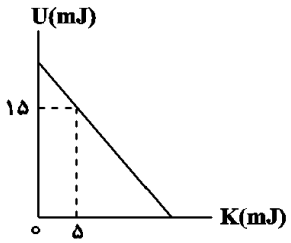
۱۸۱) تندی انتشار موجی عرضی در یک طناب که دو سر آن با نیروی ثابت F کشیده شده است، برابر با v می‌باشد. اگر $\frac{۲}{۳}$ طول طناب را بریده و کنار بگذاریم و بقیه طناب را با نیروی ثابت $۲F$ بکشیم، تندی انتشار موج عرضی در آن چند v می‌شود؟

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

۱۸۲) نمودار انرژی پتانسیل برحسب انرژی جنبشی نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، در شکل زیر نشان داده است. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی این نوسانگر $۸mJ$ است، انرژی پتانسیل آن چند میکروژول می‌باشد؟



۱) ۱۲
۲) ۲۴
۳) ۱۲×۱۰^{۳}
۴) ۲۴×۱۰^{۳}

۱۸۳) جسمی به جرم ۵۰۰ گرم به فنری با ثابت $۲\frac{N}{cm}$ بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاکی حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. این جسم ۵ نوسان کامل را در مدت چند ثانیه انجام می‌دهد؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۰/۷۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۳ ۴) ۴/۵

۱۸۴) ضربه‌ای به یک انتهای میله‌ای زده می‌شود و در انتهای دیگر میله دو صدا شنیده می‌شود، یک صدا از میله و صدای دیگر از هوای اطراف میله، اگر طول میله ۱۰۰۰ متر و تندی صوت در هوا و میله به‌ترتیب برابر $۳۵۰\frac{m}{s}$ و $۲۸۰۰\frac{m}{s}$ باشد، اختلاف فاصله زمانی که این دو صدا شنیده می‌شود حدوداً چند ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۴

۱۸۵) در بررسی اثر دوپلر در وضعیتی که چشمه ساکن و ناظر (شنونده) متحرک است، در مقایسه با ناظر ساکن و در مدت زمان یکسان، کدام گزینه درست است؟

۱) اگر ناظر به طرف چشمه حرکت کند، با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود.
۲) اگر ناظر از چشمه دور شود، با جبهه‌های موج کمتری مواجه می‌شود.
۳) حرکت ناظر به طرف چشمه، منجر به افزایش بسامد صوتی است که دریافت می‌کند.
۴) همهٔ گزینه‌ها درست هستند.

۱۸۶) قطر مقطع یک سیم مرتعش ۴ میلی‌متر و چگالی آن $۸\frac{g}{cm^{۳}}$ و طول آن $۱۶۰cm$ است. اگر یک موج عرضی در مدت ۰/۰۲ ثانیه طول سیم را طی کند، نیروی کشش سیم چند نیوتون است؟ $(\pi = ۳)$

۱) $\frac{۱۵۳}{۶}$ ۲) ۷۶/۸ ۳) $\frac{۶۱۴}{۴}$ ۴) ۹/۶

۱۸۷) کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

۱) طیف خطی گسیلی و جذبی از گازهای اتمی، با فیزیک کلاسیک قابل توجیه است.
۲) طبق نظریه‌های فیزیک کلاسیک، پدیده فوتوالکتریک باید با هر بسامدی رُخ دهد.
۳) بنابر نظریه اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلز می‌تابد، هر فوتون با چند الکترون برهم‌کُنش دارد.
۴) در پدیده فوتوالکتریک بسامد آستانه‌ای به بسامد نور تابش شده و جنس فلز بستگی دارد.

۱۸۸) کدام گزینه در رابطه با امواج الکترومغناطیسی نادرست است؟

۱) تغییر هر یک از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، باعث ایجاد میدان دیگر می‌شود.
۲) در طیف امواج الکترومغناطیسی، پرتوهای هم با پرتوهای فرابنفش و هم با پرتوهای گاما اشتراک دارند.
۳) تندی انتشار قسمت‌های مختلف طیف امواج الکترومغناطیسی در خلأ یکسان است.
۴) این امواج انرژی را به‌صورت انرژی جنبشی و پتانسیل ذرات محیط، به همراه میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی خود منتقل می‌کنند.

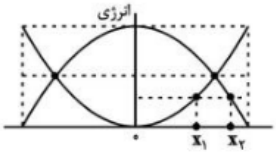
۱۸۹) نوسانگر وزنه – فنری روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر با ثابت ماندن دامنه نوسان، جرم وزنه و ثابت فنر هر دو نصف شوند، به‌ترتیب از راست به چپ تندی بیشینه و انرژی مکانیکی وزنه چند برابر می‌شود؟

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

۱۹۰) طنابی به جرم ۲۵۰g و طول ۴۰cm را با نیرویی به بزرگی ۰/۴N می‌کشیم. سر آزاد طناب را با چه بسامدی بر حسب هرتز تکان دهیم تا طول‌موج امواج عرضی ایجاد شده در طناب ۲۰cm شود؟

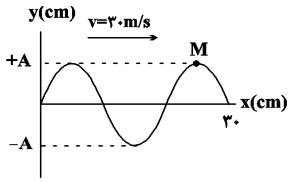
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

۱۹۱) نمودار تغییرات انرژی برحسب مکان برای یک نوسانگر هماهنگ ساده به‌صورت زیر داده شده است. اگر تندی ذره در مکان‌های $x_۱$ و $x_۲$ به ترتیب $۳\sqrt{۳}\frac{m}{s}$ و $۱\frac{m}{s}$ باشد، تندی بیشینه آن چند $\frac{m}{s}$ است؟



۱) ۱۰
۲) ۲
۳) $\sqrt{۱۰}$
۴) ۴

۱۹۲) شکل زیر، نمودار جابه‌جایی - مکان یک موج عرضی را در لحظه t نشان می‌دهد. چند ثانیه پس از لحظه t، نقطه M برای دومین بار از مرکز نوسان خود عبور می‌کند؟

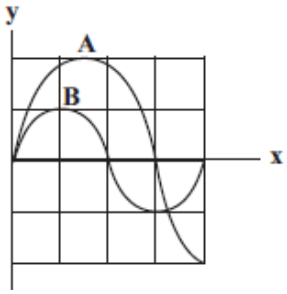


۱) $\frac{۱}{۴۰۰}$
۲) $\frac{۳}{۴۰۰}$
۳) $\frac{۱}{۲۰۰}$
۴) $\frac{۱}{۸۰۰}$

۱۹۳) تراز شدت صوتی در فاصله r برابر n دسی‌بل است. برای آن که بخواهیم تراز شدت صوت به $n+۱۲$ دسی‌بل برسد، پس از کاهش فاصله به $\frac{r}{۴}$ باید بسامد آن را چند برابر کنیم؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

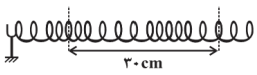
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۱۹۴) نمودار جابه‌جایی- مکان برای دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر می‌شوند، مطابق شکل زیر است. به‌ترتیب از راست به چپ، بسامد و شدت صوت موج B چند برابر بسامد و شدت صوت موج A است؟



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

۱۹۵) مطابق شکل زیر، به کمک یک دیاپازون در فنری موج طولی ایجاد کرده‌ایم. اگر تندی انتشار موج طولی ایجاد شده در آن $۷۲\frac{km}{h}$ باشد، بسامد نوسان‌های دیاپازون چند هرتز است؟



۱) ۱۵۰
۲) ۱۲۵
۳) ۱۰۰
۴) ۷۵

۱۹۶) معادله مکان – زمان آونگ ساده‌ای در SI به‌صورت $x = ۰/۰۴\cos ۲\pi t$ داده شده است. چند سانتی‌متر از طول آونگ را کم کنیم تا دوره تناوبش نصف شود؟ $(\pi^۲ = g = ۱۰)$

۱) $\frac{۹}{۳۷۵}$
۲) ۳۷/۵
۳) ۶/۲۵
۴) $\frac{۱۸}{۷۵}$

۱۹۷) در پی زمین‌لرزه بزرگی که در سال ۱۹۸۵ در مکزیک اتفاق افتاد، ساختمان‌های . . . . . فرو ریختند ولی باقی ساختمان‌ها پابرجا ماندند زیرا:

۱) نیمه‌بلند – از استحکام خوبی برخوردار نبودند.
۲) بلند – بافت شهر ضعیف بود و به ساختمان‌های بلند نیروی بیشتری وارد شد.
۳) نیمه بلند – برای نوسان‌های ایجاد شده، تشدید رخ داد.
۴) بلند – تشدید ایجاد شده، سبب تخریب این ساختمان‌ها شد.

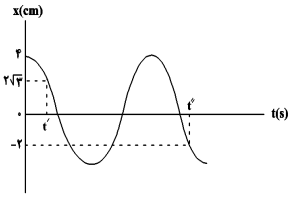
۱۹۸) شخصی در یک نقطه ایستاده و در فاصله ۵۰۰ متری از او بلندگوی B قرار دارد. تراز شدت صوت بلندگوی A در همان نقطه، $۱۴dB$ بیش‌تر از بلندگوی B و تراز شدت صوت بلندگوی C، $۱۲dB$ کم‌تر از بلندگوی A است. حداقل فاصله‌ی دو بلندگوی A و C چند متر است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$ و شخص و بلندگوها در یک راستا قرار دارند و آهنگ متوسط انتقال انرژی برای هر سه بلندگو یکسان است.)

۱) ۱۰۰
۲) ۲۰۰
۳) ۳۰۰
۴) ۴۰۰

۱۹۹) معادله مکان - زمان نوسانگر وزنه - فنری در SI به‌صورت $x = ۰/۰۴\cos(۵۰t)$ است. اگر انرژی جنبشی وزنه در هنگام عبور از مرکز نوسان ۱۲۰ میلی‌ژول باشد، ثابت فنر در SI کدام است؟

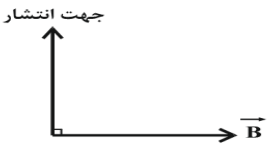
۱) ۵۰
۲) ۲۰۰
۳) ۳۰۰
۴) ۵۰

۲۰۰) نمودار مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم g ۹۰ مطابق شکل زیر است. اگر $t'' - t' = \frac{۳}{۸}s$ باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی‌ژول است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$



۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۳۲

۲۰۱) برای یک موج الکترومغناطیسی، جهت میدان مغناطیسی و جهت انتشار موج در یک نقطه از فضا و در یک لحظه معین در شکل زیر نشان داده شده است. در این حالت جهت میدان الکتریکی مطابق کدام گزینه است؟



۱) ⊗
۲) ⊙
۳) ↓
۴) ←

۲۰۱) نوسانگری حول مبدأ مختصات در حال حرکت هماهنگ ساده است. کدام عبارت درباره نوسانگر درست است؟

۱) در لحظه‌ای که بردار مکان نوسان‌گر تغییر علامت می‌دهد، آهنگ تغییرات سرعت صفر است.
۲) حرکت نوسانگر به‌صورت حرکت با شتاب ثابت است.
۳) جابه‌جایی نوسانگر در هر بازهٔ زمانی مساوی، با یکدیگر برابر است.
۴) اگر دامنهٔ نوسان افزایش یابد، دوره تناوب آن کاهش می‌یابد.

۲۰۲) اگر گوی متحرکی را با دوره تناوب $۱s$ در نقطه‌ای از تشت پر از آبی به عمق ۳/۵ سانتی‌متری به‌نوسان درآوریم، فاصله بین دو برآمدگی متوالی آن $۶۰cm$ می‌شود. در صورتی‌که در عمق ۲/۵ سانتی‌متری از تشت، تندی انتشار موج سطحی، $\frac{۵}{۶}$ برابر تندی انتشار موج سطحی در عمق ۳/۵ سانتی‌متری باشد، طول‌موج در عمق $۲/۵cm$ برابر با چند سانتی‌متر است؟

۱) ۵۰ **۲)** ۲۵ **۳)** ۳۵ **۴)** ۴۰

۲۰۳) چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) بسامد امواج فراصوتی‌ای که وال عنبر تولید می‌کند، حدود $۱۰۰MHz$ است.

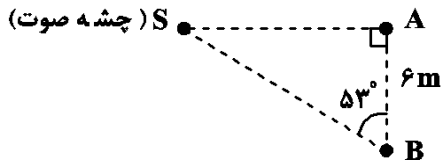
ب) برای تشخیص یک جسم با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، اندازه آن جسم باید در حدود طول موج به‌کار رفته یا کوچک‌تر از آن باشد.

پ) در رادار دوپلری از امواج الکترومغناطیسی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

ت) اگر نور مرئی با طول موج $۰/۵\mu m$ به سطحی بتابد که از دید میکروسکوپی از اجزای متمایز و کوچکی در حدود $۱۰\mu m$ تشکیل شده باشد، به‌صورت آینه‌ای (منظم) از این سطح بازتاب می‌کند.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۲۰۴) در شکل مقابل، دو ناظر A و B در فاصله‌های نشان داده شده از یک چشمه موج صوتی قرار دارند. کدام گزینه صحیح است؟ ($\cos ۵۳^\circ = ۰/۶$ و $\log ۲ = ۰/۳$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.)



۱) شدت صوت، در محل ناظر A، ۲۵ درصد بیشتر از شدت صوت در محل ناظر B است.
۲) شدت صوت، در محل ناظر B، ۲۰ درصد کمتر از شدت صوت در محل ناظر A است.
۳) تراز شدت صوتی که ناظر A دریافت می‌کند، $۲dB$ بیشتر از تراز شدت صوتی است که ناظر B دریافت می‌کند.
۴) تراز شدت صوتی که ناظر B دریافت می‌کند، $۱dB$ کمتر از تراز شدت صوتی است که ناظر A دریافت می‌کند.

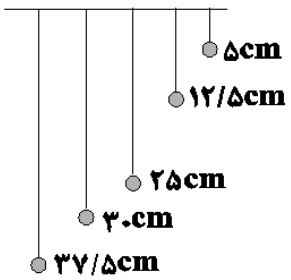
۲۰۵) شخصی در مقابل یک دیوار بلند ایستاده است. این شخص به وسیله بلندگویی صوتی با بسامد ثابت به سمت دیوار ارسال می‌کند و $۰/۲۵s$ بعد، پژواک صوت را می‌شنود. اگر فاصله دیوار از شخص $۴۰m$ و طول‌موج صوت ایجاد شده توسط شخص $۲cm$ باشد، بسامد صوت چند کیلوهرتز است؟

۱) ۶۴ **۲)** ۳ **۳)** ۸ **۴)** ۱۶

۲۰۶) اختلاف بسامد دو پرتوی نور ۴×۱۰^{۱۵} هرتز است. اگر کوانتوم انرژی یکی از پرتوها، چهار برابر دیگری باشد، طول موج بلندتر چند نانومتر است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s})$

۱) ۲۲۵ **۲)** ۴۵۰ **۳)** ۶۷۵ **۴)** ۹۰۰

۲۰۸) در شکل زیر، پنج آونگ ساده از میله‌ای افقی آویزان هستند. اگر میله نوسان‌هایی افقی و با گستره بسامد زاویه‌ای بین $۵\frac{rad}{s}$ تا $۱۰\frac{rad}{s}$ انجام دهد، چه تعداد از آونگ‌ها به‌شدت به نوسان درمی‌آیند؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

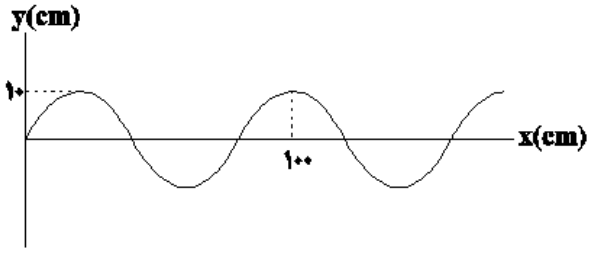


۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

۲۰۹) ریسمان همگنی به طول L و جرم m را با نیروی F می‌کشیم. اگر سیم را نصف کنیم و آن‌را با نیروی $۲F$ بکشیم، تندی انتشار موج‌های عرضی در سیم دوم چند برابر سیم اول است؟

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

۲۱۰) موجی عرضی در یک طناب ایجاد شده و شکل زیر نقش این موج را در لحظه‌ای از انتشار آن نشان می‌دهد. اگر تندی انتشار موج $۴\frac{m}{s}$ باشد، بسامد نوسان موج چند هرتز است؟

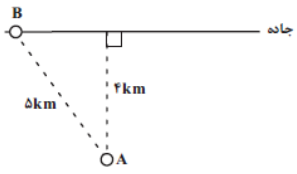


۱) ۵
۲) ۰/۲
۳) ۶/۲۵
۴) ۴

۲۱۱) دو سیم مسی و آهنی که شعاع سطح مقطع سیم مسی دو برابر شعاع سطح مقطع سیم آهنی است، مطابق شکل در یک نقطه به هم گره خورده‌اند. موجی با طول موج $۴۵cm$ از سیم مسی وارد سیم نازک آهنی می‌شود. اگر چگالی مس ۴ برابر چگالی آهن فرض شود؛ طول موج در سیم آهنی چند سانتی‌متر است؟

۱) $\frac{۴۵}{۴}$ ۲) ۱۶۰
۳) ۱۸۰ ۴) ۱۲۰

۲۱۲) مطابق شکل زیر، یک منبع صوتی در نقطه A و در فاصله ۴کیلومتری از جاده‌ای در حال سکون قرار دارد. شخصی که در نقطه B حضور دارد، چند کیلومتر روی جاده و به سمت راست حرکت کند تا تراز شدت صوتی دریافتی‌اش نسبت به حالت اول $۶dB$ کمتر شود؟ ($\log ۲ = ۰/۳$، $\sqrt{۲۱} = ۴/۶$ و از اتلاف انرژی صرف نظر کنید.)



