^{۲} \omega^{۲} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲} \times ۳۶ \times ۱۰^{-۴} \times ۱ = ۹ \times ۱۰^{-۴} J \Rightarrow E = ۰/۹mJ$$

۴۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گام اول: چون در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ مکان‌ها و سرعت‌های نوسانگر قرینه‌اند، نتیجه می‌گیریم $t_۲ - t_۱ = \frac{T}{۲}$ است.

پس می‌توان نوشت:

$$\frac{T}{۲} = ۰/۲ \Rightarrow T = ۰/۴s$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{۰/۴} \Rightarrow \omega = ۵\pi \left(\frac{\text{rad}}{s}\right)$$

گام دوم: در لحظهٔ $t_۲$ نوسانگر در مکان $x = -۲cm$ قرار دارد و از رابطهٔ $|a| = \omega^{۲} x$ اندازهٔ شتاب متحرک را حساب می‌کنیم:

$$a = (۵\pi)^{۲} \times \frac{۲}{۱۰۰} \Rightarrow a = ۵\frac{m}{s^{۲}}$$

۴۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: بسامد نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$T = \frac{\Delta t}{n} = \frac{۶۰}{۲۴۰} = \frac{۱}{۴}s$$

گام دوم: از رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲} \text{mA}^{۲} \omega^{۲}$ انرژی مکانیکی نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{\frac{۱}{۴}} = ۸\pi \left(\frac{\text{rad}}{s}\right)$$

گام سوم: اکنون انرژی پتانسیل نوسانگر را حساب می کنیم:

$$E = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times (۰/۱)^{۲} \times ۶۴\pi^{۲} \xrightarrow{\pi^{۲}=۱۰} E = ۱/۲۸J$$

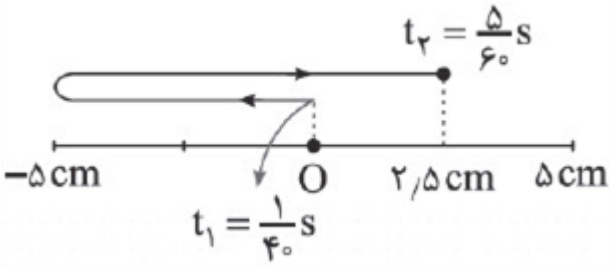
$$E = K + U \Rightarrow ۱/۲۸ = ۱ + U \Rightarrow U = ۰/۲۸J$$

۴۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گام اول: ابتدا مکان نوسانگر را در این لحظه‌ها حساب می‌کنیم:

$$x_۱ = ۰/۰۵ \cos\left(۲۰\pi \times \frac{۱}{۴}\right) = ۰/۰۵ \times \cos\frac{\pi}{۲} \Rightarrow x_۱ = ۰$$

$$x_۲ = ۰/۰۵ \cos\left(۲۰\pi \times \frac{۵}{۶۰}\right) = ۰/۰۵ \cos\frac{۵\pi}{۳} = ۰/۰۲۵m$$

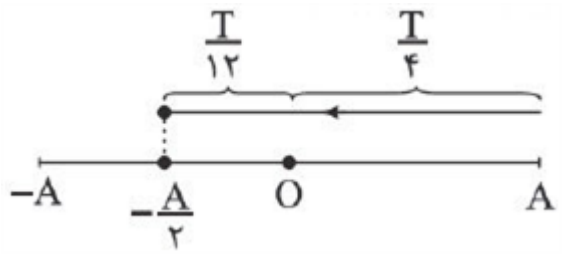
گام دوم: سپس مسیر حرکت نوسانگر را رسم می کنیم:



گام سوم: و در آخر مسافت طی شده را حساب می‌کنیم:

$$L = ۵ + ۵ + ۲/۵ = ۱۲/۵cm$$

۴۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: با توجه به اینکه در لحظهٔ $t = ۰/۰۶s$ متحرک در مکان $x = -۲cm$ یعنی $x = -\frac{A}{۲}$ قرار دارد می‌توان نوشت:



$$\Delta t = \frac{T}{۴} + \frac{T}{۱۲} = \frac{T}{۳}$$

$$۰/۰۶ = \frac{T}{۳} \Rightarrow T = ۰/۱۸s$$

گام دوم: از رابطهٔ $|v_{max}| = \frac{۲\pi}{T}A$ می‌توان نوشت:

$$|v_{max}| = \frac{۲ \times ۳}{۰/۱۸} \times \frac{۴}{۱۰۰} \Rightarrow v_{max} = \frac{۴}{۳}\ \frac{m}{s^۲}$$

۴۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

الف) نادرست - به این نوسان، نوسان میرا می‌گویند.

ب) درست - در این حالت دامنهٔ نوسان بیشتر می‌شود.

ج) درست - در آونگی که هم‌طول با طول نخ وزنه است، تشدید رخ می‌دهد.

د) نادرست - در این حالت دامنهٔ نوسان تاب کمتر می‌شود.

۴۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نمودار مربوط به انرژی پتانسیل بر حسب مکان نوسانگر است و در نقطهٔ A انرژی پتانسیل بیشینه است و از $x_۱$ تا A انرژی جنبشی کاهش می‌یابد و به همان اندازه به انرژی پتانسیل افزوده می‌شود. پس انرژی مکانیکی نوسانگر را به صورت مقابل حساب می‌کنیم:

$$E = U_{max} = ۳ + ۲ = ۵J$$

می‌دانیم که انرژی مکانیکی نوسانگر ساده در همه نقاط یکسان و ثابت است. پس در نقطهٔ $x_۳ = -\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ نیز برابر $۵J$ می‌باشد.

۴۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{T}{۲}=۵۰ms$$
$$T=۰/۱s$$
$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=۲۰\pi\left(\frac{\text{rad}}{s}\right)$$
$$E=۴K\Rightarrow\frac{۱}{۲}\text{mA}^{۲}\omega^{۲}=\frac{۱}{۲}mv^{۲}\times۴\Rightarrow A\omega=۲v\Rightarrow v=\frac{A\omega}{۲}=\frac{۰/۱\times۲۰\pi}{۲}=\pi\left(\frac{m}{s}\right)$$

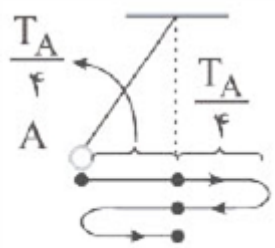
۴۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از رابطهٔ $E=\frac{۱}{۲}\text{kA}^{۲}$ استفاده می‌کنیم، نسبت و درصد مورد نظر را حساب می‌کنیم:

$$\frac{E_{۲}}{E_{۱}}=\left(\frac{A_{۲}}{A_{۱}}\right)^{۲}\Rightarrow\frac{E_{۲}}{E_{۱}}=\left(\frac{\sqrt{۲}A_{۱}}{A_{۱}}\right)^{۲}=۲$$
$$\frac{\Delta\text{E}}{E_{۱}}\times۱۰۰=\frac{۲\times۱}{۱}\times۱۰۰=\%۱۰۰$$

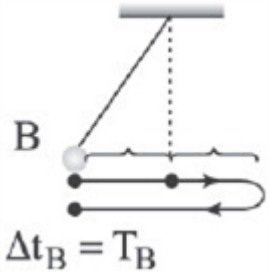
دقت کنید اگر از رابطهٔ $E=\frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}$ استفاده کنید به اشتباه گزینه ۱ را انتخاب می‌کنید. اگر جرم نوسانگر ۲ برابر شود، بنابر رابطهٔ $\omega^{۲}=\frac{k}{m}$، مقدار $\omega^{۲}$، ثابت نمی‌ماند و $\frac{۱}{۲}$ برابر می‌شود و در نتیجه جرم نوسانگر در انرژی مکانیکی آن اثر ندارد.

۴۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به موارد ذکر شده در سؤال مطابق شکل‌های زیر رابطهٔ مدت زمان نوسان‌های هر آونگ را با دورهٔ آن مشخص می‌کنیم.

$$\Delta\text{t}_A=۵\frac{T_A}{۴}$$



$$\Delta\text{t}_B=T_B$$



$$\Delta\text{t}_A=\Delta\text{t}_B\Rightarrow\frac{۵T_A}{۴}=T_B\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=\frac{۴}{۵}$$

نسبت $\frac{T_A}{T_B}$ را حساب می‌کنیم:

از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ استفاده می‌کنیم و نسبت $\frac{L_A}{L_B}$ را حساب می‌کنیم. دقت کنید که جرم آونگ در دورهٔ نوسان آن اثر ندارد.

$$\frac{T_A}{T_B}=\sqrt{\frac{L_A}{L_B}}\Rightarrow\left(\frac{۴}{۵}\right)^{۲}=\frac{L_A}{L_B}\Rightarrow\frac{L_A}{L_B}=\frac{۱۶}{۲۵}$$

۵۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{K_۱}{K_m}=\frac{۱/۶}{۱/۶+۰/۲}=\frac{۸}{۹}\Rightarrow\left(\frac{V_۱}{V_m}\right)^۲=\frac{۸}{۹}\Rightarrow\frac{V_۱}{V_m}=\frac{۲\sqrt{۲}}{۳}$$

با توجه به شکل داده شده $K=۱/۶J, U=۰/۲J$ است.

$$K=۸U\Rightarrow U=\frac{۱}{۸}K$$

$$E=U+K\Rightarrow K_m=\frac{۱}{۸}K+K\Rightarrow K_m=\frac{۹}{۸}K$$

$$\frac{۱}{۲}mv_{m}^{۲}=\frac{۹}{۸}\times\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow\frac{v}{v_m}=\sqrt{\frac{۸}{۹}}=\frac{۲\sqrt{۲}}{۳}$$

۵۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

الف) درست

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}}=\sqrt{\frac{۱/۲۱m_۱}{m_۱}}\Rightarrow\frac{T_۲}{T_۱}=۱/۱\Rightarrow\frac{\Delta T}{T_۱}=۰/۱$$

ب) نادرست - دوره و بسامد دستگاه جرم - فنر به شتاب گرانش بستگی ندارد.

ج) درست - هر قدر فنر سخت‌تر باشد، ثابت فنر بیشتر و بسامد آن نیز بیشتر می‌شود.

$$\frac{۱}{f}=T\propto\sqrt{\frac{m}{k}}$$

د) نادرست - حرکت نوسانی حرکتی شتابدار با شتاب متغیر است. در نقاط بازگشتی شتاب بیشینه و در نقطهٔ تعادل شتاب صفر است.

۵۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دامنهٔ حرکت جسم برابر $۱۰cm$ است. $A=۰/۱m$

چون در مدت $۱۰s$، جهت حرکت جسم ۴۰ بار تغییر کرده است، نتیجه می‌گیریم که در این مدت جسم ۴۰ تا ۴۱ بار طول پاره‌خط را طی کرده یعنی ۲۰ نوسان کامل و یک نیمه انجام داده است و از رابطهٔ $\Delta t = nT$، دوره و سپس بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم:

$$۱۰=۲۰T\Rightarrow T=۰/۵, \omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۵}=۴\pi\left(\frac{rad}{s}\right)$$

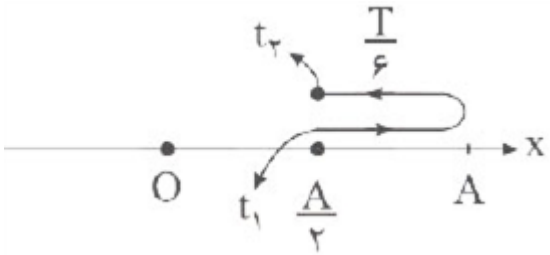
اکنون معادلهٔ حرکت جسم را می‌نویسیم:

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow x=۰/۱\cos(۴\pi t)$$

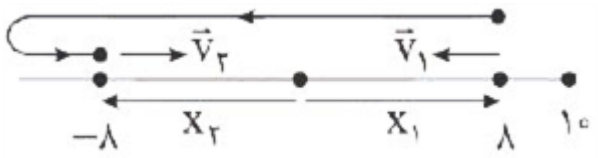
۵۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا دورهٔ نوسان را حساب می‌کنیم. چون در لحظهٔ $t_۱$ و $t_۲$ نوسانگر در مکان مثبت و در فاصلهٔ نصف دامنه تا مرکز نوسان است، مطابق شکل می‌توان دریافت:

$$\Delta t=t_۲-t_۱\Rightarrow\frac{۲T}{۶}=t_۲-t_۱$$

$$\Rightarrow\frac{۲T}{۶}=\frac{۱}{۳۰}s\Rightarrow T=۰/۱s$$



در مکان‌های $x_۱=۸cm$ و $x_۲=-۸cm$ که حرکت ذره تندشونده است، مکان‌ها و سرعت‌های ذره در این دو لحظه قرینهٔ یکدیگرند.



در نتیجه حداقل این مدت زمان برابر $\frac{T}{۲}$ است. پس می‌توان نوشت:

$$\Delta t'=\frac{T}{۲}=\frac{۰/۱}{۲}=\frac{۱}{۲۰}s$$

۵۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بیشینه شتاب نوسانگر را از رابطهٔ $a_{max} = A\omega^{۲}$ حساب می‌کنیم:

$$۱۶\frac{m}{s^{۲}} \simeq a_{max} = ۰/۱ \times \left(\frac{۲\pi}{۰/۵}\right)^{۲} = ۰/۱ \times ۱۶\pi^{۲}$$

سپس از رابطهٔ $|a| = \omega^{۲}\ |x|$ استفاده می‌کنیم و مکان متحرک را در دو لحظهٔ مورد نظر حساب می‌کنیم:

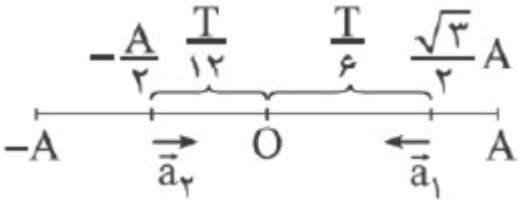
$$\left|\frac{a_{۱}}{a_{max}}\right| = \frac{x_{۱}}{A} \Rightarrow \frac{۸\sqrt{۳}}{۱۶} = \frac{x_{۱}}{A}$$

$$x_{۱} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}A, \left|\frac{a_{۲}}{a_{max}}\right| = \frac{x_{۲}}{A} \Rightarrow x_{۲} = \frac{۸}{۱۶}A = \frac{A}{۲}$$

اکنون با توجه به شکل زیر کمترین زمان بین این دو مکان را بر حسب دورهٔ نوسانگر حساب می‌کنیم.

دقت کنید چون علامت شتاب تغییر کرده است، در حالت دو نوسانگر باید در طرف دیگر نقطهٔ تعادل باشد:

$$\Delta t = \frac{T}{۱۲} + \frac{T}{۶} = \frac{T}{۴} \Rightarrow \Delta t = \frac{۰/۵}{۴} = \frac{۱}{۸}s$$



۵۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از رابطه تراز شدت صوت، شدت صوت در محل قاب را می‌یابیم:

$$\beta = ۱۰\log\left(\frac{I}{I_{۰}}\right) \xrightarrow{\beta=۸۶d\beta} ۸۶ = ۱۰\log\left(\frac{I}{I_{۰}}\right) \Rightarrow ۸/۶ = \log\left(\frac{I}{I_{۰}}\right)$$

$$\xrightarrow{۸/۶=۸+(۲\times۰/۳)} ۸ + (۲ \times ۰/۳) = \log\left(\frac{I}{I_{۰}}\right) \xrightarrow[۸=\log ۱۰^{۸}]{۰/۳=\log ۲}$$

$$\log ۱۰^{۸} + ۲\log ۲ = \log\left(\frac{I}{I_{۰}}\right) \Rightarrow \log ۱۰^{۸} + \log ۴ = \log\left(\frac{I}{I_{۰}}\right)$$

$$\Rightarrow \log(۴ \times ۱۰^{۸}) = \log\left(\frac{I}{I_{۰}}\right) \Rightarrow \frac{I}{I_{۰}} = ۴ \times ۱۰^{۸} \xrightarrow{I_{۰}=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^{۲}}}$$

$$I = ۴ \times ۱۰^{۸} \times ۱۰^{-۱۲} = ۴ \times ۱۰^{-۴}\frac{W}{m^{۲}}$$

اکنون با استفاده از رابطه زیر، t را پیدا می کنیم:

$$I = \frac{E}{A.t} \xrightarrow[A=۵\times۵=۲۵mm^{۲}=۲۵\times۱۰^{-۶}m^{۲}]{I=۴\times۱۰^{۴}\frac{W}{m^{۲}}\ ,\ E=۱/۵\times۱۰^{-۶}J} t = \frac{E}{A.I} = \frac{۱/۵ \times ۱۰^{-۶}}{۲۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۴ \times ۱۰^{-۴}} = ۱۵۰ \Rightarrow s$$

$$t = ۱۵۰ \Rightarrow s \times \frac{۱\,\text{min}}{۶۰s} = ۲/۵\,\text{min}$$

۵۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر تراز شدت صوت ا را β فرض کنیم، در فاصله $r_۱ = ۱۰ \Rightarrow m$ تراز شدت صوت برابر $\beta_۱ = \beta + ۲۰$ دسی‌بل و در فاصله $r_۲$ تراز شدت صوت برابر $\beta_۲ = \beta - ۲۰$ دسی‌بل خواهد بود. بنابراین، ابتدا با استفاده از رابطه $\Delta\beta = \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$، نسبت $\frac{I_۲}{I_۱}$ را به دست می‌آوریم:

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \beta - ۲۰ - (\beta + ۲۰) = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow -۴۰ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow -۴ = \log\frac{I_۲}{I_۱}$$
$$\xrightarrow{-۴=\log ۱۰^{-۴}} \log ۱۰^{-۴} = \log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰^{-۴}$$

اکنون با داشتن $\frac{I_۲}{I_۱}$ می‌توان $r_۲$ را به صورت زیر حساب کرد:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \xrightarrow{r_۱=۱۰\Rightarrow m} ۱۰^{-۴} = \left(\frac{۱۰}{r_۲}\right)^۲ \Rightarrow ۱۰^{-۲} = \frac{۱۰}{r_۲} \Rightarrow r_۲ = \frac{۱۰}{۱۰^{-۲}} \Rightarrow r_۲ = ۱۰۰۰ \Rightarrow m$$

۵۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\begin{matrix}\Delta x_p = v_p t_p \\ \Delta x_s = v_s t_s\end{matrix} \xrightarrow{\Delta x_p = \Delta x_s} v_p t_p = v_s t_s \xrightarrow{t_p=۱۲۰\Rightarrow s\ ,\ t_s=۱۸۰\Rightarrow s} v_p \times ۱۲۰ = v_s \times ۱۸۰$$

$$\Rightarrow v_p = \frac{۳}{۲}v_s \xrightarrow{v_p - v_s = ۲/۵\frac{km}{s}} \frac{۳}{۲}v_s - v_s = ۲/۵ \Rightarrow v_s = ۵\frac{km}{s}$$

$$\xrightarrow{v_p=\frac{۳}{۲}v_s} v_p = ۷/۵\frac{km}{s}$$

امواج P امواج طولی و امواج S امواج عرضی هستند. تندی امواج طولی بزرگ‌تر از تندی امواج عرضی است. بنابراین تندی امواج طولی $۷/۵\frac{km}{s}$ است.

۵۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به شکل، طول موج و سپس دوره تناوب موج را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$\frac{\lambda}{۲} = ۱۰ \Rightarrow m \Rightarrow \lambda = ۲۰m$$
$$\lambda = vT \Rightarrow ۲۰ = ۱۰ \times T \Rightarrow T = ۲s$$

آنگاه داریم:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۲} = ۲\frac{rad}{s}$$

چون $۱s$، معادل $\frac{T}{۲}$ است، با توجه به جهت انتشار موج، نتیجه می‌شود که در این مدت ذره M از موضع تعادل به مکان $y = +۲cm$ رفته و سپس از مکان $y = +۲cm$ به موضع تعادل $(y = ۰)$ می‌رسد.

از طرفی می‌دانیم، تندی نوسان ذرات در موضع تعادل بیشینه است. داریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow[\omega=\pi\frac{rad}{s}]{A=۰/۰۲m} v_{max} = \frac{۲\pi}{۱۰۰}\ \frac{m}{s}$$

۵۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا دوره تناوب موج را حساب می‌کنیم. داریم:

$$۳\frac{\lambda}{۴} = ۶۰cm \Rightarrow \lambda = ۸۰cm = ۰/۸m$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow ۱۰ = \frac{۰/۸}{T} \Rightarrow T = ۰/۰۸s$$

با توجه به دوره تناوب موج، بازه زمانی صفر تا $۰/۰۲s$ معادل با $\frac{T}{۴}$ خواهد بود و چون نقطه M در لحظه $t = ۰$ در دوره موج (پاستیغ) قرار دارد، با توجه به جهت حرکت موج، به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند و از مکان $-A$ پس از مدت زمان $\frac{T}{۴}$ به مکان صفر می‌رسد، بنابراین حرکت نقطه M پیوسته تندشونده خواهد بود.

۶۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

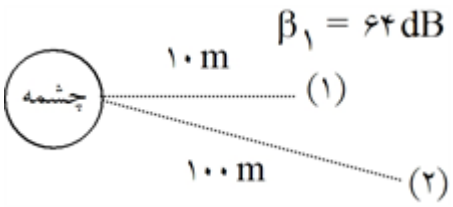
$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$$

$$-۱۴ = ۲۰\log\frac{r_۱}{r_۱ + ۲۰} \Rightarrow ۵r_۱ = r_۱ + ۲۰ \Rightarrow r_۱ = ۵m$$

۶۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$V_{\max} = A\omega = A_۲\pi f = ۰/۱ \times ۲\pi \times ۸ = \frac{۸\pi}{۵}\frac{m}{s}$$

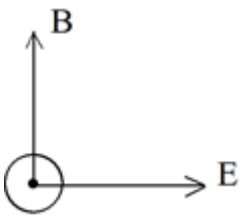
۶۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$\beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰\log\left(\frac{d_۲}{d_۱}\right)^۲$$

$$\Rightarrow ۶۴ - \beta_۲ = ۱۰\log ۱۰^۲ = ۲۰ \Rightarrow \beta_۲ = ۴۴dB$$

۶۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



۶۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طول موج در محل ناظر فقط وابسته به حرکت چشمهٔ موج است. در شکل‌های ب و ج که چشمهٔ صوت، ساکن است، طول موج دریافتی توسط ناظر برابر $\lambda_۰$ است. در شکل‌های الف و هـ که شنونده پشت سر چشمه است، طول موج دریافتی توسط ناظر بیشتر از $\lambda_۰$ و در شکل د که شنونده جلوی چشمه است، طول موج دریافتی توسط ناظر کمتر از $\lambda_۰$ است.

۶۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای اینکه شخص به زحمت بتواند صوت رسیده از منبع را بشنود، باید تراز شدت صوت دریافتی او برابر با تراز شدت صوت مربوط به آستانهٔ شنوایی او باشد. بنابراین داریم:

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۲۰\log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right) \Rightarrow ۲۸ - ۶۰ = ۲۰\log\left(\frac{۱}{r^۲}\right) \Rightarrow -۱/۶ = -\log(r_۲) \Rightarrow \log(r_۲) = ۱/۶$$

$$\xrightarrow[۱/۶=۱+(۲\times۰/۳)=۱+۲\log r_۲=\log ۴۰]{} \log(r_۲) = \log ۴۰ \Rightarrow r_۲ = ۴۰m$$

۶۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق رابطهٔ $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$ داریم:

$$\beta_۲ = \frac{\beta_۱ + \beta_۳}{۲} \Rightarrow ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۰} = \frac{۱۰\log\frac{I_۱}{I_۰} + ۱۰\log\frac{I_۳}{I_۰}}{۲} \Rightarrow ۲\log\frac{I_۲}{I_۰} = \log\frac{I_۱}{I_۰} + \log\frac{I_۳}{I_۰}$$

از طرفی، شدت صوت با مربع فاصله تا چشمهٔ صوت، رابطهٔ عکس دارد. در نتیجه داریم:

$$\Rightarrow \log\left(\frac{I_۲}{I_۰}\right)^۲ = \log\left(\frac{I_۱}{I_۰}\times\frac{I_۳}{I_۰}\right) \Rightarrow \left(\frac{I_۲}{I_۰}\right)^۲ = \frac{I_۱I_۳}{I_۰^۲} \Rightarrow I_۲^۲ = I_۱I_۳ \Rightarrow I_۲ = \sqrt{I_۱I_۳}$$

$$I_۲^۲ = I_۱I_۳ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{I_۳}{I_۲} \xrightarrow{I\propto\frac{۱}{r^۲}} \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = \left(\frac{r_۲}{r_۳}\right)^۲ \Rightarrow \frac{r_۱}{r_۲} = \frac{r_۲}{r_۳} \Rightarrow r_۲^۲ = r_۱r_۳ \Rightarrow r_۲ = \sqrt{r_۱r_۳}$$

۶۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: برای محاسبهٔ شدت صوت در فاصلهٔ ۳۰ متری، با استفاده از تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۱۳۰ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^{۱۳} \Rightarrow I = ۱۰\frac{W}{m^۲}$$

گام دوم: طبق تعریف شدت صوت، P_{av} را به دست می‌آوریم: $I = \frac{P_{av}}{A} \Rightarrow P_{av} = I.A$

از آنجا که امواج به صورت کروی منتشر می‌شوند، $A = ۴\pi r^۲$ است و داریم:

$$P_{av} = I\times(۴\pi r^۲) = ۱۰\times۴\times۳\times(۳۰)^۲ = ۱۰۸۰۰۰ \Rightarrow W = ۱۰۸\text{kW}$$

۶۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. آمبولانس ابتدا فاصله‌اش تا شخص را کم می‌کند، بنابراین بسامد شنیده شده بیشتر از $f_۰$ می‌شود. با عبور آمبولانس از کنار شخص، فاصله شروع به افزایش می‌کند و بسامد شنیده شده کم‌تر از $f_۰$ می‌شود.

۶۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۲۰۰}{۰/۵}} = ۲۰\frac{m}{s}$$

$$x = \frac{۵}{۴}\pi = ۵۰ \Rightarrow \pi = ۴۰cm$$

$$\pi = \frac{V}{f} \Rightarrow f = \frac{V}{\pi} = \frac{۲۰}{۰/۴} = ۵۰\text{HZ}$$

$$\omega = ۲\pi f = ۲\pi \times ۵۰ = ۱۰۰\pi\frac{\text{rad}}{s}$$

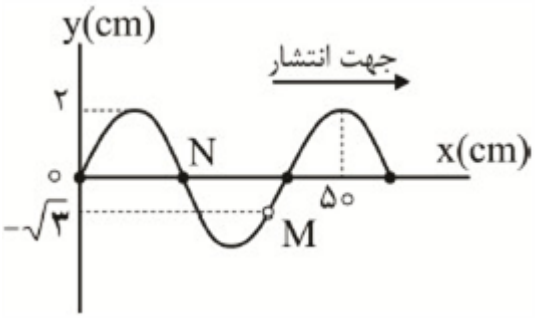
می‌توان نشان داده مقدار داده شده برای سرعت همان $V_{\max}$ است:

$$V_{\max} = A\omega = \frac{۲}{۱۰۰} \times ۱۰۰\pi = ۲\pi \cong ۲ \times ۳ = ۶\frac{m}{s}$$

سرعت نوسانگر هنگام گذر از مبدأ حداکثر می شود. پس باید نقطه m به مبدأ برسد.

