نام دبیر : مهندس مهدی باباخانی

عنوان آزمون : هومورک ۱ موج

۱ کدام موج‌ها، برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند؟

الف- امواج صوتی ب- پرتوهای x پ- امواج رادیویی ت- پرتوهای فروسرخ

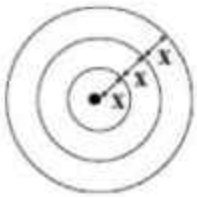
۱) الف ۲) پ ۳) الف و ب ۴) ب و پ

۲ موج‌ها عموماً به دو دستهٔ موج‌های ..... و موج‌های ..... تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱) پیشرونده، طولی ۲) مکانیکی، الکترومغناطیسی

۳) پیشرونده، عرضی ۴) مکانیکی، عرضی

۳ شکل زیر جبهه‌های یک موج دوبعدی را نشان می‌دهد. چنان‌چه شعاع دایرهٔ بزرگ برابر با ۱۸ سانتی‌متر و بسامد زاویه‌ای چشمهٔ موج $\pi \frac{\text{rad}}{s}$ باشد، تندی انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟

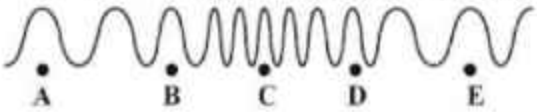


۱) ۶ ۲) ۳ ۳) ۰/۰۶ ۴) ۰/۰۳

۴ صوتی که در هوا منتشر می‌شود یک موج ..... است و ذرات محیط در راستای انتشار منتقل .....

۱) عرضی - نمی‌شوند ۲) عرضی - می‌شوند ۳) طولی - نمی‌شوند ۴) طولی - می‌شوند

۵ 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.

۶ در یک موج طولی ذرهٔ A در بیشینه تراکم و ذرهٔ B در بیشینه انبساط قرار دارند. جابه‌جایی ذره‌های A و B از حال تعادل به ترتیب ..... و ..... است.

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

۷) برای سرعت انتشار امواج کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

۱) در یک محیط همگن امواج در تمام جهات با سرعت ثابت منتشر نمی‌شوند.

۲) سرعت انتشار موج در یک محیط بستگی به شکل و دامنه موج دارد، به شرط اینکه تغییر شکلی در انتشار موج خیلی بزرگ نباشد.

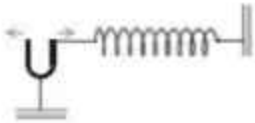
۳) سرعت انتشار موج در یک محیط بستگی به جنس آن محیط ندارد.

۴) اگر تغییر شکلی بزرگ در انتشار موج نباشد سرعت انتشار موج در یک محیط به شکل و دامنهٔ آن بستگی دارد.

۸) در کدام حالت‌ها موج طولی ایجاد می‌شود؟ ( )

الف)

ب)



پ)

ت)

۱) الف و پ ۲) ب و ت ۳) ب و پ ۴) پ و ت

۹) کدام‌یک از عبارت‌های زیر دربارهٔ امواج درست است؟

۱) امواج که راستای انتشار آن‌ها در یک محیط با راستای ارتعاش ذرات محیطی یکی باشد موج طولی است.

۲) امواجی که راستای انتشار آن‌ها در یک محیط با راستای ارتعاش ذرات محیطی یکی باشد موج عرضی است.

۳) امواجی که به صورت برجستگی و فرورفتگی در سطح آب ایجاد می‌شود، نوعی از موج طولی است.

۴) تراکم و انبساط حلقه‌ها در طول فنر نرم و بلند که با نیروی کمی کشیده شده، نمایش یک موج عرضی است.

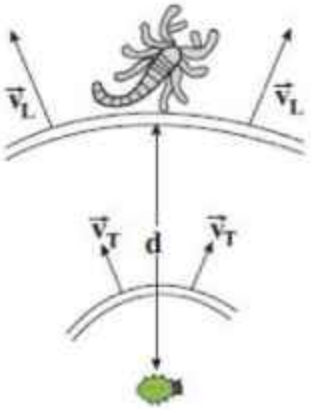
۱۰) موج عرضی سینوسی در طول یک فنر در حال انتشار است. اگر مسافتی که یک ذره از فنر در مدت یک دورهٔ موج در اثر نوسان طی می‌کند برابر $8\,cm$ و طول موج برابر $20\,cm$ باشد، نسبت بیشینهٔ تندی ذره به تندی موج چه‌قدر است؟

۱) $\frac{\pi}{10}$ ۲) $\frac{1}{10}$ ۳) $\frac{\pi}{5}$ ۴) $\frac{1}{5}$

۱۱) در یک تشت موج به کمک یک نوسان‌ساز تیغه‌ای که با بسامد $5Hz$ کار می‌کند، امواج تخت سطحی ایجاد می‌کنیم، به طوری که فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با $10cm$ می شود. اگر پُره‌ای شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیهٔ کم عمق بالای پُره، شکست پیدا می‌کند. اگر تندی امواج در ناحیهٔ کم‌عمق $0/4$ برابر تندی در ناحیهٔ عمیق باشد، طول موج امواج در ناحیهٔ کم عمق چگونه تغییر می‌کند؟

۱) $6cm$ کاهش می‌یابد. ۲) $6cm$ افزایش می‌یابد. ۳) $4cm$ کاهش می‌یابد. ۴) $4cm$ افزایش می‌یابد.

۱۲ عقرب ماسه‌ای وجود طعم را با امواجی که براساس حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می‌کند. امواج عرضی با تندی $v_T = ۲/۵\frac{m}{s}$ و امواج طولی با تندی v_L در سطح ماسه منتشر می‌شود. اگر اختلاف زمانی رسیدن این امواج از طعمه به نزدیک‌ترین پای او s $۰/۴\times۱۰^{-۳}$ و فاصلهٔ طعمه از عقرب $d = ۲\ \text{mm}$ باشد، v_L چند متر بر ثانیه است؟ $(v_L > v_T)$



۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۱۳ مطابق شکل مقابل، دو ایستگاه رادیویی A و B به فاصلهٔ $۸۰\ \text{km}$ از هم قرار دارند و هریک سیگنالی را گسیل می‌کنند. گیرندهٔ P که در فاصلهٔ $۶۰\ \text{km}$ از A قرار دارد، این دو سیگنال را با اختلاف زمانی چند ثانیه دریافت می‌کند؟ $\left(c = ۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$

۱) $\frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۴}$ ۲) $\frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۷}$ ۳) $\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۴}$ ۴) $\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۷}$

۱۴ قطعه‌ای از یک سیم پیانو به شعاع $۰/۴\ \text{mm}$ از فولادی با چگالی $۸\times۱۰^{۳}\ \frac{\text{kg}}{m^۳}$ ساخته شده، اگر سیم تحت کشش $۱\times۱۰^{۲}N$ و بسامد موج روی سیم $۲۵۰\ \text{Hz}$ باشد، طول موج آن چقدر است؟ $(\pi = ۳)$

۱) $\frac{۴۰}{\sqrt{۳۸۴}}$ ۲) $\frac{۴}{\sqrt{۳۸۴}}$ ۳) $\frac{۴۰۰}{\sqrt{۳۸۴}}$ ۴) $\frac{۴}{\sqrt{۰/۳۸۴}}$

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

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

۱۶ سیمی به چگالی $۷/۸\frac{g}{\text{cm}^۳}$ و سطح مقطع $۱\text{mm}^۲$ بین دو نقطه با نیروی $۳۱۲N$ کشیده شده است. اگر در این سیم موج ایستاده تشکیل شود، و فاصله‌ی دو گره‌ی متوالی آن $۲۰\ \text{cm}$ باشد، بسامد موج چند هرتز است؟

۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰

۱۷) در یک تار مرتعش با چگالی $۵\frac{g}{cm^۳}$ که قطر مقطع آن $۴\ mm$ بوده و با نیروی $۲۰۰N$ کشیده شده است، موج عرضی با دامنهٔ $۵\ mm$ و طول موج $۲۰\ cm$ منتشر شده است. بیشینهٔ تندی ذرات تار چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱) $۲/۵\sqrt{\pi}$ ۲) $۵\sqrt{\pi}$ ۳) $۱۰\sqrt{\pi}$ ۴) $۲۰\sqrt{\pi}$

۱۸) درباره موج چند گزینه درست است؟

الف) اگر نیروی کشش در تار مرتعشی را ۲۱ درصد افزایش دهیم، سرعت انتشار موج در آن ۱۰ درصد بیش‌تر می‌شود.

ب) اگر بسامد چشمه موج را افزایش دهیم، سرعت انتشار موج تغییر نمی‌کند.

پ) سرعت موج عرضی در سیمی با چگالی ρ و قطر D که با نیروی F کشیده می‌شود از رابطه $\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$ به‌دست می‌آید.

ت) وقتی در طناب آویخته از سقف موج ایجاد می‌کنیم، طول موج در قسمت بالا بیش‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۹) مطابق شکل زیر، یک موج عرضی از قسمت نازک طناب وارد قسمت ضخیم طناب می‌شود و تندی انتشار آن ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. بسامد و طول موج در طناب ضخیم به‌ترتیب از راست به چپ چند برابر بسامد و طول موج در طناب نازک است؟

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

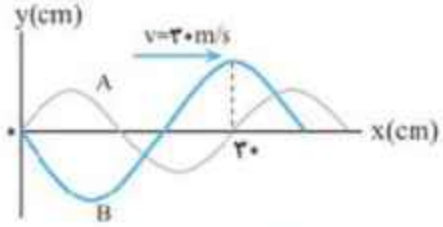
۲۰) ریسمانی مانند شکل از دو قسمت نازک و ضخیم هم‌جنس تشکیل شده است و هر دو قسمت تحت نیروی کشش یکسان قرار دارند. قطر مقطع قسمت نازک $\frac{۱}{۴}$ برابر قطر مقطع قسمت ضخیم است. اگر موجی سینوسی با طول موج $\lambda_۱$ در قسمت نازک ریسمان ایجاد کنیم و $\lambda_۲$ طول موج در قسمت ضخیم باشد، نسبت $\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}$ کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۱) دو طناب هم‌جنس A و B مطابق شکل به یک‌دیگر متصل شده‌اند. موجی از B وارد A می‌شود. سرعت انتشار و طول موج آن با رفتن به A چند برابر می‌شود؟

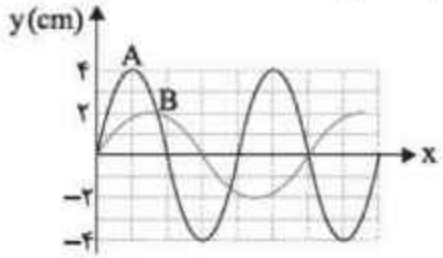
۱) $\sqrt{\frac{۲}{۳}}$ و $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$ ۲) $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$ و $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ و ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$