۱) ۱۰/۲
۲) ۱۱/۶
۳) ۱۲/۲
۴) ۱۰

۲۱۳) اگر شدت یک موج صوتی ۳ برابر شود، تراز شدت آن ۲۰درصد افزایش می‌یابد. شدت صوت اولیه چند میلی‌وات بر کیلومتر مربع بوده است؟ $(I_{\circ} = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}, \log ۳ = ۰/۵)$

۱) ۲۴۳ ۲) ۰/۲۴۳ ۳) ۹ ۴) ۰/۰۰۹

۲۱۴) معادله مکان – زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به صورت $x = \frac{۲}{۱۰۰}\cos ۲۰\pi t$ است، این نوسانگر، تعداد ۴۰نوسان را در مدت چند ثانیه انجام می‌دهد؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۱۵) بیشترین تندی نوسانگر ساده‌ای به جرم $۲۰۰g$ برابر با $۴\frac{m}{s}$ است. در لحظه‌ای که تندی نوسانگر $۲\frac{m}{s}$ است، انرژی پتانسیل نوسانگر چند ژول است؟

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۶ ۳) ۲ ۴) ۲/۴

۲۱۶) طول یک آنتن گوشی تلفن همراه قدیمی $\frac{۱}{۴}$ طول‌موج دریافتی است. اگر بسامدی که این گوشی با آن کار می‌کند، $۵ \times ۱۰^{۹} Hz$ باشد، طول آنتن آن چند سانتی‌متر است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s})$

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

۲۱۷) در فاصله $۱۰m$ از یک چشمه صوت نقطه‌ای صفحه‌ای به مساحت $S_۱$ قرار گرفته است و توان P توسط این صفحه دریافت می‌شود. در چه فاصله‌ای از این چشمه، صفحه‌ای به مساحت $۴S_۱$ قرار دهیم، که همان مقدار توان (P) را دریافت کند؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

۲۱۸) در یک حرکت نوسانی ساده، در لحظه $t_۱$، نوسانگر در نقطه $x = +\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ و جهت حرکت نوسانگر به سمت مرکز نوسان است. اگر یک ثانیه بعد، نوسانگر برای اولین بار به همان مکان برسد، دوره حرکت چند ثانیه است؟

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

۲۱۹) معادله نیرو - مکان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم $۲۰۰g$ در SI به‌صورت $F = -۱۸۰x$ است. اگر بیشینه انرژی جنبشی این نوسانگر $۲۲۵mJ$ باشد، معادله مکان- زمان این نوسانگر در SI کدام است؟

۱) $x = ۰/۰۵\cos ۳۰t$ ۲) $x = ۰/۰۳\cos ۳۰t$

۳) $x = ۰/۰۵\cos ۳۰\pi t$ ۴) $x = ۰/۰۳\cos ۳۰\pi t$

۲۲۰) نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در هر ۱۰ دقیقه مسافت ۲۴۰ متر را روی پاره خطی به طول $۴۰cm$ طی می‌کند. تندی نوسانگر هنگام عبور از مرکز نوسان چند متر بر ثانیه است؟

۱) $۰/۲\pi$ ۲) $۰/۴\pi$ ۳) $۰/۸\pi$) ۴) $۱/۶\pi$

۲۲۱) دو نوسانگر، اولی یک آونگ ساده و دومی جسمی متصل به یک فنر، هر دو روی زمین نوسان می‌کنند. اگر جرم این دو نوسانگر را چهار برابر کنیم و آنها را به کره‌ای ببریم که شتاب گرانش آن $\frac{۱}{۹}$ شتاب گرانش در سطح زمین است، دوره تناوب نوسانات هر کدام چند برابر می‌شود؟

۱) دوره تناوب هر دو نوسانگر ۲ برابر می‌شود.
۲) دوره تناوب هر دو نوسانگر ۳ برابر می‌شود.
۳) دوره ناوب آونگ، ۲ برابر و دوره تناوب وزنه ـ فنر ۳ برابر می‌شود.
۴) دوره تناوب آونگ، ۳ برابر و دوره ناوب وزنه ـ فنر ۲ برابر می‌شود.

۲۲۲) معادله حرکت دو نوسانگر هماهنگ ساده که به‌طور هم‌زمان بر روی یک پاره خط شروع به نوسان می‌کنند، در SI به‌صورت زیر داده شده است. چند ثانیه پس از شروع حرکت، دو نوسانگر برای اولین بار از کنار هم می‌گذرند؟

$$\begin{cases} x_1 = A\cos \pi t \\ x_2 = A\cos 2\pi t \end{cases}$$

۱) ۱ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{4}{3}$

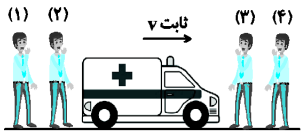
۲۲۳) نسبت دوره تناوب دو آونگ ساده A و B به‌صورت $\frac{T_A}{T_B} = \frac{4}{5}$ است. اگر طول آونگ A، ۱ متر باشد، در مدت زمان ۸۰ ثانیه آونگ A چند نوسان کامل از آونگ B بیشتر انجام می‌دهد؟ $(g = \pi^2)$

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

۲۲۴) در یک حرکت هماهنگ ساده در راستای محور x، رابطه مکان و شتاب نوسانگر (در SI) به‌صورت $(\frac{1}{2}a + 4x = 0)$ است. اگر بیشترین مقدار شتاب در این حرکت $2\frac{m}{s^2}$ باشد، مسافت طی شده توسط این نوسانگر در ۴/۵ ثانیه اول نوسان چندمتر خواهد بود؟ $(\pi = 3)$

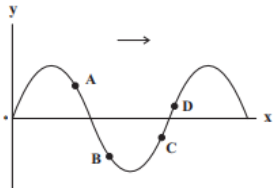
۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۳ ۴) ۴/۵

۲۲۵) در شکل زیر، چشمه صوتی (آمبولانس) با تندی ثابت، از ناظرهای ساکن (۱)، (۲) دور و به ناظرهای ساکن (۳) و (۴) نزدیک می‌شود. کدام رابطه در مورد بسامد دریافتی توسط این ناظرها درست است؟



۱) $f_1 < f_2 < f_4 < f_3$
۲) $f_2 > f_1 > f_3 > f_4$
۳) $f_1 = f_2 < f_3 = f_4$
۴) $f_1 = f_2 > f_3 = f_4$

۲۲۶) موج عرضی نشان داده شده در شکل زیر در حال حرکت به سمت راست است.کدام‌یک از نقاط مشخص شده دیرتر به کمترین انرژی جنبشی خود می‌رسد؟

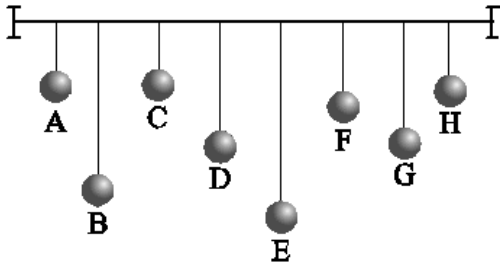


۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۲۲۷) کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

۱) طیف‌های گسیلی و جذبی اتم‌های گاز عنصری کاملاً یکسان و منحصر به آن عنصر هستند.
۲) مدل اتمی بور را می‌توان برای اتم‌های هیدروژن‌گونه نیز به‌کار برد.
۳) خط‌های فرانهوفر خطوط روشن طیف خورشید است.
۴) مدل اتمی بور قادر است، متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهید.

۲۸) مطابق شکل زیر تعدادی آونگ با جرم یکسان داریم. اگر آونگ D را از وضع تعادل خارج کنیم، کدام آونگ پس از مدت طولانی‌تری می‌ایستد؟



۱) G
۲) E
۳) A
۴) C

۲۹) یک نوسانگر وزنه – فنر روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر ثابت فنر ۲۰ درصد افزایش و جرم وزنه ۲۰ درصد کاهش یابد، بیشینه شتاب نوسانگر چند برابر می‌شود؟ (طول پاره‌خط نوسان ثابت است.)

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

۳۰) با نصف کردن طول یک آونگ، انرژی مکانیکی آن (با فرض ثابت ماندن دامنه نوسان) نسبت به قبل چند برابر می‌شود؟

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

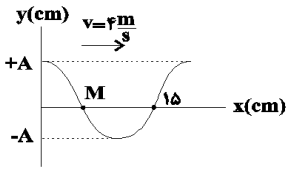
۳۱) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) امواج الکترومغناطیسی بر خلاف امواج مکانیکی، برای انتشار خود احتیاج به محیط مادی ندارند.
۲) در امواج عرضی بر خلاف امواج طولی، جابه‌جایی هر جزء نوسان‌کنندهٔ محیط عمود بر جهت حرکت موج است.
۳) در حرکت یک موج از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر، با انتقال ماده‌ای که موج در آن حرکت می‌کند، انرژی منتقل می‌شود.
۴) اگر چشمهٔ موج به‌طور هماهنگ ساده نوسان کند، اجزای محیط حول نقطهٔ تعادل خود با همان بسامد چشمه نوسان می‌کنند.

۳۲) در شکل زیر یک آمبولانس ساکن، صوتی با بسامد f_s و طول موج λ_s تولید می‌کند. شنونده A با تندی ثابت به آمبولانس نزدیک و شنونده B نیز با تندی ثابت از آمبولانس دور می‌شود، اگر بسامد صوت دریافت‌شده توسط شنونده‌های A و B به‌ترتیب f_A و f_B و طول موج صوت دریافت‌شده توسط شنونده‌های A و B به‌ترتیب λ_A و λ_B باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) $f_A < f_S < f_B$ و $\lambda_B < \lambda_S < \lambda_A$
۲) $f_B < f_S < f_A$ و $\lambda_A = \lambda_S = \lambda_B$
۳) $f_A < f_S < f_B$ و $\lambda_A = \lambda_S = \lambda_B$
۴) $f_B < f_S < f_A$ و $\lambda_A < \lambda_S < \lambda_B$

۲۳۳) شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظه $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازه زمانی $t_۱ = ۰\ s$ تا $t_۲ = ۰/۰۲۵\ s$، نوع حرکت ذره M چگونه است؟

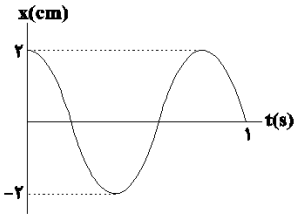


۱) پیوسته تندشونده
۲) پیوسته کندشونده
۳) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده
۴) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

۲۳۴) آونگ ساده‌ای که نوسانات کم‌دامنه انجام می‌دهد، در یک مدت معین ۴ نوسان کامل انجام می‌دهد. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا در همان مدت و مکان قبلی، یک نوسان بیش‌تر انجام دهد؟

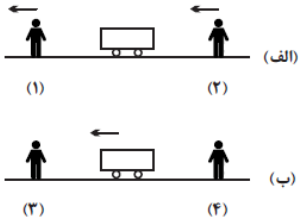
۱) ۲۵ درصد افزایش دهیم. ۲) ۲۵ درصد کاهش دهیم. ۳) ۳۶ درصد افزایش دهیم. ۴) ۳۶ درصد کاهش دهیم.

۲۳۵) نمودار مکان – زمان یک آونگ که در سطح زمین حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد مطابق شکل زیر است. اگر این آونگ را به سیاره‌ای ببریم که شتاب گرانش در سطح آن $\frac{۱}{۴}$ برابر شتاب گرانش در سطح زمین باشد، بسامد زاویه‌ای آونگ در سیاره جدید چند رادیان بر ثانیه است؟



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

۲۳۶) در شکل (الف) چشمه موج صوتی ساکن است و دو ناظر (۱) و (۲) در جهت‌های نشان داده شده حرکت می‌کنند. در شکل (ب)، ناظرهای (۳) و (۴) ساکن هستند و چشمه موج صوتی در جهت نشان داده شده حرکت می‌کند. اگر طول‌موج و بسامدهای دریافتی توسط ناظرها را با λ و f نشان دهیم، کدام گزینه صحیح است؟



۱) $f_۱ < f_۲\ ,\ \lambda_۱ > \lambda_۲$
۲) $f_۳ > f_۴\ ,\ \lambda_۳ > \lambda_۴$
۳) $f_۳ < f_۴\ ,\ \lambda_۳ < \lambda_۴$
۴) $f_۱ < f_۲\ ,\ \lambda_۱ = \lambda_۲$

۲۳۷) شخصی با چکش به انتهای یک میله ضربه‌ای می‌زند. شخص دیگری که گوش خود را نزدیک به انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صدا را که یکی از میله می‌آید و دیگری از هوای اطراف میله، با اختلاف زمانی ۰/۱۲ ثانیه می‌شنود. اگر تندی صوت در هوا $۳۶۰\ \frac{m}{s}$ باشد، طول میله چند متر است؟ (تندی صوت در میله ۱۰ برابر .تندی صوت در هوا فرض شود.)