می‌دانیم در نقش موج، هر نقطه از محیط تلاش می‌کند رفتار خود را مانند نقاط قبل از خودش نماید:

پس نقطه M باید خود را مانند نقطه N نماید.



$$x = A\cos\omega t \Rightarrow -\sqrt{۳} = ۲\cos\omega t$$

$$\Rightarrow \cos\omega t = \frac{-\sqrt{۳}}{۲}$$

از آنجا که نقطه M با گذشت زمان به نقطه بازگشت منفی می‌رسد:

$$\Rightarrow \theta_M = \omega t = \frac{۵\pi}{۶}$$

از طرفی برای نقطهٔ N، $x = ۰$ بوده و چون نقطه N با گذشت زمان به نقطه بازگشت مثبت می‌رسد:

$$\theta_N = \omega t = \frac{۳\pi}{۲}$$

اختلاف این دو مقدار، تغییر زاویه بر حسب رادیان و زمان مورد نیاز را مشخص می کند:

$$\Delta\theta = \frac{۳\pi}{۲} - \frac{۵\pi}{۶} = \frac{۲\pi}{۳}$$

$$\Delta\theta = \omega t \Rightarrow \frac{۲\pi}{۳} = ۱۰۰\pi t \Rightarrow t = \frac{۱}{۱۵۰}s$$

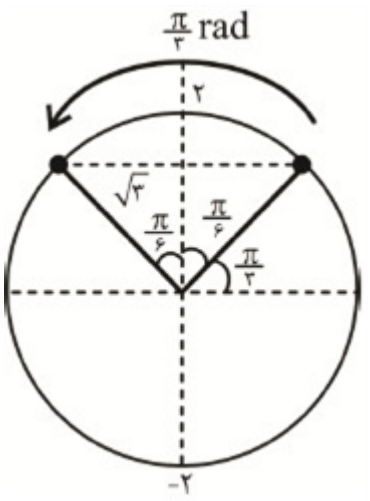
۷۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دو تار هم‌جنس هستند. یعنی:

$$\rho_A = \rho_B$$

با توجه به رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\rho_A}}$ با استفاده از رابطه $V = \frac{۲}{d}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$ می‌توان نوشت:

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{d_A}{d_B}\sqrt{\frac{F_B}{F_A} \times \frac{P_A}{P_B}} \xrightarrow[F_A = ۲F_B]{V_A = ۲\sqrt{۲}V_B} \frac{d_A}{d_B} = \frac{۱}{۲}$$

۷۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$\frac{۲\pi\,\text{rad} \mid ۱۲\,\text{s}}{\theta \mid ۲\,\text{s}} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{۳}\text{rad}$$

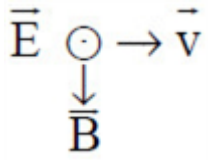
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\sqrt{۳} - \sqrt{۳}}{۲} = ۰$$

۷۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در یک لحظه از زمان، در مکان‌هایی که بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت مکان برابر صفر است. (درستی گزینهٔ ۱)

در وسط فاصله بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم، اندازهٔ جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل بیشینه است. (درستی ۲ و نادرستی ۳)

در امواج طولی، طول موج برابر با فاصله دو جمع‌شدگی یا دو بازشدگی متوالی است. (درستی ۴)

۷۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$t = \frac{T}{۲}\ ,\ T = \frac{۱}{f} \Rightarrow t = \frac{۱}{۲f} = \frac{۱}{۸ \times ۱۰^{۱۵}}$$

$$\Rightarrow t = \frac{۱۰ \times ۱۰^{-۱۶}}{۸} = ۱/۲۵ \times ۱۰^{-۱۶}\ s$$

۷۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تندی انتشار موج عرضی در سیمی به جرم m و طول L و نیروی کشش F از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F.L}{m}}$ به دست می‌آید. بنابراین داریم:

درصد تغییرات تندی انتشار موج صوتی در این ریسمان برابر است با:

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \times \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} \times \sqrt{\frac{m_۱}{m_۲}} = \sqrt{\frac{۱۴۴}{۱۰۰}} \times \sqrt{\frac{۳۰}{۱۰۰}} \times \sqrt{\frac{۱۰۰}{۳۰}} = ۱/۲$$

$$\left(\frac{V_۲}{V_۱} - ۱\right) \times ۱۰۰ = (۱/۲ - ۱) \times ۱۰۰ = +\%۲۰$$

۷۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانید هنگامی‌که شنونده به منبع صوت نزدیک می‌شود، بسامد احساس شده توسط او بیشتر از بسامد ارسالی توسط منبع است. بدیهی است هر اندازه سرعت شنونده بیشتر باشد، اثر دوپلر نیز بیشتر بوده و شنوندهٔ صدا را با افزایش بسامد بیشتری احساس می‌کند. در اینجا حرکت شنونده کندشونده بوده و این یعنی با کاهش تندی حرکت شنونده، اثر دوپلر ضعیف‌تر شده و شنوندهٔ صدا را با افزایش بسامد کمتری احساس می‌کند؛ پس هر چند همواره بسامد احساس شده توسط شنونده از بسامد ارسالی منبع صوت بیشتر است، ولی با کاهش تندی حرکت شنونده، این بسامد رو به کاهش می‌گذارد.

۷۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به جهت حرکت موج در خلاف جهت محور x ذرهٔ a به سمت بالا و ذرات b و c به سمت پایین حرکت می‌کند. پس ذرهٔ a کندشونده و ذرهٔ c تندشونده حرکت می‌کند. فاصلهٔ بین دو قلهٔ متوالی یا دو ذره متوالی برابر λ است. بنابراین فاصلهٔ نقطهٔ a تا نقطهٔ c برابر ۲λ نمی‌باشد.

۷۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

گام ۱: با استفاده از شکل موج‌ها می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \lambda_B = ۳\lambda_A \\ A_B = \dfrac{A_A}{۲} \end{cases}$$

گام ۲: به دلیل یکسان بودن محیط انتشار دو موج، تندی انتشار آن‌ها یکسان است و با استفاده از رابطهٔ $\lambda = \dfrac{V}{f}$ می‌توان نسبت بسامدهای دو موج را تعیین کرد:

گام ۳: نسبت آهنگ متوسط انتقال انرژی را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{۳\lambda_A} = \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{f_B}{f_A} = \frac{۱}{۳}$$

$$\frac{\overline{P}_B}{\overline{P}_A} = \left(\frac{A_B}{A_A} \times \frac{f_B}{f_A}\right)^۲ \Rightarrow \frac{\overline{P}_B}{\overline{P}_A} = \left(\frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۳}\right)^۲ = \frac{۱}{۳۶}$$

۷۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

می‌دانیم که طبق رابطهٔ تراز شدت صوت بر حسب شدت صوت، نمودار مربوطه به صورت $\beta = ۱۰\log\left(\frac{I}{I_۰}\right)(\mathrm{dB})$ می‌باشد. می‌دانیم اگر توان چشمه صوت P و فاصلهٔ شنونده تا چشمه برابر r باشد، شدت صوت دریافتی توسط شنونده برابر $I = \frac{P}{۴\pi r^۲}$ خواهد بود.

گام اول: با توجه به شکل $I_۰ = ۱۰^{-۱۸}\frac{W}{m^۲}$ است. می‌دانیم طبق رابطهٔ $I = \frac{P}{۴\pi r^۲}$ چون توان چشمه ثابت است:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{۲۰}{۱۰}\right)^۲ = ۴ \Rightarrow I_۲ = ۴I_۱$$

توجه داشتیم که در شکل $\beta_۱ < \beta_۲$ بنابراین $I_۱ < I_۲$ و طبق $I = \frac{P}{۴\pi r^۲}$، بایستی: $r_۱ > r_۲$.

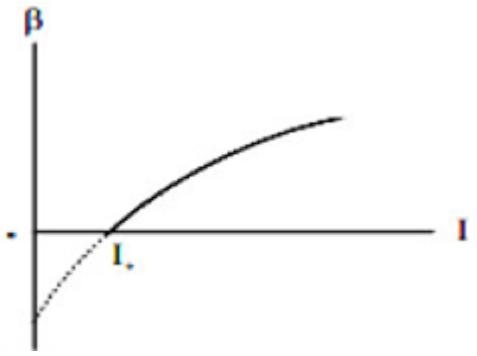
بنابراین:

$$r_۱ = ۲۰m, r_۲ = ۱۰ \Rightarrow m$$

گام دوم: با توجه به شکل داده شده:

$$\begin{cases} \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \\ \frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۲ = ۴ \end{cases} \Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log ۴ = ۱۰\log ۲^۲ = ۲۰\log ۲ = ۲۰ \times \frac{۳}{۱۰} = ۶\mathrm{dB}$$

$$I_۱ = \frac{P}{۴\pi r_۱^۲} = \frac{۴۸ \times ۱۰^{-۹}}{۴\pi \times ۲۰^۲} = ۱۰^{-۱۱}\frac{W}{m^۲}, \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۰} = ۱۰\log\left(\frac{۱۰^{-۱۱}}{۱۰^{-۱۸}}\right) = ۷۰(\mathrm{dB})$$



۷۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

رابطه درست در سیستم‌های یا تارهای مرتعش در امواج عرضی

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{m}} = \sqrt{\frac{F_۱}{m}}$$

با توجه به ثابت بودن بسامد:

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱} \times \frac{L_۲}{L_۱} \times \frac{m_۱}{m_۲}}$$

$$\left.\begin{matrix} F_۱ = F_۲ \\ m_۱ = m_۲ \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \sqrt{۲}$$

$$L_۱ = ۲L_۱$$

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} \Rightarrow \lambda_۲ = \sqrt{۲}\lambda_۱$$

۸۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta\beta = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۱۴ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۱/۴ = \log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۲ - ۰/۶ = \log\frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\Rightarrow \log ۱۰^{۲} - \log ۲^{۲} = \log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \log ۲۵ = \log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۲۵ = \frac{I_۲}{۶} \Rightarrow I_۲ = ۱۵۰\frac{\mu W}{cm^{۲}}$$

۸۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$(۱)\ P = ۱۰\log\frac{I}{I_{\circ}}$$

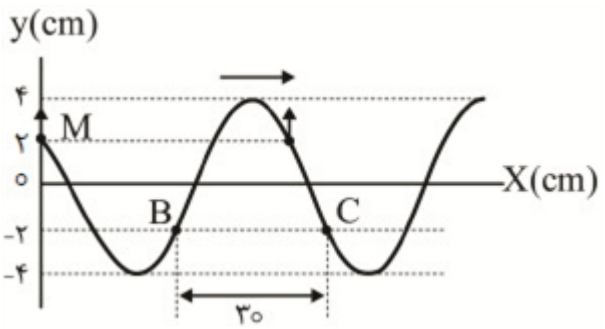
$$(۲)\ I = ۰/۰۵\mu\frac{W}{m_{۲}} = ۵\times ۱۰^{-۸}\frac{W}{m^{۲}}$$

$$(۲),(۱)\ \text{از} \Rightarrow \beta = ۱۰\,\text{Log}\frac{۵\times ۱۰^{-۸}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰\,\text{Log}\,۵\times ۱۰^{۴} \Rightarrow \beta = ۱۰\,\text{Log}\,۵ + \underbrace{۱۰\,\text{Log}\,۱۰^{۴}}_{۴}$$

$$\Rightarrow \beta = ۱۰\,\text{Log}\frac{۱۰}{۲} + ۴۰ \Rightarrow \beta = \overbrace{۱۰\,\text{Log}\,۱۰}^{۱} - \overbrace{۱۰\,\text{Log}\,۲}^{۰/۳} + ۴۰ \Rightarrow \beta = ۱۰ - ۳ + ۴۰ = ۴۷\,\text{dB}$$

۸۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گام اول: ذرهٔ M در این لحظه رو به بالا نوسان می‌کند.

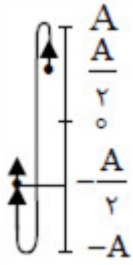
گام دوم: برای یافتن Δx_{BC} بر حسب طول موج (λ) کافی است مدت زمانی‌که طول می‌کشد تا موج از نقطهٔ B به C برسد را می‌یابیم:



$$\Delta x = V\,\Delta t,\ \lambda = VT \Rightarrow \begin{cases} \frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T}\ (۱) \\ \Delta t_{BC} = \frac{T}{۱۲} + \frac{T}{۲} + \frac{T}{۱۲} \\ = \frac{(۱+۶+۱)T}{۱۲} = \frac{۸\pi}{۱۲} \\ = \frac{۲T}{۳}\ (۲) \end{cases}$$

گام سوم: در مورد ذرهٔ M:

$$(۱),(۲) \Rightarrow \frac{\Delta x}{\lambda}BC = \frac{۲}{۳} \Rightarrow \lambda = \frac{۳}{۲}\Delta x_{BC} = \frac{۳}{۲}\times ۳۰cm = ۴۵cm \Rightarrow \lambda = ۴۵cm\ (۱)$$



$$\Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۲} + \frac{T}{۶} + \frac{T}{۶} = \frac{۵T}{۶} = ۱۰ \Rightarrow s \Rightarrow T = ۱۲ \Rightarrow s\ (۲)$$

$$(۱),(۲) \Rightarrow \lambda = VT \Rightarrow V = \frac{\lambda}{T} = \frac{۴۵cm}{۱۲s} = ۳/۷۵\frac{cm}{s}$$

۸۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اختلاف تراز شدت صوت برای ناظر A و B برابر است با:

$$\beta_A - \beta_B = ۱۰\log\frac{I_A}{I_B} \xrightarrow{\frac{I_A}{I_B}=\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲} \beta_A - \beta_B = ۱۰\log\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲$$

حال برای دو ناظر A و C داریم:

$$\Rightarrow \beta - \frac{۸}{۹}\beta = ۱۰\log\left(\frac{۳r}{r}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۹}\beta = ۲۰\log ۳ \Rightarrow \frac{۱}{۹}\beta = ۲۰\times ۰/۵ \Rightarrow \beta = ۹۰\text{dB}$$

$$\beta_A - \beta_C = ۱۰\log\left(\frac{r_C}{r_A}\right)^۲ \Rightarrow ۹۰ - \beta_C = ۱۰\log\left(\frac{۹r}{r}\right)^۲ \Rightarrow ۹۰ - \beta_C = ۲۰\log ۹$$

$$\Rightarrow ۹۰ - \beta_C = ۲۰ \Rightarrow \beta_C = ۷۰\text{dB}$$

۸۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۸۰ = ۱۰\log\left(\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}\right) \Rightarrow I = ۱۰^{-۴}\frac{w}{m^۲}$$

$$I = \frac{P}{A} \Rightarrow P = ۴\pi r^۲ I = ۴\times ۳\times ۹۰۰\times ۱۰^{-۴} = ۱۰۸۰\times ۱۰^{-۳}w = ۱۰۸۰ \Rightarrow mw$$

توان منبع

$$\frac{۱۰۰}{۹۰}(۱۰۸۰۰) = ۱۲۰۰ \Rightarrow mv$$

۸۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\rho\times\pi r^۲}} \Rightarrow v = \frac{۱}{r}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{r_۱}{r_۲}\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{\rho_۱}{\rho_۲}}$$

$$\Rightarrow ۱ = \frac{r_۱}{۰/۸r_۱}\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \Rightarrow \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} = ۰/۸ \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = ۰/۶۴ \Rightarrow \frac{\Delta F}{F_۱}\times ۱۰۰ = -\%۳۶$$

۸۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta\beta = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \Delta\beta = ۲۰\log\frac{d_۱}{d_۲} \Rightarrow -۱۲ = ۲۰\log\frac{d_۱}{d_۲} \Rightarrow \log\frac{d_۱}{d_۲} = -۰/۶$$

$$\Rightarrow \log\frac{d_۱}{d_۲} = -۲\log ۲ \Rightarrow \log\frac{d_۱}{d_۲} = \log ۲^{-۲} \Rightarrow \frac{d_۲}{d_۱} = ۴ \Rightarrow \frac{d_۱ + ۶۰}{d_۱} = ۴$$

$$\Rightarrow d_۱ + ۶۰ = ۴d_۱ \Rightarrow d_۱ = ۲۰m$$

۸۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها:

الف) با زیاد کردن صدای تلویزیون، بلندی صوتی که می‌شنویم افزایش می‌یابد. (نادرست)

ب) بلندی صوت، شدت صوتی است که درک می‌کنیم. (درست)

پ) ارتفاع بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند. بسامد صوت زنان معمولاً بیشتر از صوت مردان است. (نادرست)

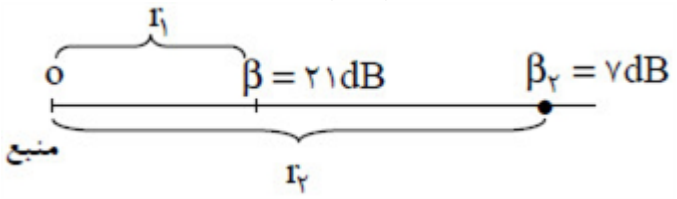
ت) بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ۲۰۰۰Hz تا ۵۰۰۰Hz است. (درست)

۸۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\begin{matrix}\beta_۱ = ۲۱ \\ \beta_۲ = ۷\end{matrix} \Rightarrow \Delta\beta = -۱۴\text{dB} \Rightarrow ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰\log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = -۱۴ \Rightarrow \log\frac{r_۱^{\,۲}}{r_۲} = -۱/۴$$

$$= -۲ + ۰/۶ = -۲ + ۲ \times ۰/۳ \Rightarrow \log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = -\log ۱۰^۲ + ۲\log ۲ = -\log ۱۰^۲ + \log ۲^۲$$

$$\Rightarrow \log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = \log\left(\frac{۲^۲}{۱۰^۲}\right) \Rightarrow \frac{r_۱}{r_۲} = \frac{۲}{۱۰} \Rightarrow \frac{۳۰}{r_۲} = \frac{۱}{۵} \Rightarrow r_۲ = ۱۵۰ \Rightarrow m$$



$$\Delta r = ۱۵۰ - ۳۰ = ۱۲۰(m)$$

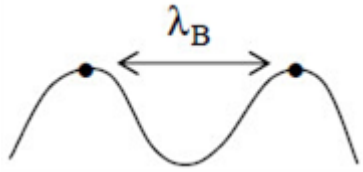
۸۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$L_B = ۲L, L_A = L, m_A = m, m_B : \frac{۴}{۱۰}m_B = \frac{۱}{۲}m_A \Rightarrow m_B = \frac{۵}{۴}m$$

برای یک تار همگن اهمیتی ندارد که چه طولی از تار را انتخاب نمائیم. نکته: در رابطهٔ $\mu = \frac{m}{L}$

$$\mu_A = \frac{m}{L}, \mu_B = \frac{\frac{۵}{۴}m}{۲L} = \frac{۵}{۸}\frac{m}{L} = \frac{۵}{۸}\mu_A$$

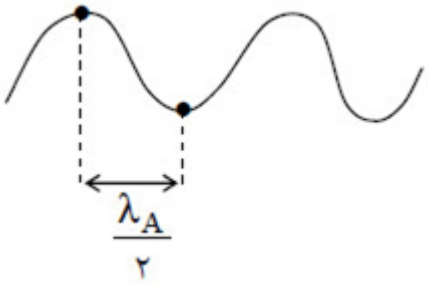
$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{F_B = F_A} \frac{V_B}{V_A} = \sqrt{\frac{\mu_A}{\mu_B}} = \sqrt{\frac{۸}{۵}} = \sqrt{\frac{۱۶}{۱۰}} = \frac{۴}{\sqrt{۱۰}} = \frac{۴\sqrt{۱۰}}{۱۰} = \frac{۲\sqrt{۱۰}}{۵}$$



: B

$$\frac{\lambda_B}{\frac{(\lambda_A)}{۲}} = \frac{۲V_B}{V_A} \times \frac{f_A}{f_B} = \frac{۲V_B}{V_A} = ۲\left(\frac{۲\sqrt{۱۰}}{۵}\right)$$

$$= \frac{۴\sqrt{۱۰}}{۵} = ۰/۸\sqrt{۱۰}$$



A :

۹۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰\log\left(\left(\frac{A_۲}{A_۱}\right)^۲ \times \left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^۲\right) = ۱۰\log(۴ \times ۴) = ۱۰\log ۱۶$$

$$= ۱۰\log ۲^۴ = ۴۰\log ۲ = ۴۰ \times ۰/۳ = ۱۲\text{dB}$$

۹۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$I = \frac{P}{۴\pi d^۲} = \frac{۱۵}{۱۲ \times ۲۵} = \frac{۱}{۲۰}\frac{W}{m^۲}$$

$$E = I.A.t = \frac{۱}{۲۰} \times ۵ \times ۱۰^{-۵} \times ۶۰ = ۱/۵ \times ۱۰^{-۴}J$$

۹۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. هرگاه جابه‌جایی حلقه فنر در جهت محور مکان باشد نمودار باید مثبت (بالای محور t) باشد. و هرگاه جابه‌جایی حلقه فنر در خلاف جهت محور مکان باشد نمودار باید منفی (زیر محور t) باشد.

۹۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{۱۰}{۸۰۰۰ \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}} = \sqrt{\frac{۱۰^{۴}}{۱۶}} = \frac{۱۰۰}{۴} = ۲۵\frac{m}{s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۲۵}{۲۵۰} = \frac{۱}{۱۰}m = ۱۰cm$$

۹۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بسامد صوت همان بسامد تار است.

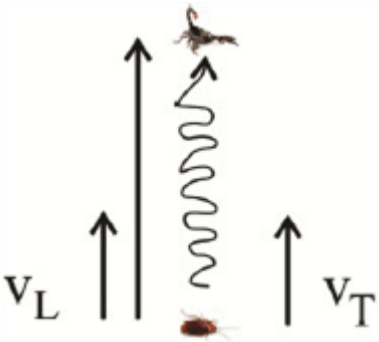
$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۳۲۰}{۱/۶} = ۲۰۰\text{Hz}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۸۰}{۲ \times ۱۰^{-۳}}} = ۲۰۰\frac{m}{s} \Rightarrow \lambda' = \frac{v}{f} = \frac{۲۰۰}{۲۰۰} = ۱m$$

۹۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$I = \frac{P}{۴\pi d^{۲}} \Rightarrow ۱۰^{-۱۲} = \frac{۱۲}{۱۲ \times d^{۲}} \Rightarrow d^{۲} = ۱۰^{۱۲} \Rightarrow d = ۱۰^{۶}m$$

۹۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$\Delta x = v_L \times \Delta t_L \ , \ \Delta x = v_T \times \Delta t_T$$

$$v_L \times \Delta t_L = v_T \times \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \frac{\Delta t_T}{\Delta t_L} = \frac{v_L}{v_T} = ۳$$

$$\Delta t = \Delta t_T - \Delta t_L = ۲\Delta t_L = ۰/۲s \Rightarrow \begin{cases} \Delta t_L = ۰/۱s \\ \Delta t_T = ۰/۳s \end{cases}$$

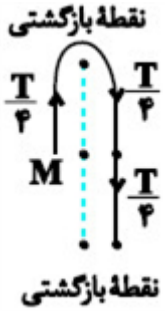
$$\Delta x = v_T \times \Delta T_L = ۵۰ \times ۰/۳ = ۱۵ \Rightarrow m$$

۹۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا طول موج و دورهٔ تناوب را می‌یابیم. با توجه به شکل داریم:

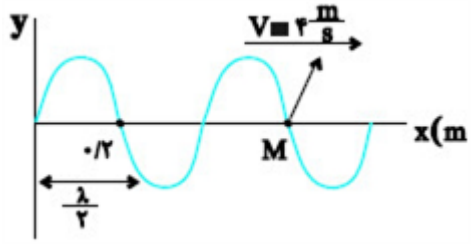
$$\frac{\lambda}{۲} = ۰/۲ \Rightarrow \lambda = ۰/۴m$$

$$\lambda = v.T \xrightarrow{v=۴\frac{m}{s}} ۰/۴ = ۴ \times T \Rightarrow T = ۰/۱s$$

با توجه به جهت انتشار موج، ذرهٔ M از نقطهٔ تعادلش به طرف بالا (به سمت مثبت محور y) حرکت می‌کند و پس از $\frac{T}{۴}$ ثانیه برای اولین بار به نقطهٔ بازگشتی می‌رسد و $\frac{T}{۲}$ ثانیه بعد، یعنی بعد از $\frac{۳T}{۴}$ ثانیه برای بار دوم به نقطهٔ بازگشتی دیگر خواهد رسید. بنابراین داریم:



$$\Delta t = \frac{۳T}{۴} \xrightarrow{T=۰/۱s} \Delta t = \frac{۳ \times ۰/۱}{۴} = \frac{۳}{۴۰}s$$



۹۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. توان اولیه را داریم و باید به دنبال توان دریافتی شنونده باشیم تا درصد تغییرات توان را به دست آوریم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{۴\pi r^۲}$$

با توجه به رابطهٔ بالا باید ابتدا مقدار I و r را از داده‌های سؤال تعیین کنیم:

$$\text{تندی صوت} = \frac{r}{t} \Rightarrow r = \text{تندی صوت} \times t = ۳۲۰ \times ۰/۶۲۵ = ۲۰۰m$$

و همچنین:

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

در نهایت توان دریافتی شنونده را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{P}{۴\pi r^۲} \Rightarrow P = I \times ۴\pi r^۲$$

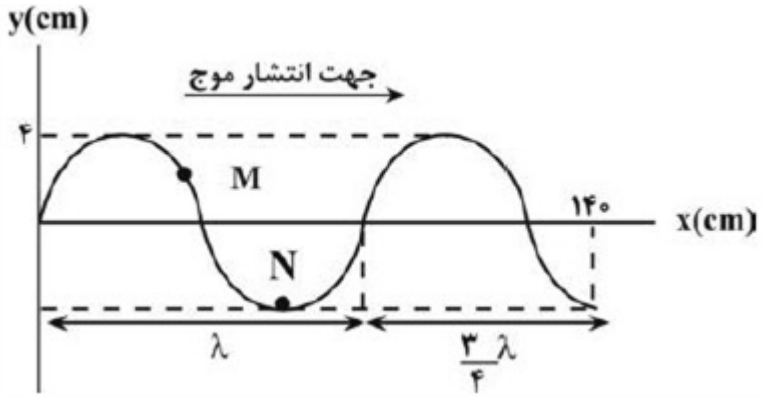
$$P = ۱۰^{-۶} \times ۴ \times ۳ \times ۴۰۰۰۰ = ۴۸ \times ۱۰^{-۲} = ۴۸۰ \times ۱۰^{-۳}W = ۴۸۰\text{mW}$$

و در نهایت درصد تغییرات:

$$\frac{P_۲ - P_۱}{P_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۴۸۰ - ۵۰۰}{۵۰۰} \times ۱۰۰ = -\frac{۲۰}{۵۰۰} \times ۱۰۰ = \% - ۴$$

۴ درصد جذب محیط شده است.