۲۲ شکل زیر، نمودار جابه‌جایی مکان دو موج را که در یک محیط در حال انتشارند، در لحظه‌ی معینی نشان می‌دهد. چشمه‌ی موج A در هر ۲۰ ثانیه چند نوسان کامل بیش‌تر از چشمه‌ی موج B انجام می‌دهد؟



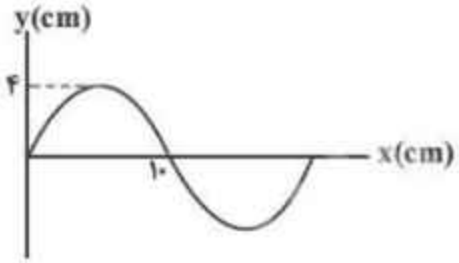
۱) ۲۵ ۲) ۷۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۵۰۰

۲۳ شکل زیر نمودار جابه‌جایی—مکان دو موج که در یک طناب کشیده منتشر شده‌اند را در لحظهٔ t نشان می‌دهد. آهنگ انتقال انرژی در طناب توسط موج A چند برابر آهنگ انتقال انرژی توسط موج B است؟



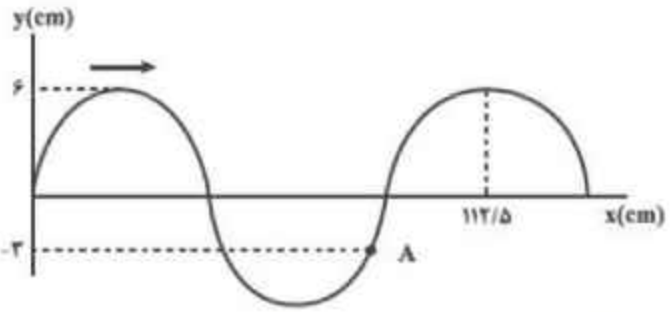
۱) ۹ ۲) $\frac{۱}{۹}$ ۳) $\frac{۹}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱۶}{۹}$

۲۴ شکل مقابل یک موج سینوسی در طول ریسمان کشیده شده‌ای را نشان می‌دهد. اگر نیروی کشش ریسمان ۱۶ نیوتون و چگالی خطی آن $۴۰\frac{g}{m}$ باشد، هریک از ذرات ریسمان در مدت ۵ میلی‌ثانیه چند سانتی‌متر مسافت طی می‌کنند؟



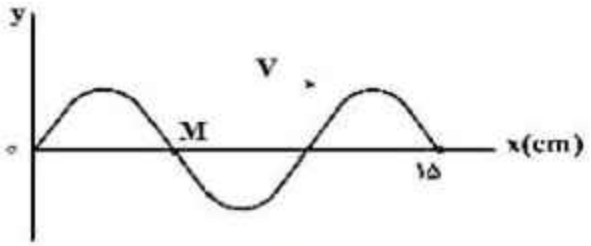
۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

۲۵ مطابق شکل زیر، موجی با تندی $۱۵\frac{m}{s}$ روی طنابی در حال حرکت است. در مدتی که موج به اندازه‌ی $۲/۷m$ حرکت می‌کند، تندی متوسط ذره‌ی A چند cm/s خواهد بود؟



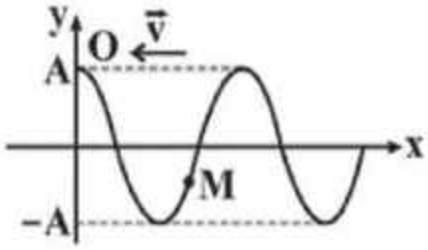
۱) ۲۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

۲۶ شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی را در لحظه‌ی t_1 در یک ریسمان کشیده شده نشان می‌دهد. اگر سرعت انتشار موج $۲۰\frac{\text{cm}}{s}$ باشد، در بازه‌ی زمانی t_1 تا $t_2 = t_1 + \frac{۹}{۴}s$ چند بار جهت حرکت ذره‌ی M تغییر کرده است؟



۱) ۷ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۰

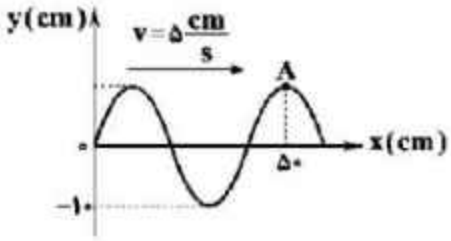
۲۷ شکل زیر یک موج عرضی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد که روی یک طناب در حال انتشار است. در بازهٔ زمانی $t = ۰$ تا $t = \frac{T}{۴}$ نوع حرکت ذرهٔ M روی طناب چگونه است (T دورهٔ تناوب موج است)



۱) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده ۲) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

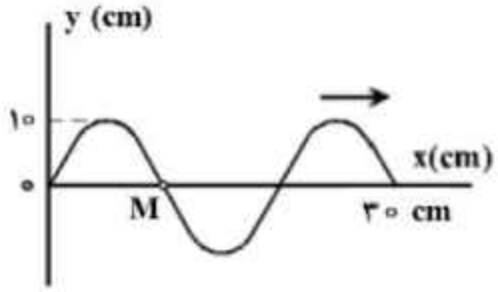
۳) همواره تندشونده ۴) همواره کندشونده

۲۸ نقش موجی سینوسی در یک لحظه مطابق شکل زیر است، جهت حرکت ذره‌ی A، ۵ ثانیه پس از این لحظه به کدام سمت و بیشینه تندی نوسان آن چند متر بر ثانیه است؟ $(\pi = ۳)$



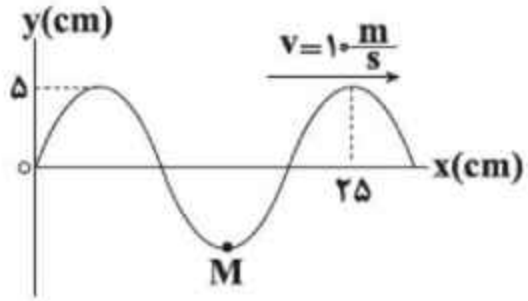
۱) بالا - $\frac{۳}{۴۰}$ ۲) بالا - $\frac{۳}{۲۰}$ ۳) پایین - $\frac{۳}{۴۰}$ ۴) پایین - $\frac{۳}{۲۰}$

۲۹) 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 $۲۰۰N$ و چگالی خطی (جرم واحد طول) آن $۵۰۰ \frac{g}{m}$ باشد، سرعت متوسط نقطه M از این محیط تا لحظه $t = \frac{۱}{۲۴۰}s$ در SI کدام است؟



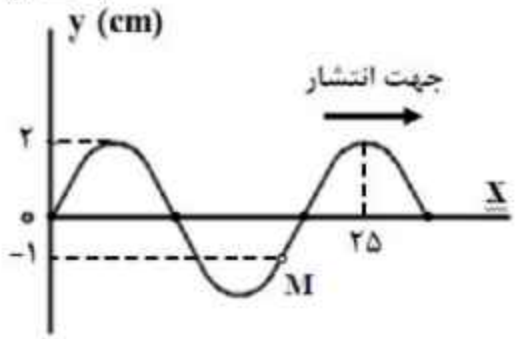
۱) ۶ ۲) ۱۲ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

۳۰) شکل مقابل تصویر یک موج عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازهٔ زمانی $t_۱ = \frac{۱}{۱۰۰}s$ تا $t_۲ = \frac{۷}{۲۰۰}s$، چند ثانیه حرکت ذرهٔ M تندشونده است؟



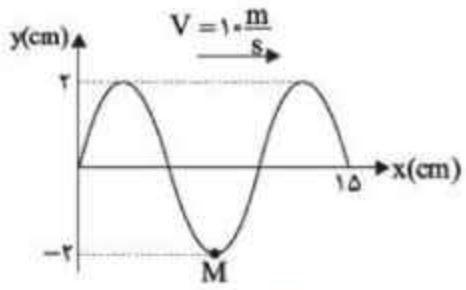
۱) $\frac{۱}{۴۰}$ ۲) $\frac{۱}{۱۰۰}$ ۳) $\frac{۱}{۲۰۰}$ ۴) $\frac{۳}{۲۰۰}$

۳۱) شکل مقابل، یک موج سینوسی را در لحظه $t = ۰$ نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمانِ کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر نیروی کشش ریسمان ۱۰۰ نیوتن و چگالی خطی (جرم واحد طول) آن ۲۵۰ گرم بر متر باشد، در چه لحظه‌ای برای اولین بار تندی نوسان نقطهٔ M به ۱۲ متر بر ثانیه می‌رسد؟ $(\pi \cong ۳)$



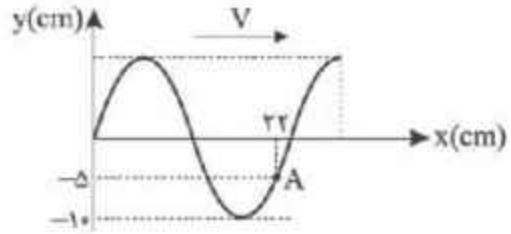
۱) $\frac{۱}{۲۴۰}$ ۲) $\frac{۱}{۳۰۰}$ ۳) $\frac{۱}{۶۰۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۲۰۰}$

۳۲ نقش یک موج عرضی که در جهت مثبت محور x ها منتشر می‌شود، در لحظهٔ $t = ۰$ مطابق شکل است. مسافتی که ذرهٔ M در مدت $\frac{۱}{۴۰۰}$ ثانیهٔ اول حرکت طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟



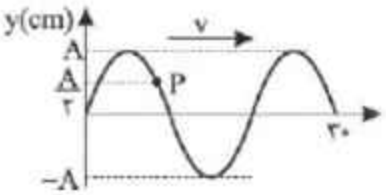
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۳۳ در طنابی مطابق شکل، موجی عرضی در لحظهٔ $t = ۰$ ایجاد شده است. اگر سرعت ذرهٔ A از محیط انتشار موج در لحظهٔ $t = ۵s$ برای اولین‌بار بیشینه شود، سرعت انتشار موج چند $\frac{cm}{s}$ است؟