۱) ۳/۶ ۲) ۴۲ ۳) ۴۸ ۴) ۴/۸

۲۳۸) اندازه شتاب یک نوسانگر ساده وقتی جهت حرکت آن عوض می‌شود $۱/۶\pi^۲\ \frac{m}{s^۲}$ است. اگر اندازه سرعتش در لحظه‌ای که نیروی وارد بر آن صفر می‌شود $۰/۴\pi\ \frac{m}{s}$ باشد، شتاب نوسانگر در $x = ۲cm$ چند واحد SI است؟

۱) $۰/۰۸\pi^۲$ ۲) $۰/۳۲\pi^۲$ ۳) $-۰/۳۲\pi^۲$ ۴) $-۰/۰۸\pi^۲$

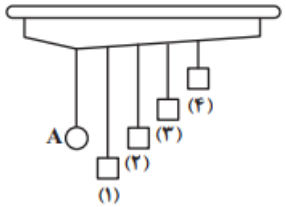
۲۳۹) به فنری با ثابت k، جسم (۱) را متصل کرده و نوسان هماهنگ ساده انجام شده دارای بسامد زاویه‌ای $\omega_۱$ است. این مقدار برای جسم ۲ برابر $\omega_۲$ است. حال اگر جسمی به جرم مجموع جسم‌های (۱) و (۲) را به همین فنر وصل کنیم، بسامد زاویه‌ای نوسان‌های آن برابر کدام گزینه است؟

۱) $\sqrt{\omega_۱^۲ + \omega_۲^۲}$ ۲) $\omega_۱ + \omega_۲$ ۳) $\frac{\omega_۱^۲ - \omega_۲^۲}{\sqrt{\omega_۱^۲ + \omega_۲^۲}}$ ۴) $\frac{\omega_۱\,\omega_۲}{\sqrt{\omega_۱^۲ + \omega_۲^۲}}$

۴۴۰ موجی عرضی با دامنه $۴\,cm$ و طول‌موج $۸۰\,cm$ در طنابی منتشر می‌شود. اگر ذره‌ای از طناب در مدت ۰/۴ ثانیه، مسافت $۴۰\,cm$ را بپیماید، در همین مدت، قله موج چند متر پیشروی می‌کند؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳/۲ ۴) ۶/۴

۴۴۱ در شکل زیر با نوسان آونگ ساده A، احتمال بروز پدیده تشدید در کدام آونگ وجود دارد؟

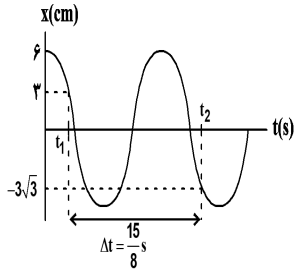


۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

۴۴۲ شخصی در فاصله ۸۰ متری از یک بلندگو قرار دارد و صوتی با تراز شدت صوت β دریافت می‌کند. اگر ۳ بلندگوی دیگر با همان مشخصات و در مکان بلندگوی قبلی قرارداده شود، شخص باید چند متر از مکان اولیه خود دور شود تا صدا را با همان تراز شدت صوت قبلی دریافت کند؟ ($\log ۲ = ۰/۳$ و اتلاف انرژی نداریم.)

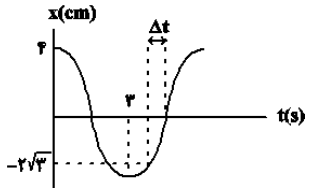
۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۲۴۰

۴۴۳ نمودار مکان- زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم $۵۰g$ مطابق شکل زیر است. انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه‌ای که از مرکز نوسان عبور می‌کند، برابر با چند میلی‌ژول است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$



۱) صفر
۲) ۱۶
۳) ۱/۶
۴) ۰/۱۶

۴۴۴ نمودار مکان - زمان یک حرکت نوسانی ساده مطابق شکل زیر است. Δt چند ثانیه است؟

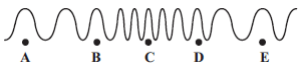


۱) ۱/۵
۲) ۱
۳) ۳/۵
۴) ۲

۴۴۵ شخصی در فاصله ۲۵۵ متری از دیواری ایستاده و گلوله‌ای را به سمت آن شلیک می‌کند. اگر تندی حرکت گلوله ثابت و برابر با $۷۵\frac{m}{s}$ باشد، شخص چند ثانیه قبل از دیدن سوراخ گلوله روی دیوار، بازتاب صدای شلیک را از دیوار می‌شنود؟ $(\text{تندی صوت} = ۳۴۰m/s)$

۱) ۰/۹ ۲) ۱/۹ ۳) ۱/۵ ۴) ۳/۴

۴۴۶ شکل زیر، تصویری لحظه‌ای از ایجاد نواحی جمع‌شدگی و بازشدگی در طول یک فنر بلند کشیده شده، هنگام انتشار موج طولی سینوسی در آن‌را نشان می‌دهد. کدام گزینه در رابطه با نمودار جابه‌جایی – مکان آن صحیح است؟



۱) نقاط A و E بیشترین جابه‌جایی از وضع تعادل را دارند.
۲) در نقاط B و D جابه‌جایی از وضع تعادل صفر است.
۳) نقاط B و D بیشترین جابه‌جایی از وضع تعادل را دارند.
۴) در نقاط B و C جابه‌جایی از وضع تعادل صفر است.

۴۴۷) قطر مقطع سیم مرتعشی $1mm$ و چگالی آن $8\frac{g}{cm^3}$ می‌باشد. در صورتی‌که طول آن $120cm$ باشد و یک موج عرضی در مدت $0/04s$ طول آن را طی کند، نیروی کششی سیم چند نیوتون است؟ $(\pi = 3)$

۱) ۲۴۰ ۲) ۲۴ ۳) ۵۴۰ ۴) ۵/۴

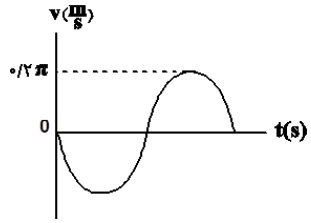
۴۴۸) یک موج عرضی در طنابی همگن در حال انتشار است. کدام کمیت برای تمام ذرات طناب در یک بازه زمانی معین، یکسان نیست؟

۱) دورهٔ تناوب ۲) بسامد ۳) بسامد زاویه‌ای ۴) جابه‌جایی

۴۴۹) آهنگ متوسط انتقال انرژی، منبع صوتی ۵۰۰ وات است و شنونده‌ای که در فاصله ۵۰ متری از منبع صوت قرار دارد، صوت حاصل را ۱۰۰ دسی‌بل احساس می‌کند. چند درصد آهنگ متوسط انتقال انرژی منبع صوتی در این فاصله توسط محیط جذب شده است؟ $(I_0 = 10^{-12}\ W/m^2, \pi = 3)$

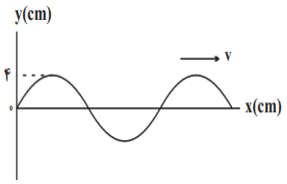
۱) ۶۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

۴۵۰) نمودار سرعت - زمان نوسانگری که روی پاره‌خطی به طول $12cm$ حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر است. اندازه شتاب نوسانگر در لحظه $t = 0/5s$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟



۱) $\frac{\pi}{3}$
۲) $\frac{\pi}{6}$
۳) $\frac{\pi^2}{6}$
۴) $\frac{\pi^2}{3}$

۴۵۱) شکل زیر، نمودار یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور xها در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر نیروی کشش ریسمان $20N$ ، چگالی خطی آن $50\frac{g}{m}$ و هر یک از ذرات ریسمان در مدت $0/04s$ مسافت ۳۲ سانتی‌متر را طی کنند، طول‌موج این موج، چند سانتی‌متر است؟

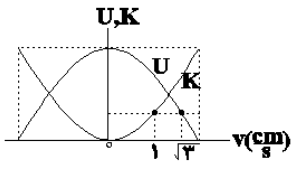


۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

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

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

۴۵۳) نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی یک نوسانگر بر حسب سرعت آن به‌صورت شکل داده شده است. تندی نوسانگر به هنگام عبور از مرکز تعادل چند $\frac{cm}{s}$ است؟

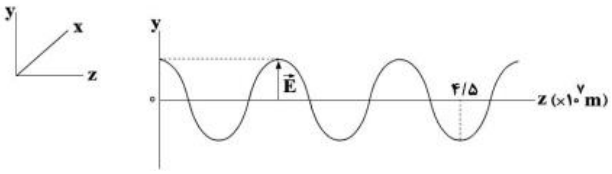


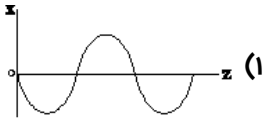
۱) $2\sqrt{2}$
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

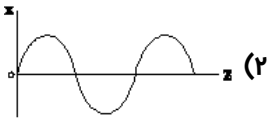
۴۵۴) در سیمی با سطح مقطع $0/4mm^2$، موجی عرضی با بسامد $625Hz$ و طول‌موج $40cm$ در حال انتشار است. اگر نیروی کشش این سیم برابر با $225N$ باشد، چگالی ماده سازنده سیم چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

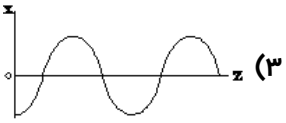
۱) ۹۰۰۰ ۲) ۹ ۳) ۹۰۰ ۴) ۹۰

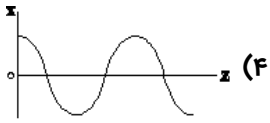
۲۵۵) نقش میدان الکتریکی از یک موج الکترومغناطیسی که در جهت محور zها در خلأ در حال انتشار است، در لحظه $t = ۰$ مطابق شکل زیر است. نقش میدان مغناطیسی این موج در لحظه $t = \frac{۳}{۱۰۰} s$ مطابق کدام گزینه است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s})$



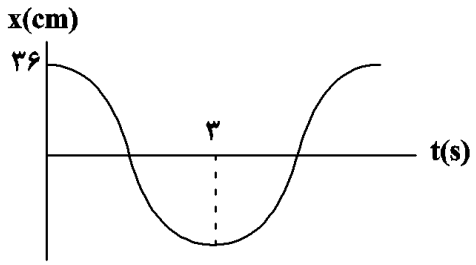
۱)


۲)


۳)


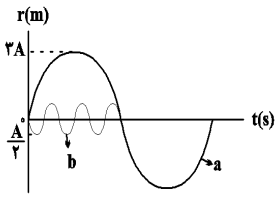
۴)


۲۵۶) نمودار مکان – زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم $۲۰۰g$ مطابق شکل زیر می‌باشد. بزرگی نیروی وارد شده بر نوسانگر در لحظه $t = ۱s$ چند نیوتون است؟ $(\pi^{۲} = ۱۰)$



۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۴

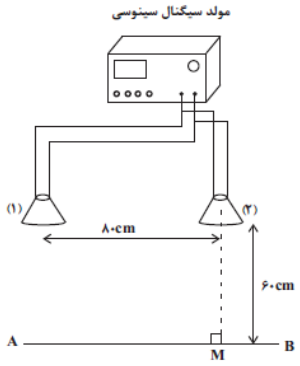
۲۵۷) نمودار بعد – زمان دو صوت a و b که در یک محیط منتشر می‌شوند،به‌صورت زیر است. اگر شنونده از منبع صوتی a، ۳۰ متر فاصله داشته باشد، شدت صوت a را $\frac{۱}{۹}$ برابر شدت صوت b می‌شنود. فاصله شنونده از منبع صوتی b چند متر است؟ (اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)



۱) ۵/۱۸
۲) ۱۸/۵
۳) ۱۰
۴) ۳۶

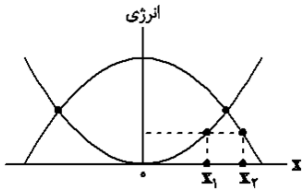
۲۵۸) در شکل زیر، دو بلندگو که به یک مولد سیگنال الکتریکی متصل‌اند، امواج سینوسی هم‌بسامدی با معادله نوسان‌های $x_1 = x_2 = 0/2\cos(80\pi t)$ در فضا منتشر می‌کنند. اگر تندی انتشار این امواج در فضا برابر با $6/4\frac{m}{s}$ باشد، اختلاف فاصله نقطه M از دو بلندگو چند برابر طول‌موج است؟

۱) ۲/۵
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳/۵



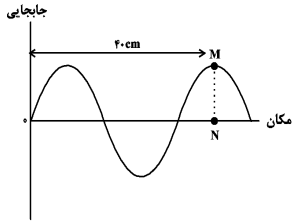
۲۵۹) نمودار تغییرات انرژی‌های جنبشی و پتانسیل کشسانی برحسب مکان برای یک نوسانگر هماهنگ ساده به‌صورت زیر است. اگر تندی ذره در مکان‌های x_1 و x_2 به ترتیب $\sqrt{3}\frac{m}{s}$ و $1\frac{m}{s}$ باشد، تندی بیشینه آن چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱) ۱۰
۲) ۲
۳) $\sqrt{10}$
۴) ۴



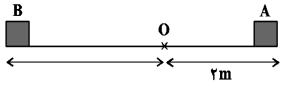
۲۶۰) شکل زیر، موجی عرضی را در یک ریسمان که با نیروی $64\,N$ کشیده شده است، در یک لحظه نشان می‌دهد. اگر کمینه زمان لازم برای آن‌که نقطه M از ریسمان به نقطه N برسد، برابر با $0/01s$ باشد، جرم هر سانتی‌متر از ریسمان چند گرم است؟

۱) 10^{-2}
۲) 10^{-1}
۳) ۱۰۰
۴) ۱۰



۲۶۱) بر روی محور x، دو فرستنده صوتی A، B و یک گیرنده صوتی O، قرار گرفته‌اند و فرستنده‌ها در حال ارسال موج‌های صوتی با بسامد و دامنه یکسان می‌باشند. در صورتی‌که تراز شدت صوت دریافتی O از فرستنده A، ۱۴ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت دریافتی از فرستنده B باشد، فاصله A تا B چند متر است؟ ($\log 2 = 0/3$ و اتلاف انرژی نداریم.)

۱) ۱۲
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۶



۲۶۲) امواج لرزه‌ای حاصل از یک زمین‌لرزه با اختلاف زمانی Δt به محل لرزه‌نگار می‌رسند. اگر این موج‌ها روی خط راستی حرکت کنند، فاصله محل وقوع زمین‌لرزه تا لرزه‌نگار کدام است؟ (v_P تندی امواج اولیه و v_S تندی امواج ثانویه است.)

۱) $\frac{v_S v_P}{v_S - v_P}\Delta t$
۲) $\frac{v_S v_P}{v_P - v_S}\Delta t$
۳) $\frac{v_S - v_P}{v_S v_P}\Delta t$
۴) $\frac{v_P - v_S}{v_S v_P}\Delta t$

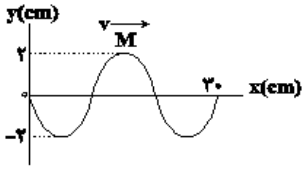
۲۶۳) یک ساعت دیواری آونگ‌دار، در سطح زمین به‌درستی کار می‌کند. اگر این ساعت را به سطح سیاره‌ای منتقل کنیم که جرم آن ۴ برابر جرم زمین و چگالی آن $\frac{۱}{۱۶}$ برابر چگالی زمین باشد، در هر ۱۲ ساعتی که روی سطح زمین سپری می‌شود، این ساعت چه مدت زمانی عقب و یا جلو می‌افتد؟

۱) ۳ ساعت جلو می‌افتد.
۲) ۳ ساعت عقب می‌افتد.
۳) ۶ ساعت جلو می‌افتد.
۴) ۶ ساعت عقب می‌افتد.