۹۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک طول موج و سرعت انتشار موج، دورهٔ تناوب موج که همان دوره تناوب نوسانات ذرات M و N است را به دست می‌آوریم:



$$\lambda + \frac{۳\lambda}{۴} = ۱۴۰cm \Rightarrow \frac{۷\lambda}{۴} = ۱۴۰$$

$$\Rightarrow \lambda = ۸۰cm$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۸}{۵} = ۰/۱۶s$$

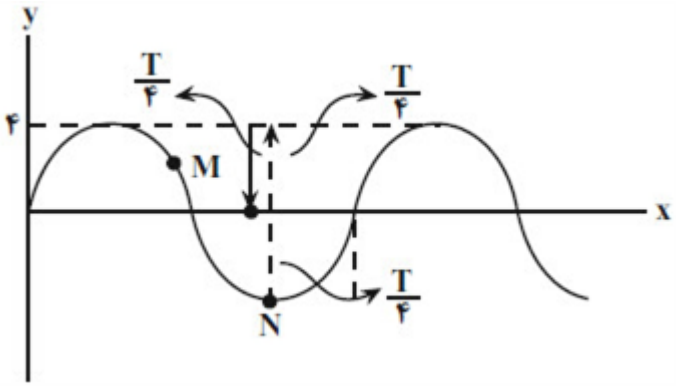
با بررسی مقدار $\frac{\Delta t_M}{T}$ برای ذرهٔ M داریم: $\frac{\Delta t_M}{T} = \frac{۰/۱ - ۰/۰۲}{۰/۱۶} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۲}$

نوسانگر M در این مدت زمان به اندازه $۲A$ مسافت طی می‌کند، بنابران تندی متوسط آن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$M: \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{۲} \\ L = ۲A \end{cases} \Rightarrow s_{av_M} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۲ \times ۰/۰۴}{۰/۰۸} = ۱\frac{m}{s}$$

با بررسی $\frac{\Delta t_N}{T}$ برای ذرهٔ N داریم: $\frac{\Delta t_N}{T} = \frac{۰/۱۲ - ۰}{۰/۱۶} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \Delta t_N = ۳\frac{T}{۴}$

با توجه به جهت انتشار موج و مکان اولیهٔ ذرهٔ N می‌توان نتیجه گرفت این ذره در این زمان مسیری به اندازهٔ $۳A$ مطابق شکل زیر را طی می‌کند:



با توجه به شکل می‌توان دریافت که ذرهٔ N در حال عبور از مبدأ و جهت حرکت آن در خلاف جهت محور yهاست بنابراین اندازهٔ سرعت آن برابر است با:

$$|v_N| = |A\omega| = \left|A \times \frac{۲\pi}{T}\right| = \left|\frac{۴}{۱۰۰} \times \frac{۲\pi}{\frac{۱۶}{۱۰۰}}\right| = \frac{\pi}{۲}\ \frac{m}{s}$$

بنابراین داریم: $\frac{s_{av_M}}{v_N} = \frac{۱}{\frac{\pi}{۲}} = \frac{۲}{\pi}$

۱۰۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. امواج عرضی کندتر هستند و دیرتر دریافت می‌شود:

$$\begin{cases}\Delta t = t_{\text{عرضی}} - t_{\text{طولی}} \\ L = vt\end{cases} \Rightarrow \Delta t = \frac{L}{v_S} - \frac{L}{v_P} = L\left(\frac{v_P - v_S}{v_S v_P}\right)$$

$$۱۲۰ = \frac{L}{۴۰۰۰} - \frac{L}{۸۰۰۰} \Rightarrow ۱۲۰ = \frac{L}{۸۰۰۰} \Rightarrow L = ۹۶۰ \times ۱۰^{۳} m = ۹۶۰ km$$

۱۰۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} I = \dfrac{P}{۴\pi r^{۲}} \\ P \propto A^{۲}\ ,\ f^{۲}\end{cases} \Rightarrow I \propto \frac{A^{۲} f^{۲}}{r^{۲}}$$

چشمه‌های صوت مشابه هستند. بنابراین دامنه و بسامد تولیدی دو چشمه یکسان است.

بنابراین:

$$\frac{I_{۲}}{I_{۱}} = \left(\frac{r_{۱}}{r_{۲}}\right)^{۲}$$

$$\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_{۲}}{I_{۱}} = ۱۰ \log \frac{r_{۱}^{۲}}{r_{۲}} = ۲۰ \log \frac{r_{۱}}{r_{۲}}$$

$$۳۴ = ۲۰ \log \frac{r_{۱}}{r_{۲}} \Rightarrow ۱/۷ = \log \frac{r_{۱}}{r_{۲}} \Rightarrow ۲ - ۰/۳ = \log \frac{r_{۱}}{r_{۲}}$$

$$\Rightarrow \log ۱۰^{۲} - \log ۲ = \log \frac{r_{۱}}{r_{۲}} \Rightarrow \log \frac{۱۰^{۲}}{۲} = \log \frac{r_{۱}}{r_{۲}} \Rightarrow \frac{r_{۱}}{r_{۲}} = ۵۰$$

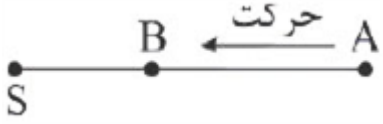
۱۰۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_{۰}} = ۱۰ \log \left(\frac{\sqrt{۱۰} \times ۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۱۲}}\right) = ۱۰ \log(\sqrt{۱۰} \times ۱۰^{۱۰})$$

$$= ۱۰ \left(\log \sqrt{۱۰} + \log ۱۰^{۱۰}\right) = ۱۰(۰/۵ + ۱۰) = ۱۰۵ \text{dB}$$

۱۰۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\beta_B - \beta_A = \log \frac{I_B}{I_A}$$



$$۱/۲ = \log \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow ۴ \times ۰/۳ = \log \frac{I_B}{I_A}$$

$$۴ \log ۲ = \log \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \log ۲^{۴} = \log \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = ۲^{۴} = ۱۶$$

$$I \propto \frac{A^{۲} f^{۲}}{r^{۲}} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^{۲}$$

$$۱۶ = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = ۴$$

$$\frac{۱}{r_B} = ۴ \Rightarrow r_B = \frac{۱}{۴} m = ۲۵ cm$$

$$|\Delta r| = r_A - r_B = ۱ - \frac{۱}{۴} = \frac{۳}{۴} m = ۷۵ cm$$

۱۰۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در پدیدهٔ دوپلر، فاصلهٔ شنونده با چشمه، تأثیری بر بسامد و طول موج دریافتی ندارد.
بنابراین طول موج در محل ناظر ۱ و ۲ یکسان بوده و کمتر از حالتی است که منبع صوت ساکن باشد.

بسامد: اگر چشمه به شنونده نزدیک شود $f_o > f_s \longleftarrow$

اگر چشمه و شنونده از هم دور شوند $f_o < f_s \longleftarrow$

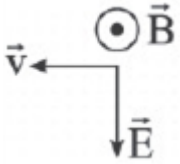
بنابراین: $f_۱ = f_۲ > f_s, \lambda_۱ = \lambda_۲$

۱۰۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. موارد ب، ج و د درست هستند.

تندی تمام امواج الکترومغناطیسی در محیط خلأ یکسان و برابر $c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_۰ \epsilon_۰}}$ است. بنابراین تندی این امواج فقط در خلأ یکسان است.

سرعت پیشروی امواج الکترومغناطیسی بر صفحهٔ $\vec{E}$ و $\vec{B}$ عمود است. یعنی هم عمود بر $\vec{E}$ و هم عمود بر $\vec{B}$ است.

۱۰۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در $t = ۰$ جهت میدان الکتریکی در جهت $+y$ است، بنابراین در $t = \frac{T}{۲}$ جهت میدان الکتریکی در جهت $-y$ است و چون جهت انتشار موج در جهت $-x$ است، با اعمال قانون دست راست جهت میدان مغناطیسی در جهت $+z$ یا برون‌سو است.



۱۰۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{۵\lambda}{۴} = ۳۰ \Rightarrow \lambda = ۲۴cm \Rightarrow \lambda = v.T \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۲۴}{۳} = ۰/۰۸s$$

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۰/۰۲}{۰/۰۸} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow t = \frac{T}{۴}$$

پس از $\frac{T}{۴}$ ذرهٔ M در مکان $y = +A$ قرار می‌گیرد و در این لحظه شتاب این ذره بیشینه و مقدار آن منفی است.

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۰۸} = ۲۵\pi$$

$$\vec{a} = -\omega^۲ \vec{y} = -(۲۵\pi)^۲ \times \frac{۴}{۱۰۰} = -۲۵\pi^۲ \frac{m}{s^۲} = -۲۵۰ \frac{m}{s^۲}$$

۱۰۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۸۰}{۰/۲}} = ۲۰\frac{m}{s}$$

فاصلهٔ یک قله و درهٔ بعد از آن برابر $\frac{\lambda}{۲}$ است:

$$\frac{\lambda}{۲} = ۵cm \Rightarrow \lambda = ۱۰cm$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۲۰}{۰/۱} = ۲۰۰\text{Hz}$$

۱۰۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$۲A = ۱۰cm \Rightarrow A = ۵cm$$

$$\frac{\lambda}{۲} = ۲۰cm \Rightarrow \lambda = ۴۰cm$$

۱۱۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در موج پیش‌روندهٔ طولی در راستای یک فنر بلند و افقی در یک لحظه جابه‌جایی نقاطی که دارای حداکثر فشردگی یا حداکثر بازشدگی هستند، از وضع تعادل صفر است. در وسط دو نقطهٔ M و N که حداکثر فشردگی و حداکثر بازشدگی را دارند، نقطه‌ای قرار دارد که بیشترین تغییر مکان از وضع تعادل خود را دارد.

۱۱۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$\rho_A = ۲\rho_B, D_A = ۲D_B$

نیروی کشش در طناب‌های افقی یکسان است.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\frac{v_B}{v_A} = \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{A_A}{A_B}}$$

$$A = \pi R^۲ \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^۲ = ۲^۲ = ۴$$

$$\frac{v_B}{v_A} = \sqrt{۲ \times ۴} = ۲\sqrt{۲}$$

می‌دانیم با تغییر محیط انتشار موج، بسامد موج ثابت می‌ماند.

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f_A = f_B} \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{v_B}{v_A} = ۲\sqrt{۲}$$

۱۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مدت زمان رسیدن نقطهٔ M به مکان $y = -\frac{A}{۲}$ برابر $\frac{T}{۴} + \frac{T}{۱۲}$ است.

در این مدت زمان نقطهٔ N واقع بر طناب ابتدا به مکان A رسیده و سپس به مکان $y = +\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ می‌رسد.

۱۱۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۵ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۰/۵ = \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = \sqrt{۱۰}$$

۱۱۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گزینهٔ ۱: بخشی از موج عبور می‌کند و بخشی برمی‌گردد. بنابراین انرژی موج عبوری کاهش می‌باشد در نتیجه دامنه کاهش می‌یابد.

گزینهٔ ۲: بسامد و در نتیجه دوره تناوب از ویژگی‌های چشمه موج است و ثابت می‌ماند.

گزینهٔ ۳: با کاهش قطر طناب تندی افزایش می‌یابد. زیرا:

$$v \uparrow = \frac{۲}{D \downarrow}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

گزینهٔ ۴: طبق رابطه $\lambda \uparrow = v \uparrow \ T$، طول موج نیز افزایش می‌یابد.

۱۱۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$I \propto \frac{۱}{r^۲} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{۱}{۴}$$

$$\beta = ۱۰ \text{Log} \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰ \text{Log} \frac{۱}{۴} = ۱۰ (\overbrace{\text{Log}\, ۱}^{\text{صفر}} - \text{Log}\, ۴) = -۱۰ \text{Log}\, ۲^۲ = -۲۰ \text{Log}\, ۲ = -۶ \text{dB}$$

۱۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{۳\lambda}{۲} = ۳ \Rightarrow \lambda = ۲m$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۲} = ۱/۵ \times ۱۰^۸ H_۲ = ۱۵۰ \text{MH}_۲$$

۱۱۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. f کاهش - λ ثابت

$$\uparrow V = \sqrt{\frac{F\uparrow}{\mu}}$$
$$\uparrow\lambda = T\ V\uparrow$$
$$\downarrow$$
ثابت

۱۱۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱۱۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر یکای کمیت x را با $\lfloor x \rfloor$ نشان دهیم، داریم:

$$E = E|q| \Rightarrow \lfloor E \rfloor = \frac{N}{C}$$

$$F = qVB\sin\alpha \Rightarrow \lfloor B \rfloor = \frac{N}{C.\frac{m}{s}} \Rightarrow \lfloor \frac{E}{B} \rfloor = \frac{m}{s} \Big\} \Rightarrow \lfloor \mu_\circ \epsilon_\circ \rfloor = \left(\frac{B}{E}\right)^۲$$

$$c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_\circ \epsilon_\circ}} \Rightarrow \mu_\circ \epsilon_\circ = \frac{۱}{c^۲} \Rightarrow \lfloor \mu_\circ \epsilon_\circ \rfloor = \frac{s^۲}{m^۲}$$

۱۲۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در موج طولی راستای انتشار موج بر راستای نوسان ذرات محط منطبق است و جابه‌جایی ذره‌ای که در مرکز یک فشردگی یا مرکز یک کشیدگی قرار دارد، صفر است.

۱۲۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تندی انتشار موج عرضی را در طول تار محاسبه می‌کنیم:

$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow f_۴ = \frac{۴v}{۲L} \Rightarrow ۱۰۰ = \frac{۴ \times v}{۲ \times ۱} \Rightarrow v = ۵۰\frac{m}{s}$$

اکنون نیروی کشش طناب را به کمک رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$ به دست می‌آوریم:

$$۵۰ = \sqrt{\frac{F \times ۱}{۰/۲}} \Rightarrow ۲۵۰۰ = \frac{F}{۰/۲} \Rightarrow F = ۵۰۰N \Rightarrow mg = ۵۰۰N \Rightarrow m = ۵۰kg$$

۱۲۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با نزدیک شدن ناظر به چشمهٔ صوت ساکن و یا چشمهٔ صوت متحرک، ناظر با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود که از این رو منجر به افزایش بسامد موج صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود.

۱۲۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$۲۰cm$ در حالت اول: $\lambda_۱ = ۲۰$

$f_۱$ در حالت دوم: $f_۲ = ۲$

اگر سرعت انتشار موج ثابت باشد، با دو برابر شدن بسامد باید طول موج $\frac{۱}{۲}$ برابر یعنی $۱۰cm$ شود، ولی با توجه به اینکه در حالت دوم در فنر موج طولی ایجاد شده است بنابراین در حالت دوم سرعت انتشار افزایش می‌یابد. بنابراین در حالت دوم باید طول موج بیش از $۱۰cm$ باشد و بنابراین کمترین فاصله دو ناحیه متراکم و منبسط مجاور هم باید بیش از $\frac{\lambda}{۲}$ یعنی بیش از $۵cm$ باشد و تنها گزینهٔ ۴ درست است.

۱۲۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا شدت صوت را در فاصلهٔ ۲۰ متری از این دریافت‌کننده به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{A.t} \Rightarrow I = \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۱۲}\, J}{(۲۵ \times ۱۰^{-۴} m^{۲}) \times (۶۰ s)} = ۱۰^{-۱۰}\, \frac{W}{m^{۲}}$$

$$\beta = ۱۰ \log \left(\frac{I}{I_{۰}}\right) = ۱۰ \log \left(\frac{۱۰^{-۱۰}}{۱۰^{-۱۲}}\right) = ۲۰ db$$

۱۲۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_{۲}}{I_{۱}} = ۱۰ \log \left(\frac{d_{۱}}{d_{۲}}\right)^{۲} \Rightarrow ۲۰ = ۲۰ \log \frac{d_{۱}}{d_{۲}}$$

$$\log \frac{d_{۱}}{d_{۲}} = ۱ \Rightarrow \frac{d_{۱}}{d_{۲}} = ۱۰ \Rightarrow \frac{d_{۱}}{d_{۱} - ۹} = ۱۰ \Rightarrow d_{۱} = ۱۰ \Rightarrow m$$

۱۲۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$I_{۱} = I_{۲} \Rightarrow \frac{P_{۱}}{A_{۱}} = \frac{P_{۲}}{A_{۲}} \xrightarrow{A = ۴\pi r^{۲}} \frac{P_{۱}}{۴\pi r_{۱}^{۲}} = \frac{P_{۲}}{۴\pi r_{۲}^{۲}} \Rightarrow \frac{۴۰۰}{r_{۱}^{۲}} = \frac{۱۶}{r_{۲}^{۲}} \Rightarrow r_{۱} = ۵ r_{۲}$$

$$\left.\begin{matrix} r_{۱} = ۵ r_{۲} \\ r_{۲} + r_{۱} = ۱۲۰ \end{matrix}\right\} \Rightarrow r_{۱} = ۱۰ \Rightarrow m, r_{۲} = ۲m$$

۱۲۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در فنر شمارهٔ ۱ ارتعاشات ذرات فنر در امتداد افق است ولی انتشار موج در امتداد فنر که امتداد قائم است انجام می‌شود، بنابراین موج ایجاد شده، عرضی می‌شود.

در فنر شمارهٔ ۲ ارتعاشات ذرات فنر و انتشار موج در امتداد افق (فنر) انجام می‌شود، بنابراین موج ایجاد شده، طولی می‌باشد.

در هر دو فنر، ارتعاشات با بسمادی برابر با بسامد عامل تولید موج که دیاپازون است، انجام می‌شود.

۱۲۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا طول موج و بسامد موج را محاسبه می‌کنیم:

$$\lambda = \mathrm{vT} = ۳ \times ۱۰^{۸} \times ۲ \times ۱۰^{-۱۵} = ۶ \times ۱۰^{-۷} m = ۶۰۰ nm$$

$$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۲ \times ۱۰^{-۱۵}} = ۵ \times ۱۰^{۱۴} \mathrm{Hz}$$

به بررسی موارد می پردازیم:

الف) صحیح است. با توجه به اینکه طول موج نور مرئی بین $۳۸۰ nm$ تا $۷۵۰ nm$ است. این موج در ناحیه مرئی قرار د ارد. هم‌چنین اگر چهار انگشت باز شده دست راست را خود را در جهت میدان الکتریکی بگیریم و آن‌ها را به طرف میدان مغناطیسی خم کنیم، انگشت شست، جهت انتشار موج را نشان می‌دهد. بنابراین، جهت انتشار این موج در خلاف جهت محور z است.

ب) غلط است. با توجه به تندی موج $\left(۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$، مسافتی که موج در ۱ ثانیه طی می‌کند برابر ۳×۱۰^{۸} متر است.

پ) صحیح است. با توجه به اینکه میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند پس در یک لحظه هم زمان هر دو دارای بیشینه مقدار خود می‌شوند.

ت) غلط است. چون طول موج موردنظر، برابر $۶۰۰ nm$ است (در ناحیه مرئی قرار دارد) و کمتر از طول موج پرتو فروسرخ است بنابراین بسامد این موج بیشتر از بسامد پرتو فروسرخ است.

۱۲۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از روی شکل نمودار داریم:

$$۲\lambda = ۱ \Rightarrow \lambda = ۰/۵m$$

$$c = \lambda f \Rightarrow ۳ \times ۱۰^{۸} = ۰/۵f \Rightarrow f = ۶ \times ۱۰^{۸} H = ۶۰۰\text{MHz}$$

هم چنین با استفاده از قانون دست راست می توان نوشت:

۴ انگشت $\Longleftarrow$ E $\Longleftarrow$ برون‌سو

کف دست $\Longleftarrow$ B $\Longleftarrow$ به سمت بالا

انگشت شست $\Longleftarrow$ v (انتشار) $\Longleftarrow$ به سمت چپ

۱۳۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. به کمک نمودار، طول موج را به دست می‌آوریم و از رابطه $v = \frac{\lambda}{T}$ دوره تناوب موج را به دست می‌آوریم:

$$۲\lambda = ۶۰cm \Rightarrow \lambda = ۳۰cm = ۰/۳m$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۳}{۱۰} = ۰/۰۳s$$

با توجه به جهت انتشار موج عرضی، جهت حرکت ذره M را باید مشخص کنیم. می‌دانیم که هر ذره حرکت ذره ما قبل خود را تکرار می‌کند یعنی ذره M به سمت بالا حرکت می‌کند. مدت زمان لازم برای رسیدن ذره M به نقطه تعادل $(v_{\max})$ را به دست می‌آوریم. زمان لازم برای اینکه ذره نوسانگر از مکان $x = \pm\frac{A}{۲}$ به نقطه تعادل برسد برابر $\frac{T}{۱۲}$ است.

بنابراین داریم:

$$\Delta t = \frac{T}{۱۲} = \frac{۰/۰۳}{۱۲} = \frac{۱}{۴۰۰}s$$

۱۳۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم همه امواج الکترومغناطیسی با تندی نور در خلأ جابه‌جا می‌شوند:

$$c = \lambda f \Rightarrow ۳ \times ۱۰^{۸} = \lambda \times ۶۰۰ \times ۱۰^{۱۲} \Rightarrow \lambda = ۵ \times ۱۰^{-۷}m = ۵۰۰nm$$

و می‌دانیم محدودهٔ $۴۰۰nm$ تا $۷۰۰nm$ در محدودهٔ امواج نور مرئی قرار دارند.

۱۳۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طول سیم اولیه را L در نظر می‌گیریم و با استفاده از رابطهٔ $\Delta x = vt$، ابتدا نسبت vها را به دست می‌آوریم:

می‌دانیم که با کشیدن سیم، حجم آن تغییر نمی‌کند، پس داریم:

$$\text{حجم سیم} = \text{مساحت مقطع} \times \text{طول سیم} \Rightarrow A_1L_1 = A_2L_2 \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$\xrightarrow[\text{قطر}=D]{A=\frac{\pi D^2}{4}} \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \xrightarrow{\frac{D_2}{D_1}=\frac{1}{2}\Rightarrow\frac{D_1}{D_2}=2} \frac{L_2}{L_1} = 2^2 = 4 \Rightarrow L_2 = 4L_1$$

$$\text{حالت ۱} \Rightarrow \text{جابه‌جایی از یک سر سیم تا وسط آن} \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{L}{2}$$

$$\text{حالت ۲} \Rightarrow \text{جابه‌جایی از یک سر سیم تا سر دیگر آن} \Rightarrow \Delta x_2 = 4L = L_2$$

$$\Delta x = vt \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} \times \frac{t_1}{t_2} = \frac{4L_1}{\frac{L_1}{2}} \times \frac{t}{4t} = 2$$

در نهایت با استفاده از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$، نسبت $\frac{F_2}{F_1}$ را پیدا می‌کنیم.

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{m_1}{m_2}} \xrightarrow{m_1=m_2} 2 = \sqrt{\frac{F_2}{F_1} \times \frac{4L}{L}} \Rightarrow 4 = \frac{F_2}{F_1} \times 4 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 1$$

۱۳۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$A = \pi r^2 = 3(0/5)^2 = \frac{3}{4} mm^2$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{9/6}{8000 \times \frac{3}{4} \times 10^{-6}}} = 40 \frac{m}{s}$$

$$\frac{3}{2}\lambda = 150cm \Rightarrow \lambda = 100cm = 1m$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{1}{40} s$$

مدت زمانی‌که طول می‌کشد ذره M برای دومین بار به $y = 2cm$ برسد، $\frac{7}{4}T$ است:

$$\Delta t = \frac{7}{4}\left(\frac{1}{40}\right) = \frac{7}{160} s$$

۱۳۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ تندی انتشار موج عرضی در یک طناب داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \xrightarrow[m=200g=0/2kg]{L=8m\ ,\ F=20N} v = \sqrt{\frac{20 \times 8}{0/2}}$$

$$v = 20\sqrt{2}\frac{m}{s}$$

۱۳۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا طول موج را به دست می‌آوریم:

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

فاصله قله و دره $=\frac{\lambda}{۲}=\frac{۱}{۲۰}m=۵cm$ است. فاصلهٔ بین یک قله و یک دره متوالی برابر با $\frac{\lambda}{۲}$ متوالی

۱۳۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ تندی انتشار موج، تندی موج در سیم B را به دست می‌آوریم:

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

$$\Rightarrow \frac{v_A}{v_B}=\frac{D_B}{D_A}\sqrt{\frac{F_A}{F_B}}\sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}} \xrightarrow[D_B=۱/۲D_A, v_A=۸\frac{cm}{s}]{F_A=F_B\ ,\ \rho_A=۰/۶۴\rho_B} \frac{۸}{v_B}=۱/۲\times\sqrt{\frac{۱}{۰/۶۴}}$$

$$\Rightarrow \frac{۸}{v_B}=\frac{۱/۲}{۰/۸}\Rightarrow v_B=\frac{۱۶}{۳}\frac{cm}{s}$$

اکنون مدت زمانی‌که طول می‌کشد موج از ابتدای سیم A به انتهای سیم B برسد را به دست می‌آوریم:

$$\Delta t_{\text{کل}}=\Delta t_A+\Delta t_B$$

$$\xrightarrow[L_A=۴۰cm, L_B=۸۰cm, v_A=۸\frac{cm}{s}]{\Delta t_A=\frac{L_A}{v_A}\ ,\ \Delta t_B=\frac{L_B}{v_B}\ ,\ v_B=\frac{۱۶}{۳}\frac{cm}{s}} \Delta t_{\text{کل}}=\frac{۴۰}{۸}+\frac{۸۰}{\frac{۱۶}{۳}}=۵+۱۵=۲۰s$$

۱۳۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. هر سه عبارت داده شده نادرست است. پاسخ تشریحی:

- با توجه به جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی از روی شکل، طبق قاعدهٔ دست راست، انتشار موج در جهت محور x می‌باشد. بنابراین عبارت الف نادرست است.

- طبق رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۳\times ۱۰^۸}{۵\times ۱۰^۶}=۶۰m$ مشاهده می‌شود طول موج بدست آمده بزرگ‌تر از ۱ متر بوده که نشان می‌دهد موج منتشر شده از نوع امواج رادیویی می‌باشد. بنابراین عبارت ب نادرست است.

- در امواج عرضی الکترومغناطیس تغییرات میدان تابع میدان‌های قبل خود است. بنابراین نوسان میدان مغناطیسی در نقطهٔ M در جهت مثبت محور z شروع شده و پس از $\frac{۳T}{۴}$ ثانیه به مقدار بیشینه در خلاف جهت محور z می‌رسد.

بنابراین عبارت پ نادرست است. $\Delta t=\frac{۳T}{۴}=\frac{۳}{۴f}=\frac{۳}{۴\times ۵\times ۱۰^۶}=۱/۵\times ۱۰^{-۷}s$

۱۳۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تندی انتشار موج عرضی در یک سیم از رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{FL}{m}}$ به دست می‌آید و حداکثر تندی ذرات سیم برابر $v_{max}=A\omega$ می‌باشد.