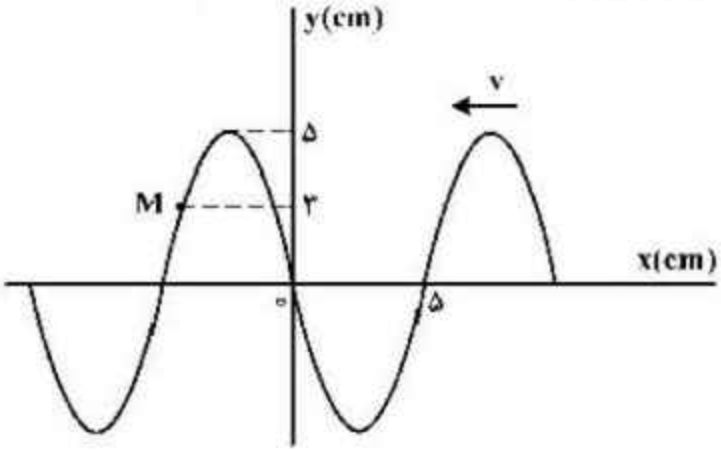
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۴ تصویری از یک موج عرضی در لحظه‌ی $t = ۰$ و در یک طناب کشیده شده مطابق شکل رسم شده است. اگر تندی انتشار موج $۱۰\frac{cm}{s}$ باشد، در ۴ ثانیه‌ی اول، چندبار جهت حرکت ذره‌ی P از محیط انتشار موج تغییر می‌کند؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۵) شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظه‌ی t_1 نشان می‌دهد و موج به سمت چپ حرکت می‌کند، اگر تندی موج $۲۰\frac{cm}{s}$ باشد، بزرگی سرعت متوسط ذره‌ی M در مدت t_1 تا $t_1+\frac{۱}{۴}s$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



۱) ۱۲ ۲) ۲۰ ۳) ۲۴ ۴) ۴۰

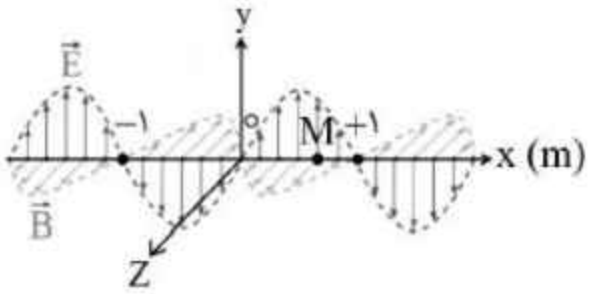
۳۶) نمودار میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر حسب مکان یک موج الکترومغناطیسی که در خلاء منتشر می‌شود، به صورت شکل مقابل است. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟ $\left(c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$

الف) طول موج این موج، یک متر است.

ب) بسامد این موج $۳\times۱۰^{۸}\ Hz$ است.

پ) این موج در خلاف جهت محور x در حال انتشار است.

ت) بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه M در حال کاهش است.



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۷) تندی نور در خلأ c را می‌توان برحسب دو کمیت فیزیکی دیگر از رابطه‌ی $c=\frac{۱}{\sqrt{\varepsilon_۰.\mu_۰}}$ محاسبه کرد. اگر یکای کمیت $\varepsilon_۰$ برابر با $\frac{A^۲.s^۲}{N.m^۲}$ باشد، یکای کمیت $\mu_۰$ در SI کدام است؟

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

۳۸) اگر $\varepsilon_۰$ ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و $\mu_۰$ ثابت تراوایی مغناطیسی خلأ باشد، برای موج الکترومغناطیسی که در خلأ با بسامد f منتشر می‌شود، حاصل عبارت $\varepsilon_۰.\mu_۰.f^۲$ برابر با کدام گزینه است؟

۱) طول موج ۲) مجذور طول موج ۳) عکس طول موج ۴) مجذور عکس طول موج

۳۹) طول یک آنتن قدیمی ۴ برابر طول موج دریافتی آن است. اگر طول چنین آنتنی که در هوا قرار دارد برابر ۸ cm باشد، بسامدی که این گوشی با آن کار می‌کند چند گیگاهرتز است؟ ($C = ۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$ سرعت صوت در هوا و خلأ)

۱) ۳/۷۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۶۰

۴۰) چند گزینه درباره‌ی موج نادرست است؟

الف) امواج S و P دو نوع از امواج لرزه‌ای هستند که معمولاً سرعت موج طولی P از موج عرضی S بیشتر است.

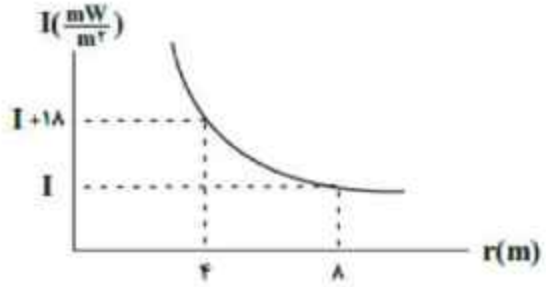
ب) در طیف امواج الکترومغناطیس بسامد مربوط به طیف ELF از پرتوهای فرابنفش بیشتر است.

پ) ماکسول نشان داد که تندی امواج الکترومغناطیس در خلاء از رابطه‌ی $C = \frac{۱}{\sqrt{\varepsilon_{۰}.\mu_{۰}}}$ به‌دست می‌آید.

ت) تندی انتشار موج عرضی در سیم کشیده شده‌ی گیتار به جرم m و طول L از رابطه‌ی $\sqrt{\frac{F.L}{m}}$ به‌دست می‌آید.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۱) در شکل مقابل نمودار شدت صوت یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای برحسب فاصله از آن رسم شده است. اگر اتلاف انرژی وجود نداشته باشد، مقدار I چند کیلووات بر متر مربع است؟



۱) ۶ ۲) ۱۸ ۳) ۱۸×۱۰^{-۶} ۴) ۶×۱۰^{-۶}

۴۲) در فاصله‌ی ۵۰ متری از یک بلندگو (اسپیکر) تراز شدت صوت ۵۷ دسی‌بل است. توان صوتی این بلندگو چند میلی‌وات است؟ (از جذب انرژی صوتی، چشم‌پوشی می‌شود، $I_{۰} = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^{۲}}$، $\pi \approx ۳, \text{Log}\,۲ = ۰/۳$)

۱) ۱/۵ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۱۵

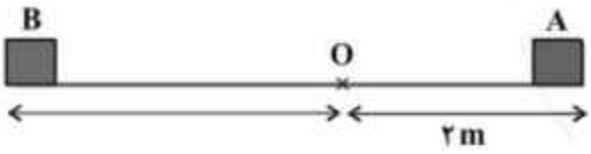
۴۳) اگر تراز شدت صوت A، ۱۱/۵ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت B باشد، در آن مکان، شدت صوت A چند برابر شدت صوت B است؟ ($\text{Log}\,۲ = ۰/۳$)

۱) $\sqrt{۲۳}$ ۲) $۱۰\sqrt{۲۳}$ ۳) $۱۰\sqrt{۲}$ ۴) $۱۰\sqrt{۳}$

۴۴) شخصی در فاصلهٔ مشخصی از یک چشمهٔ صورت قرار دارد. تراز شدت صوتی که به گوش او می‌رسد، برابر ۲۵ دسی‌بل است. اگر فاصلهٔ شخص از چشمهٔ صوت، ۸۰ درصد کاهش یابد، تراز شدت صوتی که می‌شنود چند دسی‌بل خواهد شد؟ ($\text{Log}\,۲ = ۰/۳$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.)

۱) ۱۱ ۲) ۱۹ ۳) ۳۱ ۴) ۳۹

۴۵ بر روی محور x، دو فرستنده‌ی صوتی A، B و یک گیرنده‌ی صوتی O، قرار گرفته‌اند و فرستنده‌ها در حال ارسال موج‌های صوتی با بسامد و دامنه‌ی یکسان می‌باشند. در صورتی که تراز شدت صوت دریافتی O از فرستنده‌ی A، ۱۴ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت دریافتی از فرستنده‌ی B باشد، فاصله‌ی A تا B چند متر است؟ ($\text{Log}\ ۲ = ۰/۳$ و اتلاف انرژی نداریم.)



۱) ۱۲ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۶

۴۶ فاصلهٔ شنونده‌ای از یک چشمهٔ صوتی ساکن چند درصد و چگونه تغییر کند تا تراز شدت صوتی که می‌شنود از $۵۱\,\text{dB}$ به $۶۹\,\text{dB}$ برسد؟ (اتلاف انرژی نداریم و $\text{Log}\ ۲ = ۰/۳$)

۱) ۸۷/۵، افزایش ۲) ۳۷/۵، افزایش ۳) ۸۷/۵، کاهش ۴) ۳۷/۵، کاهش

۴۷ اگر به یک منبع صوت ۴۹ متر نزدیک شویم، تراز شدت صوت $۳۴\,\text{dB}$ افزایش می‌یابد. در این مکان جدید شدت صوت چند برابر شدت صوت در ۱۰ متری منبع است؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر می‌شود و $\text{Log}\ ۲ = ۰/۳$ و دامنه ثابت فرض می‌شود.)

۱) ۱۰۰ ۲) ۷ ۳) ۱۰ ۴) ۱

۴۸ توان متوسط یک بلندگو $۶۰۰\,\text{mW}$ است. شخصی در فاصله‌ی ۱۰ متری از این بلندگو قرار دارد. اگر ۷۵ درصد از توان بلندگو توسط محیط جذب شود، تراز شدت صوتی که شخص می‌شنود، چند دسی‌بل می‌شود؟

$$(\text{Log}\ ۵ = ۰/۷, I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}, \pi \approx ۳)$$

۱) ۸۷ ۲) ۸۱ ۳) ۷۷ ۴) ۷۱

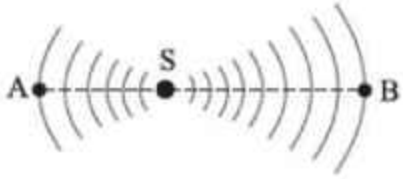
۴۹ اگر دامنه‌ی یک منبع صوت را ۵ برابر و فاصله‌ی شنونده از آن را دو برابر کنیم، تراز شدت صوت چند دسی‌بل تغییر می‌کند؟ ($\text{Log}\ ۲ = ۰/۳$ و از جذب انرژی صوتی در محیط صرف‌نظر کنید)

۱) +۸ ۲) -۸ ۳) +۶/۲۵ ۴) −۶/۲۵

۵۰ تراز شدت صوت حاصل از چشمه‌ی صوت A در فاصله‌ی d از آن به اندازه‌ی ۹ دسی‌بل از تراز شدت صوت حاصل از چشمه‌ی صوت B در فاصله‌ی ۲d از آن کم‌تر است. بسامد تولیدی چشمه‌ی صوت B چند برابر بسامد تولیدی چشمه‌ی صوت A است؟ ($\text{Log}\ ۲ = ۰/۳$)

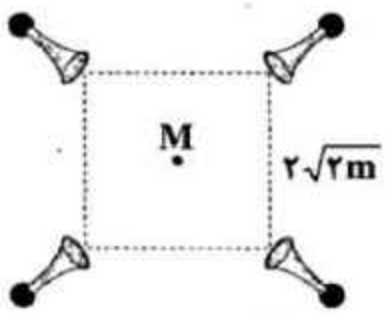
۱) ۴ ۲) ۸ ۳) $۴\sqrt{۲}$ ۴) ۳۲

۵۱ در شکل زیر، امواج صوتی حاصل از چشمهٔ S بعد از $۰/۳s$ به نقطهٔ A و بعد از $۰/۶s$ به نقطهٔ B می‌رسد. اگر اختلاف تراز شدت صوت در دو نقطهٔ A و B برابر ۳۰ دسی‌بل باشد، توان صوت روی جبههٔ موج در نقطهٔ A چند برابر توان صوت روی جبههٔ موج در نقطهٔ B است؟



۱) ۱۰۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۱۵۰۰

۵۲ تراز شدت صوت حاصل از یک بوق در فاصله‌ی ۱ متری از آن برابر با $۳۰\,\mathrm{dB}$ است. اگر چهار عدد از این بوق‌ها مطابق شکل زیر در چهار رأس مربعی به طول ضلع $۲\sqrt{۲}m$ قرار گیرند، تراز شدت صوت حاصل از آن‌ها در نقطه‌ی M (مرکز مربع) چند دسی‌بل می‌شود؟
($\mathrm{Log}\,۲ = ۰/۳$ و از جذب انرژی صوتی در محیط صرف‌نظر کنید.)