۲۶۴) در یک سیم همگن، موج عرضی ایجاد شده است. این موج، طول سیم را در زمان $t_۱$ طی می‌کند. سیم را از ابزاری می‌گذرانیم تا سطح مقطع سیم $\frac{۱}{۴}$ برابر حالت اول شود. سیم جدید را دوباره تحت همان نیروی کشش قبلی می‌کشیم. در این صورت موج، طول آن‌را در مدت زمان چند $t_۱$ طی می‌کند؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) $\frac{۱}{۴}$

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

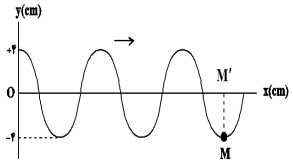


۱) ۸ و -۲
۲) ۱۰ و -۲
۳) ۸ و صفر
۴) ۱۰ وصفر

۲۶۶) روی یک سطح افقی و بدون اصطکاک به دو فنر مشابه، جرم‌های $m_۱$ و $m_۲ = ۴m_۱$ را متصل کرده و آن‌ها با دامنه یکسان حرکت نوسانی هماهنگ ساده انجام می‌دهند. به‌ترتیب از راست به چپ نسبت انرژی جنبشی و سرعت نوسانگرها در مرکز نوسان نوسانگر $m_۲$ به $m_۱$ کدام است؟

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

۲۶۷) در شکل زیر، نمودار جابه‌جایی- مکان موجی عرضی که در جهت مثبت محور x پیش می‌رود، نشان داده شده است. اگر در مدت زمانی که نوسان‌کننده برای اولین بار از بُعد بیشینه به مرکز نوسان می‌رود، موج به اندازه $۱۰cm$ پیش رود، در جابه‌جایی موج از نقطه O تا M'، اندازه جابه‌جایی موج چند برابر مسافت پیموده شده توسط نوسان‌کننده است؟

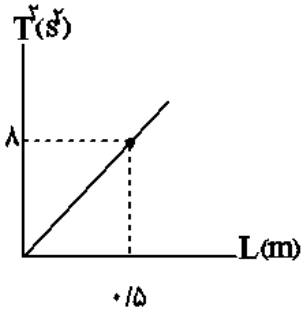


۱) ۲/۵
۲) ۱/۲۵
۳) ۱/۲
۴) ۵

۲۶۸) نوسانگری حول مبدا مختصات و روی محور x با بسامد $۶/۵Hz$ بر روی پاره خطی به طول ۴ سانتی‌متر نوسان‌های هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر در لحظه $t_۱$، نوسانگر در جهت محور x از مکان $x_۱ = ۱cm$ عبور کند و بعد از مدتی برای اولین بار پس از $t_۱$ از مکان $x_۲ = -\sqrt{۲}cm$ بگذرد، تندی متوسط نوسانگر در طی این جابه‌جایی چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ $(\sqrt{۲} = ۱/۴)$

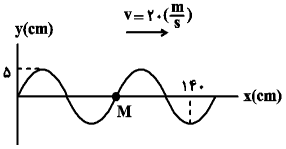
۱) ۵۲/۸ ۲) ۴۲/۸ ۳) ۳۵/۲ ۴) ۲۵/۱

۲۶) نمودار زیر مربوط به یک آونگ ساده با نوسانات کم‌دامنه است که در فاصله h از سطح زمین در حال نوسان است. این آونگ در چه فاصله‌ای از سطح زمین بر حسب شعاع زمین (R_e) قرار دارد؟ $(g_\circ = \pi^2 \frac{m}{s^2})$



۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
۲) ۲
۳) $\sqrt{2}$
۴) ۱

۲۷) شکل زیر، موجی را در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد که با تندی $20 \frac{m}{s}$ در جهت محور x منتشر می‌شود. در لحظه $t = \frac{3}{100} s$ شتاب ذره M چند واحد SI و جهت آن کدام است؟ $(\pi^2 = 10)$



۱) ۲۰۰ ، پایین
۲) ۱۲۵۰ ، پایین
۳) ۲۰۰ ، بالا
۴) ۱۲۵۰ ، بالا

سوال ۱۸۱ — گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

اگر $\frac{2}{3}$ طناب را جدا کنیم، چگالی خطی جرم طناب ثابت می‌ماند.

$$\mu = \frac{m}{L}$$

با توجه به رابطه تندی انتشار موج عرضی در تار، می‌توان نوشت:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{F}} = \sqrt{2}$$

سوال ۱۸۲ — گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

با توجه به نمودار داده شده در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر $U_1 = 15mJ$ است، انرژی جنبشی آن $K_1 = 5mJ$ می‌باشد. بنابراین، با توجه به این‌که انرژی مکانیکی نوسانگر در تمام لحظه‌ها ثابت و یکسان است. به صورت زیر، U_2 را می‌یابیم:

$$E_2 = E_1 \xrightarrow{E=U+K} U_2 + K_2 = U_1 + K_1$$

$$\xrightarrow[K_2=8mJ]{U_1=15mJ \ , \ K_1=5mJ} U_2 + 8 = 15 + 5$$

$$U_2 = 12mJ \xrightarrow[m=10^{-3}]{1J=10^6\mu J} U_2 = 12 \times 10^{-3} \times 10^6 \mu J$$

$$\Rightarrow U_2 = 12 \times 10^3 \mu J$$

سوال ۱۸۳ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

ابتدا دوره تناوب نوسان فنر را به‌دست می‌آوریم و سپس مدت زمانی که طول می‌کشد ۵ نوسان انجام دهد را محاسبه می‌کنیم.

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\xrightarrow[k=۲۰۰\frac{N}{m}]{m=۰/۵kg} T=۲\times۳\sqrt{\frac{۰/۵}{۲۰۰}}=۲\times۳\times\frac{۱}{۲۰}=۰/۳s$$

$$n=\frac{t}{T}\xrightarrow[T=۰/۳s]{n=۵} ۵=\frac{t}{۰/۳}\Rightarrow t=۱/۵s$$

سوال ۱۸۴ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

$$\Delta t=\frac{x}{v_{\text{هوا}}}-\frac{x}{v_{\text{میله}}}\Rightarrow\Delta t=\frac{۱۰۰۰}{۳۵۰}-\frac{۱۰۰۰}{۲۸۰۰}=۲/۵\,s$$

سوال ۱۸۵ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

در بررسی اثر دوپلر، اگر ناظر و چشمه طوری حرکت کنند که فاصلهٔ آن‌ها کاهش یابد، ناظر با تعداد جبههٔ موج بیشتری مواجه خواهد شد که این امر منجر به افزایش بسامد صوتی خواهد شد که توسط ناظر دریافت می‌گردد. از طرفی ، اگر ناظر و چشمه طوری حرکت کنند که فاصلهٔ آن‌ها افزایش یابد، ناظر با تعداد جبههٔ موج کمتری مواجه خواهد شد که این امر منجر به کاهش بسامد صوتی خواهد شد که توسط ناظر دریافت می‌گردد.

سوال ۱۸۶ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

ابتدا تندی انتشار موج در سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\frac{\ell}{t}=\frac{۱/۶}{۰/۰۲}=۸۰\frac{m}{s}$$

از طرفی تندی انتشار امواج عرضی در سیم از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F\ell}{m}}=\sqrt{\frac{F\ell}{\rho.A\ell}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{F}{\rho\frac{D^۲}{۴}\pi}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

$$۸۰=\frac{۲}{۴\times۱۰^{-۳}}\sqrt{\frac{F}{۸۰۰۰\times۳}}\Rightarrow F=۶۱۴/۴N$$

سوال ۱۸۷ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

فقط گزینه «۲» صحیح می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: از مواردی که با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نبود، طیف خطی جذبی و گسیلی بود.

گزینه «۳»: طبق نظریه اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلز می‌تابد، هر فوتون با یک الکترون برهم کنش دارد.

گزینه «۴»: در پدیده فوتوالکتریک بسامد آستانه‌ای، تنها به جنس فلز بستگی دارد.

سوال ۱۸۸ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

امواج الکترومغناطیسی انرژی را نه به‌صورت انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ذرات محیط، بلکه به‌صورت انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند. در واقع امواج الکترومغناطیسی به محیط مادی نیاز ندارند تا انرژی را از طریق ذراتش جابه‌جا کنند.

سوال ۱۸۹ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

با توجه به رابطه تندی بیشینه و بسامد زاویه‌ای در حرکت هماهنگ ساده وزنه و فنر داریم:

$$V_{\max} = A\omega \xrightarrow[k'=\frac{k}{۲},m'=\frac{m}{۲}]{\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\ ,\ A'=A} \frac{V'_{\max}}{V_{\max}} = \frac{A'\sqrt{\frac{k'}{m'}}}{A\sqrt{\frac{k}{m}}} = ۱$$

اکنون با توجه به رابطه انرژی مکانیکی در حرکت هماهنگ ساده داریم:

$$E = \frac{۱}{۲}kA^{۲} \xrightarrow[A'=A]{k'=\frac{۱}{۲}k} \frac{E'}{E} = \frac{۱}{۲}$$

سوال ۱۹۰ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

ابتدا تندی انتشار موج در این طناب را محاسبه می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{۰/۴\times۰/۴}{۰/۲۵}} = ۰/۸\frac{m}{s}$$

حال می‌توان نوشت:

$$f = \frac{v}{\lambda} \xrightarrow{\lambda=۰/۲m} f = \frac{۰/۸}{۰/۲} = ۴Hz$$

سوال ۱۹۱ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با توجه به نمودار در مکان‌های $x_۱$ و $x_۲$، نوسانگر دارای انرژی جنبشی و پتانسیل یکسانی است، بنابراین:

$$U_۱ = K_۲ \xrightarrow{U_۱=E-K_۱} E - K_۱ = K_۲$$

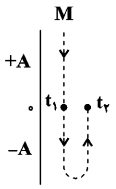
$$\Rightarrow E = K_۱ + K_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}۲mv^{۲}_{\max} = \frac{۱}{۲}m(v_۱^{۲} + v_۲^{۲})$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{(\sqrt{۳})^{۲} + (۱)^{۲}} \Rightarrow v_{\max} = ۲\frac{m}{s}$$

سوال ۱۹۲ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

چون نقطهٔ M در مکان $x=+A$ قرار دارد و پس از این لحظه به‌طرف پایین حرکت می‌کند، بنابراین، برای اولین بار در لحظهٔ $t_1=\frac{T}{۴}$ و برای دومین بار در لحظهٔ $t_2=\frac{۳T}{۴}$ از مرکز نوسان خود عبور می‌کند. در این صورت، برای محاسبهٔ t_2 باید دورهٔ تناوب (T) را بیابیم. با توجه به شکل $\frac{۳\lambda}{۲}=۳۰cm$ و $v=۳۰m/s$ است؛ لذا داریم:



$$\frac{۳\lambda}{۲}=۳۰\Rightarrow\lambda=۲۰cm=۰/۲m$$
$$\lambda=vT\Rightarrow ۰/۲=۳۰T\Rightarrow T=\frac{۱}{۱۵۰}s$$
$$t_2=\frac{۳T}{۴}=\frac{۳}{۴}\times\frac{۱}{۱۵۰}\Rightarrow t_2=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

سوال ۱۹۳ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

$$\beta_2-\beta_1=۱۰\log\frac{I_2}{I_1}\Rightarrow n+۱۲-n=۱۰\log\frac{I_2}{I_1}$$
$$\Rightarrow\frac{۱۲}{۱۰}=\log\frac{I_2}{I_1}$$

$$\Rightarrow\log\frac{I_2}{I_1}=۱/۲=۴\log۲\Rightarrow\log\frac{I_2}{I_1}=\log۲^۴\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=۱۶$$

$$\frac{I_2}{I_1}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^۲\times\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^۲\Rightarrow ۱۶=\left(\frac{۱}{\frac{۱}{۲}}\right)^۲\times\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^۲$$

$$\Rightarrow\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^۲=۴\Rightarrow\frac{f_2}{f_1}=۲$$

سوال ۱۹۴ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

با توجه به شکل صورت سؤال، دامنهٔ موج A دو برابر دامنهٔ موج B است.

$$A_A=۲A_B$$

از طرفی رابطهٔ بین طول‌موج‌ها برابر است با: $\lambda_B=\frac{۲}{۳}\lambda_A$

چون هر دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند، پس تندی یکسانی دارند.

$$v_A=v_B\Rightarrow\lambda_Af_A=\lambda_Bf_B\xrightarrow{\lambda_B=\frac{۲}{۳}\lambda_A}f_B=\frac{۳}{۲}f_A$$

می‌دانیم شدت صوت با توان متناسب است، از طرفی توان با مجذور دامنه و مجذور بسامد موج متناسب است. بنابراین داریم:

$$\frac{I_B}{I_A}=\left(\frac{f_B}{f_A}\times\frac{A_B}{A_A}\right)^۲\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=\left(\frac{۳}{۲}\times\frac{۱}{۲}\right)^۲=\frac{۹}{۱۶}$$

سوال ۱۹۵ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

همان‌طور که می‌دانیم فاصلهٔ بین دو تراکم (جمع‌شدگی) یا دو انبساط (باز شدگی) متوالی برابر با طول‌موج (λ) است. همچنین فاصلهٔ بین مرکز یک تراکم با مرکز انبساط مجاور آن برابر با نصف طول‌موج $\left(\frac{\lambda}{۲}\right)$ است. با این توضیحات فاصلهٔ مشخص شده در شکل برابر است با:

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

حال طبق رابطهٔ تندی انتشار موج داریم:

$$\lambda=\frac{v}{f}\xrightarrow[\lambda=۲۰cm=۰/۲m]{v=۷۲\frac{km}{h}\div۳/۶=۲۰\frac{m}{s}}۰/۲=\frac{۲۰}{f}\Rightarrow f=\frac{۲۰}{۰/۲}=۱۰۰Hz$$

سوال ۱۹۶ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

ابتدا باید طول اولیه آونگ را به‌دست آوریم:

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow{x=۰/۰۴\cos۲\pi t}\begin{cases}A=۰/۰۴m\\ \omega=۲\pi\dfrac{rad}{s}\end{cases}$$

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}=\sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$\Rightarrow۲\pi=\sqrt{\frac{g}{L_۱}}\xrightarrow{g=\pi^۲}L_۱=\frac{\pi^۲}{۴\pi^۲}=\frac{۱}{۴}m=۲۵cm$$

حال تغییر طول آونگ را در حالتی‌که دورهٔ تناوب آن نصف می‌شود به‌دست می‌آوریم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\Rightarrow\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}}\Rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow L_۲=\frac{۲۵}{۴}=۶/۲۵cm$$

بنابراین: $L_۲-L_۱=۶/۲۵-۲۵=-۱۸/۷۵cm$

سوال ۱۹۷ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

در پی این زمین لرزه، ساختمان‌های نیمه بلند فرو ریختند، ولی ساختمان‌های کوتاه‌تر و بلندتر پابرجا ماندند. علت این پدیده، رخ دادن تشدید (رزونانس) بین لرزش ساختمان و نیروی زمین‌لرزه بوده است.

سوال ۱۹۸ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

شخص صدای بلندگوی A را $۱۴dB$ بلندتر از B می‌شنود می‌توانیم فاصلهٔ دو بلندگوی A و B را از مقایسهٔ تراز شدت صدای آن‌ها به‌دست بیاوریم:

$$\beta_A - \beta_B = ۱۴dB$$

$$\beta_A - \beta_B = ۱۰ \log (\frac{d_B}{d_A})^۲ \Rightarrow ۱۴ = ۱۰ \log (\frac{۵۰۰}{d_A})^۲$$
$$\Rightarrow ۱/۴ = \log (\frac{۵۰۰}{d_A})^۲$$

$$۱/۴ = ۲ - ۰/۶ = \log ۱۰۰ - ۲\log ۲ = \log \frac{۱۰۰}{۲^۲} = \log ۲۵$$

$$\log ۲۵ = \log (\frac{۵۰۰}{d_A})^۲ \Rightarrow ۲۵ = (\frac{۵۰۰}{d_A})^۲ \Rightarrow d_A = ۱۰۰\, m$$

شخص صدای بلندگوی C را $۱۲\, dB$ کوتاه‌تر از A می‌شنود:

$$\beta_A - \beta_C = ۱۲dB$$

$$\beta_A - \beta_C = ۱۰ \log (\frac{d_C}{d_A})^۲ \Rightarrow ۱/۲ = \log (\frac{d_C}{۱۰۰})^۲$$

$$\Rightarrow ۱/۲ = ۴ \times ۰/۳ = \log ۱۶$$

$$۱۶ = (\frac{d_C}{۱۰۰})^۲ \Rightarrow d_C = ۴۰۰m \Rightarrow d_C - d_A = ۴۰۰ - ۱۰۰ = ۳۰۰m$$

سوال ۱۹۹ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

با مقایسهٔ معادلهٔ مکان - زمان با رابطهٔ $x = A\cos(\omega t)$، ملاحظه می‌شود که دامنهٔ نوسان $۰/۰۴m$ و $\omega = ۵۰\frac{rad}{s}$ می‌باشد.