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{۲۰\times ۱۰}{۰/۵}}=۲۰\frac{m}{s}\ ,\ f=\frac{V}{\lambda}=\frac{۲۰}{۰/۴}=۵۰Hz$$

$$v_{max}=A\omega=A(۲\pi f)=۲\times ۱۰^{-۲}\times ۲\pi\times ۵۰=۲\pi$$

$$\frac{v_{max}}{v}=\frac{۲\pi}{۲۰}=\frac{\pi}{۱۰}$$

۱۳۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در آب‌های کم‌عمق، هر چه عمق آب بیشتر باشد، تندی انتشار موج بیشتر است. از طرفی طبق رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$، طول موج با تندی رابطهٔ مستقیم دارد. بنابراین با افزایش عمق آب، تندی و طول موج انتشار موج افزایش می‌یابد و با کاهش عمق آب، تندی و طول موج انتشار موج کاهش می‌یابد. همچنین فاصلهٔ دو برآمدگی متوالی و با دو فرورفتگی متوالی برابر طول موج می‌باشد.

هنگام عبور از A به B، تندی و طول موج افزایش می‌یابد: $\lambda_B=۱/۲\lambda_A$

هنگام عبور از B به C، تندی و طول موج کاهش می‌یابد: $\lambda_C=۰/۶\lambda_B$

$$v_A=\lambda_A f\ ,v_C=\lambda_C f\Rightarrow\frac{v_A}{v_C}=\frac{\lambda_A}{\lambda_C}=\frac{\frac{۱۰}{۱۲}\lambda_B}{\frac{۶}{۱۰}\lambda_B}=\frac{۲۵}{۱۸}$$

۱۴۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در ابتدا بایدد محاسبه کنیم که در مدت زمان $\frac{۱}{۷۵}$ ثانیه ذرهٔ M به کدام نقطه منتقل می‌شود از آنجایی که حرکت موج به سمت $+x$ است متوجه می‌شویم که حرکت ذره M در ابتدا به سمت پایین یعنی جهت $-y$ می‌باشد. یعنی ذره M از مکان $y=-۱cm$ به سمت $y=-۲cm$ که همان $-A$ است حرکت می‌کند.

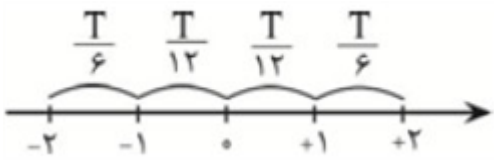
با استفاده از رابطه $v=\frac{\lambda}{T}$ می‌توانیم دوره تناوب را به دست آوریم:

$$v=\frac{\lambda}{T}\Rightarrow T=\frac{\lambda}{v}=\frac{۸۰\times ۱۰^{-۲}}{۱۰}=۰/۰۸s$$

باید محاسبه کنیم که $\frac{۱}{۷۵}s$ چه کسری از دوره تناوب است:

$$t=nT\Rightarrow n=\frac{t}{T}\Rightarrow n=\frac{\frac{۱}{۷۵}}{\frac{۸}{۱۰۰}}=\frac{\frac{۱}{۳}}{\frac{۸}{۴}}\Rightarrow n=\frac{۱}{۶}$$

پس $t=\frac{T}{۶}$ می‌باشد از بازه زمانی حرکت ذره M طبق تقسیم‌بندی زیر داریم:



از آنجایی که حرکت ذره M به سمت $-A$ است و مدت $t=\frac{T}{۶}s$ حرکت می‌کند نتیجه می‌گیریم که ذره M از مکان $-\frac{A}{۲}$ به $-A$ منتقل می‌شود و چون در مکان $-A$ سرعت به صفر می‌رسد حرکت ذره در این مدت کندشونده خواهد بود.

۱۴۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تندی موج به ویژگی‌های محیط انتشار موج بستگی دارد. با افزایش بسامد چشمهٔ موج، تندی انتشار موج ثابت می‌ماند و مطابق رابطهٔ $v = \lambda f$ با ثابت ماندن ۷ و افزایش f، طول موج کاهش می‌یابد.

با افزایش نیروی کشش ریسمان مطابق رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، تندی موج افزایش می‌یابد. اما چون تندی و بسامد انتشار از هم مستقل‌اند بنابراین بسامد انتشار موج تغییر نمی‌کند و مطابق رابطهٔ $v = \lambda f$، با افزایش ۷ و ثابت ماندن f، طول موج افزایش می‌یابد.

۱۴۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون $f_A > f$ است، پس A در حال نزدیک شدن به چشمهٔ صوت و چون $f > F_B$ است، شخص B در حال دور شدن از چشمهٔ صوت است.

۱۴۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون آستانهٔ شنوایی این شخص ۳۰dB است، صوت ۴۲dB را با شنوایی $۴۲ - ۳۰ = ۱۲\text{dB}$ می‌شنود و داریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۱۲ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \log\frac{I}{I_۰} = ۱/۲ \Rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۱۰^{۱/۲} = \left(۱۰^{۰/۳}\right)^۴ = ۲^۴ = ۱۶$$

۱۴۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا نسبت فاصلهٔ شنونده از چشمهٔ صوت در ابتدا و انتهای بازهٔ زمانی ۴s دوم ($t_۱ = ۴s$ تا $t_۲ = ۸s$) را به دست می‌آوریم:

$$\frac{r_۲}{r_۱} = \frac{t_۲}{t_۱} = \frac{۸}{۴} = ۲$$

سپس اختلاف تراز شدت صوت را در دو حالت محاسبه می‌کنیم:

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲} \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = ۱۰\log\left(\frac{۱}{۲}\right)^۲$$

که علامت منفی به معنای کاهش تراز شدت صوت است.

$$\Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۲۰\log\frac{۱}{۲} = ۲۰ \times \lfloor \log ۱ - \log ۲ \rfloor = ۲۰ \times \lfloor ۰ - ۰/۳ \rfloor = -۶\text{dB}$$

۱۴۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطهٔ تغییر تراز شدت صوت، به صورت زیر نسبت $\frac{I_۲}{I_۱}$ را می‌یابیم:

$$\Delta\beta = \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow[\beta_۲ = ۷۰\text{dB}]{\beta_۱ = ۳۰\text{dB}} ۷۰ - ۳۰ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۴۰ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$$

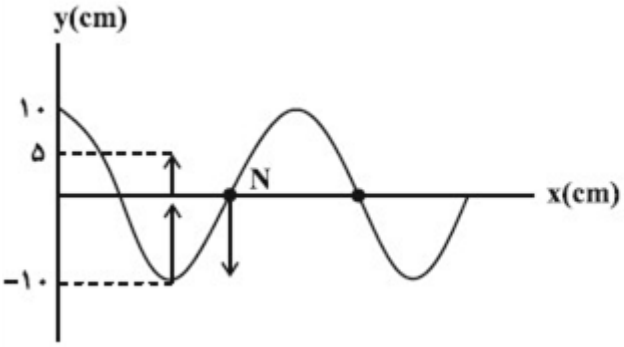
$$\Rightarrow \log\frac{I_۲}{I_۱} = ۴ = \log ۱۰^۴ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰^۴$$

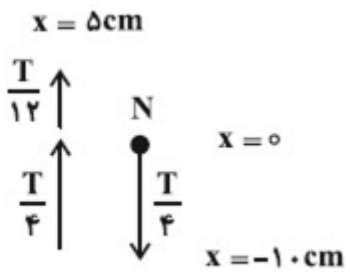
۱۴۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به نقش موج، $\frac{۵\lambda}{۴} = ۵۰cm$. پس $\lambda = ۴۰cm$ است و با استفاده از رابطهٔ $a = -\omega^۲ x$ مکانی که در آن شتاب نوسانگر $a = -۱۲/۵ \frac{m}{s^۲}$ است را پیدا می‌کنیم:

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۱}{۰/۴} = ۲/۵\text{Hz}$$

از جهت انتشار موج متوجه می شویم که نقطهٔ N رو به پایین حرکت می کند:

$$\begin{cases} a = -\omega^۲ x \\ \omega = ۲\pi f = ۵\pi \left(\frac{\text{rad}}{s}\right) \end{cases} \Rightarrow -۱۲/۵ = -x \times ۲۵ \times \pi^۲ \Rightarrow x = \frac{۵}{۱۰۰} m = ۵cm = \frac{A}{۲} \text{(طبق نمودار)}$$





$$\Delta t = \frac{T}{۴} + \frac{T}{۴} + \frac{T}{۱۲} = \frac{۷T}{۱۲} \xrightarrow{T=۰/۴s} \Delta t = \frac{۷ \times ۰/۴}{۱۲} = \frac{۷}{۳۰} s$$

۱۴۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای محاسبهٔ سرعت متوسط نقطه‌ای معین لازم است ابتدا بسامد موج را به دست آوریم که برای این منظور، ابتدا باید سرعت انتشار موج را محاسبه کنیم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v=\sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow{m=\rho V=\rho AL} v=\sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} \Rightarrow v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\xrightarrow[\rho=۴\frac{g}{cm^۳}=۴۰۰۰\frac{kg}{m^۳}]{F=۸۰N\ ,\ A=۰/۵mm^۲=۰/۵\times۱۰^{-۶}m^۲} v=\sqrt{\frac{۸۰}{۴۰۰۰\times ۰/۵\times ۱۰^{-۶}}} \Rightarrow v=۲۰۰\frac{m}{s}$$

با توجه به شکل و این‌که هر برآمدگی یا فرورفتگی معادل $\frac{\lambda}{۲}$ است، می‌توان طول موج را به دست آورد:

$$۳\frac{\lambda}{۲}=۳ \Rightarrow \lambda=۲m$$

حال می‌توان بسامد موج را محاسبه کرد:

$$f=\frac{v}{\lambda} \xrightarrow[\lambda=۲m]{v=۲۰۰\frac{m}{s}} f=\frac{۲۰۰}{۲}=۱۰۰\text{Hz}$$

$$\omega=۲\pi f \xrightarrow{f=۱۰۰\text{Hz}} \omega=۲۰۰\pi\frac{\text{rad}}{s}$$

$$y=A\cos\omega t \xrightarrow[t_۱=\frac{۱}{۶۰۰}s,t_۲=\frac{۱}{۲۰۰}s]{A=۴cm\ ,\ \omega=۲۰۰\pi\frac{\text{rad}}{s}} \begin{cases} y_۱=۴\cos ۲۰۰\pi\times\frac{۱}{۶۰۰}=۲cm \\ y_۲=۴\cos ۲۰۰\pi\times\frac{۱}{۲۰۰}=-۴cm \end{cases}$$

$$v_{av}=\frac{y_۲-y_۱}{t_۲-t_۱} \xrightarrow[t_۱=\frac{۱}{۶۰۰}\ ,\ t_۲=\frac{۱}{۲۰۰}s]{y_۱=۲cm\ ,\ y_۲=-۴cm} v_{av}=\frac{-۴-۲}{\frac{۱}{۲۰۰}-\frac{۱}{۶۰۰}}=-۱۸۰۰\frac{cm}{s} \Rightarrow |v_{av}|=۱۸\frac{m}{s}$$

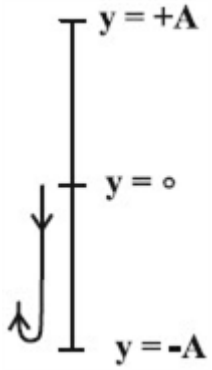
۱۴۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از قاعدهٔ دست راست، در زمان اولیه اگر انگشت شست در جهت محور y و انگشتان را در جهت محور x قرار دهیم. کف دست جهت میدان مغناطیسی را در خلاف جهت محور z نشان می‌دهد و چون میدان الکتریکی و مغناطیسی با هم هم‌فازند، $B_۱=\frac{\sqrt{۳}}{۲}B_{\max}$ در حال کاهش است که اگر $\frac{T}{۴}$ زمان بگذرد، $B_۲=\frac{B_{\max}}{۲}$ و درر جهت z و در حال افزایش خواهد بود.

۱۴۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به شکل، طول موج و سپس دورهٔ تناوب موج را به دست می‌آوریم:

$$\frac{۳}{۴}\lambda = ۱۵cm \Rightarrow \lambda = ۲۰cm = ۲ \times ۱۰^{-۱} m$$

$$\lambda = \mathrm{vT} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۱} = ۴T \Rightarrow T = ۰/۰۵s$$

لحظهٔ $t_۱$ معادل با $\frac{۳T}{۲}$ و لحظهٔ $t_۲$ معادل با $\frac{۹}{۵}T$ است. با توجه $\left(\frac{t_۱}{T} = \frac{۰/۰۷۵}{۰/۰۵} = \frac{۳}{۲}\right)$ $\left(\frac{t_۲}{T} = \frac{۰/۰۹}{۰/۰۵} = \frac{۹}{۵}\right)$ به جهت انتشار موج، ذرهٔ M در لحظهٔ $t = ۰$ در حال حرکت به طرف بالا است. پس مسیر حرکت ذره را در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ می‌توان به صورت شکل زیر مشخص کرد:



بنابراین نوع حرکت ذرهٔ M در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ ، ابتدا به صورت کندشونده و سپس تندشونده است.

۱۵۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی موارد:

الف) نادرست - حرکت ذرهٔ M به سمت بالا و در حال دور شدن از نقطهٔ تعادلش است. بنابراین M دارای حرکت کندشونده است.

ب) درست - می دانیم بزرگی شتاب از رابطهٔ $|a| = \omega^۲ |x|$ به دست می‌آید و هر چه نوسانگر در فاصلهٔ دورتری از وضع تعادل قرار داشته باشد، آهنگ تغییر سرعت آن بیشتر است.

پ) نادرست - نقطهٔ P د حال گذر از وضعیت تعادل و حرکت آن رو به پایین است. در این لحظه P دارای بیشینهٔ تندی (v_{max}) است.

ت) درست - حرکت نقطهٔ Q به سمت بالا بوده و دارای سرعت مثبت و شتاب منفی است. چون شبیه نوسانگر است که در حال حرکت به سمت نقطهٔ بازگشت مثبت بوده و از حالت تعادل دور می‌شود پس این گزاره درست است.

۱۵۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون تار (طناب) ثابت است، لذا μ ثابت بوده و تغییر نمی‌کند. پس می‌توان با استفاده از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ نوشت:

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱} \times \frac{\mu_۱}{\mu_۲}} \xrightarrow[v_۱=۸۰\frac{m}{s}, v_۲=۹۶\frac{m}{s}]{\mu \text{ ثابت}} \frac{۹۶}{۸۰} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}$$

$$\frac{۱۲}{۱۰} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \Rightarrow \frac{۱۴۴}{۱۰۰} = \frac{F_۲}{F_۱} \Rightarrow F_۲ = \frac{۱۴۴}{۱۰۰}F_۱$$

درصد تغییرات نیروی کشش : $\frac{\Delta F}{F_۱} \times ۱۰۰ = ۴۴\%$

F باید ۴۴% افزایش یابد.

۱۵۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\mu = \rho A = ۷۸۰۰ \times ۰/۵ \times ۱۰^{-۶} = ۳۹ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۱۵۶}{۳۹ \times ۱۰^{-۴}}} = ۴ \times ۱۰^{۴} = ۲۰۰ \frac{m}{s}$$

مسافت طی شده $= ۲۰۰ \times ۱ = ۲۰۰$ متر

۱۵۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۱۵۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$\Rightarrow v \propto \sqrt{L}$ برابر $v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow$ جرم و نیروی کشش

$m = \rho v \Rightarrow$ هر دو سیم مسی $\Rightarrow m \propto v \Rightarrow ۱ \propto v \Rightarrow V = AL \Rightarrow ۱ \propto ۴ \times L \Rightarrow L \propto \frac{۱}{۴} \Rightarrow v \propto \sqrt{L}$

$$v \propto \sqrt{\frac{۱}{۴}} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow ۱۰۰ = \frac{۱}{۲} V_B \Rightarrow V_B = ۲۰۰ \frac{m}{s}$$

۱۵۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. روابط زیر برقرارند:

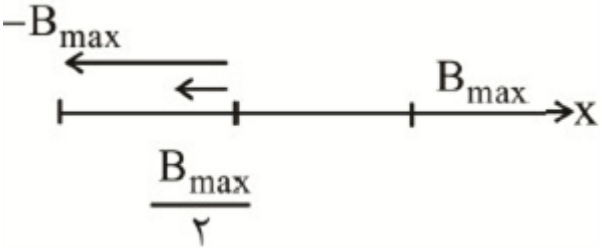
$$\left(\frac{\Phi}{\Phi_M}\right)^۲ + \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_M}\right)^۲ = \left(\frac{\Phi}{\Phi_M}\right)^۲ + \left(\frac{I}{I_M}\right)^۲ = ۱$$

بنابراین داریم:

$$\left(\frac{۵}{۱۰}\right)^۲ + \left(\frac{\Phi}{۲۰۰۰\text{mWb}}\right)^۲ = ۱ \Rightarrow \Phi = \sqrt{۳}\text{Wb}$$

۱۵۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا $\vec{B}$ را در لحظه $\left(t_۰ + \frac{T}{۶}\right)$ به دست می‌آوریم:

$\text{B}' = -B_{\max}\vec{i}$



و جهت آن از قانون دست راست به دست می‌آید $\left|\vec{E}\right| = E_{\max}$ همگام است، پس $\vec{E}$ با $\vec{B}$

$E' = -E_{\max}\vec{j}$

۱۵۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۴۷ = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۴/۷ = \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۵ - ۰/۳ = \log ۱۰^۵ - \log ۲$$

$$= \log \frac{۱۰^۵}{۲} = \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow I = ۵ \times ۱۰^۴ \times ۱۰^{-۱۲} = ۵ \times ۱۰^{-۸} \frac{W}{m^۲}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۲۵}{۶}\Rightarrow T=\frac{۶}{۲۵}\Rightarrow n=\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{۳۶}{۱۰۰}}{\frac{۶}{۲۵}}=\frac{۳}{۲}\Rightarrow \Delta t=\frac{۳}{۲}T$$

۱۵۸ ذره A نوسانگری است که در مکان $+۳cm$ قرار دارد و به سمت $+A$ می‌رود. پس از گذشت $۳\frac{T}{۲}$ نوسانگر به نقطه $-۳cm$ می‌رود.

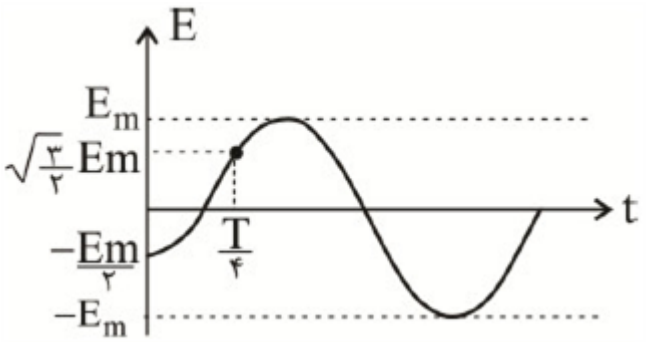
۱۵۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_۰}\Rightarrow ۴۵=۱۰\log\frac{I}{I_۰}\Rightarrow ۴/۶=\log\frac{I}{I_۰}$$

$$۴+۰/۶=\log ۱۰^۴+\log ۲^۲=\log ۴\times ۱۰^۴\Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}}=۴\times ۱۰^۴\Rightarrow I=۴\times ۱۰^{-۸}\frac{W}{m^۲}$$

۱۶۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا بردار میدان الکتریکی را در $t_۰+\frac{T}{۴}$ به دست می‌آوریم که $+\sqrt{\frac{۳}{۲}}E_{max}\vec{i}$ می‌شود.

پس اندازه میدان مغناطیسی هم در لحظه $t_۰+\frac{T}{۴}$ برابر $\sqrt{\frac{۳}{۲}B_{max}}$ می‌شود و جهت آن از قانون دست راست به دست می‌آید.

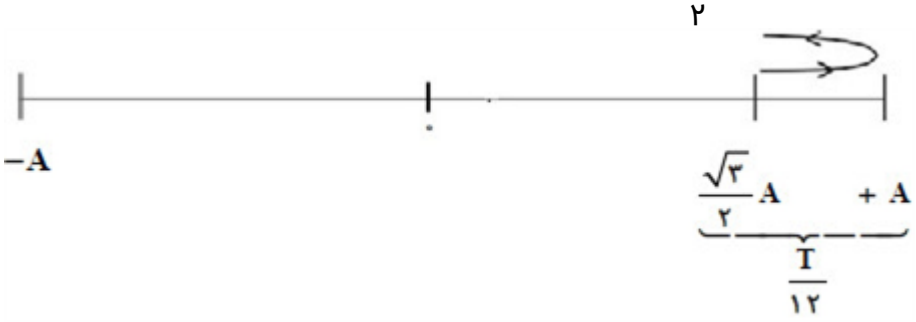


۱۶۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{t}{T}=\frac{\frac{۱}{۳}}{۲}=\frac{۱}{۶}\Rightarrow t=\frac{T}{۶}$$

۱۶۲ مطابق شکل در بازهٔ زمانی $\frac{T}{۶}$، ذره M مجدداً در مکان $\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ قرار می‌گیرد و سرعت آن منفی است.



گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۶۳

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{\mathrm{At}} = \frac{۳/۲ \times ۱۰^{-۱۱}}{۱۰^{-۴} \times ۴} = ۰/۸ \times ۱۰^{-۷} \frac{W}{m^۲}$$

$$\frac{I}{I_۰} = \frac{۰/۸ \times ۱۰^{-۷}}{۱۰^{-۱۲}} = ۸ \times ۱۰^{۴}$$

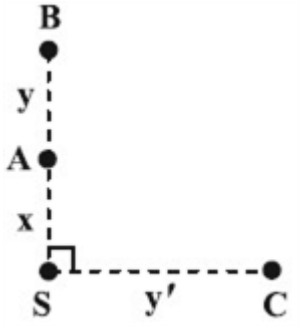
$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} = ۱۰ \log ۸ \times ۱۰^{۴} = ۱۰(\log ۲^{۳} + \log ۱۰^{۴}) \Rightarrow \beta = ۱۰(۳ \log ۲ + ۴) = ۴۹\mathrm{dB}$$

۱۶۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اختلاف زمانی صوت‌های رسیده از هوا و ریل را داریم پس:

$$\Delta \mathrm{t} = \Delta \mathrm{x} \left(\frac{v_۱ - v_۲}{v_۱ v_۲} \right) \Rightarrow \frac{۱۹}{۱۰۰} = \Delta \mathrm{x} \times \left(\frac{۶۰۰۰ - ۳۰۰}{۶۰۰۰ \times ۳۰۰} \right) \Rightarrow \frac{۱۹}{۱۰۰} = \Delta \mathrm{x} = \frac{۵۷۰۰}{۱۸ \times ۱۰^{۵}}$$

$$\Rightarrow \Delta \mathrm{x} = \frac{۱۸ \times ۱۹ \times ۱۰^{۵}}{۱۰۰ \times ۵۷۰۰} = ۶۰m$$

۱۶۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر داریم:



$$\beta_A - \beta_B = ۱۰\log \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^{۲} = ۲۰ \Rightarrow ۱۰\log \left(\frac{x+y}{x} \right)^{۲} = ۲۰$$

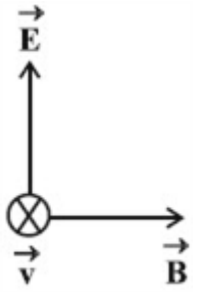
$$\Rightarrow \left(\frac{x+y}{x} \right)^{۲} = ۱۰^{۲} \Rightarrow \frac{x+y}{x} = ۱۰ \Rightarrow x + y = ۱۰ \Rightarrow x$$

$$\beta_A - \beta_C = ۱۰\log \left(\frac{r_C}{r_A} \right)^{۲} = ۱۰ \Rightarrow \log \left(\frac{\mathrm{y}'}{x} \right)^{۲} = ۱$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\mathrm{y}'}{x} \right)^{۲} = ۱۰ \Rightarrow \frac{\mathrm{y}'}{x} = \sqrt{۱۰} \Rightarrow \mathrm{y}' = \sqrt{۱۰} x$$

C, B فاصله $d = \sqrt{\mathrm{y}'^{۲} + (x+y)^{۲}} = \sqrt{۱۰x^{۲} + ۱۰۰x^{۲}} = \sqrt{۱۱۰} x \Rightarrow \frac{d}{x} = \sqrt{۱۱۰}$

۱۶۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای تعیین جهت انتشار موج باید از قاعدهٔ دست راست کمک گرفت، به این صورت که چهار انگشت دست راست را طوری در جهت میدان الکتریکی می‌گیریم که خمش چهار انگشت به سمت میدان مغناطیسی باشد، آنگاه انگشت شست دست راست جهت انتشار موج را نشان می‌دهد که مطابق شکل مقابل، موج در خلاف جهت محور zها (درون‌سو) منتشر می‌شود.



۱۶۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چشمهٔ نور از آشکارساز دور شده است و در نتیجه طول‌موج نور رسیده به آشکارساز افزایش می‌یابد و پدیدهٔ انتقال به سرخ رخ می‌دهد و طبق رابطهٔ $\lambda f = c$، با افزایش طول‌موج، بسامد نور کاهش می‌یابد.

۱۶۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$I=\frac{P_{av}}{A}=\frac{P_{av}}{۴\pi r^{۲}}\xrightarrow{\text{توان چشمه ثابت مانده است}}\frac{I_{۲}}{I_{۱}}=\left(\frac{r_{۱}}{r_{۲}}\right)^{۲}$$

$$\beta_{۲}-\beta_{۱}=۱۰\log\frac{I_{۲}}{I_{۱}}\Rightarrow ۸۱-۴۹=۱۰\log\left(\frac{r_{۱}}{r_{۲}}\right)^{۲}\Rightarrow ۱/۶=\log\left(\frac{r_{۱}}{r_{۲}}\right)$$

$$\Rightarrow ۱+۰/۶=\log\left(\frac{r_{۱}}{r_{۲}}\right)\Rightarrow ۱+(۲\times ۰/۳)=\log\left(\frac{r_{۱}}{r_{۲}}\right)$$

$$\Rightarrow \log ۱۰+۲\log ۲=\log ۴۰=\log\left(\frac{r_{۱}}{r_{۲}}\right)\Rightarrow\frac{r_{۲}}{r_{۱}}=\frac{۱}{۴۰}$$

۱۶۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی موارد:

الف) درست. با انتشار موج، ذرهٔ a از نقطهٔ تعادل دور می‌شود و چون تندی آن در حال کاهش است، پس نوع حرکت کندشونده است.

ب) درست. ذرهٔ c در نقطهٔ تعادل قرار دارد. از این رو، تندی آن بیشینه و بنابراین انرژی جنبشی آن نیز بیشینه است.

پ) نادرست. جهت شتاب همواره به سمت 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.

ت) درست. 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.