۱) ۳۰ ۲) ۳۶ ۳) ۱۲۰ ۴) ۹۶

۵۳ اتومبیلی با سرعت ثابت به سمت یک صخرهٔ قائم در حال حرکت است. وقتی فاصلهٔ اتومبیل از صخره ۶۱۰ متر است، راننده صدای بوق اتومبیل را به صدا درآورده و پس از ۴ ثانیه، صدای بازتاب صوت از صخره را می‌شنود. سرعت اتومبیل چند $\frac{\mathrm{km}}{h}$ بوده است؟ (سرعت صوت در هوا $۳۰۰\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۵۴ ۲) ۱۸ ۳) ۷۲ ۴) ۳۶

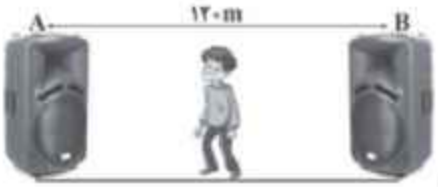
۵۴ شخصی بین دو صخره‌ی قائم ایستاده است و فاصله‌ی او از صخره‌ی نزدیک‌تر $۳۶۰m$ است. شخص فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از $۲/۲۵s$ و صدای پژواک دوم را $۰/۷۵$ ثانیه بعد از پژواک اول می‌شنود، شخص چند متر جابه‌جا شود تا در صورتی‌که فریاد بزند صدای پژواک خود را از دو صخره هم‌زمان بشنود؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۴۰

۵۵ مطابق شکل مقابل، صدای حاصل از یک چشمه‌ی صوت توسط دو شخص A و B شنیده می‌شود. اگر فاصله‌ی شنونده‌ی B تا چشمه‌ی صوت دو برابر فاصله‌ی شنونده‌ی A تا چشمه‌ی صوت باشد و مساحت پرده‌ی گوش شنونده‌ی A دو برابر مساحت پرده‌ی گوش شنونده‌ی B باشد، انرژی که در هر ثانیه به گوش شنونده‌ی B می‌رسد، چند برابر انرژی است که در هر ثانیه به گوش شنونده‌ی A خواهد رسید؟ (سطح پرده‌ی گوش بر راستای انتشار صوت عمود است و از جذب انرژی صوتی در محیط صرف‌نظر کنید.)

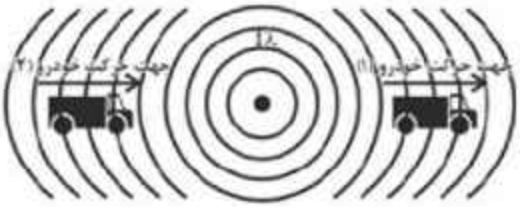
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۸}$

۵۶ مطابق شکل مقابل، دو بلندگو که صداهای یکسانی تولید می‌کنند در فاصله‌ی ۱۲۰ متری یک‌دیگر قرار گرفته‌اند و شخص بین آن‌ها ایستاده است. اگر تراز شدت صوتی که شخص از بلندگوی A احساس می‌کند، $6\,dB$ بیشتر از تراز شدت صوت دریافتی از بلندگوی B باشد، فاصله‌ی شخص تا بلندگوی B چند متر است؟ ($Log\ 2 = 0/3$ و $Log\ 3 = 0/5$ از جذب انرژی صوتی در محیط صرف‌نظر کنید.)



۱) ۷۰ ۲) ۸۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۰۰

۵۷ در شکل زیر خودرو ۱ از چشمه‌ی صوت ساکن دور و خودرو ۲ به آن نزدیک می‌شود، اگر طول موج و بسامد دریافتی توسط خودرو ۱ را با λ_1 و f_1 و طول موج و بسامد دریافتی توسط خودرو ۲ را با λ_2 و f_2 نشان دهیم کدام گزینه صحیح است؟



۱) $f_2 < f_1, \lambda_1 < \lambda_2$ ۲) $f_2 < f_1, \lambda_1 > \lambda_2$ ۳) $f_2 > f_1, \lambda_1 > \lambda_2$ ۴) $f_2 > f_1, \lambda_1 < \lambda_2$

۵۸ شکل زیر جهت‌های حرکت یک چشمهٔ صوتی و یک ناظر (شنونده) را در دو وضعیت مختلف نشان می‌دهد. در کدام وضعیت طول‌موجی که ناظر دریافت می‌کند، کمتر از طول‌موجی است که چشمه به طرف او گسیل می‌کند؟

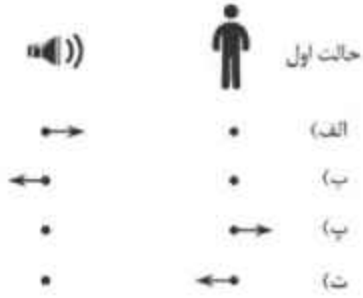
۱) فقط (الف) ۲) فقط (ب)

(الف) ناظر (شنونده) چشمه

۳) هر دو ۴) هیچکدام

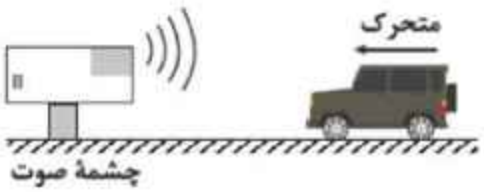
(ب) ناظر (شنونده) چشمه

۵۹ شکل زیر جهت‌های حرکت یک چشمه‌ی صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد. چند مورد از بسامد و طول موج‌هایی که ناظر در حالت‌های دیگر می‌شنود، در مقایسه با حالت اول (به‌ترتیب از راست به چپ) بزرگ‌تر است؟



۱) ۲، ۱ ۲) ۱، ۱ ۳) ۲، ۲ ۴) ۱، ۲

۶۰ مطابق شکل مقابل، چشمهٔ صوت ساکن امواج صوتی با طول موج $۱/۵\ \text{cm}$ را در یک محیط منتشر می‌کند و رانندهٔ اتومبیل این امواج را احساس می‌کند. اگر تندی انتشار صوت در محیط $۳۰۰\ \frac{m}{s}$ و اتومبیل با شتاب و به صورت تندشونده به چشمهٔ صوت نزدیک شود، با کاهش فاصلهٔ اتومبیل از چشمهٔ صوت، کدام گزینه در مورد این راننده درست است؟



۱ ارتفاع و بلندی صوت دریافتی توسط راننده پیوسته کاهش می‌یابد.

۲ بلندی صوت پیوسته افزایش می‌یابد و ارتفاع صوت ثابت می‌ماند.

۳ احتمال شنیده شدن صوت توسط راننده پیوسته کاهش می‌یابد.

۴ تجمع جبهه‌های موج افزایش می‌یابد.

۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. امواج مکانیکی مانند امواج صوتی برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند. در حالی که امواج الکترومغناطیسی مانند سایر گزینه‌ها به محیط مادی نیاز ندارند و در خلأ منتشر می‌شوند.

۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. موج‌ها عموماً به دو دستهٔ موج‌های مکانیکی و موج‌های الکترومغناطیسی تقسیم‌بندی می‌شوند.

۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. شعاع دایرهٔ بزرگ برابر ۳x است و x فاصلهٔ دو قلهٔ متوالی یا همان طول موج است. پس داریم:

$$۳x = ۱۸\text{cm} \Rightarrow x = ۶\ \text{cm}$$
$$\lambda = x = ۶\ \text{cm}$$

هم‌چنین با استفاده از ω (بسامد زاویه‌ای)، دورهٔ تناوب موج را به‌دست می‌آوریم:

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

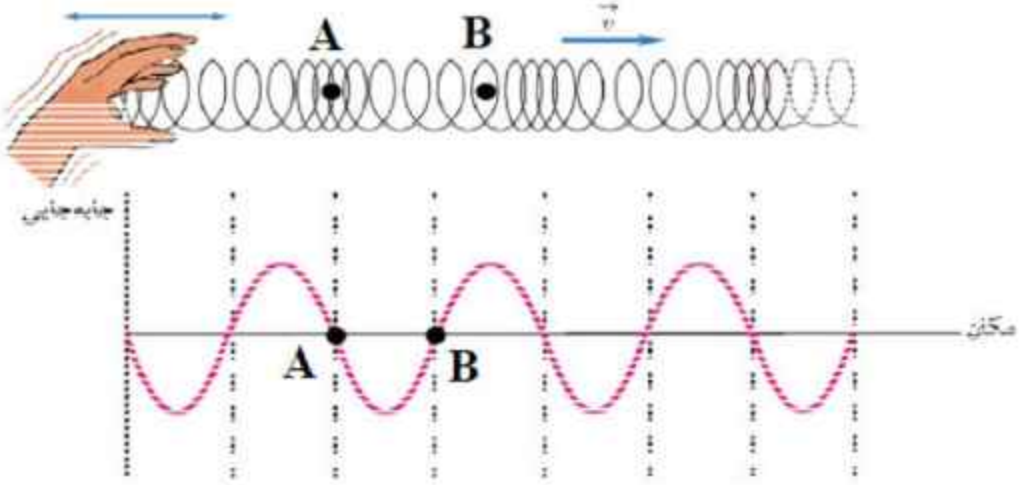
طبق رابطهٔ $v = \frac{\lambda}{T}$، تندی انتشار موج برابر است با:

$$v = \frac{۶}{۲} = ۳\frac{\text{cm}}{s} = ۰/۰۳\frac{m}{s}$$

۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. صوت در هوا به صورت طولی منتشر می‌شود. در هنگام انتشار صوت، ذرات محیط (مولکول‌های هوا) فقط در جای خود می‌لرزند (ارتعاش) و حرکت انتقالی ندارند.

۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. 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.

۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در موج طولی راستای ارتعاش ذرات و راستای انتشار موج در یک امتداد است. در موارد ب و پ این حالت وجود دارد. در حالت پ هر دو در راستای y و در حالت ب هر دو (راستای ارتعاش و راستای انتشار) در راستای x قرار دارد.

برای راستای انتشار از یک طرف محیط (این‌جا فنر) به طرف دیگر حرکت می‌کنیم.

برای راستای ارتعاش به نوسان چشمه (این‌جا دیاپازون) توجه می‌کنیم.

۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۱۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

در انتشار موج عرضی، مسافتی که هر ذره از محیط انتشار موج می‌پیماید برابر $۴A$ است، بنابراین دامنهٔ موج را حساب می‌کنیم:

$$۴A - ۸cm \Rightarrow A = ۲\ cm$$

از رابطهٔ تندی انتشار موج یعنی $v = \lambda f$ و بیشینهٔ تندی ذرهٔ نوسانگر ساده یعنی $v_m = A\omega$ استفاده می‌کنیم و نسبت موردنظر را می‌نویسیم:

$$\frac{v_m}{v} = \frac{A\omega}{\lambda f} \xrightarrow{\omega = ۲\pi f} \frac{v_m}{v} = \frac{A \times ۲\pi f}{\lambda f} \Rightarrow \frac{v_m}{v} = \frac{۲\pi A}{\lambda}$$

و در نهایت با جایگذاری داده‌ها داریم:

$$\frac{v_m}{v} = \frac{۲\pi \times ۲}{۲۰} = \frac{\pi}{۵}$$

۱۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی برابر با طول موج است.

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

بنابراین چون بسامد ثابت است، داریم:

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{v_{\text{کم عمق}}}{v_{\text{عمیق}}} = \frac{\lambda_{\text{کم عمق}}}{\lambda_{\text{عمیق}}} \Rightarrow ۰/۴ = \frac{\lambda_{\text{کم عمق}}}{۰/۱} \Rightarrow \lambda_{\text{کم عمق}} = ۰/۰۴m = ۴\ cm$$

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

یعنی طول موج در عبور از ناحیه عمیق به ناحیهٔ کم‌عمق $۶cm$ کاهش می یابد.

۱۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} \Rightarrow \Delta t = \Delta x \left| \frac{۱}{vT} - \frac{۱}{vL} \right|$$

$$\Rightarrow \Delta t = \left| \frac{v_L - v_T}{v_L v_T} \right| \Delta x \xrightarrow{v_L > v_T} \frac{۴}{۱۰} \times ۱۰^{-۳} = \left(\frac{v_L - ۲/۵}{v_L(۲/۵)} \right) \times ۲ \times ۱۰^{-۳}$$

$$\frac{v_L - ۲/۵}{۲/۵ v_L} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۴}}{۲ \times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow \frac{v_L - ۲/۵}{۲/۵ vL} = \frac{۲}{۱۰}$$

$$۱۰vL - ۲۵ = ۵۷L \Rightarrow ۵۷L = ۲۵ \Rightarrow v_L = ۵\frac{m}{s}$$

۱۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از رابطهٔ فیثاغورس، فاصلهٔ ایستگاه رادیویی B از گیرندهٔ P را به دست می‌آوریم:

$$PB = \sqrt{AP^{۲} + AB^{۲}} \xrightarrow[AB=۸۰\,km]{AP=۶۰\,km} PB = \sqrt{۶۰^{۲} + ۸۰^{۲}} \Rightarrow PB = ۱۰۰\,km$$

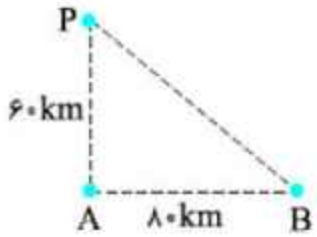
اکنون با استفاده از رابطهٔ $\Delta t = \frac{\Delta x}{c}$ اختلاف زمانی‌که گیرندهٔ P دو سیگنال را دریافت می‌کند، حساب می‌کنیم. دقت کنید، چون $PB > PA$ است، با توجه به ثابت بودن تندی انتشار موج، $t_B > t_A$ می‌باشد:

$$c = ۳\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}$$

$$\Delta t = t_B - t_A \xrightarrow{\Delta t = \frac{\Delta x}{c}} \Delta t = \frac{x_B}{c} - \frac{x_A}{c} = \frac{x_B - x_A}{c}$$

$$\Delta t = t_B - t_A \xrightarrow{t=\frac{x}{c}} \Delta t = \frac{x_B}{c} - \frac{x_A}{c} = \frac{x_B - x_A}{c} \xrightarrow[x_A = ۴۰\,km = ۴۰\times۱۰^{۳} = ۴\times۱۰^{۴}\,m]{x_B = ۱۰۰\,km - ۱۰۰\times۱۰^{۳} - ۱۰\times۱۰^{۴}\,m}$$

$$\Delta t = \frac{۱۰\times۱۰^{-۴} - ۶\times۱۰^{۴}}{۳\times۱۰^{۸}} = \frac{۴\times۱۰^{۴}}{۳\times۱۰^{۸}} \Rightarrow \Delta t = \frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۴}\,s$$



۱۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\text{حجم} = \pi r^{۲}\times L = \pi(۰/۴\times۱۰^{-۳}\,m)^{۲}\times۱ = ۰/۱۶\pi\times۱۰^{-۶}\,m^{۳} = ۰/۴۸\times۱۰^{-۶}\,m^{۳}$$

$$\text{جرم واحد طول} = ۰/۱۶\pi\times۱۰^{-۶}\,m^{۲}\times۸\times۱۰^{۳}\,\frac{kg}{m^{۳}} = ۱/۲۸\pi\times۱۰^{-۳}\,\frac{kg}{m} = ۳/۸۴\times۱۰^{-۳}\,\frac{kg}{m}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۱\times۱۰^{۳}}{۳/۸۴\times۱۰^{-۳}}} = ۱۰^{۳}\sqrt{\frac{۱}{۳/۸۴}}\,\frac{m}{s}$$

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{۱۰^{۳}\sqrt{\frac{۱}{۳/۸۴}}}{۲۵۰} = ۴\sqrt{\frac{۱۰۰}{۳۸۴}} = ۴۰\sqrt{\frac{۱}{۳۸۴}} = \frac{۴۰}{\sqrt{۳۸۴}}$$

۱۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

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

$$\Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B}}\times\sqrt{\frac{L_A}{L_B}}\times\sqrt{\frac{m_B}{m_A}} \xrightarrow[F_B=۸F_A,\,L_B=۲L_A]{m_A=m_B} \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{۱}{۱۶}} = \frac{۱}{۴}$$

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

۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فاصله‌ی دو گره‌ی متوالی $\frac{\lambda}{۲}$ است.

$$\frac{\lambda}{۲}=۲۰\Rightarrow\lambda=۴۰\text{cm}=۰/۴m$$

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{۳۱۲}{۷/۸\times۱۰^{۳}\times۱۰^{-۴}}}=\sqrt{۴\times۱۰^{۴}}=۲۰۰\frac{m}{s}$$

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۲۰۰}{۰/۴}=۵۰۰\,\text{Hz}$$

۱۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای محاسبهٔ v_{max} باید A و ω معلوم باشند. بنابراین ابتدا v و سپس T را می‌یابیم. با داشتن ρ، D و F، تندی انتشار موج در تار مرتعش به صورت زیر به دست می‌آید:

$$v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\xrightarrow[D=۴\text{mm}=۴\times۱۰^{-۳}m,F=۲۰۰N]{\rho=۵\frac{g}{cm^{۳}}=۵\times۱۰^{۳}\frac{kg}{m^{۳}}}v=\frac{۲}{۴\times۱۰^{-۳}}\sqrt{\frac{۲۰۰}{۵\times۱۰^{۳}\pi}}$$

$$=\frac{۲۰۰۰}{۴}\sqrt{\frac{۴\times۱۰^{-۲}}{\pi}}=\frac{۴۰۰}{۴\sqrt{\pi}}\Rightarrow v=\frac{۱۰۰}{\sqrt{\pi}}\frac{m}{s}$$

اکنون، با داشتن λ و v، می‌توان T و به دنبال آن ω را به دست آورد.

$$T=\frac{\lambda}{v}\xrightarrow[v=\frac{۱۰۰}{\sqrt{\pi}}\frac{m}{s}]{\lambda=۲۰\text{cm}=۰/۲m}T=\frac{۰/۲}{\frac{۱۰۰}{\sqrt{\pi}}}\Rightarrow T=\frac{\sqrt{\pi}}{۵۰۰}s$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{\frac{\sqrt{\pi}}{۵۰۰}}\Rightarrow\omega=۱۰۰۰\sqrt{\pi}\frac{m}{s}$$

در نهایت، v_{max} برابر است با:

$$v_{max}=A\omega\xrightarrow{A=۵\text{mm}=۵\times۱۰^{-۳}m}v_{max}=۵\times۱۰^{-۳}\times۱۰۰۰\sqrt{\pi}\Rightarrow v_{max}=۵\sqrt{\pi}\frac{m}{s}$$

۱۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

درستی گزینه «۱»:
$$\frac{V_۲}{V_۱}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}=\sqrt{\frac{F_۱+\frac{۲۱}{۱۰۰}F_۱}{F_۱}}=\frac{۱۱}{۱۰}$$

درستی گزینه «۲»: سرعت انتشار موج به بسامد چشمه بستگی ندارد.

درستی گزینه «۳»:
$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F.L}{P^{V}}}-\sqrt{\frac{F}{P^{A}}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\text{p}\pi}}$$

درستی گزینه «۴»:

در قسمت بالایی کنش بیش‌تر است. پس سرعت انتشار بیش‌تر است. طبق $\lambda=T.V$ چون بسامد و دوره همه جا برابر است، پس طول موج در بالا بیش‌تر است.