از طرفی هرگاه نوسانگر از مرکز نوسان عبور کند، انرژی جنبشی آن بیشینه مقدار است و داریم:

$$K_{\max} = E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \Rightarrow ۱۲۰ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times k \times (\frac{۴}{۱۰۰})^۲$$

$$\Rightarrow k = ۱۵۰\frac{N}{m}$$

سوال ۲۰۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

ابتدا با توجه به این‌که $t'' - t' = \frac{۳}{۸}s$ است، دورهٔ حرکت نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

$$t'' - t' = \frac{T}{۶} + T + \frac{T}{۱۲} \Rightarrow \frac{۳}{۸} = \frac{۵T}{۴} \Rightarrow T = ۰/۳s$$

از آن‌جا که $f = \frac{۱}{T}$ است، بنابراین: $f = \frac{۱۰}{۳}Hz$

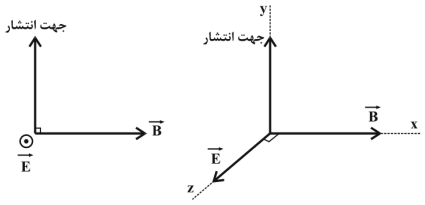
بنابراین انرژی مکانیکی نوسانگر برابر است با:

$$E = ۲\pi^۲ mA^۲ f^۲ = ۲ \times ۱۰ \times ۰/۰۹ \times (۴ \times ۱۰^{-۲})^۲ \times (\frac{۱۰}{۳})^۲$$
$$\Rightarrow E = ۳۲ \times ۱۰^{-۳} J = ۳۲mJ$$

سوال ۲۰۱ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

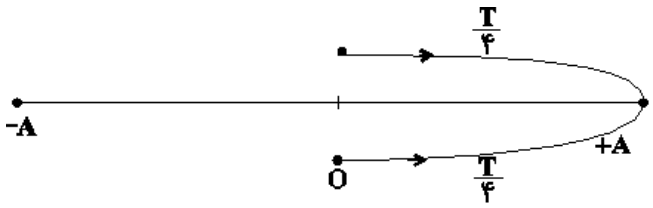
برای تعیین جهت میدان الکتریکی از قاعدهٔ دست راست استفاده می‌کنیم. طبق این قاعده، اگر چهار انگشت دست راست را در جهت میدان الکتریکی طوری قرار دهیم که با خم کردن آنها، در جهت میدان مغناطیسی قرار گیرند، در این صورت انگشت شست دست راست جهت انتشار موج الکترومغناطیسی را نشان خواهد داد. بنابراین جهت میدان الکتریکی برون‌سو (⊙) است.



سوال ۲۰۲ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۲»

شتاب نوسان‌گر در مرکز نوسان صفر است و چون در یک نوسان کامل، دو بار مسیر طی می‌شود، دورهٔ حرکت $۰/۰۱ \times ۲ = ۰/۰۲s$ است.



$$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۰/۰۲} = ۵۰Hz$$

سوال ۲۰۳ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی برابر با طول‌موج است. در حالت اول $\lambda_۱ = ۶۰cm$ و $T_۱ = ۱s$ است. در حالت دوم چون دورهٔ تناوب ثابت است و $v_۲ = \frac{۵}{۶}v_۱$ می‌باشد، به کمک رابطهٔ $\lambda = vT$ داریم:

$$v_۲ = \frac{۵}{۶}v_۱ \xrightarrow{v=\frac{\lambda}{T}} \frac{\lambda_۲}{T} = \frac{۵}{۶} \times \frac{\lambda_۱}{T}$$

$$\xrightarrow{\lambda_۱ = ۶۰cm} \lambda_۲ = \frac{۵}{۶} \times ۶۰ = ۵۰cm$$

نکته: تندی انتشار موج روی سطح آب‌های کم‌عمق، به عمق آب بستگی دارد و با کاهش عمق آب، تندی انتشار و در نتیجه طول‌موج کاهش خواهد یافت.

سوال ۲۰۴ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

بررسی تک‌تک موارد:

آ) نادرست – بسامد امواج فراصوتی‌ای که وال عنبر تولید می‌کند، حدود $۱۰۰\,kHz$ است.

ب) نادرست – برای تشخیص یک جسم با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، اندازه آن جسم باید در حدود طول موج به‌کار رفته یا بزرگ‌تر از آن باشد.

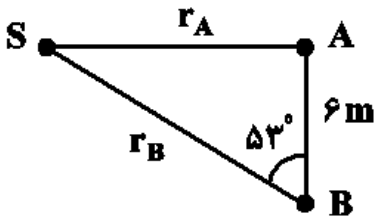
پ) درست

ت) نادرست – در چنین شرایطی که اجزای تشکیل دهنده به سطح بزرگ‌تر از طول موج تابیده شده است، موج به‌صورت نامنظم بازتاب پیدا می‌کند.

سوال ۲۰۵ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا فاصلهٔ هر دو ناظر را از چشمهٔ صوت می‌یابیم.



$$\cos ۵۳^\circ = \frac{۶}{r_B} \Rightarrow ۰/۶ = \frac{۶}{r_B} \Rightarrow r_B = ۱۰m$$
$$\sin ۵۳^\circ = \frac{r_A}{r_B} \Rightarrow ۰/۸ = \frac{r_A}{۱۰} \Rightarrow r_A = ۸m$$

با توجه به تعریف شدت صوت داریم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{۴\pi r^۲} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ (*)$$

$$\frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{۱۰}{۸}\right)^۲ = \frac{۲۵}{۱۶}$$

نادرستی گزینهٔ «۱»:

$$\Rightarrow \left(\frac{I_A}{I_B} - ۱\right) \times ۱۰۰ = \left(\frac{۲۵}{۱۶} - ۱\right) \times ۱۰۰ = ۵۶/۲۵$$

$$\frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{۸}{۱۰}\right)^۲ = \frac{۱۶}{۲۵} \Rightarrow \left(\frac{I_B}{I_A} - ۱\right) \times ۱۰۰$$

نادرستی گزینهٔ «۲»: $= \left(\frac{۱۶}{۲۵} - ۱\right) \times ۱۰۰ = -۳۶$

اکنون اختلاف تراز شدت صوتی دریافتی توسط دو ناظر را محاسبه می‌کنیم.

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow \Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{(*)}$$
$$\beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ = ۲۰ \log \left(\frac{۱۰}{۸}\right)$$

$$\Rightarrow \beta_A - \beta_B = ۲۰(\log ۱۰ - \log ۲^۳) = ۲۰(۱ - ۳ \log ۲)$$

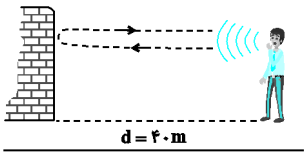
درستی گزینهٔ «۳»: $= ۲۰(۱ - ۰/۹) = ۲dB$

پس می‌توان گفت تراز شدت صوت دریافتی ناظر B، $۲dB$ کمتر از ناظر A است. (نادرستی گزینهٔ «۴»)

سوال ۲۰۶ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

چون تندی صوت ثابت است، ابتدا با استفاده از رابطهٔ زیر، تندی صوت را می‌یابیم. دقت کنید، مسیری که صوت در رفت و برگشت طی می‌کند تا به گوش شخص برسد، برابر $\ell = ۲d$ است. بنابراین می‌توان نوشت:



$$v = \frac{\ell}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۰/۲۵ s]{\ell = ۲d = ۲\times ۴۰ = ۸۰ m} v = \frac{۸۰}{۰/۲۵} \Rightarrow v = ۳۲۰ \frac{m}{s}$$

اکنون، بسامد صوت شخص را پیدا می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow[v = ۳۲۰ \frac{m}{s}]{\lambda = ۲cm = ۰/۰۲ m} ۰/۰۲ = \frac{۳۲۰}{f} \Rightarrow f = ۱۶۰۰۰ Hz = ۱۶ kHz$$

سوال ۲۰۷ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

با این فرض که $f_۲ > f_۱$ و در نتیجه $\lambda_۱ > \lambda_۲$ است و با استفاده از رابطه $f = \frac{c}{\lambda}$ داریم:

(I) طبق گفته سوال : $f_۲ - f_۱ = ۴ \times ۱۰^{۱۵} Hz$

(II) از طرفی : $E_۲ = ۴E_۱ \Rightarrow hf_۲ = ۴hf_۱ \Rightarrow f_۲ = ۴f_۱$

با جایگذاری رابطه (II) در رابطه (I) داریم:

$$۴f_۱ - f_۱ = ۴ \times ۱۰^{۱۵} Hz \Rightarrow ۳f_۱ = ۴ \times ۱۰^{۱۵} \Rightarrow f_۱ = \frac{۴}{۳} \times ۱۰^{۱۵} Hz$$

با توجه به فرضی که در ابتدا داشتیم، $\lambda_۱$ طول موج بلندتر است. بنابراین:

$$\lambda_۱ = \frac{c}{f_۱} = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{\frac{۴}{۳}\times ۱۰^{۱۵}} = \frac{۹}{۴} \times ۱۰^{-۷} m = \frac{۹۰۰}{۴} nm = ۲۲۵ nm$$

سوال ۲۰۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

اگر بسامد نوسان‌های میله با بسامد آونگ‌ها برابر باشد، در آونگ‌ها تشدید رخ می‌دهد و به شدت به نوسان درمی‌آیند. بنابراین طول آونگ‌هایی را که با بسامد زاویه‌ای بین $\omega_۱ = ۵ \frac{rad}{s}$ و $\omega_۲ = ۱۰ \frac{rad}{s}$ نوسان می‌کنند، به‌دست می‌آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \Rightarrow \omega_۱ = \sqrt{\frac{g}{\ell_۱}} \Rightarrow ۵ = \sqrt{\frac{۱۰}{\ell_۱}} \Rightarrow \ell_۱ = ۴۰ cm$$

$$\omega_۲ = \sqrt{\frac{g}{\ell_۲}} \Rightarrow ۱۰ = \sqrt{\frac{۱۰}{\ell_۲}} \Rightarrow \ell_۲ = ۱۰ cm$$

پس در آونگ‌هایی که طول آن‌ها بین $۱۰ cm$ تا $۴۰ cm$ است، تشدید رخ می‌دهد که مجموعاً ۴ آونگ این شرط را دارا هستند.

سوال ۲۰۹ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

با نصف شدن سیم، چگالی خطی جرم سیم تغییری نمی‌کند، بنابراین داریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}=\sqrt{\frac{۲F}{F}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱}=\sqrt{۲}$$

سوال ۲۱۰ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

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

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

سوال ۲۱۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

بسامد از ویژگی‌های چشمه موج است، بنابراین هنگام ورود به محیط دیگر (از طناب ضخیم به طناب نازک) تغییر نمی‌کند. برای مقایسه تندی موج از رابطه $v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$ استفاده می‌کنیم. چون طناب‌ها به دنبال هم بسته شده‌اند و آنها را به نوسان در می‌آوریم، نیروی کشش یکسان است. اکنون اندیس (۱) را برای مس و اندیس (۲) را برای آهن در نظر می‌گیریم. داریم:

طول موج از رابطه $\lambda=vT=\frac{v}{f}$ محاسبه می‌شود که f بسامد موج است و ثابت می‌باشد. بنابراین داریم:

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}=۴ \Rightarrow \lambda_۲=۴\lambda_۱ \xrightarrow{\lambda_۱=۴۵} \lambda_۲=۱۸۰cm$$

سوال ۲۱۲ گزینه درست: ۳

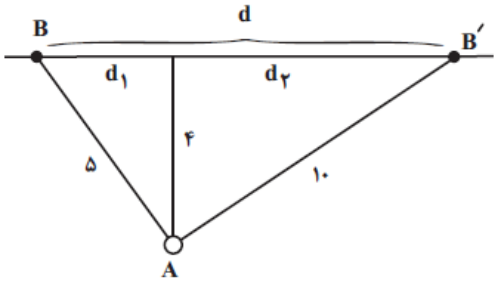
گزینهٔ «۳»

از رابطهٔ تراز شدت صوت استفاده می‌کنیم:

$$\Delta\beta = \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲} \Delta\beta = ۱۰\log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$$

$$\Rightarrow -۶ = ۲۰\log\left(\frac{۵}{r_۲}\right) \Rightarrow -۰/۳ = \log\left(\frac{۵}{r_۲}\right)$$

$$\xrightarrow{\log ۲=۰/۳} \frac{r_۲}{۵} = ۲ \Rightarrow r_۲ = ۱۰km$$



حال با توجه به شکل داریم:

$$d_۱ = \sqrt{۲۵-۱۶} = ۳km$$

$$d_۲ = \sqrt{۱۰۰-۱۶} = \sqrt{۸۴} = ۲\sqrt{۲۱}\,km$$

$$= d = d_۱ + d_۲ = ۳ + ۲\sqrt{۲۱} = ۱۲/۲km$$ جابه جایی شخص

سوال ۲۱۳ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به تغییرات تراز شدت صوت داریم:

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{\beta_۲=۱/۲\beta_۱ ,\beta_۱=\beta}$$

$$۰/۲\beta = ۱۰\log ۳ \Rightarrow ۰/۲\beta = ۵ \Rightarrow \beta = ۲۵dB$$

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۲/۵ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\Rightarrow ۵\times ۰/۵ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \log ۳^۵ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\Rightarrow ۳^۵ = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I = ۳^۵\times ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}$$

$$\Rightarrow I = ۳^۵\times ۱۰^{-۳}\frac{mW}{km^۲} = ۰/۲۴۳\frac{mW}{km^۲}$$

سوال ۲۱۴ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

طبق معادلهٔ مکان – زمان نوسانگر داریم:

$$x = \frac{۲}{۱۰۰}\cos ۲۰\pi t \ , \ \omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow ۲۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۱}{۱۰}s$$

$$T \times ۴۰ = \frac{۱}{۱۰} \times ۴۰ = ۴s$$

سوال ۲۱۵ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

ابتدا انرژی مکانیکی نوسانگر را که در واقع همان انرژی جنبشی بیشینه است، می‌یابیم.

$$E = K_{\max} = \frac{۱}{۲}mv_{\max}^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۲ \times (۴)^{۲} = ۱/۶J$$

حال انرژی جنبشی نوسانگر را در لحظهٔ مورد نظر حساب می‌کنیم.

$$K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۲ \times (۲)^{۲} = ۰/۴J$$

و اما برای تعیین انرژی پتانسیل در این لحظه داریم:

$$E = U + K \Rightarrow ۱/۶ = U + ۰/۴ \Rightarrow U = ۱/۲J$$

سوال ۲۱۶ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

طول‌موج را به کمک رابطهٔ $\lambda = \frac{c}{f}$ محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۵\times ۱۰^{۹}} = \frac{۳}{۵} \times ۱۰^{-۱} = ۰/۰۶m = ۶cm$$

طول آنتن برابر است با: $L = \frac{۱}{۴}\lambda = \frac{۱}{۴} \times ۶ = \frac{۶}{۴} = \frac{۳}{۲}cm$

سوال ۲۱۷ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

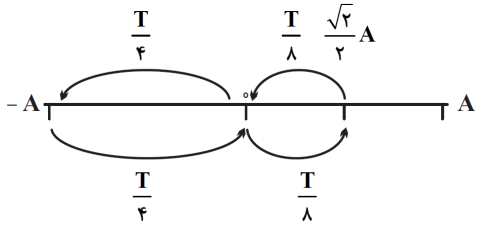
$$\begin{cases} I \propto \frac{۱}{r^{۲}} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^{۲} \\ P = I \times A \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{I_۲}{I_۱} \times \frac{A_۲}{A_۱} \Rightarrow ۱ = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^{۲} \times \frac{۴S_۱}{S_۱} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^{۲} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow \frac{r_۱}{r_۲} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow r_۲ = ۲ \times (۱۰) = ۲۰m$$

سوال ۲۱۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

نمودار مکان نوسان‌گر را رسم کرده و داریم:



مدت زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر از $\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ به مرکز نوسان برسد، برابر است با:

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

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۴} - \frac{T}{۸} = \frac{T}{۸}$$

پس داریم:

$$\frac{T}{۸} + \frac{T}{۴} + \frac{T}{۴} + \frac{T}{۸} = ۱ \Rightarrow T = \frac{۴}{۳}s$$

سوال ۲۱۹ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

با مقایسهٔ معادلهٔ نیرو – مکان با نیروی وارد بر فنر داریم:

$$\left.\begin{array}{l} F = -kx \\ F = -۱۸۰x \end{array}\right\} \Rightarrow k = ۱۸۰\frac{N}{m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۱۸۰}{۰/۲}} = ۳۰\frac{rad}{s}$$

می‌دانیم رابطهٔ انرژی جنبشی بیشینه به‌صورت زیر است:

$$K_{max} = \frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲ \Rightarrow ۲۲۵ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۲ \times A^۲ \times ۹۰۰$$
$$\Rightarrow ۲۲۵ \times ۱۰^{-۳} = ۹۰A^۲ \Rightarrow A = ۵ \times ۱۰^{-۲}m = ۰/۰۵m$$

بنابراین معادلهٔ مکان – زمان نوسانگر به‌صورت زیر است:

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow x = ۰/۰۵\cos(۳۰t)$$

سوال ۲۲۰ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

چون طول پاره خط $۰/۴m$ است، پس دامنهٔ نوسان‌ها برابر با $۰/۲m$ خواهد بود. بنابراین نوسانگر در هر نوسان کامل $۰/۸m$ را طی می‌کند. در نتیجه تعداد نوسانات در ۱۰ دقیقه برابر است با:

تعداد نوسان کامل: $\frac{۲۴۰}{۰/۸} = ۳۰۰$

بنابراین دورهٔ تناوب نوسانگر برابر است با:

$$T = \frac{۱۰ \times ۶۰}{۳۰۰} = ۲s$$
$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۲} \Rightarrow \omega = \pi \ \frac{rad}{s}$$

تندی نوسانگر در لحظهٔ عبور از مرکز نوسان بیشینه مقدار خود را دارد:

$$v_{\max} = A\omega = ۰/۲ \times \pi = ۰/۲\pi \frac{m}{s}$$

سوال ۲۲۱ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

می‌دانیم دوره تناوب آونگ به جرم گلوله آونگ بستگی ندارد و فقط به طول نخ و شتاب گرانش وابسته است.