۱۷۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\beta_{۲}=۳\beta_{۱}$$

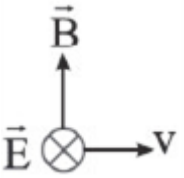
$$\Delta\beta=\log\frac{I_{۲}}{I_{۱}}\Rightarrow\Delta\beta=\log ۴=\log ۲^{۲}=۲\log ۲\Rightarrow\Delta\beta=۲\times ۰/۳=۰/۶$$

$$\beta_{۲}-\beta_{۱}=۰/۶\Rightarrow ۳\beta_{۱}-\beta_{۱}=۰/۶\Rightarrow\beta_{۱}=۰/۳$$

$$\beta_{۱}=\log\frac{I_{۱}}{I_{۰}}\Rightarrow ۰/۳=\log\frac{I_{۱}}{I_{۰}}\Rightarrow\frac{I_{۱}}{I_{۰}}=۱۰^{۰/۳}\Rightarrow\frac{I_{۱}}{I_{۰}}=۲\Rightarrow I_{۱}=۲I_{۰}=۲\times ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^{۲}}$$

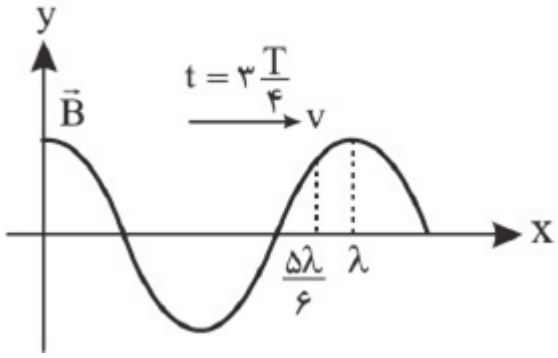
۱۷۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا نقش میدان مغناطیسی موج را در لحظهٔ $\frac{۳T}{۴}$ مشخص می‌کنیم.

مطابق شکل در مکان $x = \frac{۵\lambda}{۶}$ میدان مغناطیسی در جهت $+y$ است. بر طبق قاعدهٔ دست راست، اگر چهار انگشت دست راست خود را در جهت میدان الکتریکی بگیریم به طوری‌که خم شدن آنها به طرف میدان مغناطیسی باشد،



انگشت شست جهت انتشار موج را نشان می‌دهد.

بنابراین میدان الکتریکی در این مکان در جهت منفی محور z است.



۱۷۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$y = A\sin\left(\frac{۲\pi}{\lambda}x\right) \Rightarrow -۳\sqrt{۳} = ۶\sin\left(\frac{۲\pi}{\lambda}\times ۸\right) \Rightarrow -\frac{\sqrt{۳}}{۲} = \sin\left(\frac{۱۶\pi}{\lambda}\right)$$

$$\frac{۴\pi}{۳} = \frac{۱۶\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = ۱۲cm = ۰/۱۲m$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{۷۲}{۵\times ۱۰^{۳}\times ۱۰^{-۴}}} = \sqrt{۱۴۴} = ۱۲\frac{m}{s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۱۲}{۰/۱۲} = ۱۰۰\text{Hz}$$

۱۷۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گام اول: از رابطهٔ $v = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$، تندی انتشار موج در تار را حساب می‌کنیم:

$$v = \frac{۲}{۲\times ۱۰^{-۳}}\times\sqrt{\frac{۴۰}{۱۲۰۰۰\times\pi}} \Rightarrow v = \frac{۱}{۳۰\times ۱۰^{-۳}} = \frac{۱۰۰}{۳}\frac{m}{s}$$

با توجه به شکل داده شده $\frac{\lambda}{۲} = \frac{۵}{۳}m$ است، پس $\lambda = \frac{۱۰}{۳}m$ است.

گام دوم: دورهٔ موج را از رابطهٔ $T = \frac{\lambda}{v}$ حساب می‌کنیم:

$$T = \frac{\frac{۱۰}{۳}}{\frac{۱۰۰}{۳}} \Rightarrow T = ۰/۱s$$

گام سوم: بسامد تار را حساب می‌کنیم:

$$f = \frac{۱}{T} = ۱۰\text{HZ}$$

۱۷۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها:

الف) نادرست. تندی انتشار موج در یک محیط برای بسامدها و دامنه‌های مختلف یکسان است.

ب) نادرست. وقتی B یک نوسان کامل انجام داده، A دو نوسان کامل انجام داده است، پس $T_B = ۲T_A$

ج) نادرست. از رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}\mathrm{mA}^۲\omega^۲$ استفاده می‌کنیم:

$$\frac{E_A}{E_B} = \left(\frac{A_A}{A_B} \times \frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^۲ = \left(\frac{A_A}{A_B} \times \frac{T_B}{T_A}\right)^۲ = \left(\frac{۳}{۲} \times ۲\right)^۲ = ۹$$

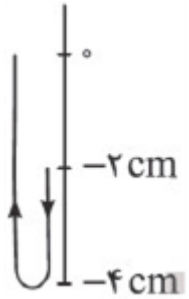
۱۷۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: با توجه به اینکه موج با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ به طرف راست منتشر می‌شود و $\frac{۵\lambda}{۴} = \frac{۱}{۸}m$ است. دورهٔ موج را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{۱}{۱۰}m$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۱}{۱۰} = ۰/۰۱s$$

گام دوم: ذره M در لحظه $t = ۰$ در حال حرکت به طرف پایین است و تا لحظه‌ای که برای اولین بار به تندی بیشینه برسد، باید به مرکز نوسان بازگردد. مدت زمان این حرکت $\Delta t = \frac{T}{۶} + \frac{T}{۴} = \frac{۵T}{۱۲}$ طول می‌کشد.

$$\Delta t = \frac{۵}{۱۲} \times ۰/۰۱ = \frac{۵}{۱۲۰۰} = \frac{۱}{۲۴۰}s$$



۱۷۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هر دو موج در یک طناب منتشر شده‌اند، پس تندی برابر دارند. از طرفی با توجه به نقش موج داریم:

$$\begin{cases} \frac{\lambda_A}{۲} = x \Rightarrow \lambda_A = ۲x \\ ۳\frac{\lambda_B}{۲} = x \Rightarrow \lambda_B = \frac{۲x}{۳} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = ۳$$



با توجه به رابطهٔ مقابل داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{v:\text{ثابت}} \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{f_B}{f_A} = ۳$$

با توجه به رابطهٔ انرژی مکانیکی داریم:

$$P = \frac{E}{\Delta t} \xrightarrow{E \propto A^۲f^۲} \frac{P_A}{P_B} = \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^۲ \times \left(\frac{f_A}{f_B}\right)^۲ \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \left(\frac{\sqrt{۲}}{۲}\right)^۲ \times \left(\frac{۱}{۳}\right)^۲$$

$$= \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۹} = \frac{۱}{۱۸}$$

۱۷۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار داده شده در سؤال داریم:

$$۳\frac{\lambda_B}{۴}=x\Rightarrow\lambda_B=\frac{۴}{۳}x$$

$$\frac{\lambda_A}{۲}=۱/۲x\Rightarrow\lambda_A=۲/۴x$$

از طرفی هر دو موج در یک طناب منتشر شده‌اند (محیط انتشار یکسانی دارند)، پس تندی برابری دارند، در نتیجه:

با توجه به رابطهٔ انرژی مکانیکی داریم:

$$\lambda=\mathrm{vT}\Rightarrow\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{T_A}{T_B}\Rightarrow\frac{۲/۴x}{\frac{۴}{۳}x}=\frac{T_A}{T_B}\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=\frac{۹}{۵}\Rightarrow\frac{T_B}{T_A}=\frac{۵}{۹}$$

$$E=\frac{۱}{۲}\mathrm{mA}^{۲}\omega^{۲}\Rightarrow\frac{E_A}{E_B}=\left(\frac{A_A}{A_B}\right)^{۲}\times\left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^{۲}\xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\frac{\omega_A}{\omega_B}=\frac{T_B}{T_A}}$$

$$\frac{E_A}{E_B}=\left(\frac{A_A}{A_B}\right)^{۲}\times\left(\frac{T_B}{T_A}\right)^{۲}\Rightarrow\frac{E_A}{E_B}=۲^{۲}\times\left(\frac{۵}{۹}\right)^{۲}=۴\times\frac{۲۵}{۸۱}=\frac{۱۰۰}{۸۱}$$

۱۷۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا دورهٔ تناوب موج را می‌یابیم. با توجه به داده‌های روی موج، $\frac{۳\lambda}{۲}=۱۲۰cm$ است.

بنابراین،

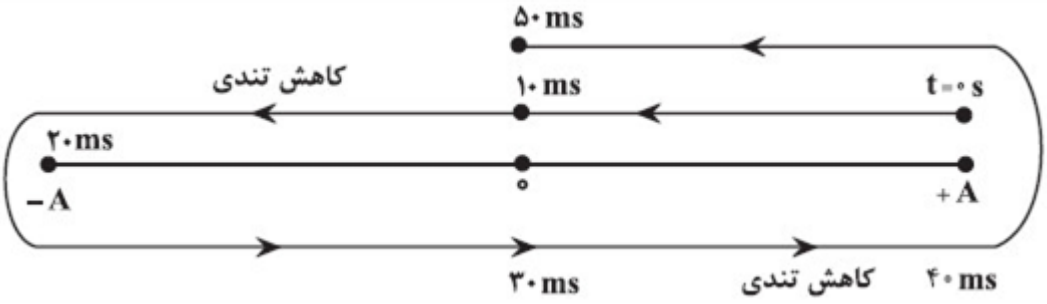
$$\frac{۳\lambda}{۲}=۱۲۰cm\Rightarrow۳\lambda=۲۴۰\Rightarrow\lambda=۸۰cm=۰/۸m$$

می‌توان نوشت:

$$\lambda=v.T\xrightarrow[\lambda=۰/۸m]{v=۲۰\frac{m}{s}}۰/۸=۲۰\times T\Rightarrow T=\frac{۰/۸}{۲۰}=۰/۰۴s\xrightarrow{۱s=۱۰^{۳}ms}$$

$$T=۰/۰۴\times۱۰^{۳}ms=۴۰ms$$

چون تمام ذرات محیط با دورهٔ تناوب موج حرکت هماهنگ ساده دارند، دورهٔ تناوب ذرهٔ M برابر $۴۰ms$ است. با توجه به اینکه یک نوسانگر در هنگام دور شدن از نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) تندی آن کاهش می‌یابد، لذا، بنا به رابطهٔ $K=\frac{۱}{۲}mv^{۲}$، انرژی جنبشی ذره نیز کاهش خواهد یافت. بنابراین، با توجه به شکل زیر، در بازهٔ زمانی $۱۰ms$ تا $۴۵ms$، فقط در بازه‌های زمانی ($۱۰ms$ تا $۲۰ms$) و ($۳۰ms$ تا $۴۰ms$) به مدت $\Delta\mathrm{t}=۲۰ms=۲\times۱۰^{-۲}s$ انرژی جنبشی ذرهٔ M در حال کاهش است.



۱۷۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون از چشمهٔ صوت دور می‌شویم، شدت صوت و در نتیجه تغییر تراز شدت صوت کاهش می‌یابد، لذا، $\Delta\beta = \beta_۲ - \beta_۱ = -۲۷\text{dB}$ است، بنابراین، ابتدا با استفاده از رابطهٔ تغییر تراز شدت صوت، نسبت $\frac{I_۲}{I_۱}$ را پیدا می‌کنیم:

$$\Delta\beta = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{\Delta\beta=-۲۷\text{dB}} -۲۷ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow -۲/۷ = \log\frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\Rightarrow -۳ + ۰/۳ = \log\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow[-۳=\log ۱۰^{-۳}]{۰/۳=\log ۲} \log ۱۰^{-۳} + \log ۲ = \log\frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\xrightarrow{\log a+\log b=\log ab} \log ۲\times ۱۰^{-۳} = \log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۲\times ۱۰^{-۳} = \frac{۲}{۱۰۰۰} = \frac{۱}{۵۰۰}$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ زیر $r_۲$ و به دنبال آن Δr را حساب می‌کنیم:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{f_۲}{f_۱}\times\frac{r_۱}{r_۲}\right)^{۲} \xrightarrow[f_۲=f_۱,\ \frac{I_۲}{I_۱}=\frac{۱}{۵۰۰}]{A_۱=A_۲\ ,\ r_۱=۵m} \frac{۱}{۵۰۰} = \left(۱\times ۱\times\frac{۵}{r_۲}\right)^{۲}$$

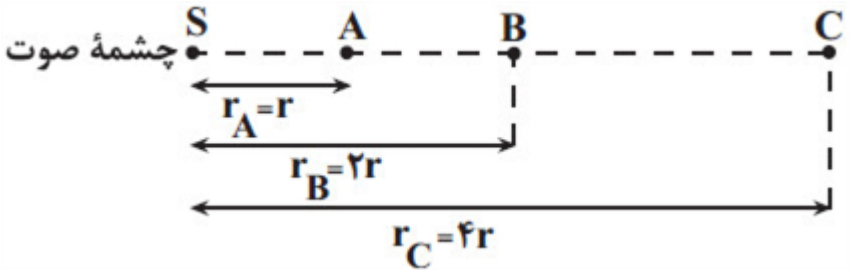
$$\Rightarrow \frac{۱}{۱۰۰\times ۵} = \frac{۲۵}{r_۲^{۲}} \Rightarrow r_۲^{۲} = ۲۵\times ۱۰۰\times ۵ \Rightarrow r_۲ = ۵\times ۱۰\times\sqrt{۵} \xrightarrow{\sqrt{۵}=۲/۲}$$

$$r_۲ = ۵\times ۱۰\times ۲/۲ = ۱۱۰ \Rightarrow m$$

در آخر داریم:

$$\Delta\text{r} = r_۲ - r_۱ = ۱۱۰ - ۵ = ۱۰۵ \Rightarrow m$$

۱۸۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر و با توجه به این‌که انرژی چشمهٔ صوت در نقطهٔ B برابر $P_B = P_A - \frac{۲}{۱۰}P_A = ۰/۸P_A$ است، ابتدا با استفاده از رابطهٔ $I = \frac{P}{A}$ نسبت $\frac{I_B}{I_A}$ را می‌یابیم:



$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{P_B}{P_A} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow{A=۴\pi r^۲} \frac{I_B}{I_A} = \frac{P_B}{P_A} \times \frac{۴\pi r^۲}{۴\pi r^۲} \xrightarrow[r_A=r, r_B=۲r]{P_B=۰/۸P_A}$$

$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{۰/۸P_A}{P_A} \times \left(\frac{r}{۲r}\right)^۲ \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = ۰/۲$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ تغییر تراز شدت صوت، β را می‌یابیم:

$$\beta_B - \beta_A = ۱۰\log\frac{I_B}{I_A} \xrightarrow[\frac{I_B}{I_A}=۰/۲]{\beta_A=\beta\ ,\ \beta_B=\frac{۲}{۳}\beta} \frac{۲}{۳}\beta - \beta = ۱۰\log\frac{۲}{۱۰}$$

$$\xrightarrow{\log\frac{a}{b}=\log a-\log b} -\frac{۱}{۳}\beta = ۱۰(\log ۲ - \log ۱۰) \xrightarrow[\log ۱۰=۱]{\log ۲=۰/۳}$$

$$-\frac{۱}{۳}\beta = ۱۰ \times (۰/۳ - ۱) \Rightarrow -\frac{۱}{۳}\beta = -۷ \Rightarrow \beta = ۲۱\text{dB}$$

در این قسمت نسبت $\frac{I_C}{I_A}$ را می‌یابیم. چون از مکان A تا مکان B، ۲۰ درصد و از مکان B تا مکان C، ۳۰ درصد انرژی صوت جذب می‌شود، بنابراین، از مکان A تا مکان C، ۵۰ درصد انرژی جذب می‌شود.

لذا $P_C = P_A - \frac{۵۰}{۱۰۰}P_A = ۰/۵P_A$ است.

$$\frac{I_C}{I_A} = \frac{P_C}{P_A} \times \left(\frac{r_A}{r_C}\right)^۲ \xrightarrow[P_C=۰/۵P_A]{r_A=r\ ,\ r_C=۴r} \frac{I_C}{I_A} = \frac{۰/۵P_A}{P_A} \times \left(\frac{r}{۴r}\right)^۲$$

$$\Rightarrow \frac{I_C}{I_A} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۱۶} = \frac{۱}{۳۲} = \frac{۱}{۲^۵} = ۲^{-۵}$$

در آخر، با استفاده از رابطهٔ تغییر تراز شدت صوت، β_C را حساب می‌کنیم:

$$\beta_C - \beta_A = ۱۰\log\frac{I_C}{I_A} \xrightarrow[\frac{I_C}{I_A}=۲^{-۵}]{\beta_A=\beta} \beta_C - \beta = ۱۰\log ۲^{-۵} \Rightarrow \beta_C - \beta = -۵۰\log ۲$$

$$\xrightarrow[\log ۲=۰/۳]{\beta=۲۱\text{dB}} \beta_C - ۲۱ = -۵۰ \times ۰/۳ \Rightarrow \beta_C = -۱۵ + ۲۱ = ۶\text{dB}$$

۱۸۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از رابطهٔ تراز شدت صوت، شدت صوت در مکان موردنظر را می‌یابیم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow{\beta=۶۳\text{dB}} ۶۳ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۶/۳ = \log\frac{I}{I_۰}$$

$$\Rightarrow ۶ + ۰/۳ = \log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow[۰/۳=\log ۲]{۶=\log ۱۰^۶} \log ۱۰^۶ + \log ۲ = \log\frac{I}{I_۰}$$

$$\xrightarrow{\log a+\log b=\log ab} \log ۲\times ۱۰^۶ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۲\times ۱۰^۶ = \frac{I}{I_۰}$$

$$\xrightarrow{I_۰=۱۰^{-۶}\frac{\mu W}{m^۲}=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}} ۲\times ۱۰^۶ = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I = ۲\times ۱۰^{-۶}\frac{W}{m^۲}$$

اکنون، با فرض این‌که چشمهٔ صوت نسبت به محیط اطراف آن کوچک باشد، جبهه‌های موج را به صورت کروی درنظر گرفته و از رابطهٔ زیر، فاصلهٔ نقطهٔ موردنظر تا چشمهٔ موج را می‌یابیم. دقت کنید، مساحت کره برابر $A = ۴\pi r^۲$ است.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{۴\pi r^۲} \xrightarrow[I=۲\times ۱۰^{-۶}\frac{W}{m^۲}]{P=۶W\ ,\ \pi=۳} ۲\times ۱۰^{-۶} = \frac{۶}{۴\times ۳\times r^۲}$$

$$\Rightarrow r^۲ = \frac{۱}{۴}\times ۱۰^۶ \Rightarrow r = \frac{۱}{۲}\times ۱۰^۳ = ۵۰۰m$$

۱۸۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$f_۱ + ۲f_۱ + ۳f_۱ + ۴f_۱ = ۴۰۰ \Rightarrow ۱۰f_۱ = ۴۰۰ \Rightarrow f_۱ = ۴۰\text{Hz}$$

$$f_۱ = \frac{v}{۲L} \Rightarrow v = ۲\text{Lf}_۱ = ۲\times\frac{۱}{۱۰}\times ۴۰ = ۸\frac{m}{s}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow v^۲ = \frac{F}{\rho A} \Rightarrow \rho = \frac{F}{v^۲ A} \Rightarrow \rho = \frac{۱۲۸}{۶۴\times ۲\times ۱۰^{-۴}} = ۱۰۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

۱۸۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی چشمهٔ صوت ساکن است طول موج دریافتی توسط شنونده‌های مختلف برابر است اما بسامد دریافتی آن‌ها می‌تواند متفاوت باشد، پس گزینهٔ ۳ درست است. علت نادرستی سایر گزینه‌ها:

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

۲) بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ۲۰۰۰Hz تا ۵۰۰۰Hz است.

۴) وقتی یک چشمهٔ نور از ناظر دور می‌شود، طول موج افزایش می‌یابد و انتقال به سرخ رخ می‌دهد.

۱۸۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ شدت صوت برحسب فاصله از چشمهٔ صوت می‌توانیم شدت صوت را در نقطهٔ موردنظر پیدا کنیم:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \Rightarrow \frac{I_۲}{۱۰۰}=\left(\frac{r_۱}{۲r_۲}\right)^۲ \Rightarrow I_۲=۲۵\frac{W}{m^۲}$$

با توجه به این‌که ۲۰ درصد از انرژی صوت تلف شده، داریم:

$$I'_۲=\frac{۸۰}{۱۰۰}I_۲=\frac{۸۰}{۱۰۰}\times ۲۵=۲۰\frac{W}{m^۲}$$

حال می خواهیم پیدا کنیم که تراز شدت صوت چند برابر می شود:

$$\beta_۲=۱۰\log\frac{I'_۲}{I_۰}=۱۰\log\frac{۲۰}{۱۰^{-۱۲}}=۱۰\log ۲\times ۱۰^{۱۳}=۱۰\lfloor \log ۲+۱۳\log ۱۰\rfloor$$

$$=۱۰\underbrace{[۰/۳+۱۳]}_{۱۳/۳}=۱۳۳$$

$$\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۱}{I_۰}=۱۰\log\frac{۱۰۰}{۱۰^{-۱۲}}=۱۰\log ۱۰^{۱۴}=۱۴۰\lfloor \log ۱۰\rfloor=۱۴۰$$

$$\frac{\beta_۲}{\beta_۱}=\frac{۱۳۳}{۱۴۰}=\frac{۱۹}{۲۰}$$

۱۸۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم فاصلهٔ یک تراکم بیشینه از انبساط بیشینهٔ مجاورش برابر با $\frac{\lambda}{۲}$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{\lambda}{۲}=۱۲cm \Rightarrow \lambda=۲۴cm=۰/۲۴m$$

از طرفی می‌دانیم ذره‌ای که در وسط فاصلهٔ یک تراکم بیشینه از انبساط بیشینهٔ مجاورش است، حداکثر جابه‌جایی را نسبت به نقطهٔ تعادل دارد و حداکثر جابه‌جایی ممکن برای این ذره طول پاره‌خط نوسان یعنی $۲A$ است. بنابراین برای این ذره داریم:

$$۲A=۱۰cm \Rightarrow A=۵cm=۰/۰۵m$$

حالا بیشینهٔ تندی ذره در هنگام نوسان یعنی $v_{max}=A\omega$ را حساب می‌کنیم:

$$v_{\text{انتشار}}=\frac{\lambda}{T} \Rightarrow T=\frac{\lambda}{v_{\text{انتشار}}}=\frac{۰/۲۴}{۱/۲}=۰/۲s$$

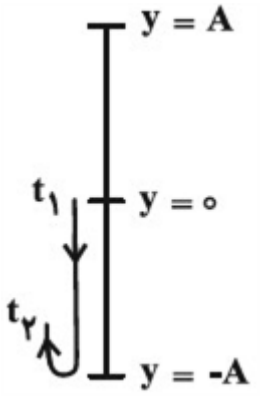
$$v_{max}=A\omega=A\times\frac{۲\pi}{T} \Rightarrow v_{max}=۰/۰۵\times\frac{۲\pi}{۰/۲}=\frac{\pi}{۲}\ \frac{m}{s}$$

۱۸۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به شکل، طول موج و سپس دورهٔ تناوب موج را به دست می‌آوریم:

$$\frac{۳}{۴}\lambda = ۱۵cm \Rightarrow \lambda = ۲۰cm = ۲ \times ۱۰^{-۱} m$$

$$\lambda = \mathrm{vT} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۱} = ۴T \Rightarrow T = ۰/۰۵s$$

لحظهٔ $t_۱$ معادل با $\left(\frac{t_۱}{T} = \frac{۰/۰۷۵}{۰/۰۵} = \frac{۳}{۲}\right) \frac{۳T}{۲}$ و لحظهٔ $t_۲$ معادل با $\left(\frac{t_۲}{T} = \frac{۰/۰۹}{۰/۰۵} = \frac{۹}{۵}\right) \frac{۹}{۵}T$ است. با توجه به جهت انتشار موج، ذرهٔ M در لحظهٔ $t = ۰$ در حال حرکت به طرف بالا است، پس مسیر حرکت ذره را در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ می‌توان به صورت شکل مقابل مشخص کرد:



بنابراین نوع حرکت ذرهٔ M در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، ابتدا به صورت کندشونده و سپس تندشونده است.

۱۸۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار داده شده، طول موج را به دست می‌آوریم:

اکنون با معلوم بودن تندی انتشار موج، دورهٔ حرکت را پیدا می کنیم: $\frac{۵}{۴}\lambda = ۲۵ \Rightarrow \lambda = ۲۰cm = ۰/۲m$

$$\lambda = \mathrm{Tv} \xrightarrow[v=۱۵\frac{m}{s}]{\lambda=۰/۲m} ۰/۲ = T \times ۱۵ \Rightarrow T = \frac{۰/۲}{۱۵} = \frac{۱}{۷۵}s$$

از آنجا که موج به سمت راست منتشر می‌شود، ذرهٔ P بعد از لحظهٔ $t = ۰$، رو به بالا حرکت می‌کند و در لحظهٔ $t = \frac{T}{۴}$ برای اولین بار به مکان $x = ۸cm$ می‌رسد سپس رو به پایین حرکت می‌کند و در لحظهٔ $t = \frac{۳T}{۴}$ برای اولین بار به مکان $x = -۸cm$ می‌رسد. بنابراین زمانی که برای دومین بار به مکان $-۸cm$ می‌رسد و کل زمان سپری شده به صورت مقابل است:

$$t = \frac{۳T}{۴} + T = \frac{۷T}{۴} \xrightarrow{T=\frac{۱}{۷۵}s} t = \frac{۷}{۴} \times \frac{۱}{۷۵} = \frac{۷}{۳۰۰}s$$

۱۸۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون هر دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند، بنابراین تندی انتشار آن‌ها با یکدیگر برابر است؛ بنابراین با توجه به نسبت طول موج‌ها، نسبت دورهٔ تناوب دو موج را به دست می‌آوریم:

$$v_{\max A} = \frac{۱}{۲} v_{\max B}$$

$$\lambda_A = ۳\lambda_B$$

اکنون نسبت بسامد موج ها را به دست می‌آوریم:

$$a_{\max} = A\omega^۲ = v_{\max} \times \omega$$

اکنون با توجه به رابطهٔ شتاب نوسانگر داریم:

$$\begin{cases} \lambda = \mathrm{Tv} \\ \omega = \dfrac{۲\pi}{T} \end{cases} \Rightarrow v_A = v_B \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{۳\lambda_B}{\lambda_N} = \frac{T_A}{T_B} = \frac{\omega_B}{\omega_A} \Rightarrow \omega_B = ۳\omega_A$$

$$\frac{a_{\max,A}}{a_{\max,B}} = \frac{v_{\max_A}}{v_{\max_B}} \times \frac{\omega A}{\omega B} = \frac{\frac{۱}{۲} v\,\max_B}{v\,\max_B} \times \frac{\omega_A}{۳\omega_A} = \frac{۱}{۲} \times \left(\frac{۱}{۳}\right) = \frac{۱}{۶}$$

۱۸۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

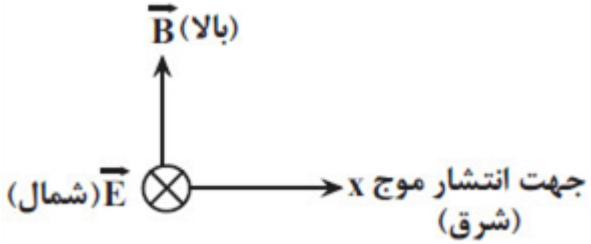
$$t = \frac{\Delta \mathrm{x}}{v_s} - \frac{\Delta \mathrm{x}}{v_p} \xrightarrow{۵\ \min = ۳۰۰s} t = ۳۰۰s = \frac{\Delta \mathrm{x}}{۵} - \frac{\Delta \mathrm{x}}{۸} = \frac{۳\Delta \mathrm{x}}{۴۰} = ۳۰۰ \Rightarrow \Delta \mathrm{x} = ۴۰۰۰km$$

۱۹۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. همان‌طور که از قاعدهٔ دست راست دریافتیم:

۱) چهار انگشت دست راست: جهت ارتعاش میدان الکتریکی E

۲) کف دست راست: جهت ارتعاش میدان مغناطیسی B

۳) انگشت شست دست راست: جهت انتشار و پیشروی موج الکترومغناطیسی پس با توجه به قاعدهٔ دست راست داریم:



یعنی جهت انتشار موج الکترومغناطیسی گاما به سمت شرق است.