۱۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که بسامد موج تابع شرایط چشمه‌ی موج است و به شرایط محیط انتشار موج بستگی ندارد، با عبورموج از طناب نازک به طناب ضخیم بسامد موج ثابت می‌ماند و داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f \text{ ثابت است}} \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \xrightarrow{v_۱ = \frac{۸۰}{۱۰۰} v_۱} \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۸}{۱۰} = \frac{۴}{۵}$$

۲۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

با عبور موج از قسمت نازک به قسمت ضخیم، چون سرعت انتشار در این دو قسمت با هم متفاوت است، طول موج ایجاد شده تغییر می‌کند. اما بسامد ثابت می‌ماند:

$$\lambda \propto v$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}} \Bigg\} \rightarrow \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{v_۱}{v_۲} = \frac{D_۲}{D_۱} = ۴$$

۲۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا نسبت سرعت A به B را به دست می‌آوریم:

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B} \times \frac{\mu_B}{\mu_A}} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B} \times \frac{\rho_B D_B^{۲}}{\rho_A D_A^{۲}}} = \sqrt{۱ \times ۱ \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{۲}} = \frac{۱}{۲}$$

از طرفی F به منبع بستگی دارد و تغییر نمی‌کند $(f_A = f_B)$

$$\lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{f_B}{f_A} = \frac{۱}{۲} \times ۱ = \frac{۱}{۲}$$

۲۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\lambda_A = ۳۰\ \text{cm} \quad \lambda_B = ۴۰\ \text{cm} \qquad \lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow f_A = \frac{۴}{۳} f_B$$

$$\left.\begin{array}{l} f_A - f_B = \frac{۱}{۴} f_B \\ f_B = \frac{V}{\lambda_B} = \frac{۳۰}{۴۰ \times ۱۰^{-۲}} = \frac{۳۰۰}{۴} \end{array}\right\} \Rightarrow f_A - f_B = ۲۵\text{Hz} \Rightarrow ۲۰ \times (f_A - f_B)$$

$= ۲۰ \times ۲۵ = ۵۰۰$ موج A در هر ۲۰ ثانیه ۵۰۰ نوسان بیش‌تر انجام می‌دهد.

۲۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

با توجه به شکل موج‌ها:

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

چون موج‌ها در یک طناب منتشر می‌شوند پس $v_A = v_B$ است.

$$f_A = \frac{۳}{۲} f_B, A_A = ۲A_B$$

$$\frac{\bar{P}_A}{\bar{P}_B} = \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^{۲} \times \left(\frac{f_A}{f_B}\right)^{۲} = (۲)^{۲} \times \left(\frac{۳}{۲}\right)^{۲} = ۹$$

۲۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا توجه شود که چگالی خطی باید برحسب $\frac{kg}{m}$ باشد. بنابراین چگالی خطی ریسمان $۴۰\times۱۰^{-۳}\frac{kg}{m}$ می‌باشد. برای تندی موج عرضی منتشر شده در ریسمان داریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۱۶}{۴۰\times۱۰^{-۳}}}=\sqrt{۴\times۱۰^{۲}}=۲۰\frac{m}{s}$$

با توجه به این‌که $\frac{\lambda}{۲}=\frac{۱}{۱۰}m$ است، بنابراین $\lambda=۰/۲m$ می‌باشد.

$$\lambda=vT\Rightarrow ۰/۲=۲۰T\Rightarrow T=۰/۰۱s$$

$$۵ms=۵\times۱۰^{-۳}s=\frac{۵}{۱۰۰۰}s=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

بنابراین در مدت ۵ ms (یعنی نصف دوره) هریک از ذرات ریسمان، به اندازه‌ی $۲A$ یعنی ($۲\times۴=۸\,cm$) مسافت طی می‌کنند.

۲۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا باید محاسبه کنیم که موج در چه مدتی فاصله‌ی $۲/۷m$ را می‌تواند طی کند:

$$x=vt\Rightarrow ۲/۷=۱۵t\Rightarrow t=۰/۱۸s$$

حالا با توجه به مشخصات موج، دوره‌ی آن‌را به دست می‌آوریم:

$$۱۱۲/۵=\frac{۵}{۴}\lambda\Rightarrow\lambda=۹۰cm=۰/۹m$$

$$v=\frac{\lambda}{T}\Rightarrow ۱۵=\frac{۰/۹}{T}\Rightarrow T=۰/۰۶s$$

$$n=\frac{t}{T}\Rightarrow \text{تعداد نوسان کامل ذرات موج}=\frac{۰/۱۸}{۰/۰۶}=۳$$

بنابراین ذره‌ی A طی این مدت، ۳ رفت و برگشت کامل را طی می‌کند. مسافتی که در هر دوره می‌پیماید برابر است با:

$$A=۶cm\Rightarrow ۴A=۲۴\,cm$$

بنابراین:

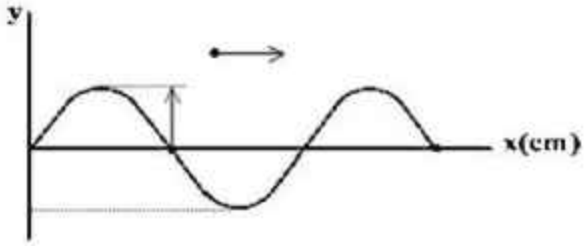
$$\text{کل مسافت}: L=۳\times۲۴=۷۲cm\Rightarrow s_{av}=\frac{L}{t}=\frac{۷۲}{۰/۱۸}=۴۰۰\frac{cm}{s}$$

۲۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} \frac{۳}{۲}\lambda = ۱۵ \Rightarrow \lambda = ۱۰\,\text{cm} \\ \lambda = TV \Rightarrow T = \frac{۱۰}{۲۰} = ۰/۵s \end{cases}$$

$$\Delta t = \left(t_۱ + \frac{۹}{۴}\right) - t_۱ = \frac{۹}{۴}s$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۹}{۴}}{\frac{۱}{۲}} \Rightarrow \Delta t = \frac{۹T}{۲} = ۴T + \frac{T}{۲}$$

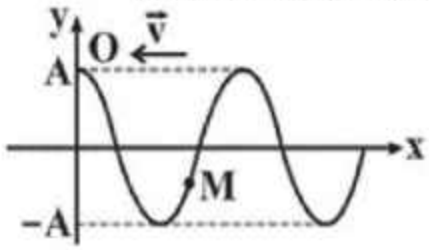


نقطه‌ی M در حال حرکت به بالا است.

در هر دوره نوسانگر ۲ بار تغییر جهت می‌دهد بنابراین تعداد تغییر جهت در مدت زمان $\frac{۹T}{۲}s$ برابر است با:

$$۴(۲) + ۱ = ۹$$

۲۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

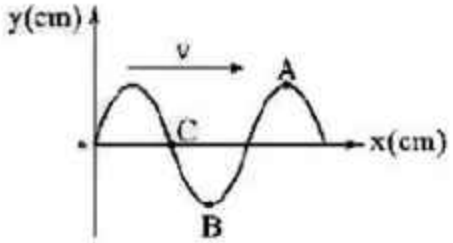


با توجه به این‌که سوی انتشار موج از راست به چپ است، بنابراین نقطهٔ M به بالا حرکت می‌کند. در مدت $\frac{T}{۴}$ این ذره از وضع تعادل $(y = ۰)$ عبور می‌کند ولی به بالاترین نقطه $(y = +A)$ نمی‌رسد. بنابراین حرکت آن در ابتدا تندشونده و سپس کندشونده است. زیرا ابتدا به مرکز نوسان نزدیک شده و سپس از آن دور می‌شود.

۲۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{5\lambda}{4} = 50\,\text{cm} \Rightarrow \lambda = 40\,\text{cm} = 0/4\,m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0/4 = 0/05 \times T \Rightarrow T = 8\text{s}$$



فاصله‌ی افقی ذره‌ی A از نقطه‌ی B برابر با $\frac{\lambda}{2}$ و فاصله‌ی آن از نقطه‌ی C برابر با $\frac{3\lambda}{4}$ است، در نتیجه پس از گذشت زمان $\frac{T}{2}$ از نظر عمودی به موقعیت نقطه‌ی B $(x = -10\ \text{cm})$ و پس از گذشت مدت زمان $\frac{3T}{4}$ به موقعیت نقطه‌ی C $(x = 0)$ می‌رسد، لذا داریم:

$$\begin{cases} B = \frac{T}{2} = \frac{8}{2} = 4\text{s} \\ C = \frac{3T}{4} = \frac{2\times 8}{4} = 6 \end{cases}$$

در نتیجه در لحظه‌ی $t = 5\text{s}$، موقعیت قائم ذره‌ی A، بین نقاط B و C است و با توجه به جهت انتشار موج، این ذره به سمت بالاحرکت می‌کند.

$$|v_{max}| = A\omega = A \times \frac{2\pi}{T} = 0/1 \times \frac{2\times 3}{8} = \frac{3}{40}\,\frac{m}{s}$$

۲۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\mu = 500\,\frac{g}{m} = \frac{1}{2}\,\frac{\text{kg}}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{200}{\left(\frac{1}{2}\right)}} = \sqrt{400} = 20\,\frac{m}{s}$$

$$\text{شکل} \Rightarrow 3\frac{\lambda}{2} = 30\text{cm} \Rightarrow \lambda = 20\text{cm} = 0/2m$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{20}{0/2} = 100\,\text{Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 200\pi \Rightarrow \Delta\theta = \omega t = 200\pi \times \frac{1}{240} = \frac{5\pi}{6}$$

نقطه M ابتدا در نقطهٔ تعادل بوده و به طرف مثبت در حال حرکت است. با طی کمان $\frac{5\pi}{6}$، این نقطه در $+\frac{1}{2}x_{max}$ یعنی در مکان $x = +5\,\text{cm}$ قرار می‌گیرد:

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\frac{5}{100}m}{\frac{1}{240}s} = 12\,\frac{m}{s}$$

۳۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

با توجه به شکل، دامنهٔ نوسان برابر ۵ cm و $\frac{5\lambda}{4} = 25\,\text{cm}$ است. بنابراین، ابتدا با محاسبهٔ λ، دورهٔ تناوب را می‌یابیم:

$$\frac{5\lambda}{4} = 25 \Rightarrow \lambda = 20\text{cm} = 0/2m$$

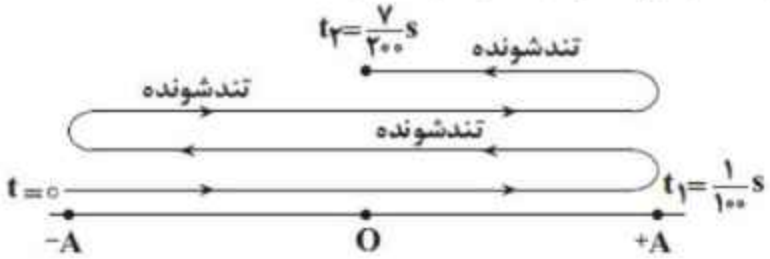
$$T = \frac{\lambda}{v} \xrightarrow[\lambda=0/2m]{v=10\frac{m}{s}} T = \frac{0/2}{10} = 0/02s \Rightarrow \frac{t_1}{T} = \frac{\frac{1}{100}}{\frac{2}{100}} \Rightarrow \frac{t_1}{T} = \frac{1}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{T}{2}$$

چون ذرهٔ M در لحظهٔ $t = 0$ در نقطهٔ $-A$ قرار دارد و جهت حرکت آن به سمت نقطهٔ 0 است، در لحظهٔ $t_1 = \frac{T}{2}$ به اندازهٔ $2A$ بالا می‌رود و به نقطهٔ $+A$ می‌رسد. بنابراین برای این‌که بدانیم در بازهٔ زمانی $t_1 = \frac{1}{100}s$ تا $t_2 = \frac{7}{200}s$، چند ثانیه حرکت ذرهٔ M تندشونده است، باید ابتدا مشخص کنیم این بازهٔ زمانی چه کسری از T است و سپس مکان ذره را در لحظه $\frac{7}{200}s$ مشخص کنیم:

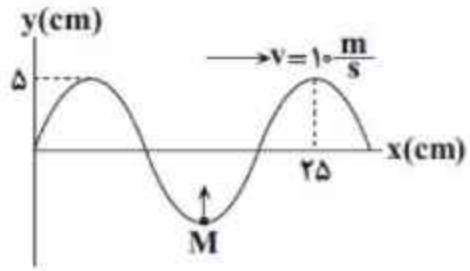
$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{7}{200} - \frac{1}{100} = \frac{5}{200} = \frac{1}{40}s$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{40}}{\frac{2}{100}} = \frac{5}{4} \Rightarrow \Delta t = T + \frac{T}{4}$$

چون $\Delta t = T + \frac{T}{4}$ است و نقطهٔ M از نقطهٔ $-A$ شروع به حرکت نموده، بنابراین این ذره بعد از یک دورهٔ تناوب (T) به نقطهٔ $-A$ برمی‌گردد و $\frac{T}{4}$ ثانیه بعد از آن به نقطهٔ تعادل (نقطهٔ 0) می‌رسد. بنابراین، اگر مسیر حرکت این ذره را مطابق شکل زیر رسم کنیم، می‌بینیم، این ذره به مدت $\Delta t' = 3\frac{T}{4}$ به صورت تندشونده در حال حرکت بوده است. دقت کنید، در لحظه‌هایی که ذرهٔ نوسانگر به نقطهٔ تعادل (نقطهٔ 0) نزدیک می‌شود، حرکتش تندشونده است.



$$\Delta t' = \frac{3T}{4} = 3 \times \frac{0/02}{4}$$
$$\Rightarrow \Delta t' = \frac{3}{200}s$$



۳۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\mu = ۲۵۰\frac{g}{m} = \frac{۱}{۴}\frac{\text{kg}}{m}$$

$$\left.\begin{array}{l} V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۱۰۰}{\left(\frac{۱}{۴}\right)}} = ۲۰\frac{m}{s} \\ \frac{۵\lambda}{۴} = ۲۵\text{cm} \Rightarrow \lambda = ۲۰\text{ cm} \end{array}\right\} \Rightarrow f = \frac{V}{\lambda} = \frac{۲۰}{۰/۲} = ۱۰۰\,\text{Hz}$$

$$T = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۱۰۰}S \Rightarrow \omega = ۲\pi f = ۲۰۰\pi\frac{\text{Rad}}{s} \Rightarrow V_{\max} = A.\omega \cong \frac{۲}{۱۰۰}\times ۲۰۰\times ۳ \cong ۱۲\frac{m}{s}$$

این یعنی سرعت نقطهٔ M باید حداکثر شود.

هر نقطه از محیط تلاش می‌کند رفتار خود را مانند نقاط قبل از خودش نماید و لذا نقطهٔ M باید به نقطهٔ تعادل رسیده و کمان $\frac{۵\pi}{۶}$ را در زمان $\frac{۵T}{۱۲}$ طی می‌کند.

$$\Delta t = \frac{۵T}{۱۲} = \frac{۵\times\frac{۱}{۱۰۰}}{۱۲} = \frac{۱}{۲۴۰}s$$

۳۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$۳\frac{\lambda}{۲} = ۱۵\text{cm} \Rightarrow \lambda = ۱۰\text{cm}$$

$$V = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{V} = \frac{۰/۱}{۱۰} = ۰/۰۱\text{s}$$

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{۱}{۴۰۰}}{\frac{۱}{۱۰۰}} \Rightarrow t = \frac{T}{۴}$$

زمان طی شده $\frac{۱}{۴}$ دوره است، پس مسافت طی شده توسط ذرهٔ M به اندازهٔ طول یک دامنه یعنی ۲ cm است.

۳۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

ذرهٔ A مطابق شکل پس از گذشت $\frac{۵\text{T}}{۱۲}$ برای اولین‌بار سرعتش بیشینه می‌شود.

$$۵ = \frac{۵\text{T}}{۱۲} \Rightarrow T = ۱۲\text{s}$$

با توجه به موقعیت مکانی نقطهٔ A داریم:

$$\frac{۱۱\lambda}{۱۲} = ۲۲ \Rightarrow \lambda = ۲۴\,\text{cm}$$

از طرفی:

$$\lambda = v\text{T} \Rightarrow ۲۴ = v\times ۱۲ \Rightarrow v = ۰/۰۲\frac{m}{s} = ۲\frac{\text{cm}}{s}$$

۳۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

ابتدا طول موج را حساب می‌کنیم:

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

اکنون دوره‌ی حرکت را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \text{VT} \Rightarrow ۲۰ = ۱۰\text{T} \Rightarrow T = ۲\,\text{s}$$

مشخص می‌کنیم در مدت زمان داده شده، ذره‌ی P چند نوسان انجام می‌دهد:

$$n = \frac{\Delta \text{t}}{T} = \frac{۴}{۲} = ۲$$

در این صورت ذره‌ی P در مدت دو دوره‌ی کامل، چهار ابر تغییر جهت حرکت می‌دهد.

۳۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\lambda}{۲} = ۵ \Rightarrow \begin{cases} \lambda = ۱۰\,\text{cm} \\ V = ۲۰\,\frac{\text{cm}}{s} \end{cases} \Rightarrow V = \lambda \text{T} \Rightarrow T = \frac{۱}{۲} s$$

$$\begin{cases} t = \frac{۱}{۴} \\ T = \frac{۱}{۲} \end{cases} \rightarrow t - \frac{T}{۲} \Rightarrow \text{مسافت } ۱۰\,\text{cm} \text{ به سمت راست می‌رود}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} x_۱ = +۲ \\ x_۲ = -۳ \end{matrix} \Rightarrow \Delta \text{v} = ۶\,\text{cm}$$

$$\Delta \text{t} = \frac{T}{۲} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow V = \frac{۶}{\frac{۱}{۴}} = ۲۴\,\frac{\text{cm}}{s}$$

۳۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طول موج این موج الکترومغناطیس ۲ متر است. به کمک $\lambda = \frac{c}{f}$، بسامد این موج برابر با $۱/۵ \times ۱۰^{۸}\,\text{Hz}$ است. با به‌کارگیری قاعده دست راست، موج در جهت محور x در حال انتشار است. از آن‌جا که در انتشار امواج، هر نقطه رفتار نقاط قبلی خود را تکرار خواهد کرد، پس بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه M در حال افزایش است.

۳۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با به توان ۲ رساندن طرفین رابطه‌ی داده شده، مقدار $\mu_۰$ را برحسب دو کمیت دیگر به دست می‌آوریم:

$$c = \frac{۱}{\sqrt{\varepsilon_۰ \mu_۰}} \xrightarrow{\text{توان ۲}} c^۲ = \frac{۱}{\varepsilon_۰ \mu_۰} \Rightarrow \mu_۰ = \frac{۱}{\varepsilon_۰ c^۲}$$

اکنون با توجه به اصل یکسان بودن یکای کمیت‌های فیزیکی در دو طرف یک تساوی، داریم:

$$[\mu_۰] = \left[\frac{۱}{\varepsilon_۰ c^۲}\right] \Rightarrow [\mu_۰] = \frac{۱}{[\varepsilon_۰][c]^۲} \Rightarrow [\mu_۰] = \frac{۱}{\frac{A^۲ \cdot s^۴}{N \cdot m^۲} \times \left(\frac{m}{s}\right)^۲} \Rightarrow [\mu_۰] = \frac{N}{A^۲}$$

۳۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدام قدار طول موج را برحسب f، $\varepsilon_۰$ و $\mu_۰$ محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{matrix} \lambda = \frac{c}{f} \\ c = \frac{۱}{\sqrt{\varepsilon_۰ \mu_۰}} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \lambda = \frac{۱}{f\sqrt{\varepsilon_۰ \mu_۰}}$$

حال عبارت خواسته شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{۱}{f\sqrt{\varepsilon_۰ \mu_۰}} \Rightarrow \lambda^۲ = \frac{۱}{f^۲ \varepsilon_۰ \mu_۰} \Rightarrow f^۲ \varepsilon_۰ \mu_۰ = \frac{۱}{\lambda^۲}$$

۳۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\lambda = \frac{۱}{۴} l = ۲\,\text{cm} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۲\times ۱۰^{-۲}} = ۱/۵\times ۱۰^{۱۰}\,\text{Hz} = ۱۵\,\text{GHz}$$

۴۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

درستی گزینه‌ی «الف»: امواج اوّلیه‌ی P و ثانویه‌ی S به ترتیب طولی و عرضی هستند و سرعت P بیشتر است.

نادرستی گزینه‌ی «ب»: در طیف امواج الکترومغناطیس کم‌ترین بسامد مربوط به بسامدهای فوق پایین (ELF) و بیشترین بسامد مربوط به اشعه گاما است.

درستی گزینه‌ی «پ»: طبق پیش‌بینی ماکسول امواج الکترومغناطیس از نوسان هم‌زمان میدان‌های $\vec{E}$ و $\vec{B}$ به‌وجود می‌آید و با سرعت $c = \frac{۱}{\sqrt{\varepsilon_{۰}\mu_{۰}}}$ در خلأ منتشر می‌شوند.

درستی گزینه‌ی «ت»: سرعت موج عرضی در سیم کشیده شده $\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ است و $\mu = \frac{m}{L}$ است.