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

دوره تناوب وزنه ـ فنر به جرم متصل به فنر و سختی فنر وابسته است.

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

برای آونگ داریم: $\frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱} \cdot \frac{g_۱}{g_۲}} \xrightarrow[g_۲ = \frac{۱}{۹} g_۱]{L_۲ = L_۱} \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{۱ \times ۹} = ۳$

$$\Rightarrow T_۲ = ۳T_۱$$

برای وزنه ـ فنر داریم:

$$\frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}} \xrightarrow{m_۲ = ۴m_۱} \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{۴} = ۲ \Rightarrow T_۲ = ۲T_۱$$

سوال ۲۲۲ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

شرط این‌که دو نوسانگر از کنار هم عبور کنند، این است که $x_۱ = x_۲$ باشد. بنابراین داریم:

$$x_۱ = x_۲ \Rightarrow A\cos \pi t = A\cos ۲\pi t$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \pi t = ۲\pi t \Rightarrow t = ۰ \\ \pi t = ۲\pi - ۲\pi t \Rightarrow ۳\pi t = ۲\pi \Rightarrow t = \frac{۲}{۳}s \end{cases}$$

سوال ۲۲۳ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

دورهٔ آونگ A را حساب می‌کنیم:

$$T_A = ۲\pi\sqrt{\frac{L_A}{g}} \Rightarrow T_A = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{\pi^۲}} = ۲s$$

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{۴}{۵} \Rightarrow \frac{۲}{T_B} = \frac{۴}{۵} \Rightarrow T_B = ۲/۵s$$

حال باید محاسبه کنیم در ۸۰ثانیه آونگ‌های A و B چند نوسان کامل انجام داده‌اند.

نوسان $A \Rightarrow ۸۰ \div ۲ = ۴۰$

نوسان $B \Rightarrow ۸۰ \div ۲/۵ = ۳۲$

بنابراین آونگ A هشت نوسان کامل از آونگ B بیش‌تر انجام داده است.

سوال ۲۲۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا سعی می‌کنیم تا معادله داده شده را شبیه معادله $(a = -\omega^۲ x)$ کنیم:

حال می‌توان با توجه به رابطه $(\omega = \frac{۲\pi}{T})$، دوره حرکت را محاسبه کرد:

$$\frac{۱}{۲}a + ۸x = ۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}a = -۸x \Rightarrow a = -۱۶x \Rightarrow \omega^۲ = ۱۶ \Rightarrow |\omega| = ۴$$

از طرفی چو ندر دامنه‌ها، شتاب بیشینه است، با جاگذاری $a_{\max}$ در رابطه داده شده می‌توان اندازه دامنه را محاسبه کرد:

$$۴ = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{۴} \xrightarrow{\pi=۳} T = \frac{۶}{۴} = ۱/۵s$$

برای محاسبه مسافت طی شده باید دقت شود که مدت زمان داده شده (یعنی ۴/۵ ثانیه اول)، ۳ برابر دوره حرکت است $(\frac{t}{T} = ۳)$ و در ۳ دوره، مسافت طی شده $(۳ \times (۴A) = ۱۲A)$ خواهد شد، پس:

$$\text{مسافت طی شده} = ۱۲A = ۱۲ \times \frac{۱}{۸} = ۱/۵m$$

سوال ۲۲۵ گزینه درست: ۳

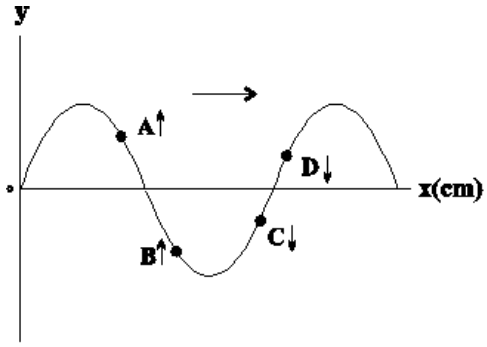
گزینهٔ «۳»

چون تندی چشمهٔ صوت ثابت و ناظرها ساکن‌اند، بسامد دریافتی توسط ناظرهای (۱) و (۲) با هم برابر است $(f_۱ = f_۲)$. این مورد برای ناظرهای (۳) و (۴) نیز صحیح است. $(f_۳ = f_۴)$. از طرفی، با حرکت آمبولانس به سمت جلو، فاصلهٔ جبهه‌های موج در جلوی ماشین کمتر از پشت آن خواهد شد. بنابراین ناظرهای ساکن (۳) و (۴) طول‌موج کوتاه‌تری را نسبت به وضعیت ساکن ماشین اندازه می‌گیرند، که این به معنی افزایش بسامد برای این دو ناظر است. در حالی که ناظرهای (۱) و (۲) در عقب ماشین، طول‌موج بلندتری را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن بوده، اندازه می‌گیرند و این به معنای کاهش بسامد برای این دو ناظر است. در این حالت می‌توان گفت $f_۱ = f_۲ < f_۳ = f_۴$ است.

سوال ۲۲۶ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به آن که هر ذره از موج در لحظهٔ بعدی، رفتار ذرهٔ ما قبل خود را تکرار خواهد کرد، داریم:



(فلش‌ها جهت حرکت نقاط را نشان می‌دهند.)

کمترین انرژی جنبشی مربوط به نقاط قله و دره است. با توجه به شکل ابتدا نقطهٔ A به قله می‌رسد، سپس نقطهٔ C به دره می‌رسد. پس از آن نقطهٔ D به دره می‌رسد و در آخر نقطهٔ B به قله می‌رسد.

سوال ۲۲۷ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه «۱»: طیف‌های گسیلی و جذبی اتم‌های گاز هر عنصر منحصر به آن عنصر هستند، اما با یکدیگر یکسان نیستند و خطوط روشن طیف گسیلی در طیف جذبی به‌صورت خطوط تاریک هستند و بالعکس.

گزینه «۳»: خطوط فرانهوفر خطوط تاریک طیف خورشید هستند.

گزینه «۴»: مدل اتمی بور نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.

سوال ۲۲۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

به دلیل پدیده تشدید، آونگ G چون هم طول با D است، دیرتر می‌ایستد.

سوال ۲۲۹ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

با توجه به رابطه شتاب بیشینه و سرعت زاویه‌ای در حرکت هماهنگ ساده داریم:

$$a_{max} = \omega^2 A \xrightarrow{A'=A} \frac{a'_{max}}{a_{max}} = \frac{\omega'^2}{\omega^2} \xrightarrow[\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}\ ,\ K'=1/2K]{\omega'=\sqrt{\frac{K'}{m'}}\ ,\ m'=0/8m}$$

$$\frac{a'_{max}}{a_{max}} = \frac{1/2}{0/8} = \frac{3}{2}$$

سوال ۲۳۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

ابتدا برای بررسی تأثیر طول آونگ بر بسامد نوسان آن داریم:

$$f = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \frac{f_۲}{f_۱} = \sqrt{\frac{L_۱}{L_۲}} \xrightarrow{L_۲=\frac{L_۱}{۲}} \frac{f_۲}{f_۱} = \sqrt{۲}$$

حال برای انرژی مکانیکی آونگ داریم:

$$E = ۲\pi^۲ m A^۲ f^۲ \Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱} = \left(\frac{f_۲}{f_۱}\right)^۲ \Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱} = (\sqrt{۲})^۲ = ۲$$

سوال ۲۳۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

در حرکت یک موج از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر، اجزا محیطی که موج در آن حرکت می‌کند، به همراه موج منتقل نمی‌شوند، بلکه این موج است که منتقل می‌شود و با این انتقال، انرژی از مکانی به مکان دیگر منتقل خواهد شد. باقی گزینه‌ها عبارت‌های درستی را بیان می‌کنند.

سوال ۲۳۲ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

چون شنوندهٔ A با تندی ثابت به سمت آمبولانس می‌رود. درمدت زمان یکسان در مقایسه با شنوندهٔ ساکن با جبهه‌های موج بیش‌تری مواجه می‌شود و بسامد احساس آن بیش‌تر از بسامد واقعی می‌شود و چون شنوندهٔ B با تندی ثابت در حال دور شدن از آمبولانس است، در مدت زمان یکسان در مقایسه با شنوندهٔ ساکن با جبهه‌های موج کم‌تری مواجه می‌شود و در نتیجه بسامد احساسی آن کم‌تر از بسامد واقعی می‌شود و هم‌چنین چون آمبولانس ساکن است، لذا تجمع جبهه‌های موج در دو سوی آن یکسان بوده و در نتیجه طول موج دریافتی توسط هریک از دو شنونده با طول موج چشمهٔ موج برابر است.

سوال ۲۳۳ گزینه درست: ۳

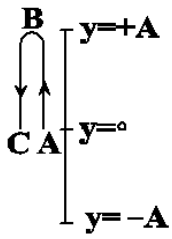
گزینهٔ «۳»

ابتدا با توجه به شکل، طول‌موج و سپس دورهٔ تناوب موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۳}{۴}\lambda = ۱۵cm \Rightarrow \lambda = ۲۰cm = ۲ \times ۱۰^{-۱} m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۱} = ۴T \Rightarrow T = ۰/۰۵\, s$$

لحظهٔ $t_۲$ معادل با $\frac{t_۱}{T} = \frac{۰/۰۲۵}{۰/۰۵} = \frac{۱}{۲}$ $(\frac{T}{۲})$ است. با توجه به جهت انتشار موج، ذرهٔ M در لحظهٔ $t_۱$ در حال حرکت به‌طرف بالا است، پس مسیر حرکت ذره را در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ می‌توان به‌صورت شکل زیر مشخص کرد:



از A تا B نوع حرکت کندشونده و از B تا C حرکت تندشونده خواهد بود.

سوال ۲۳۴ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

اگر در مدت t، آونگ ساده‌ای n نوسان کم‌دامنه انجام دهد، دورهٔ نوسان‌های آن برابر است با:

$$T = \frac{t}{n} \xrightarrow{t_1 = t_2} \frac{T_2}{T_1} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (1)$$

از طرفی با استفاده از رابطهٔ دورهٔ نوسان‌های کم‌دامنهٔ یک آونگ ساده داریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} \qquad (2)$$

بنابراین:

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} \xrightarrow[n_2=5]{n_1=4} \frac{4}{5} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} \Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{16}{25}$$

درصد تغییرات طول آونگ : $\frac{\Delta l}{l_1} \times 100 = (\frac{l_2}{l_1} - 1) \times 100$

$$= (\frac{16}{25} - 1) \times 100 = -36 \ \%$$

سوال ۲۳۵ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

از روی نمودار دوره تناوب آونگ را روی سطح زمین به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta T}{4} = 1s \Rightarrow T = \frac{4}{5}s \xrightarrow[\omega = \frac{2\pi}{T}]{\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$$

$$\xrightarrow{g_2 = \frac{g_1}{4}} \frac{T_2}{T_1} = 2 \xrightarrow{T_1 = \frac{4}{5}s} T_2 = \frac{8}{5}s$$

$$\xrightarrow{\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2}} \omega_2 = \frac{2\pi}{\frac{8}{5}} = \frac{5\pi}{4}\frac{rad}{s}$$

سوال ۲۳۶ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

در شکل (الف) چشمهٔ موج صوتی ساکن است، پس طول‌موج دریافتی توسط ناظرها در جلو و پشت چشمه یکسان است $(\lambda_1 = \lambda_2)$. ازطرفی چون ناظر (۲) در حال نزدیک شدن به چشمه است، در مدت زمان یکسان با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود و ناظر (۱) چون در حال دور شدن از چشمه است در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان با جبهه‌های موج کمتری مواجه می‌شود. پس داریم: $f_2 > f_s \ , \ f_1 < f_s$

که درآن f_s بسامد چشمه است. یعنی: $f_1 < f_2$

در شکل (ب) با حرکت چشمهٔ موج، فاصلهٔ جبهه‌های موج در جلوی چشمه کمتر از فاصلهٔ جبهه‌های موج در پشت چشمه است، پس ناظر (۳) طول‌موج کوتاه‌تری نسبت به ناظر (۴) دریافت می‌کند. $(\lambda_3 < \lambda_4)$

در نتیجه بسامد دریافتی توسط ناظر (۳) بیشتر است. $(f_3 > f_4)$

سوال ۲۳۷ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با توجه به آن‌که سرعت صوت ثابت است و اختلاف زمانی $\Delta t = ۰/۱۲\ s$ است، خواهیم داشت:

$$\triangle x = vt \Rightarrow t = \frac{\triangle x}{v} \Rightarrow \triangle t = t_{\text{هوا}} - t_{\text{میله}} \Rightarrow \triangle t = \frac{\triangle x_{\text{هوا}}}{v_{\text{هوا}}} - \frac{\triangle x_{\text{میله}}}{v_{\text{میله}}}$$

اگر فاصلهٔ شخصی که با چکش ضربه می‌زند تا شخصی که صدای ضربه را می‌شنود Δx درنظر بگیریم: $\triangle x_{\text{هوا}} = \triangle x_{\text{میله}} = \triangle x$

و همچنین $v_{\text{میله}} = ۱۰ v_{\text{هوا}}$ است:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_{\text{هوا}}} - \frac{\Delta x}{۱۰ v_{\text{هوا}}} \Rightarrow \Delta t = \frac{۹\Delta x}{۱۰ v_{\text{هوا}}}$$

$$\Rightarrow ۰/۱۲ = \frac{۹\,\Delta x}{۱۰ \times ۳۶۰} \Rightarrow \Delta x = ۴۸\,m$$

راه دوم: هرگاه در دو محیط (که دارای سرعت‌های متفاوتی هستند) صوت، یک طول را با اختلاف زمانی طی کند. آن‌گاه خواهیم داشت:

$$\Delta x = \frac{v_۱\ v_۲}{v_۱ - v_۲} \times \Delta t \Rightarrow \Delta x = \frac{(۱۰ \times ۳۶۰) \times ۳۶۰}{(۱۰ \times ۳۶۰) - ۳۶۰} \times ۰/۱۲ = ۴۸\,m$$