۱۹۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در امواج سطحی آب، فاصلهٔ بین دو دایرهٔ متوالی، برابر با λ است.

بدین صورت مطابق شکل، فاصلهٔ AB به اندازهٔ $۱/۵\lambda$ و فاصلهٔ CD برابر با ۲λ است. اختلاف این دو مسافت برابر با $۰/۵\lambda$ است که در مدت $۰/۴\lambda$ طی کرده است.

$= \lambda \Rightarrow \lambda = ۶۰cm = ۰/۶m$ ⇒مسافتی که موج در یک دوره تناوب طی می‌کند

پس موج در مدت $۰/۴s$ مسافت $۰/۵\lambda = ۰/۳m$ را طی کرده است.

$$v = \frac{L}{\Delta \mathrm{t}} = \frac{۰/۳}{۰/۴} = ۰/۷۵\frac{m}{s}$$

۱۹۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه زمان لازم برای اینکه ذره از مکان مرکز نوسان به $\pm\frac{A}{۲}$ برسد، $\frac{T}{۱۲}$ است.

در نتیجه طبق نمودار، مدت زمان رسیدن موج از وضعیت ۱ به وضعیت ۲ برابر با $\frac{T}{۱۲}+\frac{T}{۲}+\frac{T}{۱۲}=\frac{۲T}{۳}$ می‌باشد و در این مدت موج مسافت $\frac{۲\lambda}{۳}$ را طی می‌کند.

حالت جدید: $\frac{۲\lambda}{۳}=۳۲\Rightarrow\lambda=۴۸cm$

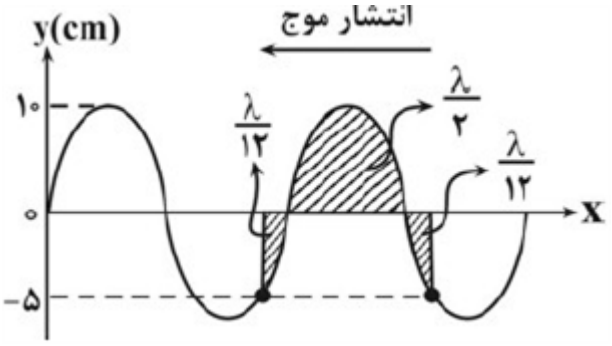
دقت شود که در حالت جدید، با تغییر طول طناب، تغییری در تندی موج به وجود نمی‌آید. (چون جنس طناب تغییری نکرده است.) اما تندی موج با جذر نیروی کشش، رابطهٔ مستقیم دارد.

$$\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{F'}{F}}=\sqrt{\frac{۳۶}{۱۰۰}}=\frac{۶}{۱۰}=\frac{۳}{۵}$$

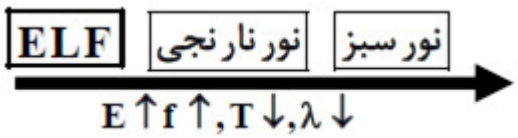
برای رابطهٔ $v=\lambda f$، تندی موج با طول موج رابطهٔ مستقیم دارند.

$$\frac{v'}{v}=\frac{\lambda'}{\lambda}\Rightarrow\frac{۳}{۵}=\frac{\lambda'}{۴۸}\Rightarrow\lambda'=۲۸/۸cm$$

در گزینهٔ ۲، مقدار $\frac{۳\lambda'}{۴}$ برابر با $۲۱/۶cm$ نشان داده شده است و بدین معنی است که $\lambda'=۲۸/۸cm$ است.



۱۹۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ترتیب امواج عنوان شده به صورت مقابل است: امواج الکترومغناطیس عرضی هستند.



پس موارد الف، ب و ت صحیح و پ غلط است.

۱۹۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گام اول: با توجه به فرمول سرعت امواج عرضی در طناب داریم:

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}}\xrightarrow[v=AL]{m=\rho v}v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$$

ρ چگالی و D قطر مقطع طناب است.

گام دوم: رابطهٔ مقایسه‌ای را نوشته و با جاگذاری خواسته سؤال را حساب می‌کنیم.

$$\frac{v_A}{v_B}=\frac{D_B}{D_A}\sqrt{\frac{F_A}{F_B}\times\frac{\rho_B}{\rho_A}}\xrightarrow[F_B=\frac{۲۵}{۱۰۰}F_A]{\rho_A=\frac{۱۶۹}{۱۰۰}\rho_B\ ,\ D_B=\frac{۱۲۰}{۱۰۰}D_A}\frac{v_A}{v_B}=\frac{۶}{۵}\sqrt{\frac{۱۰۰}{۲۵}\times\frac{۱۰۰}{۱۶۹}}$$

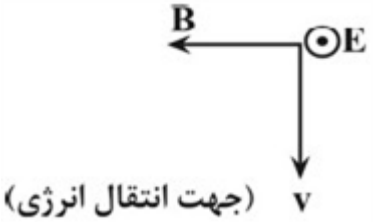
$$\Rightarrow\frac{v_A}{v_B}=\frac{۶}{۵}\times۲\times\frac{۱۰}{۱۳}=\frac{۲۴}{۱۳}$$

۱۹۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دورهٔ تناوب این موج برابر است با:

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۶۰۰ \times ۱۰^{-۹}}{۳ \times ۱۰^{۸}} = ۲ \times ۱۰^{-۱۵}\, s$$

در نتیجه پس از گذشت $۹ \times ۱۰^{-۱۵}\, s$، موج به اندازهٔ $n = \frac{t}{T} = \frac{۹ \times ۱۰^{-۱۵}}{۲ \times ۱۰^{-۱۵}} = ۴/۵$ نوسان داده است. پس در این لحظه جهت نوسانات میدان مغناطیسی نسبت به لحظهٔ t'، قرینه می‌شود.

اکنون با قاعدهٔ دست راست، جهت نوسانات میدان الکتریکی را تعیین می‌کنیم.



در نتیجه جهت نوسانات میدان الکتریکی به صورت برون‌سو خواهد بود که مطابق شکل، جهت آن در جهت مثبت محور Zها می‌باشد.

۱۹۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بیشینه انرژی جنبشی ذره‌ای به جرم m برابر است با $K_{\max} = \frac{۱}{۲} m v_{\max}^{۲}$ اکنون بیشینهٔ تندی ذرّه را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} v_{\max} = A\omega = A \times \frac{۲\pi}{T} \\ v = \frac{\lambda}{T} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_{\max}}{v} = \frac{۲\pi A}{\lambda}\ (I)$$

با توجه به اینکه در مدت $\frac{T}{۲}$ هر ذرّهٔ طناب مسافتی به اندازهٔ $۲A$ را طی می‌کند. مسافت طی شده توسط هر ذرّهٔ طناب در مدت $\frac{۳T}{۲}$، برابر است با:

$$l = ۲A \times ۳ = ۶A\ (II)$$

موج در مدت $\frac{T}{۲}$ مسافتی به اندازهٔ $\frac{\lambda}{۲}$ را طی می‌کند.

داریم:

$$l' = \frac{\lambda}{۲} \times ۳ = \frac{۳\lambda}{۲}\ (III)$$

با توجه به اینکه $\frac{l}{l'} = \frac{۲}{۵}$ است. پس داریم:

$$II, III \Rightarrow \frac{l}{l'} = \frac{۲}{۵} \Rightarrow \frac{۶A}{\frac{۳\lambda}{۲}} = \frac{۲}{۵} \Rightarrow A = \frac{\lambda}{۱۰}$$

بنابراین با توجه به رابطه $\frac{v_{\max}}{v} = \frac{۲\pi A}{\lambda}$، $v_{\max}$ برابر است با:

$$v_{\max} = ۲ \times ۳ \times \frac{۱}{۱۰} \times ۱۵ \Rightarrow v_{\max} = ۹ \frac{m}{s} \xrightarrow[m = ۲mg = ۲ \times ۱۰^{-۶} kg]{K_{\max} = \frac{۱}{۲} m v_{\max}^{۲}}$$

$$K_{\max} = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۹^{۲} = ۸۱ \times ۱۰^{-۶} J = ۸۱ \times ۱۰^{-۳} \text{mJ}$$

۱۹۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ انتشار موج در خلأ داریم:

$$\Rightarrow c=\frac{۱}{\sqrt{\mu_{۰}\epsilon_{۰}}}\Rightarrow c^{۲}=\frac{۱}{\mu_{۰}\epsilon_{۰}}\xrightarrow[\lfloor c\rfloor=\frac{m}{s}]{\lfloor\epsilon_{۰}\rfloor=\frac{F}{m}}\frac{m^{۲}}{s^{۲}}=\frac{۱}{\lfloor\mu_{۰}\rfloor\frac{F}{m}}\Rightarrow\lfloor\mu_{۰}\rfloor=\frac{s^{۲}}{m.F}$$

۱۹۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی از روی شکل، طبق قاعدهٔ دست راست انتشار موج در جهت محور x می باشد. از طرفی در موج حرکت هر ذره تابع حرکت ذرات قبل خود می‌باشد. بنابراین نوسان میدان مغناطیسی در نقطهٔ M در جهت مثبت محور Z شروع شده و پس از $\frac{۳T}{۴}$ ثانیه به مقدار بیشینه در خلاف جهت محور Z می‌رسد.

$$T=\frac{\lambda}{c}=\frac{۶۰۰\times۱۰^{-۹}}{۳\times۱۰^{۸}}=۲\times۱۰^{-۱۵}s$$

$$\Rightarrow\Delta t=\frac{۳T}{۴}=\frac{۳\times۲\times۱۰^{-۱۵}}{۴}=۱/۵\times۱۰^{-۱۵}s$$

۱۹۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر طول آنتن برابر L باشد می‌توان گفت: $L=\frac{\lambda}{۴}$ و از طرفی طبق رابطهٔ $\lambda=\frac{c}{f}$ می‌توان گفت:

$$\lambda_{۱}=\frac{c}{f_{۱}}\xrightarrow{f_{۱}=۵۰۰\text{MHz}}\lambda_{۱}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۵۰۰\times۱۰^{۶}}=\frac{۳}{۵}m=۶۰cm$$

$$L_{۱}=\frac{\lambda_{۱}}{۴}=\frac{۶۰cm}{۴}=۱۵cm$$

$$\lambda_{۲}=\frac{c}{f_{۲}}\xrightarrow{f_{۲}=۲/۵\text{GHz}}\lambda_{۲}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۲/۵\times۱۰^{۹}}=۰/۱۲m=۱۲cm$$

$$L_{۲}=\frac{\lambda_{۲}}{۴}=\frac{۱۲cm}{۴}=۳cm$$

$$\Delta L=L_{۱}-L_{۲}=۱۵-۳=۱۲cm$$

۲۰۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت میدان الکتریکی را پیدا می‌کنیم که با شرایط موجود در سؤال، جهت $\vec{E}$ باید در جهت محور x باشد و چون میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در امواج الکترومغناطیسی همگام تغییر می‌کنند؛ پس میدان الکتریکی نیز باید در حال کاهش باشد.

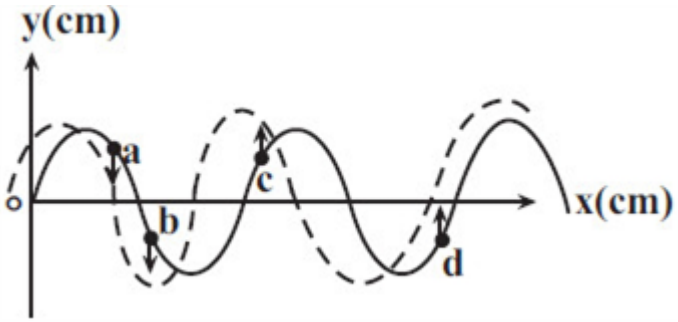
۲۰۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همهٔ موارد به‌جز مورد ب درست است.

تمامی ذرات موج حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند و به همراه موج منتقل نمی‌شوند. برای اینکه جهت حرکت ذره a و در نتیجه جهت انتشار موج را بیابیم باید یک پاره‌خط نوسان برای ذرهٔ a رسم کنیم: اگر ذرهٔ a در حال بالا رفتن باشد در لحظهٔ $\frac{T}{۴}$ مکان آن منفی نمی‌شود چون مدت زمان رسیدن a به مرکز نوسان $(x=۰)$ برابر $t+\frac{T}{۴}>\frac{T}{۴}$ می‌باشد، که برای منفی شدن مکان آن به زمان بیشتری نیاز است؛ پس ذرهٔ a قطعاً در حال پایین آمدن است و در نتیجه می‌توان گفت جهت انتشار موج به سمت چپ می‌باشد.

پس b در حال پایین رفتن است و c و d در حال بالا رفتن می‌باشند.

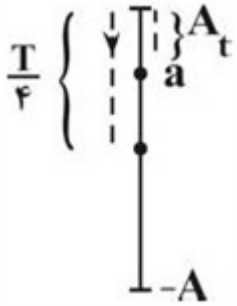
الف) a پایین آمده و به مرکز $(v=v_{max})$ نزدیک می‌شود پس انرژی جنبشی آن زیاد می‌شود.

ب) c بالا رفته و به انتهای پاره‌خط نوسان که در آن‌جا $(a=a_{max})$ است نزدیک می‌شود؛ یعنی $|a_c|$ در حال افزایش است.



پ) b پایین آمده و به نقطه‌ای که $v=۰$ است نزدیک می‌شود پس حرکتش کندشونده است.

ت) جهت حرکت c و d به سمت بالا بوده پس بردار سرعت آن‌ها هم‌جهت است.



۲۰۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه حرکت موج به صورت یکنواخت است، می‌توانیم از $\Delta x=vt$ کمک بگیریم:

$$t=\frac{\Delta x}{v}\Rightarrow\frac{t_۲}{t_۱}=\frac{\Delta x_۲}{\Delta x_۱}\times\frac{v_۱}{v_۲}\xrightarrow{\Delta x=L}\frac{t_۲}{t_۱}=\frac{L_۲}{L_۱}\times\frac{v_۱}{v_۲}$$

$$F_۲=F_۱+۰/۹۶F_۱=۱/۹۶F_۱,\ r_۲=r_۱-۰/۴r_۱=۰/۶r_۱$$

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\xrightarrow[A=\pi r^۲]{\rho_۱=\rho_۲}\frac{A_۲}{A_۱}=\left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۲=(۰/۶)^۲=۰/۳۶$$

$$\frac{v_۱}{v_۲}=\sqrt{\frac{F_۱}{F_۲}\times\frac{A_۲}{A_۱}}=\sqrt{\frac{F_۱}{۱/۹۶F_۱}\times۰/۳۶}=\frac{۰/۶}{۱/۴}=\frac{۶}{۱۴}=\frac{۳}{۷}$$

چون سیم را کشیده‌ایم حجم آن $(V=AL)$ تغییری نمی‌کند.

$$A_۱L_۱=A_۲L_۲\Rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=\frac{A_۱}{A_۲}=\frac{۱}{۰/۳۶}=\frac{۱۰۰}{۳۶}=\frac{۲۵}{۹}$$

$$\frac{t_۲}{t_۱}=\frac{۲۵}{۹}\times\frac{۳}{۷}=\frac{۲۵}{۲۱}$$

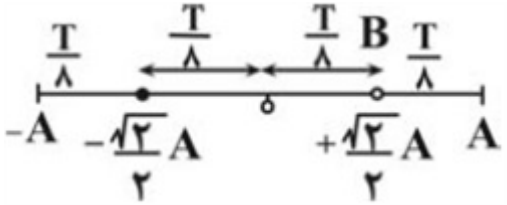
۲۰۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه ذرات B و C، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند و شتاب نوسانگر از رابطهٔ $a = -\omega^۲ x$ به دست می‌آید، چون بسامد زاویه‌ای برای هر دو ذره یکسان است، نسبت شتاب‌ها در واقع همان نسبت مکان‌ها می‌شود. پس کافیست پاره‌خط نوسان را برای هر دو ذره رسم کنیم و بفهمیم $\frac{۱}{۲۰۰}s$ چه نسبتی از دوره است.

$$\lambda + \frac{۳\lambda}{۴} = ۷\frac{\lambda}{۴} = ۳۵ \Rightarrow \lambda = ۲۰cm$$

$$\lambda = \mathrm{Tv} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۲}{۱۰} = \frac{۲}{۱۰۰}s$$

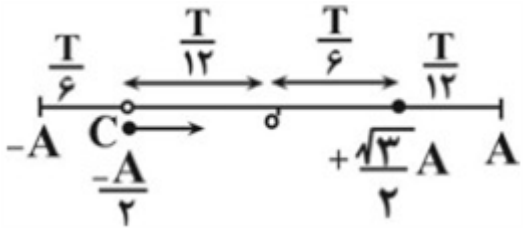
$$\frac{t_۱}{T} = \frac{\frac{۱}{۲۰۰}}{\frac{۲}{۱۰۰}} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow t_۱ = \frac{T}{۴}$$

با توجه به جهت انتشار موج، ذرهٔ B در حال پایین آمدن (نزدیک شدن به مرکز) و ذره C در حال بالا رفتن (نزدیک شدن به مرکز) می‌باشد.



$$\frac{T}{۴} = \frac{T}{۸} + ? \Rightarrow ? = \frac{T}{۴} - \frac{T}{۸} = \frac{T}{۸}$$

پس در لحظهٔ $t_۱ = \frac{T}{۴}$، ذرهٔ B در مکان $-\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ قرار می‌گیرد.



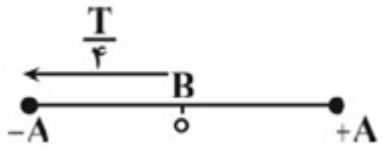
$$t_۱ = \frac{T}{۴} = \frac{T}{۱۲} + t_۲ \Rightarrow t_۲ = \frac{T}{۴} - \frac{T}{۱۲} = \frac{T}{۶}$$

پس ذرهٔ C در لحظهٔ $t_۱ = \frac{T}{۴}$ در مکان $+\frac{\sqrt{۳}}{۲}a$ قرار می‌گیرد.

$$\frac{|a_B|}{|a_C|} = \frac{x_B}{x_C} = \frac{\left|-\frac{\sqrt{۲}}{۲}A\right|}{\left|\frac{\sqrt{۳}}{۲}A\right|} = \sqrt{\frac{۲}{۳}}$$

۲۰۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

بررسی الف: اگر جهت انتشار موج در خلاف محور x باشد ذره B به سمت پایین حرکت می‌کند و بدون تغییر جهت به مکان $-A$ می‌رسد و این حرکت $\frac{T}{۴}$ طول می‌کشد.

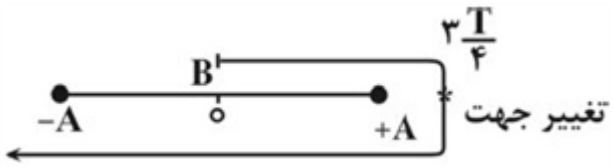


$$\frac{T}{۴} = ۰/۱۵ \Rightarrow T = ۰/۶s$$

الف صحیح است.

بررسی ب و پ: اگر جهت انتشار در جهت محور x باشد ذره B به سمت بالا حرکت می‌کند و پس از گذشت $\frac{۳T}{۴}$ و با یک بار تغییر جهت به $-A$ می‌رسد و در این حالت پیشروی موج برابر $\frac{۳}{۴}\lambda$ است.

$$\frac{۳T}{۴} = ۰/۱۵ \Rightarrow T = ۰/۲s \Rightarrow f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۰/۲} = ۵\text{Hz}$$



ب و پ غلط هستند.

۲۰۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل، دامنهٔ موج صوتی A، دو برابر دامنهٔ موج صوتی B و طول موج A، دو برابر طول موج B است. با توجه به رابطهٔ $f = \frac{V}{\lambda}$ و این‌که تندی انتشار صوت در یک محیط ثابت است، می‌توان گفت بسامد A، $\frac{۱}{۲}$ برابر B است.

حال داریم:

$$I \propto \frac{A^۲ f^۲}{d^۲}$$

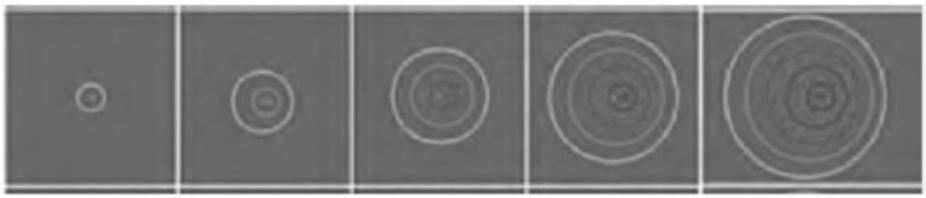
I: شدت صوت A: دامنه f: بسامد d: فاصله از چشمه

$$\Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^۲ \left(\frac{f_A}{f_B}\right)^۲ \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^۲ = ۲^۲ \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^۲ \times \left(\frac{۲r}{r}\right)^۲ = ۴$$

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B} = ۱۰ \times \log ۴ = ۲۰ \log ۲ = ۲۰ \times ۰/۳ = ۶\text{dB}$$

۲۰۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. وقتی چشمهٔ نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود، طول موج افزایش می‌یابد که به آن اصطلاحاً انتقال به سرخ می‌گویند و وقتی چشمهٔ نور به ناظر نزدیک می‌شود، طول موج کاهش پیدا می‌کند که به آن اصطلاحاً انتقال به آبی می‌گویند.

۲۰۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانید، هنگامی‌که چشمه صوت حرکت می‌کند، تراکم جبهه‌های موج در جلوی چشمه بیشتر از پشت چشمه است. با توجه به این‌که تراکم جبهه‌های موج در سمت شنوندهٔ B بیشتر از سمت شنوندهٔ A است، پس چشمهٔ موج از A به سمت B در حرکت است. بنابراین برای شنونده A طول موج صوت دریافتی بلندر از λ_S و برای شنوندهٔ B کوتاه‌تر از λ_S خواهد بود. یعنی $\lambda_A > \lambda_S > \lambda_B$. از طرفی دیگر با توجه به شکل جبهه‌های موج ملاحظه می‌شود، چشمهٔ صوت از جبهه‌های موجی که قبلاً ایجاد کرده، عبور نمی‌کند، بنابراین تندی چشمهٔ صوت کمتر از تندی انتشار صوت در محیط است یعنی $v_S < v$.



۲۰۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وقتی چشمهٔ صوتی ساکن است، طول موج در اطراف آن برای همهٔ شنونده‌ها یکسان است و ربطی به این ندارد که با چه سرعتی و در چه جهتی حرکت می‌کنند، بنابراین گزینه‌های ۲ و ۳ رد می‌شوند. از طرفی شنونده‌های A و B هر دو با تندی یکسان به طرف چشمهٔ صوتی نزدیک می‌شوند بنابراین بسامد یکسانی را دریافت می‌کنند یعنی $f_A = f_B$ است. اما چون شنوندهٔ C با تندی بیشتری نسبت به شنوندهٔ B و هم‌جهت با آن حرکت می‌کند پس بسامدی که شنوندهٔ C دریافت می‌کند بیشتر از بسامدی است که شنوندهٔ B دریافت می‌کند و گزینهٔ ۴ رد می‌شود. توجه کنید که فاصلهٔ شنونده‌ها تا چشمهٔ صوت روی بسامد دریافتی تأثیر ندارد بلکه شدت صوت دریافتی را تغییر می‌دهد.

۲۰۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم ارتفاع صوت، بسامدی از صوت است که گوش ما درک می‌کند؛ بنابراین برای افزایش ارتفاع باید بسامد صوت افزایش باید. وقتی ضربه‌ای که به دیاپازون می‌زنیم، محکم‌تر شود، بسامد صوت دیاپازون که مقداری معین است، تغییر نمی‌کند، بلکه شدت آن افزایش می‌یابد. از طرفی وقتی به چشمهٔ صوت نزدیک می‌شویم، شدت صوت افزایش می‌یابد ولی بسامد آن‌که وابسته به چشمهٔ صوت است تغییر نمی‌کند. وقتی صوت از یک محیط وارد محیط دیگری می‌شود، تندی‌اش تغییر می‌کند ولی بسامد تغییر نمی‌کند. بنابراین در هیچ‌یک از حالت‌های گفته شده، بسامد و در نتیجه ارتفاع صوت تغییر نمی‌کند.