سوال ۲۳۸ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

در انتهای مسیر، جهت حرکت عوض می‌شود و مقدار شتاب بیشینه است. در ضمن در لحظه‌ای که نیروی وارد بر نوسانگر صفر است، نوسانگر در مرکز نوسان قرار دارد و سرعتش بیشینه می‌باشد.

$$\left.\begin{array}{l} a_{\max} = A\omega^۲ = ۱/۶\pi^۲ \\ v_{\max} = A\omega = ۰/۴\pi \end{array}\right\} \xrightarrow{\text{تقسیم}} \omega = ۴\pi \frac{rad}{s}$$

$$a = -\omega^۲ x = -(۴\pi)^۲ \times ۰/۰۲ = -۰/۳۲\pi^۲ \frac{m}{s^۲}$$

سوال ۲۳۹ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

بسامد زاویه‌ای سامانهٔ جرم – فنر از رابطهٔ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ به‌دست می‌آید، داریم:

$$\text{جرم (۱)} : \quad \omega_۱ = \sqrt{\frac{k}{m_۱}} \Rightarrow \omega_۱^۲ \times m_۱ = k \Rightarrow m_۱ = \frac{k}{\omega_۱^۲}$$

$$\text{جرم (۲)} : \quad \omega_۲ = \sqrt{\frac{k}{m_۲}} \Rightarrow \omega_۲^۲ \times m_۲ = k \Rightarrow m_۲ = \frac{k}{\omega_۲^۲}$$

$$\text{مجموع جرم (۱) , (۲)} : \omega = \sqrt{\frac{k}{m_۱ + m_۲}} \Rightarrow \omega^۲ (m_۱ + m_۲) = k \Rightarrow m_۱ + m_۲ = \frac{k}{\omega^۲}$$

حال دو معادلهٔ اول را در معادلهٔ سوم جایگذاری می‌کنیم و جرم‌ها را حذف می‌کنیم.

$$\frac{k}{\omega_۱^۲} + \frac{k}{\omega_۲^۲} = \frac{k}{\omega^۲} \Rightarrow \frac{۱}{\omega_۱^۲} + \frac{۱}{\omega_۲^۲} = \frac{۱}{\omega^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_۱^۲ + \omega_۲^۲}{\omega_۱^۲ \omega_۲^۲} = \frac{۱}{\omega^۲} \Rightarrow \omega = \frac{\omega_۱\,\omega_۲}{\sqrt{\omega_۱^۲ + \omega_۲^۲}}$$

سوال ۲۴۰ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

توجه شود که مسافت پیموده شده توسط یک ذره از طناب با مسافتی که موج در طناب طی می‌کند، متفاوت است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت یک نوسان کامل طی می‌کند برابر $۴A = ۱۶cm$ است.

بنابراین دورهٔ نوسانگر برابر است با:

$$\begin{cases} n = \frac{\text{مسافت طی شده توسط ذره‌ای از طناب}}{۴A} = \frac{۴۰\,cm}{۱۶\,cm} = \frac{۱۰}{۴} = ۲/۵ \\ T = \frac{\Delta t}{n} = \frac{۰/۴}{۲/۵} = ۰/۱۶\,s \end{cases}$$

برای به‌دست آوردن مسافت پیشروی موج داریم:

$$\begin{cases} \text{تندی موج} : v = \frac{\lambda}{T} = \frac{۰/۸}{۰/۱۶} = ۵\frac{m}{s} \\ \text{پیشروی موج} : \Delta x = v\Delta t = ۵ \times ۰/۴ = ۲m \end{cases}$$

سوال ۲۴۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

از آن‌جا که طول آونگ A تقریباً با آونگ شمارهٔ (۲) برابر است، در صورت ایجاد نوسان در آونگ A، بسامد این دو آونگ یکسان بوده و احتمال بروز پدیدهٔ تشدید در آن بیشتر است.

سوال ۲۴۲ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

بعد از اضافه کردن سه بلندگوی دیگر، شدت صوت و تراز شدت صوت دریافتی توسط شخص بیشتر می‌شود. برای این‌که شخص دوباره همان تراز شدت صوت قبلی بشنود، باید از مجموعهٔ چهار بلندگو دور شود و چون اتلاف انرژی نداریم، می‌توان نوشت:

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

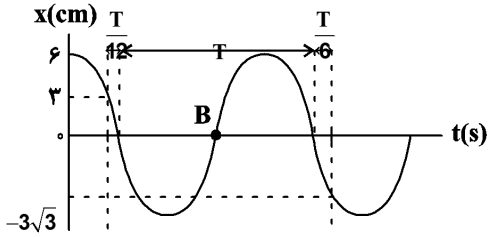
$$\Rightarrow \frac{(P_{av})_۱}{r_۱^۲} = \frac{(P_{av})_۲}{r_۲^۲} \Rightarrow \frac{P}{۸۰^۲} = \frac{۴P}{r_۲^۲} \Rightarrow r_۲ = ۱۶۰m$$

بنابراین شخص باید به اندازهٔ $|\Delta x| = ۱۶۰ - ۸۰ = ۸۰m$ از مکان اولیهٔ خود دور شود.

سوال ۲۴۳ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا با توجه به شکل می‌توانیم مقدار Δt را برحسب دورهٔ تناوب (T) به‌دست می‌آوریم:



(از $\frac{A}{۲}$ تا صفر مدت $\frac{T}{۱۲}(s)$ و از صفر تا $\frac{-\sqrt{۳}}{۲}A$ مدت $\frac{T}{۶}(s)$ طول می‌کشد.)

$$\Rightarrow T+\frac{T}{۶}+\frac{T}{۱۲}=\frac{۱۵}{۸}s$$

$$\Rightarrow \frac{۵T}{۴}=\frac{۱۵}{۸}\Rightarrow T=\frac{۳}{۲}s$$

در نقطهٔ B انرژی جنبشی نوسانگر بیشینه است و برابر با انرژی مکانیکی نوسانگر است و داریم:

$$E=۲\pi^{۲}mA^{۲}f^{۲}\ ,\ m=\frac{۱}{۲۰}kg$$
$$A=۶\times ۱۰^{-۲}m\ ,\ f=\frac{۲}{۳}Hz$$

$$E=۲\times ۱۰\times \frac{۱}{۲۰}\times ۳۶\times ۱۰^{-۴}\times \frac{۴}{۹}=۱۶\times ۱۰^{-۴}=۱/۶\times ۱۰^{-۳}J$$

$$\Rightarrow K_B=E=۱/۶mJ$$

سوال ۲۴۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۴»

با توجه به مقدار بیشینه سرعت داریم:

$$v_{\max}=A\omega \xrightarrow[A=۰/۰۶m]{v_{\max}=۰/۲\pi^{m}/_{s}} ۰/۲\pi=۰/۰۶\omega$$

$$\Rightarrow\ \omega=\frac{۰/۲\pi}{۰/۰۶}=\frac{۱۰}{۳}\pi(\frac{rad}{s})$$

از طرفی طبق معادلهٔ مکان - زمان داریم:

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow x=۰/۰۶\cos(\frac{۱۰\pi}{۳}\times ۰/۵)$$
$$\Rightarrow x=۰/۰۳m$$

$$a=-\omega^{۲}x\Rightarrow a=-(\frac{۱۰}{۳}\pi)^{۲}\times\frac{۳}{۱۰۰}=-\frac{\pi^{۲}}{۳}(\frac{m}{s^{۲}})$$

سوال ۲۴۵ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

طبق شکل زیر، مسافتی که صوت حاصل از شلیک گلوله طی می‌کند تا بعد از برخورد به دیوار، دوباره به شخص برسد، برابر است با:

$$L = ۲ \times ۲۵۵ = ۵۱۰m$$

$$s = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow ۳۴۰ = \frac{۵۱۰}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = ۱/۵s$$

مدت زمان که طول می‌کشد تا گلوله بعد از شلیک به دیوار برخورد کند، برابر است با: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۷۵ = \frac{۲۵۵}{\Delta t'} \Rightarrow \Delta t' = \frac{۲۵۵}{۷۵} = ۳/۴s$

بنابراین شخص $۳/۴ - ۱/۵ = ۱/۹s$ قبل از دیدن سوراخ شدن دیوار، بازتاب صدای شلیک گلوله را می‌شنود.

دقت کنید تندی حرکت نور در مقایسه با تندی‌های معمولی، آنقدر زیاد است که عملاً لحظهٔ ایجاد شدن سوراخ در دیوار و دیدن آن توسط شخص، یکسان درنظر گرفته می‌شود.

سوال ۲۴۶ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

نقاط A و E در مکان‌هایی با بیشترین بازشدگی و نقطهٔ C در بیشترین فشردگی قرار دارند و در نمودار جابه‌جایی – مکان آن، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر با صفر است.

نقاط B و D در وسط فاصلهٔ بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم قرار دارند. در نمودار جابه‌جایی – مکان این نقاط، اندازهٔ جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل بیشینه است.

سوال ۲۴۷ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

تندی انتشار سیم را به‌دست می‌آوریم: $V = \frac{\ell}{t} = \frac{۱/۲}{۰/۰۴} = ۳۰\frac{m}{s}$

مطابق رابطه تندی انتشار موج در سیم داریم:

$$v = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \Rightarrow ۳۰ = \frac{۲}{۱۰^{-۳}}\sqrt{\frac{F}{۸۰۰۰ \times ۳}} \Rightarrow F = ۵/۴\,N$$

سوال ۲۴۸ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

بسامد از ویژگی‌های منبع است؛ بنابراین بسامد، دورهٔ تناوب و بسامد زاویه‌ای نوسانگر برای تمای ذرات طناب یکسان می‌باشد.

سوال ۲۴۹ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با استفاده از رابطهٔ $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$ می‌توان نوشت:

$$۱۰۰ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۱۰^{۱۰} = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow I = ۱۰^{-۲}\,W/m^۲$$

همچنین می‌دانیم که صوت در فضای کروی منتشر می‌شود، بنابراین با توجه به رابطهٔ $I = \frac{P}{A}$ داریم:

$$۱۰^{-۲} = \frac{P}{۴\times۳\times(۵۰)^۲} \rightarrow P = ۳۰۰W$$

بنابراین $۲۰۰W = (۵۰۰ - ۳۰۰)$ توسط محیط جذب شده است یعنی $\left(\frac{P_۱ - P_۲}{P} = \frac{۲۰۰}{۵۰۰}\right) = ۰/۴$ یا ۴۰ درصد تلف شده است.

سوال ۲۵۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۱»

با مقایسهٔ معادلهٔ مکان - زمان با رابطهٔ $x = A\cos(\omega t)$، ملاحظه می‌شود که دامنهٔ نوسان $۰/۰۴m$ و $\omega = ۵۰\frac{rad}{s}$ می‌باشد.

از طرفی هرگاه نوسانگر از مرکز نوسان عبور کند، انرژی جنبشی آن بیشینه مقدار است و داریم:

$$K_{\max} = E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \Rightarrow ۱۲۰\times۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲}\times k\times(\frac{۴}{۱۰۰})^۲$$

$$\Rightarrow k = ۱۵۰\frac{N}{m}$$

سوال ۲۵۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا تندی حرکت موج در ریسمان را به‌دست می‌آوریم.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۲۰}{۵۰\times۱۰^{-۳}}} = ۲۰\frac{m}{s}$$

چون دامنه برابر با $۴cm$ است و ذرات ریسمان مسافت $۱۶cm = ۴A$ را در دورهٔ تناوب T طی می‌کنند پس مسافت $۳۲cm$ را در $۲T$ طی می‌کنند.

$$۰/۰۴ = ۲T \Rightarrow T = ۰/۰۲s$$

$$\lambda = vT = ۲۰\times۰/۰۲ = ۰/۴m = ۴۰cm$$

سوال ۲۵۲ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

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

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

سوال ۲۵۳ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با توجه به نمودار، انرژی جنبشی و پتانسیل به ازای تندی‌های $v_۱$ و $v_۲$ برابر است.

$$\begin{cases} v_۱ = ۱\frac{cm}{s} \\ K_۱ = E - U_۱ \end{cases} \qquad \begin{cases} v_۲ = \sqrt{۳}\frac{cm}{s} \\ K_۲ = E - U_۲ \end{cases} \qquad (\mathrm{I})$$

$$K_۱ = U_۲ \xrightarrow{(I)} K_۲ = E - K_۱ \Rightarrow K_۱ + K_۲ = E$$

$$\xrightarrow[E=K_{max}=\frac{۱}{۲}mv_{max}^۲]{K=\frac{۱}{۲}mv^۲} \frac{۱}{۲}m(v_۱^۲ + v_۲^۲) = \frac{۱}{۲}mv_{max}^۲$$

$$v_{max}^۲ = v_۱^۲ + v_۲^۲ \xrightarrow[v_۲=\sqrt{۳}\frac{cm}{s}]{v_۱=۱\frac{cm}{s}} v_{max} = ۲\frac{cm}{s}$$

سوال ۲۵۴ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

ابتدا تندی انتشار موج در این سیم را محاسبه می‌کنیم:

$$v = \lambda f \xrightarrow[f=۶۲۵Hz]{\lambda=۴۰cm=۰/۴m} v = ۰/۴ \times ۶۲۵ = ۲۵۰\frac{m}{s}$$

حال با استفاده از رابطهٔ تندی امواج عرضی در یک سیم کشیده شده، می‌توان نوشت:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\rho=\frac{m}{V}=\frac{m}{AL}=\frac{\mu}{A}} v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\Rightarrow ۲۵۰ = \sqrt{\frac{۲۲۵}{\rho \times ۰/۴ \times ۱۰^{-۶}}} \Rightarrow \rho = ۹۰۰۰\frac{kg}{m^۳} = ۹\frac{g}{cm^۳}$$

سوال ۲۵۵ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

ابتدا طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۵\lambda}{۲} = ۴/۵ \times ۱۰^{-۷} \Rightarrow \lambda = ۱/۸ \times ۱۰^{-۷} m$$

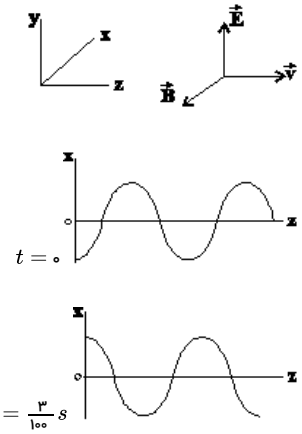
با توجه به رابطه تندی انتشار موج، دوره تناوب را محاسبه می‌کنیم:

$$c = \frac{\lambda}{T} \xrightarrow[\lambda = ۱/۸ \times ۱۰^{-۷} m]{c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}} T = \frac{۱/۸ \times ۱۰^{-۷}}{۳ \times ۱۰^{۸}} = \frac{۶}{۱۰۰} s$$

بنابراین از لحظه $t = ۰$ تا لحظه $t = \frac{۳}{۱۰۰} s$ موج به اندازه $\frac{\lambda}{۲}$ پیشروی می‌کند.

$$\Delta x = \Delta t \times c \xrightarrow[c = \frac{\lambda}{T}]{\Delta t = \frac{T}{۲}} \Delta x = \frac{\lambda}{۲}$$

درلحظه $t = ۰$ جهت میدان مغناطیسی را تعیین می‌کنیم، در لحظه $t = ۰$ میدان مغناطیسی بیشینه و درخلاف جهت محور xها است. (باتوجه به این‌که موج الکترومغناطیسی درجهت مثبت محور zها حرکت می‌کند) بنابراین در لحظه $t = \frac{۳}{۱۰۰} s$ نقش میدان مغناطیسی مطابق شکل زیر است.