۲۱۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اختلاف تراز شدت صوت بین دو نقطه را برحسب دسی‌بل می‌توان از رابطهٔ زیر به دست آورد:

برای اختلاف تراز شدت صوت بین دو نقطهٔ A و B داریم:

$$\beta = (۱۰\text{dB})\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{I=\frac{P}{A}=\frac{P}{۴\pi r^۲}} \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$$

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

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

در نهایت تراز شدت صوت را در نقطهٔ C به صورت زیر به دست می‌آوریم:

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

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

$$\beta_C = ۱۰\log\frac{۱۲۰}{۱۲(۴\times ۱۰^۲)(۱۰^{-۱۲})} = ۱۰\log\frac{۱۰^{۱۱}}{۴} = ۱۰\lfloor \log ۱۰^{۱۱} - \log ۲^۲ \rfloor$$
$$= ۱۰\lfloor ۱۱ - ۲(۰/۳)\rfloor = ۱۰۴\text{dB}$$

۲۱۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از تعریف تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = ۱۰\log()\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \frac{\beta_۲}{\beta_۱} = \frac{\log\frac{I_۲}{I_۰}}{\log\frac{I_۱}{I_۰}} \xrightarrow{\beta_۲ = ۸\beta_۱} ۸\log\frac{I_۱}{I_۰} = \log\frac{I_۲}{I_۰}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{I_۱}{I_۰}\right)^۸ = \frac{I_۲}{I_۰} \xrightarrow{I_۲=۱۰۰\Rightarrow I_۱} \frac{۱۰۰I_۱}{I_۰} = \left(\frac{I_۱}{I_۰}\right)^۸ \Rightarrow \left(\frac{I_۱}{I_۰}\right)^۷ = ۱۰۰$$

$$۷\log\frac{I_۱}{I_۰} = \log ۱۰^۲ \Rightarrow \beta_۱ = \frac{۲۰}{۷}\text{dB} \Rightarrow \beta_۲ = ۸\beta_۱ \Rightarrow \beta ۲ = \frac{۱۶۰}{۷}\text{dB}$$

۲۱۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ مربوط به تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = (۱۰\text{dB})\log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow{I=\frac{P}{A}=\frac{P}{۴\pi r^۲}} \beta = (۱۰\text{dB})\log\frac{P}{۴\pi r^۲ I_۰}$$

$$\xrightarrow[\pi=۳, I_۰=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}]{\beta=۶۴\text{dB}\ ,\ P=۱۲۰\Rightarrow W} ۶۴ = ۱۰\log\frac{۱۲۰}{۱۲r^۲(۱۰^{-۱۲})} \Rightarrow ۶/۴ = \log\frac{۱۰^۳}{r^۲}$$

$$\Rightarrow ۷ - ۲(۰/۳) = \log\frac{۱۰^{۱۳}}{r^۲} \Rightarrow \log ۱۰^۷ - \log ۲^۲ = \log\frac{۱۰^{۱۳}}{r^۲} \Rightarrow \log\frac{۱۰^۷}{۲^۲} = \log\frac{۱۰^{۱۳}}{r^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۱۰^۷}{۴} = \frac{۱۰^{۱۳}}{r^۲} \xrightarrow{\text{جذر}} r = ۲\times ۱۰^۳ m = ۲\times ۱۰^۵ cm$$

۲۱۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دو صوت یکی از طریق هوا و دیگری از طریق میله به گوش فرد خواهد رسید و می‌دانیم تندی صوت در جامدات به مراتب بیشتر از مایعات است:

$$t_{\text{هوا}} - t_{\text{میله}} = ۰/۲s \Rightarrow \frac{d}{v_{\text{هوا}}} - \frac{d}{v_{\text{میله}}} = ۰/۲ \Rightarrow ۷۲\left(\frac{۱}{۳۲۰} - \frac{۱}{v_{\text{میله}}}\right) = ۰/۲ \Rightarrow \frac{۱}{v_{\text{میله}}} = \frac{۱}{۳۲۰} - \frac{۱}{۳۶۰}$$

$$\Rightarrow v_{\text{میله}} = ۹ \times ۳۲۰\frac{m}{s} \Rightarrow v_{\text{میله}} = ۹v_{\text{هوا}}$$

۲۱۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. موارد پ و ث درست هستند. علت نادرستی سایر موارد:

الف) صوت یک موج مکانیکی طولی است و برای انتشار نیاز به محیط عادی دارد.

ب) در حالی که موج صوتی از بلندگو به سمت شنونده منتشر می‌شود، مولکول‌های هوا در جای خود نوسان می‌کنند و همراه موج حرکت نمی‌کنند.

ت) فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی یا دو انبساط متوالی برابر طول موج است.

۲۱۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فاصلهٔ قله و دره در یک موج سینوسی مضرب فردی از نصف طول موج است یعنی $(۲n-۱)\frac{\lambda}{۲}$.

در این سؤال داریم:

$$۹۰ = (۲n-۱)\frac{\lambda}{۲} \Rightarrow \lambda = \frac{۱۸۰}{۲n-۱}(cm)$$

باید $n = ۱, ۲, ۳, \ldots \Rightarrow$

$$\begin{cases} n = ۱ \Rightarrow \lambda = \frac{۱۸۰}{۱} = ۱۸۰cm = ۱/۸m \\ n = ۲ \Rightarrow \lambda = \frac{۱۸۰}{۳} = ۶۰cm = ۰/۶m \\ n = ۳ \Rightarrow \lambda = \frac{۱۸۰}{۵} = ۳۶cm = ۰/۳۶m \\ . \\ . \\ . \end{cases}$$

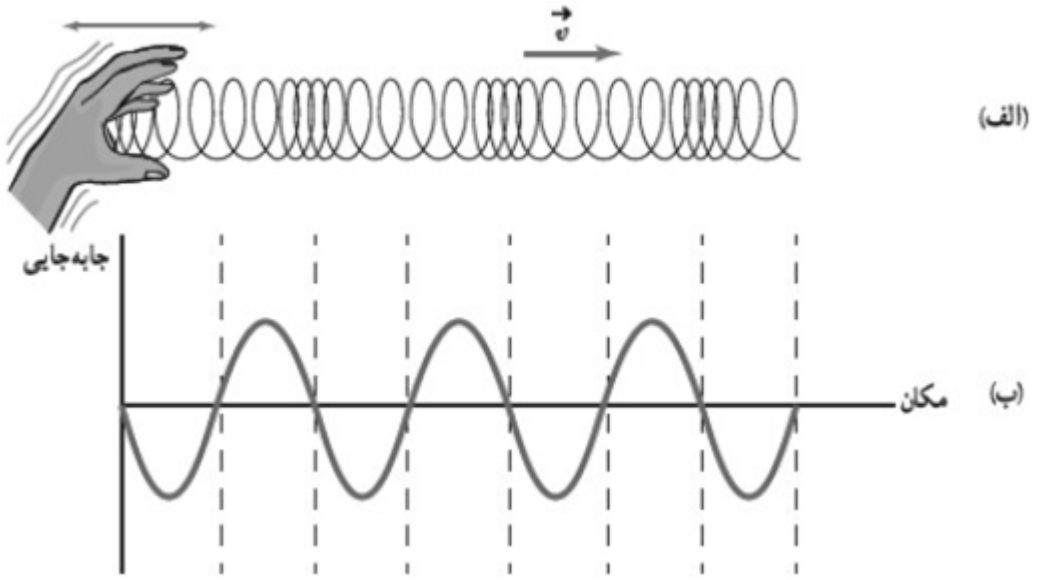
فاصلهٔ دو قلهٔ متوالی برابر طول موج است که طبق محاسبات بالا ۳ مقدار از مقادیر داده شده در صورت سؤال صدق می‌کنند.

اگر $\lambda = ۰/۹m \Rightarrow ۹۰ = \frac{۱۸۰}{۲n-۱} \Rightarrow ۲n-۱ = ۲ \Rightarrow n = \frac{۳}{۲}$ ×

اگر $\lambda = ۰/۳m \Rightarrow ۳۰ = \frac{۱۸۰}{۲n-۱} \Rightarrow ۲n-۱ = ۶ \Rightarrow n = \frac{۷}{۲}$ ×

n باید یک عدد صحیح مثبت باشد.

۲۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در مکان‌هایی که بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ میدهد، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر صفر است. بنابراین مورد ب درست و مورد ب نادرست است. از طرفی با دقت در شکل ملاحظه می‌شود در وسط فاصلهٔ بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم، اندازهٔ جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل بیشینه است. پس مورد ث نیز نادرست است. همچنین با توجه به تعریف طول موج و دامنه موارد الف و ت درست هستند.



۲۱۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که موج P زودتر از موج S دریافت می‌شود، دو موج اول مربوط به زمین‌لرزهٔ ۱ و دو موج دوم مربوط به زمین‌لرزهٔ ۲ می‌شوند. ابتدا فاصلهٔ مکانی هر کدام از زلزله‌ها را از مرکز لرزه‌نگاری به دست می‌آوریم:

$$\frac{d_۱}{v_S}-\frac{d_۱}{v_P}=\Delta t_۱ \xrightarrow[v_S=۴/۵\frac{km}{s},v_P=۸\frac{km}{s}]{\Delta t_۱=۷۰-۰=۷۰s} d_۱=\frac{۷۰}{\frac{۱}{۴/۵}-\frac{۱}{۸}}=۷۲۰km$$

$$\frac{d_۲}{v_S}-\frac{d_۲}{v_P}=\Delta t_۲ \xrightarrow{\Delta t_۲=۴۵۵-۲۱۰=۲۴۵s} d_۲=\frac{۲۴۵}{\frac{۱}{۴/۵}-\frac{۱}{۸}}=۲۵۲۰km$$

با فرض این‌که اولین موج P در لحظهٔ $t=t_۰$ دریافت شده، زمان رخ دادن هر زمین‌لرزه را حساب می‌کنیم، زمان رخ دادن زمین‌لرزهٔ ۱ را با $t_۱$ و زمین‌لرزهٔ ۲ را با $t_۲$ نشان می‌دهیم:

$$\frac{d_۱}{t_۰-t_۱}=v_P \xrightarrow{d_۱=۷۲۰km} t_۰-t_۱=۹۰ \Rightarrow t_۱=t_۰-۹۰$$

$$\frac{d_۲}{(t_۰+۲۱۰)-t_۲}=v_P \xrightarrow{d_۲=۲۵۲۰km} (t_۰+۲۱۰)-t_۲=۳۱۵ \Rightarrow t_۲=t_۰-۱۰۵$$

بنابراین زلزلهٔ ۱۵،۲ ثانیه قبل از زلزلهٔ ۱ رخ داده است.

۲۱۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی موارد:

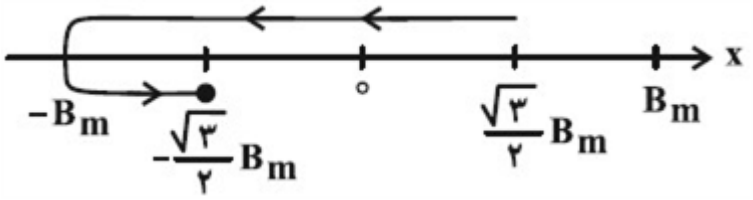
الف) نادرست؛ میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همواره همگام هستند.

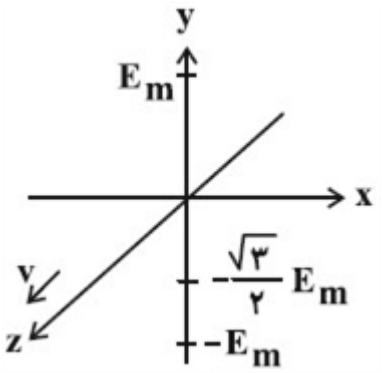
ب) درست

پ) نادرست؛ بار الکتریکی چه ساکن باشد و چه متحرک در اطراف خودش میدان الکتریکی ایجاد می‌کند ولی برای ایجاد میدان مغناطیسی، حتماً باید متحرک باشد.

ت) نادرست؛ امواج مکانیکی برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند.

۲۱۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با استفاده از قاعده دست راست مشاهده می‌شود که اگر انگشتان دست را در جهت $-y$ و انگشت شست دست راست را در جهت $+z$ قرار دهیم کف دست در جهت $+x$ قرار می‌گیرد که جهت میدان مغناطیسی در لحظهٔ $t = \frac{T}{۴}$ است و چون میدان الکتریکی در حال کاهش است، میدان مغناطیسی نیز در حال کاهش خواهد بود و در زمان $t' = \frac{۳T}{۴}$ چون به مدت $\frac{۳T}{۴} - \frac{T}{۴} = \frac{T}{۲}$ از دوره گذشته است، مقدار میدان مغناطیسی برابر همین مقدار در جهت $-x$ می‌شود و مقدار آن در حال کاهش است.





۲۲۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا سرعت انتشار موج عرضی را در ریسمان محاسبه می‌کنیم:

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

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho.A}} = \sqrt{\frac{۱۰N}{۸ \times ۱۰^{۳} \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}} = \sqrt{\frac{۱۰^{۴}}{۱۶}} = \frac{۱۰۰}{۴} = ۲۵\frac{m}{s}$$

از طرفی با توجه به این‌که طول موج از روی شکل معلوم است دورهٔ نوسانات را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{۳\lambda}{۲} = ۱۵cm \Rightarrow \lambda = ۱۰cm \Rightarrow \lambda = ۰/۱m$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{\frac{۱}{۱۰}}{۲۵} = \frac{۱}{۲۵۰}s$$

حال محاسبه می‌کنیم که بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۱ + \frac{۱}{۱۰۰}$ چه کسری از دورهٔ نوسان ذرات محیط است.

$$\Delta t = \frac{۱}{۱۰۰}, \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۱}{۱۰۰}}{\frac{۱}{۲۵۰}} \Rightarrow \Delta t = ۲/۵T$$

در مدت زمان $۲/۵T$ هر ذره از محیط مسافتی معادل $L = ۱۰ \Rightarrow A$ را طی می‌کند. A دامنهٔ نوسان ذرات محیط است.

$$L = ۱۰ \times ۲cm = ۲۰cm \Rightarrow S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۲۰cm}{\frac{۱}{۱۰۰}s} = ۲۰۰۰\frac{cm}{s}$$

تندی متوسط S_{av} :

نکته: هر نوسانگر در مدت ۱ دوره مسافتی معادل ۴ برابر دامنهٔ نوسان و در مدت نصف دوره مسافتی معادل ۲ برابر دامنهٔ نوسان را طی می‌کند.

۲۲۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا رابطهٔ تندی انتشار موج عرضی را به صورت زیر می‌نویسیم و بعد v را حساب می‌کنیم:

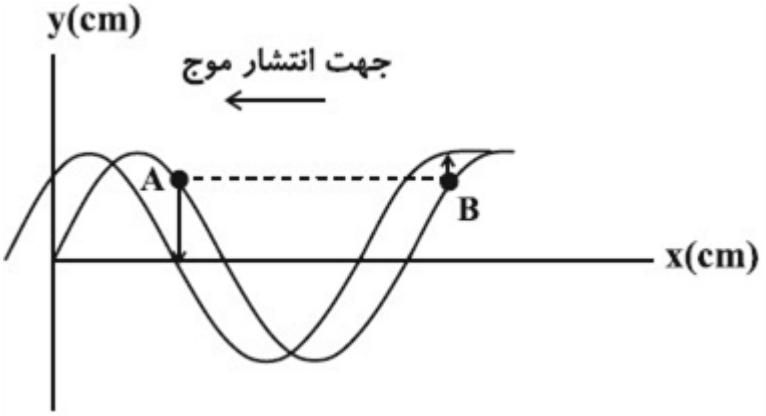
$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{FL}{\rho AL}}=\sqrt{\frac{F}{\rho\frac{\pi D^{۲}}{۴}}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\Rightarrow v=\frac{۲}{۲\times ۱۰^{-۲}}\sqrt{\frac{۷۵}{۴۰۰\times ۳}}$$

$$=۱۰۰\times\frac{۵}{۲۰}=۲۵\frac{m}{s}$$

از روی شکل طول موج را محاسبه می‌کنیم و بعد فرکانس را به کمک رابطهٔ $f=\frac{v}{\lambda}$ به دست می‌آوریم:

$$۳\frac{\lambda}{۴}=۱۵cm\Rightarrow\lambda=۲۰cm\Rightarrow f=\frac{۲۵}{۲۰\times ۱۰^{-۲}}=۱۲۵\text{Hz}$$

برای قسمت بعدی سؤال، با توجه به جهت انتشار موج، نقطهٔ A به سمت پایین (مرکز نوسان) و نقطهٔ B به سمت بالا (نقطهٔ بازگشت) حرکت می‌کند. پس نقطهٔ B حرکت کندشونده دارد.



۲۲۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی موارد:

الف) نادرست؛ هنگام انتشار امواج لرزه‌ای، امواج اولیهٔ p از نوع طولی و امواج ثانویهٔ s از نوع عرضی هستند.

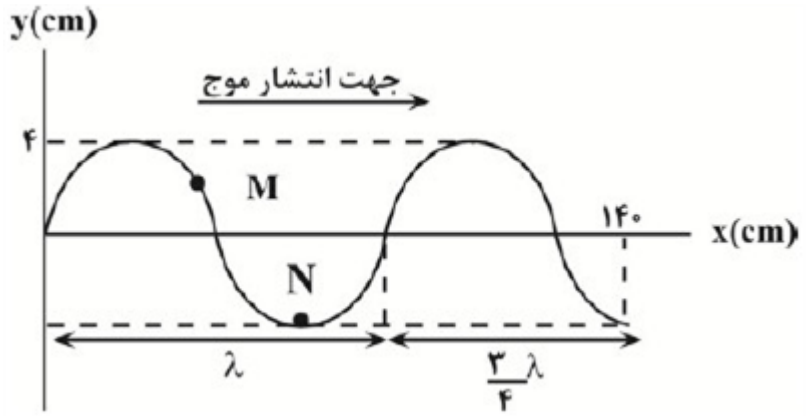
ب) نادرست؛ وقتی امواج در یک طناب منتشر می‌شوند. تمام ذرات آن، با بسامدی یکسان که همان بسامد چشمهٔ موج است نوسان می‌کنند.

پ) درست؛ هنگام انتشار موج طولی، فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی به اندازهٔ طول موج است.

ت) درست؛ امواج ایجاد شده روی سطح آب و همچنین تمام امواج الکترومغناطیسی مانند امواج رادیویی، از نوع عرضی هستند.

۲۲۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک طول موج و سرعت انتشار موج، دورهٔ تناوب موج که همان دوره تناوب نوسانات ذرات M و N است را به دست می‌آوریم:

$$\lambda + \frac{۳\lambda}{۴} = ۱۴۰cm \Rightarrow \frac{۷\lambda}{۴} = ۱۴۰$$
$$\Rightarrow \lambda = ۸۰cm$$
$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۸}{۵} = ۰/۱۶s$$



با بررسی مقدار $\frac{\Delta t_M}{T}$ برای ذرهٔ M داریم:

$$\frac{\Delta t_M}{T} = \frac{۰/۱ - ۰/۰۲}{۰/۱۶} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۲}$$

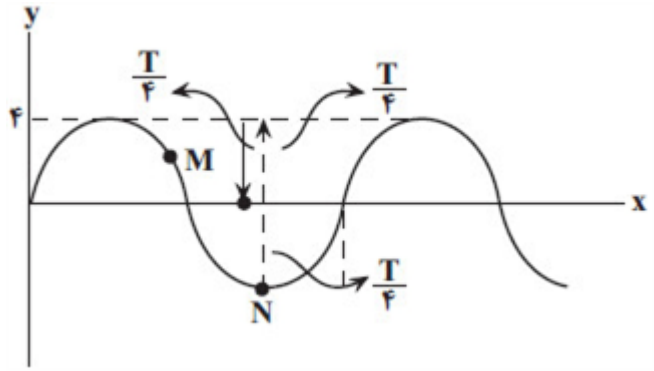
نوسانگر M در این مدت زمان به اندازه $۲A$ مسافت طی می‌کند، بنابراین تندی متوسط آن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$M: \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{۲} \\ L = ۲A \end{cases} \Rightarrow s_{av_M} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۲ \times ۰/۰۴}{۰/۰۸} = ۱\frac{m}{s}$$

با بررسی $\frac{\Delta t_N}{T}$ برای ذرهٔ N داریم:

$$\frac{\Delta t_N}{T} = \frac{۰/۱۲ - ۰}{۰/۱۶} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \Delta t_N = ۳\frac{T}{۴}$$

با توجه به جهت انتشار موج و مکان اولیهٔ ذرهٔ N می‌توان نتیجه گرفت این ذره در این زمان مسیری به اندازهٔ $۳A$ مطابق شکل مقابل را طی می‌کند:



با توجه به شکل می‌توان دریافت که ذرهٔ N در حال عبور از مبدأ و جهت حرکت آن در خلاف جهت محور yهاست بنابراین اندازهٔ سرعت آن برابر است با:

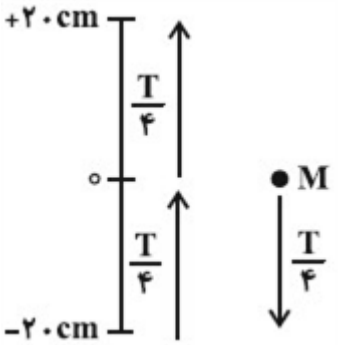
$$|v_N| = |A\omega| = \left|A \times \frac{۲\pi}{T}\right| = \left|\frac{۴}{۱۰۰} \times \frac{۲\pi}{\frac{۱۶}{۱۰۰}}\right| = \frac{\pi}{۲}\ \frac{m}{s}$$

بنابراین داریم:

$$\frac{s_{av_M}}{v_N} = \frac{۱}{\frac{\pi}{۲}} = \frac{۲}{\pi}$$

۲۲۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فاصلهٔ بین دو قلهٔ موج همان طول موج است:

$$\left.\begin{array}{l}\text{طول موج } \lambda = \Delta x = ۸۰cm = ۰/۸m \\ f = ۲۰\text{Hz}\end{array}\right\} \Rightarrow v = \lambda f = ۲۰ \times ۰/۸ = ۱۶\frac{m}{s}$$



دوره تناوب $T = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۲۰} \xrightarrow{\Delta t = \frac{۳}{۸۰}s} \Delta t = ۳\frac{T}{۴} \xrightarrow{\text{حرکت ذره } M}$

سرعت در مرکز نوسان بیشینه است، در نتیجه پس از لحظهٔ نشان داده شده در شکل، یک بار سرعت و در نتیجه انرژی جنبشی ذرهٔ M بیشینه می‌شود. حال مسافتی را که موج در مدت $\frac{۳}{۸۰}s$ طی می‌کند، می‌یابیم:

مساحت طی شه توسط موج $\Delta x = v\,\Delta t = ۱۶ \times \frac{۳}{۸۰} = ۰/۶m$

۲۲۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در رادار دوپلری از امواج الکترومغناطیسی می‌توان برای مکان‌یابی پژواکی استفاده کرد.

۲۲۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تراز شدت صوت $۲۰d\beta$ افزایش یافته است، داریم:

پس شدت صوتی که شخص در حالت دوم دریافت می کند ۱۰۰ برابر حالت اول است و داریم:

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۲۰ \Rightarrow ۲۰ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۲ = \log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰۰$$

پس شخص باید ۱۶ متر به سمت چشمهٔ صوت حرکت کند.

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \frac{f_۲^۲}{f_۱^۲} \times \frac{A_۲^۲}{A_۱^۲} \times \frac{r_۱^۲}{r_۲^۲} \xrightarrow{f_۲=۲f_۱} ۱۰۰ = ۴ \times \frac{۴۰۰}{r_۲^۲} \Rightarrow r_۲^۲ = ۱۶ \Rightarrow r_۲ = ۴m$$

۲۲۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تندی انتشار امواج طولی P در یک محیط جامد، بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی S در همان محیط است،

در نتیجه: $v_P > v_S \Rightarrow \frac{v_P}{v_S} = ۲/۵ \Rightarrow v_P = ۲/۵v_S (*)$

موج‌های S و P با اختلاف زمانی یک دقیقه‌ای به لرزه‌نگار می‌رسند. در نتیجه:

$$v_P > v_S \Rightarrow t_P = t_S - ۶۰\ (**)$$

مسافت طی شده توسط امواج از لحظهٔ وقوع زمین‌لرزه تا رسیدن به لرزه‌نگار به هم برابر است:

$$\Delta x = vt \xrightarrow{\Delta x_S = \Delta x_P} v_S t_S = v_P t_P \xrightarrow{(*),(**)} v_S t_S = (۲/۵v_S)(t_S - ۶۰)$$
$$\Rightarrow t_S = ۲/۵(t_S - ۶۰) \Rightarrow t_S = ۱۰۰ \Rightarrow s$$

۲۲۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا شدت صوت را به دست می‌آوریم:

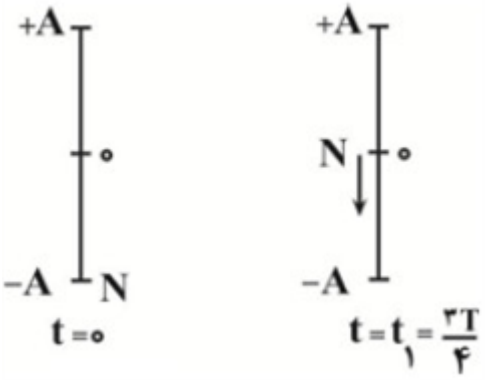
$$I=\frac{P_{av}}{A}\xrightarrow{P_{av}=\frac{E}{t}} I=\frac{E}{\mathrm{At}}\xrightarrow[A=۵\times ۱۰^{-۶}m^{۲}]{E=۰/۰۵J\ ,\ t=۶۰s} I=\frac{۰/۰۵}{۵\times ۱۰^{-۶}\times ۶۰}=\frac{۱۰^{۳}}{۶}\ \frac{W}{m^{۲}}$$

اکنون تراز شدت صوت را به دست می‌آوریم:

$$\Rightarrow \beta=۱۰\log\frac{I}{I_{۰}}\xrightarrow[I=\frac{۱۰^{۳}}{۶}\ \frac{W}{m^{۲}}]{I_{۰}=۱۰^{-۱}\ \frac{W}{m^{۲}}} \beta=۱۰\log\frac{۱۰^{۳}}{۶\times ۱۰^{-۱۲}}=۱۰(\log ۱۰^{-۱۵}-\log ۶)$$

$$\xrightarrow[\log ۲=۰/۳,\log ۳=۰/۵]{\log ۶=\log ۲+\log ۳} \beta=۱۰(۱۵-۰/۸)=۱۴۲\mathrm{dB}$$

۲۲۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. شتاب ذرهٔ M زمانی بیشینه و جهت آن رو به بالا است که ذرهٔ M در مکان $y=-A$ قرار گیرد. با توه به جهت انتشار موج، پس از گذشت $\frac{۳T}{۴}$ برای اولین بار نقطهٔ M در مکان $y=-A$ قرار می‌گیرد. بنابراین در این لحظهٔ ذرهٔ N در مکان $y=۰$ قرار دارد و تندی آن بیشینه و جهت سرعت آن به سمت پایین است.



۲۳۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک تندی متوسط ، مسافت طی شده را محاسبه می‌کنیم:

$$s_{av}=\frac{L}{\Delta \mathrm{t}}\Rightarrow L=s_{av}\times \Delta \mathrm{t}=۱۲۰\frac{cm}{s}\times ۰/۳=۳۶cm$$

حال با داشتن مسافت طی شده و اینکه در هر نوسان مسافت $۴A$ پیموده می‌شود، می‌توان تعداد نوسان‌ها رو مشخص کرد:

$$\frac{L}{A}=\frac{۳۶}{۶}=۶\Rightarrow L=۶A$$

$$\frac{L}{۴A}=\frac{۶A}{۴A}=۱/۵\ \text{نوسان}$$

با داشتن تعداد نوسان و مدت زمان می‌توان دوره T را از رابطه $\left(N=\frac{t}{T}\right)$ محاسبه کرد. بنابراین:

در مدت زمان داده شده

$$\Delta \mathrm{t}=۰/۳s=۱/۵T\Rightarrow T=\frac{۱}{۵}s$$

از طرفی از نمودار $y-x$ می‌توان طول موج را محاسبه کرد:

$$\lambda+\frac{\lambda}{۴}=\frac{۵\lambda}{۴}=۱۵cm\Rightarrow \lambda=۱۲cm$$

در نهایت تندی موج برابر است با:

$$\lambda=\mathrm{vT}\Rightarrow v=\frac{\lambda}{T}=\frac{۱۲cm}{\frac{۱}{۵}s}=۶۰\frac{cm}{s}$$

۲۳۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تندی انتشار موج را به دست می‌آوریم:

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

با توجه به شکل، طول موج و سپس دورهٔ تناوب موج را به دست می‌آوریم:

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

$$\frac{۵}{۴}\lambda=۲۵cm\Rightarrow\lambda=۲۰cm=۲\times ۱۰^{-۱}m,\lambda=\mathrm{vT}\Rightarrow ۲\times ۱۰^{-۱}=۱۰\Rightarrow T\Rightarrow T=۲\times ۱۰^{-۲}s$$

با توجه به جهت انتشار موج، ذرهٔ M در حال بالا رفتن است. پس برای دومین بار در مکان $y=-A$ اندازهٔ شتاب ذرهٔ M بیشینه می‌شود که معادل با زمان $\frac{۳T}{۴}$ است.

پس:

$$\Delta\mathrm{t}=\frac{۳T}{۴}=\left(\frac{۳}{۴}\right)(۲\times ۱۰^{-۲})=\frac{۳}{۲۰۰}s$$

۲۳۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه شدت صوت افزایش یافته است، تراز شدت صوت نیز افزایش می‌یابد پس:

$$\left.\begin{matrix}I_{۲}=I_{۱}+۱/۲\times ۱۰^{-۹}\\ \beta_{۲}=\beta_{۱}+۶\end{matrix}\right\}\xrightarrow{\beta_{۲}-\beta_{۱}=۱۰\log\frac{I_{۲}}{I_{۱}}}۰/۶=\log\frac{I_{۲}}{I_{۱}}\xrightarrow{۰/۶=۲\log ۲=\log ۴}$$

$$\log ۴=\log\frac{I_{۲}}{I_{۱}}\Rightarrow I_{۲}=۴I_{۱}\xrightarrow{I_{۲}=I_{۱}+۱/۲\times ۱۰^{-۹}}I_{۱}=۴\times ۱۰^{-۱۰}\frac{W}{m^{۲}}$$

۲۳۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار داده شده، طول موج را به دست می‌آوریم:

$$\frac{۶\lambda}{۴} = ۳۰ \Rightarrow \lambda = ۲۰cm = ۰/۲m$$

پس دورهٔ نوسان را پیدا می‌کنیم:

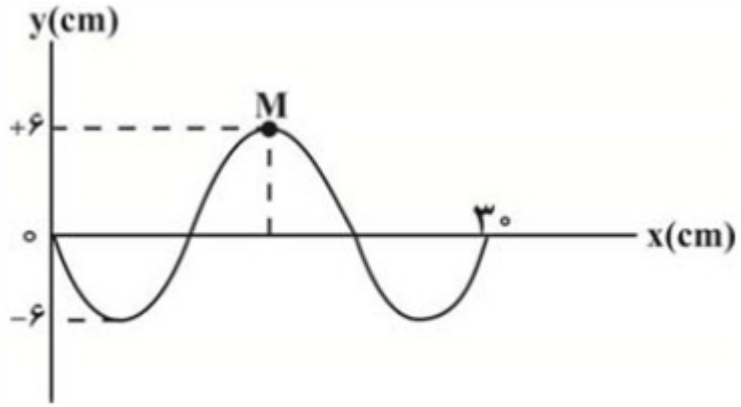
$$T = \frac{\lambda}{v} \xrightarrow[v=۱۲\frac{m}{s}]{\lambda=۰/۲m} T = \frac{۰/۲}{۱۲} = \frac{۱}{۶۰}s$$

هر ذره از محیط در هر نوسان خود، مسافتی به اندازهٔ ۴ برابر دامنه را می‌پیماید.

$$۴A = ۲۴cm \Rightarrow A = ۶cm$$

از آنجا که موج به سمت راست منتشر می‌شود، ذرهٔ M در لحظهٔ $t_۱ = \frac{T}{۴}$ برای اولین بار در دامنهٔ خود یعنی $y = ۶cm$ قرار می‌گیرد.

نقش موج در لحظهٔ $t_۱ = \frac{T}{۴}$:



بنابراین در لحظهٔ $t_۲ = T + \frac{T}{۴}$ برای دومین بار به مکان $+۶cm$ می‌رسد.

$$t_۲ = ۵\frac{T}{۴} \xrightarrow{T=\frac{۱}{۶۰}s} t_۲ = \frac{۵}{۴} \times \frac{۱}{۶۰} = \frac{۱}{۴۸}s$$

۲۳۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بسامد هماهنگ nام یک تار مرتعش با دو انتهای بسته، n برابر بسامد اصلی آن $(f_۱)$ است.

$$f_n = nf_۱ \Rightarrow f_۵ - f_۲ = ۵f_۱ = ۳f_۱ \xrightarrow{f_۵-f_۲=۲۴۰Hz} ۲۴۰ = ۳f_۱ \Rightarrow f_۱ = ۸۰Hz$$

بسامد هماهنگ nام این تار، از رابطهٔ $f_n = \frac{nv}{۲L}$ به دست می‌آید. بنابراین با داشتن بسامد هماهنگ اول (بسامد اصلی) آن می‌توان تندی انتشار موج در آن را به دست آورد:

$$f_۱ = \frac{۱v}{۲L} \xrightarrow[L=\frac{۵}{۶}m]{f_۱=۸۰Hz} ۸۰ = \frac{v}{۲ \times \frac{۵}{۶}} \Rightarrow v = \frac{۴۰۰}{۳}\frac{m}{s}$$

اکنون به کمک رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ نیروی کشش تار F را به دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \xrightarrow[\rho=۴/۵\frac{g}{cm^۳}=۴/۵\times۱۰^۳\frac{kg}{m^۳}]{v=\frac{۴۰۰}{۳}\frac{m}{s}\ ,\ A=۲mm^۲=۲\times۱۰^{-۶}m^۲} \frac{۴۰۰}{۳} = \sqrt{\frac{F}{۴/۵ \times ۱۰^۳ \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}}$$

$$\Rightarrow \frac{۴۰۰}{۳} = \sqrt{\frac{F}{۹ \times ۱۰^{-۳}}} \Rightarrow \frac{۱۶ \times ۱۰^۴}{۹} = \frac{F}{۹ \times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow F = ۱۶۰ \Rightarrow N$$

۲۳۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم بلندی صوت، شدتی است که گوش انسان درک می‌کند و ارتفاع صوت، بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند. با توجه به این‌که در فاصلهٔ یکسان شدت صوت B، دو برابر شدت صوت A است، بنابراین بلند صوت B از بلندی صوت A بیشتر است (رد گزینه‌های ۱ و ۳).

از طرفی طبق رابطهٔ $\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{f_۲}{f_۱}\times\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$ با توجه به ثابت بودن دامنهٔ A و فاصله از چشمه r داریم:

$$\frac{I_B}{I_A}=\left(\frac{f_B}{f_A}\right)^۲\xrightarrow{I_B=۲I_A}\frac{f_B}{f_A}=\sqrt{۲}$$

بنابراین با توجه به این‌که بسامد صوت B، $\sqrt{۲}$ برابر بسامد صوت A است، ارتفاع صوت B از ارتفاع صوت A بیشتر است.

۲۳۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از شکل این موج داریم:

$$\frac{\lambda}{۲}=۱۶\Rightarrow\lambda=۳۲cm$$

مدت زمان حرکت موج پس از طی کردن ۱۶ سانتی‌متر، به اندازهٔ $\Delta t=\frac{T}{۲}$ است. ذرهٔ M در مدت نصف دورهٔ تناوب، مسافتی به اندازهٔ ۲ برابر دامنه یعنی $۸cm$ طی می‌کند.

۲۳۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

طول موج = فاصله بین دو قله متوالی

$$\Rightarrow T=\frac{\lambda}{V}=\frac{۰/۲}{۱۰}=۰/۰۲s\Rightarrow\frac{t}{T}=\frac{۰/۰۱}{۰/۰۲}=\frac{۱}{۲}$$

مسافت طی شده در نصف دوره تناوب

$$=۲A=۲\times۵cm=۱۰cm$$

۲۳۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{I_۲}{۰/۱}=\left(\frac{۶۴۰}{۱۶۰}\right)^۲=۱۶\Rightarrow I_۲=۱/۶\frac{W}{m^۲}$$

۲۳۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک رابطهٔ $V=\sqrt{\frac{F.L}{m}}$ تندی انتشار موج را به دست می‌آوریم:

$$V=\sqrt{\frac{۱۰\times۰/۵}{۰/۲}}=۵\frac{m}{s}$$

$$\lambda f=V\Rightarrow\lambda=\frac{V}{f}=\frac{۵}{۲۰}m=۲۵cm$$

۲۴۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گام اول: با توجه به نقش دو موج، نسبت طول موج و دامنه دو موج را تعیین می‌کنیم:

$$\frac{۳\lambda_A}{۲}=\lambda_B \Rightarrow \frac{\lambda_B}{\lambda_A}=\frac{۳}{۲}$$

$$\frac{A_A}{A_B}=\frac{A}{\frac{۱}{۳}A}=۳ \Rightarrow A_B=\frac{۱}{۳}A_A$$

گام دوم: سرعت انتشار دو موج یکسان و برابر است. (هر دو موج در یک طناب منتشر می‌شوند.)

پس می‌توانیم بنویسیم: $v_A=v_B \xrightarrow{f=\frac{v}{\lambda}} \frac{f_B}{f_A}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{۲}{۳}$

گام سوم: مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) با مربع دامنه $(A^۲)$ و مربع بسامد $(f^۲)$ موج متناسب است. بنابراین:

$$\frac{\overline{P}_B}{\overline{P}_A}=\left(\frac{A_B}{A_A}\right)^۲\times\left(\frac{f_B}{f_A}\right)^۲ \Rightarrow \frac{\overline{P}_B}{\overline{P}_A}=\left(\frac{۱}{۳}\right)^۲\times\left(\frac{۲}{۳}\right)^۲=\frac{۴}{۸۱}$$

۲۴۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. الف) نادرست، در بعضی طول موج‌ها همان‌طور که در شکل کتاب دیده می‌شود هم‌پوشانی دارند.

ب) درست

ج) نادرست، نیاز به محیط مادی ندارد و در همه‌ی محیط ها منتشر می‌شوند.

د) نادرست، فقط در خلأ با تندی یکسان منتشر می‌شوند.

۲۴۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

الف) نادرست، فاصله‌ی دو جبهه‌ی متوالی موج برابر طول موج است.

ب) نادرست، بنا بر رابطه‌ی $\lambda=\frac{v}{f}$ اگر بسامد موج زیاد شود، طول موج کاهش می‌یابد.

د) نادرست، تندی انتشار موج در یک محیط به شرایط فیزیکی محیط بستگی دارد و به دامنه و بسامد چشمه‌ی موج بستگی ندارد.

۲۴۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا روی نقش موج داده شده، مقدار طول موج را به دست می‌آوریم:

$$۵\frac{\lambda}{۴}=۱۵\text{cm} \Rightarrow \lambda=۱۲\text{cm}$$

اکنون به کمک رابطه‌ی $v=\lambda f$، مقدار بسامد ارتعاش ذره‌ی M را محاسبه می‌کنیم.

$$۱۰\frac{cm}{s}=۱۲\text{cm}\times f \Rightarrow \frac{۵}{۶}\text{Hz} \Rightarrow T=\frac{۶}{۵}s$$

الان باید بدانیم در مدت $\Delta t=۰/۶s$ ذره‌ی M چه کسری از دوره‌ی تناوب را نوسان می‌کند.

$$t=\frac{t}{T}=\frac{۰/۶}{\frac{۶}{۵}}=۰/۵=\frac{۱}{۲}$$

پس ذره‌ی M در $t=۰/۶s$ باید نصف یک نوسان کامل را انجام دهد و به مکان $x=+۱۰\text{cm}$ می‌رود.

۲۴۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: با استفاده از رابطهٔ زیر نسبت شدت صوت در محل صفحه را به دست می‌آوریم:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\times\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)\xrightarrow{P_۲=P_۱}\frac{I_۲}{I_۱}=۱\times\left(\frac{۳}{۹}\right)^{۲}=\frac{۱}{۹}$$

گام دوم: حال با استفاده از رابطهٔ زیر انرژی رسیده به صفحه $A_۱$ را محاسبه می‌کنیم:

$$I=\frac{E}{A.t}\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{E_۲}{E_۱}\times\frac{A_۱}{A_۲}\times\frac{t_۱}{t_۲}\Rightarrow\frac{۱}{۹}=\frac{۴۸۰}{E_۱}\times\frac{۳}{۱۲}\times\frac{۲۰}{۱۲۰}\Rightarrow E_۱=۱۸۰\mu J$$

۲۴۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در فنر (a) موج طولی و در فنر (b) موج عرضی تولید می‌شود و تندی انتشار امواج طولی بیش از تندی انتشار موج عرضی در آن محیط است پس $v_a>v_b$

از رابطه‌ی $\lambda=\frac{V}{f}$

$$\frac{\lambda_a}{\lambda_b}=\frac{V_a}{V_b}\times\frac{f_b}{f_a}=\frac{V_a}{V_b}\times۲$$
$$V_a>V_b\Rightarrow\lambda_a>۲\lambda_b$$

۲۴۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

هر ذره روی نقش موج با گذشت زمان حرکت قبلی خود را تکرار می‌کند یا به عبارت دیگر برعکس جهت انتشار، روی نقش موج نوسان خواهد کرد.

پس جهت حرکت نوسانی هر دو نقطه‌ی A و B رو به بالا $(\uparrow)$ خواهد بود. ذره‌ی A در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان و ذره‌ی B به سمت نقطه‌ی بازگشت نزدیک می‌شود، پس حرکت A و B به‌ترتیب تندشونده و کندشونده است با:

$$\left.\begin{matrix}y_A<۰\Rightarrow a_A>۰\\ v_A>۰(\uparrow)\end{matrix}\right\}\Rightarrow\text{حرکت } A \text{ تندشونده}$$
$$\left.\begin{matrix}y_B<۰\Rightarrow a_B>۰\\ v_B>۰(\uparrow)\end{matrix}\right\}\Rightarrow\text{حرکت } B \text{ کندشونده}$$

۲۴۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی بسامد هماهنگ اول $(f_۱)$ است.

$$f_۱=۴۰۰-۳۵۰=۵۰\text{Hz}$$
$$f_۱=\frac{v}{۲\text{L}}\Rightarrow\frac{v}{۲\times۰/۴}=۵۰\Rightarrow v=۴۰\frac{m}{s}=\sqrt{\frac{\text{FL}}{m}}$$
$$\Rightarrow ۴۰=\sqrt{\frac{F\times۰/۴}{۵\times۱۰^{-۲}}}\Rightarrow F=۲۰۰\text{N}$$

۲۴۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\frac{۲}{\underset{\text{قطر}}{D}}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\xrightarrow[\rho_۲=\rho_۱]{\text{دو ریسمان همجنس هستند}}\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{D_۱}{\frac{۱۶}{۹}D_۱}\Rightarrow\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{۹}{۱۶}$$

با تغییر محیط ، بسامد موج تغییر نمی‌کند.

$$\lambda=\frac{v}{f}\Rightarrow\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}=\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{۱۶}{۹}$$

۲۴۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$I_۱=۱۰۰\frac{\mu W}{cm^۲}=۱۰۰\times\frac{(۱۰^{-۶}W)}{(۱۰^{-۴}m^۲)}=۱\frac{w}{m^۲}$$

$$I_۲=۵۰۰\frac{\mu w}{cm^۲}=۵\frac{w}{m^۲}$$

اختلاف تراز شدت دو صوت

$$\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\left(\frac{I_۲}{I_۱}\right)=۱۰\log ۵=۷$$

یادآوری ریاضی

$$\log ۵=\log\left(\frac{۱۰}{۲}\right)=\log ۱۰-\log ۲=۱-۰/۳=۰/۷$$

۲۵۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از قاعدهٔ دست راست. اگر ۴ انگشت در جهت $\vec{E}$ رو به بالا انگشت شست به شکل برون‌سو در جهت انتشار باشد. خم شدن ۴ انگشت دست راست به اندازهٔ ۹۰° در جهت میدان مغناطیسی خواهد بود در ضمن این دو میدان به صورت همگام بیشینه و صفر می‌شوند پس در لحظه‌ای که میدان الکتریکی بیشینه است، میدان مغناطیسی نیز بیشینه خواهد بود.

۱	۱	۲	۳	۴
۲	۱	۲	۳	۴
۳	۱	۲	۳	۴
۴	۱	۲	۳	۴
۵	۱	۲	۳	۴
۶	۱	۲	۳	۴
۷	۱	۲	۳	۴
۸	۱	۲	۳	۴
۹	۱	۲	۳	۴
۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۵	۱	۲	۳	۴
۱۶	۱	۲	۳	۴
۱۷	۱	۲	۳	۴
۱۸	۱	۲	۳	۴
۱۹	۱	۲	۳	۴
۲۰	۱	۲	۳	۴
۲۱	۱	۲	۳	۴
۲۲	۱	۲	۳	۴
۲۳	۱	۲	۳	۴
۲۴	۱	۲	۳	۴
۲۵	۱	۲	۳	۴
۲۶	۱	۲	۳	۴
۲۷	۱	۲	۳	۴
۲۸	۱	۲	۳	۴
۲۹	۱	۲	۳	۴
۳۰	۱	۲	۳	۴
۳۱	۱	۲	۳	۴
۳۲	۱	۲	۳	۴
۳۳	۱	۲	۳	۴
۳۴	۱	۲	۳	۴
۳۵	۱	۲	۳	۴
۳۶	۱	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	۳	۴
۴۰	۱	۲	۳	۴
۴۱	۱	۲	۳	۴
۴۲	۱	۲	۳	۴
۴۳	۱	۲	۳	۴
۴۴	۱	۲	۳	۴
۴۵	۱	۲	۳	۴
۴۶	۱	۲	۳	۴
۴۷	۱	۲	۳	۴
۴۸	۱	۲	۳	۴
۴۹	۱	۲	۳	۴
۵۰	۱	۲	۳	۴
۵۱	۱	۲	۳	۴
۵۲	۱	۲	۳	۴
۵۳	۱	۲	۳	۴
۵۴	۱	۲	۳	۴
۵۵	۱	۲	۳	۴
۵۶	۱	۲	۳	۴
۵۷	۱	۲	۳	۴
۵۸	۱	۲	۳	۴
۵۹	۱	۲	۳	۴
۶۰	۱	۲	۳	۴
۶۱	۱	۲	۳	۴
۶۲	۱	۲	۳	۴
۶۳	۱	۲	۳	۴
۶۴	۱	۲	۳	۴
۶۵	۱	۲	۳	۴
۶۶	۱	۲	۳	۴
۶۷	۱	۲	۳	۴
۶۸	۱	۲	۳	۴
۶۹	۱	۲	۳	۴
۷۰	۱	۲	۳	۴
۷۱	۱	۲	۳	۴
۷۲	۱	۲	۳	۴
۷۳	۱	۲	۳	۴
۷۴	۱	۲	۳	۴
۷۵	۱	۲	۳	۴
۷۶	۱	۲	۳	۴
۷۷	۱	۲	۳	۴
۷۸	۱	۲	۳	۴
۷۹	۱	۲	۳	۴
۸۰	۱	۲	۳	۴
۸۱	۱	۲	۳	۴
۸۲	۱	۲	۳	۴
۸۳	۱	۲	۳	۴
۸۴	۱	۲	۳	۴
۸۵	۱	۲	۳	۴
۸۶	۱	۲	۳	۴
۸۷	۱	۲	۳	۴
۸۸	۱	۲	۳	۴
۸۹	۱	۲	۳	۴
۹۰	۱	۲	۳	۴
۹۱	۱	۲	۳	۴
۹۲	۱	۲	۳	۴
۹۳	۱	۲	۳	۴
۹۴	۱	۲	۳	۴
۹۵	۱	۲	۳	۴
۹۶	۱	۲	۳	۴
۹۷	۱	۲	۳	۴
۹۸	۱	۲	۳	۴
۹۹	۱	۲	۳	۴
۱۰۰	۱	۲	۳	۴
۱۰۱	۱	۲	۳	۴
۱۰۲	۱	۲	۳	۴
۱۰۳	۱	۲	۳	۴
۱۰۴	۱	۲	۳	۴
۱۰۵	۱	۲	۳	۴
۱۰۶	۱	۲	۳	۴
۱۰۷	۱	۲	۳	۴
۱۰۸	۱	۲	۳	۴
۱۰۹	۱	۲	۳	۴
۱۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۱۵	۱	۲	۳	۴
۱۱۶	۱	۲	۳	۴
۱۱۷	۱	۲	۳	۴
۱۱۸	۱	۲	۳	۴
۱۱۹	۱	۲	۳	۴
۱۲۰	۱	۲	۳	۴
۱۲۱	۱	۲	۳	۴
۱۲۲	۱	۲	۳	۴
۱۲۳	۱	۲	۳	۴
۱۲۴	۱	۲	۳	۴
۱۲۵	۱	۲	۳	۴
۱۲۶	۱	۲	۳	۴
۱۲۷	۱	۲	۳	۴
۱۲۸	۱	۲	۳	۴
۱۲۹	۱	۲	۳	۴
۱۳۰	۱	۲	۳	۴

۱۳۱	۱	۲	۳	۴
۱۳۲	۱	۲	۳	۴
۱۳۳	۱	۲	۳	۴
۱۳۴	۱	۲	۳	۴
۱۳۵	۱	۲	۳	۴
۱۳۶	۱	۲	۳	۴
۱۳۷	۱	۲	۳	۴
۱۳۸	۱	۲	۳	۴
۱۳۹	۱	۲	۳	۴
۱۴۰	۱	۲	۳	۴
۱۴۱	۱	۲	۳	۴
۱۴۲	۱	۲	۳	۴
۱۴۳	۱	۲	۳	۴
۱۴۴	۱	۲	۳	۴
۱۴۵	۱	۲	۳	۴
۱۴۶	۱	۲	۳	۴
۱۴۷	۱	۲	۳	۴
۱۴۸	۱	۲	۳	۴
۱۴۹	۱	۲	۳	۴
۱۵۰	۱	۲	۳	۴
۱۵۱	۱	۲	۳	۴
۱۵۲	۱	۲	۳	۴
۱۵۳	۱	۲	۳	۴
۱۵۴	۱	۲	۳	۴
۱۵۵	۱	۲	۳	۴
۱۵۶	۱	۲	۳	۴
۱۵۷	۱	۲	۳	۴
۱۵۸	۱	۲	۳	۴
۱۵۹	۱	۲	۳	۴
۱۶۰	۱	۲	۳	۴
۱۶۱	۱	۲	۳	۴
۱۶۲	۱	۲	۳	۴
۱۶۳	۱	۲	۳	۴
۱۶۴	۱	۲	۳	۴
۱۶۵	۱	۲	۳	۴
۱۶۶	۱	۲	۳	۴
۱۶۷	۱	۲	۳	۴
۱۶۸	۱	۲	۳	۴
۱۶۹	۱	۲	۳	۴
۱۷۰	۱	۲	۳	۴
۱۷۱	۱	۲	۳	۴
۱۷۲	۱	۲	۳	۴
۱۷۳	۱	۲	۳	۴
۱۷۴	۱	۲	۳	۴
۱۷۵	۱	۲	۳	۴
۱۷۶	۱	۲	۳	۴
۱۷۷	۱	۲	۳	۴
۱۷۸	۱	۲	۳	۴
۱۷۹	۱	۲	۳	۴
۱۸۰	۱	۲	۳	۴
۱۸۱	۱	۲	۳	۴
۱۸۲	۱	۲	۳	۴
۱۸۳	۱	۲	۳	۴
۱۸۴	۱	۲	۳	۴
۱۸۵	۱	۲	۳	۴
۱۸۶	۱	۲	۳	۴
۱۸۷	۱	۲	۳	۴
۱۸۸	۱	۲	۳	۴
۱۸۹	۱	۲	۳	۴
۱۹۰	۱	۲	۳	۴
۱۹۱	۱	۲	۳	۴
۱۹۲	۱	۲	۳	۴
۱۹۳	۱	۲	۳	۴
۱۹۴	۱	۲	۳	۴
۱۹۵	۱	۲	۳	۴
۱۹۶	۱	۲	۳	۴
۱۹۷	۱	۲	۳	۴
۱۹۸	۱	۲	۳	۴
۱۹۹	۱	۲	۳	۴
۲۰۰	۱	۲	۳	۴
۲۰۱	۱	۲	۳	۴
۲۰۲	۱	۲	۳	۴
۲۰۳	۱	۲	۳	۴
۲۰۴	۱	۲	۳	۴
۲۰۵	۱	۲	۳	۴
۲۰۶	۱	۲	۳	۴
۲۰۷	۱	۲	۳	۴
۲۰۸	۱	۲	۳	۴
۲۰۹	۱	۲	۳	۴
۲۱۰	۱	۲	۳	۴
۲۱۱	۱	۲	۳	۴
۲۱۲	۱	۲	۳	۴
۲۱۳	۱	۲	۳	۴
۲۱۴	۱	۲	۳	۴
۲۱۵	۱	۲	۳	۴
۲۱۶	۱	۲	۳	۴
۲۱۷	۱	۲	۳	۴
۲۱۸	۱	۲	۳	۴
۲۱۹	۱	۲	۳	۴
۲۲۰	۱	۲	۳	۴
۲۲۱	۱	۲	۳	۴
۲۲۲	۱	۲	۳	۴
۲۲۳	۱	۲	۳	۴
۲۲۴	۱	۲	۳	۴
۲۲۵	۱	۲	۳	۴
۲۲۶	۱	۲	۳	۴
۲۲۷	۱	۲	۳	۴
۲۲۸	۱	۲	۳	۴
۲۲۹	۱	۲	۳	۴
۲۳۰	۱	۲	۳	۴
۲۳۱	۱	۲	۳	۴
۲۳۲	۱	۲	۳	۴
۲۳۳	۱	۲	۳	۴
۲۳۴	۱	۲	۳	۴
۲۳۵	۱	۲	۳	۴
۲۳۶	۱	۲	۳	۴
۲۳۷	۱	۲	۳	۴
۲۳۸	۱	۲	۳	۴
۲۳۹	۱	۲	۳	۴
۲۴۰	۱	۲	۳	۴
۲۴۱	۱	۲	۳	۴
۲۴۲	۱	۲	۳	۴
۲۴۳	۱	۲	۳	۴
۲۴۴	۱	۲	۳	۴
۲۴۵	۱	۲	۳	۴
۲۴۶	۱	۲	۳	۴
۲۴۷	۱	۲	۳	۴
۲۴۸	۱	۲	۳	۴
۲۴۹	۱	۲	۳	۴
۲۵۰	۱	۲	۳	۴