سوال ۲۵۶ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با توجه به نمودار، $\frac{T}{۲} = ۳s$ و در نتیجه $T = ۶s$ است. بنابراین نوسانگر در لحظهٔ $\left(\frac{T}{۶} = ۱s\right)$ در مکان $۱۸cm$ قرار دارد. با استفاده از رابطهٔ نیرو – مکان، نیروی وارد شده بر نوسانگر در این لحظه را به دست می‌آوریم:

$$\left\{\begin{array}{l} m = ۲۰۰g = ۰/۲kg \\ \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۶} = \frac{\pi}{۳} \\ |F| = |-m\omega^{۲}x| \end{array}\right\} \Rightarrow |F| = \left|-\frac{۲}{۱۰} \times \frac{\pi^{۲}}{۹} \times \frac{۱۸}{۱۰۰}\right| = \frac{\pi^{۲}}{۲۵۰} = ۰/۰۴N$$

سوال ۲۵۷ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

طبق رابطهٔ شدت صوت داریم:

$$I=\frac{P_{av}}{A}\xrightarrow{P=\frac{E}{t}}I=\frac{E}{A.t}\xrightarrow[A\propto r^{۲}]{E\propto A^{۲}f^{۲}}I\propto\frac{A^{۲}f^{۲}}{r^{۲}}$$

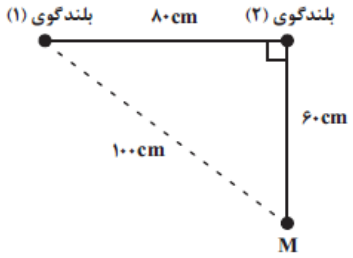
$$\begin{cases}A_a=۶A_b\\f_b=۶f_a\end{cases}\qquad \frac{I_a}{I_b}=\left(\frac{f_a}{f_b}\times\frac{A_a}{A_b}\times\frac{r_b}{r_a}\right)^{۲}$$

$$\frac{۱}{۹}=\left(\frac{۱}{۶}\times\frac{۶}{۱}\times\frac{r_b}{۳۰}\right)^{۲}\Rightarrow\frac{r_b}{۳۰}=\frac{۱}{۳}\Rightarrow r_b=\frac{۳۰}{۳}=۱۰m$$

سوال ۲۵۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

ابتدا باید بسامد امواج و سپس طول‌موج آن‌ها را به‌دست آوریم:



$$\omega=۲\pi f\Rightarrow ۸۰\pi=۲\pi f\Rightarrow f=۴۰Hz$$

$$\Rightarrow\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۶/۴}{۴۰}=۰/۱۶m\Rightarrow\lambda=۱۶cm$$

اکنون اختلاف فاصلهٔ دو بلندگو را از نقطهٔ M برحسب طول‌موج به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta L=۱۰۰-۶۰=۴۰cm$$
$$\Rightarrow\frac{\Delta L}{\lambda}=\frac{۴۰}{۱۶}\Rightarrow\Delta L=۲/۵\lambda$$

سوال ۲۵۹ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به نمودار، انرژی پتانسیل نوسانگر در مکان $x_۱$ برابر با انرژی جنبشی آن در مکان $x_۲$ است. بنابراین:

$$U_۱=K_۲\xrightarrow{U_۱=E-K_۱}E-K_۱=K_۲$$

$$\Rightarrow E=K_۱+K_۲\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv_{\max}^{۲}=\frac{۱}{۲}m(v_۱^{۲}+v_۲^{۲})$$

$$\Rightarrow v_{\max}=\sqrt{(\sqrt{۳})^{۲}+(۱)^{۲}}\Rightarrow v_{\max}=۲\frac{m}{s}$$

سوال ۲۶۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

مدت زمانی که طول می‌کشد تا نقطهٔ M از ریسمان به نقطهٔ N برسد، برابر با $\frac{T}{۴}$ است.

$$\frac{T}{۴} = ۰/۰۱ \Rightarrow T = ۰/۰۴\,s$$

از طرفی طول‌موج برابر است با: $\frac{۵\lambda}{۴} = ۴۰ \Rightarrow \lambda = ۳۲\,cm = ۰/۳۲m$

بنابراین تندی انتشار موج در ریسمان برابر است با:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{۰/۳۲}{۰/۰۴} = ۸\,\frac{m}{s}$$

از طرفی تندی انتشار موج در ریسمان از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F.L}{m}}$ به‌دست می‌آید. بنابراین داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \xrightarrow{L=۱\,cm=۱۰^{-۲}m} ۸ = \sqrt{\frac{۶۴ \times ۱۰^{-۲}}{m}}$$
$$\Rightarrow m = ۱۰^{-۲}kg = ۱۰\,g$$

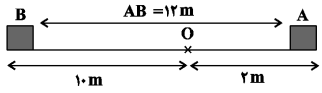
سوال ۲۶۱ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

چون دامنه و بسامد برای هر دو فرستنده برابر است، در نتیجه:

$$\beta = ۱۰\log(\frac{I}{I_۰}) \Rightarrow \beta_A - \beta_B = ۱۰\log(\frac{I_A}{I_B})$$
$$\xrightarrow{I \propto \frac{۱}{d^۲}} \beta_A - \beta_B = ۲۰\log(\frac{d_B}{d_A})$$
$$\xrightarrow{\beta_A - \beta_B = ۱۴dB} ۱۴ = ۲۰\log(\frac{d_B}{d_A}) \Rightarrow ۰/۷ = \log(\frac{d_B}{d_A})$$
$$\Rightarrow \log ۵ = \log(\frac{d_B}{d_A}) \Rightarrow \frac{d_B}{d_A} = ۵ \xrightarrow{d_A = ۲m} d_B = ۱۰m$$

بنابراین فاصلهٔ A تا B برابر با $۱۲m$ است.



سوال ۲۶۲ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

امواج اولیه از نوع امواج طولی هستند و تندی آن‌ها نسبت به امواج ثانویه که از نوع امواج عرضی هستند، بیشتر است. فاصلهٔ محل وقوع زمین‌لرزه تا لرزه‌نگار برابر است با:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_S} - \frac{\Delta x}{v_P} \Rightarrow \Delta x = \frac{v_S v_P}{v_P - v_S}\Delta t$$

سوال ۲۶۳ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

با استفاده از رابطهٔ چگالی داریم:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{۴}{۳}\pi R^۳} \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho_e} = \frac{M'}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{R'}\right)^۳$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۱۶} = ۴ \times \left(\frac{R_e}{R'}\right)^۳ \Rightarrow \frac{R_e}{R'} = \frac{۱}{۴}$$

حال با استفاده از رابطهٔ شتاب گرانشی، داریم:

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

$$\Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{۱}{۴}$$

در نهایت با استفاده از رابطهٔ دورهٔ تناوب یک آونگ ساده، داریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{۴} \Rightarrow \frac{T'}{T} = ۲$$

دورهٔ تناوب آونگ ساعت در سطح کرهٔ موردنظر، دو برابر دورهٔ تناوب آن در سطح زمین است، بنابراین در هر یک ساعت روی سطح زمین، این ساعت به اندازهٔ ۰/۵ ساعت عقب می‌افتد. در نتیجه در هر ۱۲ ساعت روی سطح زمین، این ساعت به اندازهٔ ۶ ساعت عقب خواهد ماند.

سوال ۲۶۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

چون سیم را از ابزاری می‌گذرانیم جرمش تغییر نمی‌کند.

$$\Rightarrow m_۱ = m_۲ \Rightarrow V_۱ = V_۲ \Rightarrow A_۱ L_۱ = A_۲ L_۲$$

$$\Rightarrow \frac{A_۲}{A_۱} = \frac{L_۱}{L_۲} \Rightarrow \frac{L_۲}{L_۱} = ۴$$

حال می‌توان نسبت تندی انتشار موج در سیم جدید به تندی انتشار موج در سیم اول را پیدا کرد:

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

$$v = \frac{L}{t} \Rightarrow t = \frac{L}{v} \Rightarrow \frac{t_۲}{t_۱} = \frac{L_۲}{L_۱} \times \frac{v_۱}{v_۲} = ۴ \times \frac{۱}{۲} = ۲$$

$$\Rightarrow t_۲ = ۲t_۱$$

سوال ۲۶۵ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با توجه به شکل داریم:

$$A = ۲cm$$

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

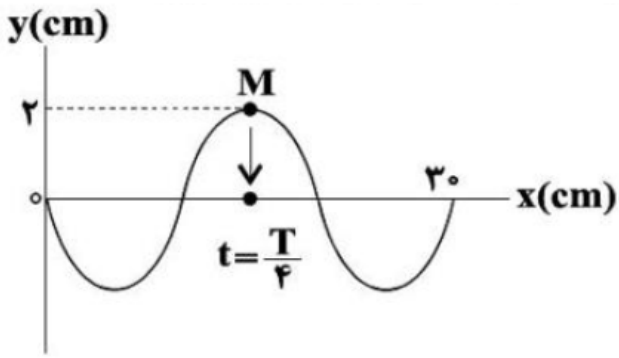
دوره تناوب برابر است با:

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

برای لحظه $t_۱$ داریم:

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

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



از طرفی داریم:

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

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

$$\ell = ۵A = ۵ \times ۲ = ۱۰\,cm$$

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

سوال ۲۶۶ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

در مرکز نوسان، سرعت نوسانگر بیشینه و در نتیجه انرژی جنبشی آن نیز بیشینه و برابر با انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده است، پس:

$$K_{\max} = E = \frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲ = \frac{۱}{۲}kA^۲$$

$$\Rightarrow \frac{(K_{\max})_۲}{(K_{\max})_۱} = \frac{k_۲}{k_۱} \times \left(\frac{A_۲}{A_۱}\right)^۲ \xrightarrow[A_۲=A_۱]{k_۲=k_۱} \frac{(K_{\max})_۲}{(K_{\max})_۱} = ۱$$

برای سرعت نوسانگرها در مرکز نوسان، داریم:

$$v_{\max} = A\omega = A\sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \frac{(v_{\max})_۲}{(v_{\max})_۱} = \frac{A_۲}{A_۱} \times \sqrt{\frac{k_۲}{k_۱}} \times \sqrt{\frac{m_۱}{m_۲}}$$

$$\Rightarrow \frac{(v_{\max})_۲}{(v_{\max})_۱} = ۱ \times ۱ \times \sqrt{\frac{m_۱}{۴m_۱}} \Rightarrow \frac{(v_{\max})_۲}{(v_{\max})_۱} = \frac{۱}{۲}$$

سوال ۲۶۷ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

نوسان‌کننده از بُعد بیشینه در بازهٔ زمانی $\frac{T}{۴}$ به مرکز نوسان می‌رسد و طی این مدت جابه‌جایی موج برابر با $\frac{\lambda}{۴}$ است، پس: $\frac{\lambda}{۴} = ۱۰ \Rightarrow \lambda = ۴۰cm$

از طرفی فاصلهٔ OM'برابر با $۲/۵\lambda$ است و طی این مدت نوسان‌کننده ۲/۵ نوسان کامل را در مدت $۲/۵T$ انجام می‌دهد. با توجه به این‌که در هر دوره نوسان‌کننده مسافت $۴A$ را می‌پیماید، بنابراین مسافت پیموده شده توسط نوسان‌کننده برابر با $۱۰A$ می‌شود. در نتیجه:

$$\frac{۲/۵\lambda}{۱۰A} = \frac{۲/۵ \times ۴۰}{۱۰ \times ۴} = ۲/۵$$

سوال ۲۶۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

$$\omega = ۲\pi f = ۲\pi \times ۶/۵ = ۱۳\pi \ \ rad/s$$

ابتدا نوسانگر با سرعت مثبت از مکان مثبت گذشته است، پس داریم:

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow ۱ = ۲\cos\omega t_۱ \Rightarrow \omega t_۱ = \frac{۵\pi}{۳}$$

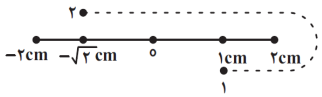
سپس نوسانگر برای اولین بار پس از $t_۱$ از مکان $-\sqrt{۲}cm$ می‌گذرد. پس داریم:

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow -\sqrt{۲} = ۲\cos\omega t_۲ \Rightarrow \omega t_۲ = ۲\pi + \frac{۳\pi}{۴} = \frac{۱۱\pi}{۴}$$

بنابراین:

$$\omega t_۲ - \omega t_۱ = \frac{۱۱\pi}{۴} - \frac{۵\pi}{۳}$$
$$\Rightarrow \omega \times \Delta t = \frac{۱۳\pi}{۱۲} \Rightarrow ۱۳\pi \times \Delta t = \frac{۱۳\pi}{۱۲} \Rightarrow \Delta t = \frac{۱}{۱۲}s$$

برای محاسبه مسافت باید مسیر حرکت را مطابق شکل زیر ترسیم کنیم:



$$\ell = ۱ + ۲ + \sqrt{۲} = ۴/۴cm$$

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{۴/۴}{\frac{۱}{۱۲}} = ۵۲/۸cm/s$$

سوال ۲۶۹ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

طبق رابطهٔ دورهٔ نوسان‌های آونگ ساده داریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow\Rightarrow T^۲ = \frac{۴\pi^۲}{g}L$$

از روی نمودار شیب را به‌دست آورده و برابر $\frac{۴\pi^۲}{g}$ قرار می‌دهیم.

$$\frac{۴\pi^۲}{g} = \frac{۸}{۰/۵} \Rightarrow g = \frac{\pi^۲}{۴}\frac{m}{s^۲}$$

می‌دانیم:

$$g = \frac{GM_e}{r^۲} \Rightarrow \frac{g}{g_۰} = \left(\frac{\mathrm{R}_e}{h+\mathrm{R}_e}\right)^۲$$
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{\mathrm{R}_e}{h+\mathrm{R}_e} \Rightarrow h = \mathrm{R}_e$$

سوال ۲۷۰ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به شکل، ابتدا طول‌موج و به دنبال آن دورهٔ تناوب موج را می‌یابیم.

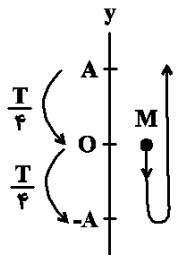
$$\frac{۷\lambda}{۴} = ۱۴۰ \Rightarrow \lambda = ۸۰cm = ۰/۸m$$

$$T = \frac{\lambda}{v} \xrightarrow{v=۲۰\frac{m}{s}} T = \frac{۰/۸}{۲۰} = ۰/۰۴s$$

اکنون تعیین می‌کنیم لحظهٔ $t = \frac{۳}{۱۰۰}s$ چه کسری از دورهٔ تناوب (T) است:

$$\frac{t}{T} = \frac{۰/۰۳}{۰/۰۴} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow t = \frac{۳}{۴}T$$

با توجه به این‌که هر ذره از محیط، حرکت ذرهٔ قبل از خود را تکرار می‌کند و در لحظهٔ $t = ۰$ ذرهٔ M در نقطهٔ O قرار دارد با توجه به جهت انتشار موج، ذرهٔ M به سمت نقطهٔ $-A$ می‌رود. بنابراین در $t = \frac{۳}{۴}T$، ذرهٔ M به نقطهٔ $+A$ می‌رسد. چون جهت شتاب همیشه به سمت نقطهٔ تعادل (نقطهٔ O) است، لذا، در این لحظه جهت شتاب به سمت پایین خواهد بود. از طرف دیگر، چون ذرهٔ M در نقطهٔ بازگشتی است، بزرگی شتاب آن بیشینه و از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:



$$|a_{max}| = \omega^۲ A \xrightarrow[\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۰۴}\frac{rad}{s}]{A=۵cm=۵\times۱۰^{-۲}m}$$

$$|a_{max}| = \frac{۴\pi^۲}{۱۶\times۱۰^{-۴}} \times ۵ \times ۱۰^{-۲} \xrightarrow{\pi^۲=۱۰}$$

$$|a_{max}| = \frac{۴\times۱۰\times۵\times۱۰^{-۲}}{۱۶\times۱۰^{-۴}} = ۱۲۵۰\frac{m}{s^۲}$$