۴۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار صورت سؤال، $r_{۱} = ۴m$ ،$r_{۲} = ۸m$، $I_{۱} = I + ۱۸$ و $I_{۲} = I$ است، پس داریم:

$$\frac{I_{۲}}{I_{۱}} = \left(\frac{A_{۲}}{A_{۱}} \times \frac{f_{۲}}{f_{۱}} \times \frac{r_{۱}}{r_{۲}}\right)^{۲} \xrightarrow[f_{۱}=f_{۲}]{A_{۱}=A_{۲}} \frac{I}{I+۱۸} = \left(\frac{۴}{۸}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{I}{I+۱۸} = \frac{۱}{۴}$$

$$\Rightarrow I + ۱۸ = ۴I \Rightarrow I = ۶\frac{\text{mW}}{m^{۲}} = ۶\times ۱۰^{-۳}\,\frac{\text{kW}}{m^{۲}}$$

۴۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\beta = ۱۰\,\text{Log}\,\frac{I}{I_{۰}} \Rightarrow ۵۷ = ۱۰\,\text{Log}\,\frac{I}{I_{۰}} \Rightarrow ۵/۷ = \text{Log}\,\frac{I}{I_{۰}}$$

$$۶/۰۳ = \text{Log}\,\frac{I}{I_{۰}} \Rightarrow \text{Log}\,۱۰^{۶} - \text{Log}\,۲ = \text{Log}\,\frac{I}{I_{۰}}$$

$$\text{Log}\left(\frac{۱۰^{۶}}{۲}\right) = \text{Log}\,\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \frac{۱۰^{۶}}{۲} = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I = \frac{۱}{۲}\times ۱۰^{-۶}\,\frac{w}{m^{۲}}$$

$$I = \frac{P}{۴\pi r^{۲}} \Rightarrow P = ۴\pi r^{۲} \times I = ۴\times ۳\times ۵۰^{۲}\times \frac{۱}{۲}\times ۱۰^{-۶}$$

$$P = ۱۵\times ۱۰^{-۳}\,W = ۱۵\text{mW}$$

۴۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق خواص لگاریتم داریم:

$$\text{Log}\,A - \text{Log}\,B = \text{Log}\left(\frac{A}{B}\right), \text{Log}\,\frac{A}{B} = C \Rightarrow B^{C} = A$$

$$\beta = ۱۰\,\text{Log}\,\frac{I}{I_{۰}} \Rightarrow \beta(A) - \beta(B) = ۱۱/۵ \Rightarrow ۱۰\,\text{Log}\left(\frac{I(A)}{I(B)}\right) = ۱۱/۵ \Rightarrow \text{Log}\left(\frac{I(A)}{I(B)}\right) = ۱/۱۵$$

$$\Rightarrow \frac{I(A)}{I(B)} = ۱۰^{۱/۱۵} \times ۱۰^{۱} \times ۱۰^{۰/۱۵} = ۱۰\times (۱۰^{۰/۳})^{۰/۵} = ۱۰\times (۲)^{۰/۵} = ۱۰\sqrt{۲}$$

۴۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از رابطهٔ زیر، نسبت $\frac{I_۲}{I_۱}$ را می‌یابیم:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{A_۲}{A_۱}\times f_۲\times f_۱\times\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \xrightarrow[r_۲=d-۰/۸d=۰/۲d]{f_۱=f_۲\ ,\ A_۱=A_۲\ ,\ r_۱=d} \frac{I_۲}{I_۱}=\left(۱\times۱\times\frac{d}{۰/۲d}\right)^۲ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{۱۰}{۲}\right)^۲$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ تغییر تراز شدت صوت، $\beta_۲$ را می‌یابیم:

$$\Delta\beta=\beta_۲-\beta_۱=۱۰\,\mathrm{Log}\,\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{\beta_۱=۲۵\mathrm{dB}} \beta_۲-۲۵=۱۰\mathrm{Log}\left(\frac{۱۰}{۲}\right)^۲$$

$$\Rightarrow \beta_۲-۲۵=۲۰\,\mathrm{Log}\,\frac{۱۰}{۲} \Rightarrow \beta^۲-۲۵=۲۰\left(\mathrm{Log}\,۱۰-\mathrm{Log}\,۲\right)$$

$$\xrightarrow[\mathrm{Log}\,۱۰=۱]{\mathrm{Log}\,۲=۰/۳} \beta۲-۲۵=۲۰(۱-۰/۳)\Rightarrow\beta_۲-۲۵=۱۴\Rightarrow\beta_۲=۳۹\mathrm{d}\beta$$

۴۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون دامنه و بسامد برای هر دو فرستنده برابر است، در نتیجه:

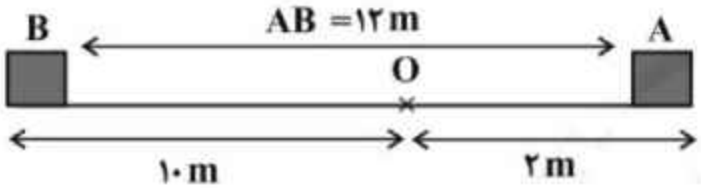
$$\beta=۱۰\,\mathrm{Log}\,\frac{I}{I_۰}\Rightarrow\beta_A-\beta_B=۱۰\,\mathrm{Log}\left(\frac{I_A}{I_B}\right)$$

$$\xrightarrow{I\propto\frac{۱}{d^۲}} \beta_A-\beta_B=۲۰\,\mathrm{Log}\left(\frac{d_B}{d_A}\right)$$

$$\xrightarrow{\beta_A-\beta_B=۱۴\mathrm{dB}} ۱۴=۲۰\,\mathrm{Log}\left(\frac{d_B}{d_A}\right)\Rightarrow ۰/۷=\mathrm{Log}\left(\frac{d_B}{d_A}\right)$$

$$\Rightarrow \mathrm{Log}\,۵=\mathrm{Log}\left(\frac{d_B}{d_A}\right)\Rightarrow\frac{d_B}{d_A}=۵\xrightarrow{d_A=۲\mathrm{m}} d_B=۱۰\mathrm{m}$$

بنابراین فاصله‌ی A تا B برابر با ۱۲m است.



۴۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ تراز شدت صوت داریم:

$$\beta-(۱۰\,\mathrm{dB})\,\mathrm{Log}\,\frac{I}{I_۰}\Rightarrow\Delta\beta-\beta_۲-\beta_۱-(۱۰\,\mathrm{dB})\,\mathrm{Log}\,\frac{I_۲}{I_۱}\xrightarrow{\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{A_۱}{A_۲}}$$

$$\Delta\beta=۱۰\mathrm{Log}\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲=۲۰\,\mathrm{Log}\,\frac{r_۱}{r_۲}\xrightarrow{\Delta\beta=۶۹-۵۱=۱۸\,\mathrm{dB}}۱۸=۲۰\,\mathrm{Log}\,\frac{r_۱}{r_۲}$$

$$\Rightarrow \mathrm{Log}\,\frac{r_۱}{r_۲}=۰/۹=۳\times۰/۳\xrightarrow{\mathrm{Log}\,۲=۰/۳}\mathrm{Log}\,\frac{r_۱}{r_۲}=\mathrm{Log}\,۲^۳\Rightarrow\frac{r_۱}{r_۲}=۲^۳\Rightarrow\frac{r_۱}{r_۲}=۸$$

بنابراین برای درصد تغییرات فاصله می‌توان نوشت:

$$\text{درصد تغییرات فاصله}=\left(\frac{r_۲}{r_۱}-۱\right)\times۱۰۰=-\frac{۷}{۸}\times۱۰۰=-۸۷/۵\%$$

علامت منفی به معنای کاهش فاصله است.

۴۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta\beta = ۱۰\,\mathrm{Log}\,\frac{I_۲}{I_۱} = ۳۴ \Rightarrow \mathrm{Log}\,\frac{I_۲}{I_۱} = ۳/۴$$

$$\mathrm{Log}\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = ۳/۴ \Rightarrow \mathrm{Log}\,\frac{r_۱}{r_۲} = ۱/۷$$

$$\mathrm{Log}\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right) = ۲ - ۰/۳ = \mathrm{Log}\,۱۰۰ - \mathrm{Log}\,۲ = \mathrm{Log}\,۵۰$$

$$\Rightarrow \frac{r_۱}{r_۲} = ۵۰ \Rightarrow r_۱ = ۵۰ r_۲$$

$$r_۱ - r_۲ = ۴۹ \Rightarrow ۴۹ r_۲ = ۴۹ \Rightarrow r_۲ = ۱\mathrm{m}$$

شدت صوت در این مکان ۱۰۰ برابر شدت صوت در ۱۰ متری منبع است.

۴۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با فرض هدر نرفتن انرژی، شدت صوت بلندگو برابر است با:

$$I = \frac{P_{av}}{A} = \frac{P_{av}}{۴\pi r^۲} = \frac{۶۰۰\times ۱۰^{-۳}}{۴\times ۳\times ۱۰^۲} = ۵۰\times ۱۰^{-۵}\ \frac{W}{m^۲}$$

با در نظر گرفتن جذب انرژی توسط محیط، شدت صوتی که از بلندگو به شخص می‌رسد، برابر است با:

$$I' = \frac{۲۵}{۱۰۰} I = \frac{۲۵}{۱۰۰}\times ۵۰\times ۱۰^{-۵} = \frac{۲۵}{۲}\times ۱۰^{-۵}\ \frac{W}{m^۲}$$

پس تراز شدت صوت برابر است با:

$$\beta = ۱۰\,\mathrm{Log}\,\frac{I'}{I_۰} = ۱۰\times \mathrm{Log}\,\frac{\frac{۲۵}{۲}\times ۱۰^{-۵}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰\,\mathrm{Log}\left(\frac{۲۵}{۲}\times ۱۰^۷\right)$$

$$\Rightarrow \beta = ۱۰(\mathrm{Log}\,۲۵ + \mathrm{Log}\,۱۰^۷ - \mathrm{Log}\,۲) = ۱۰\times(۲\times ۰/۷ + ۷ - ۰/۳) = ۸۱\mathrm{dB}$$

۴۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا باید تغییرات شدت صوت را بررسی کرد:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{f_۲}{f_۱}\right)^۲ \times \left(\frac{A_۲}{A_۱}\right)^۲ \times \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۱\times ۵^۲ \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^۲ = \frac{۲۵}{۴} = \frac{۱۰۰}{۱۶}$$

برای محاسبه‌ی تغییرات تراز شدت صوت خواهیم داشت:

$$\Delta\beta = \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\,\mathrm{Log}\,\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰\,\mathrm{Log}\,\frac{۱۰۰}{۱۶}$$

$$\Rightarrow \Delta\beta = ۱۰(\mathrm{Log}\,۱۰۰ - \mathrm{Log}\,۱۶) = ۱۰(\mathrm{Log}\,۱۰^۲ - \mathrm{Log}\,۲^۴)$$

$$\Rightarrow \Delta\beta = ۱۰(۲\,\mathrm{Log}\,۱۰ - ۴\,\mathrm{Log}\,۲) = ۱۰(۲ - ۱/۲) = ۸\cdot\ \mathrm{dB}$$

۵۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{matrix} I \propto \frac{1}{r^2} \times P \\ P \propto A^2 \times f^2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow I \propto \frac{1}{r^2} \times A^2 \times f^2$$

$$\xrightarrow{\text{دامنه ثابت}} \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \times \left(\frac{f_B}{f_A}\right)^2 \quad (*)$$

$$\Delta\beta = 10 \operatorname{Log} \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow 9 = 10 \operatorname{Log} \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \operatorname{Log} \frac{I_B}{I_A} = 0/9 = 3 \times 0/3$$

$$\Rightarrow \operatorname{Log} \frac{I_B}{I_A} = 3 \operatorname{Log} 2 = \operatorname{Log} 2^3 \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = 8$$

$$\xrightarrow{(*)} 8 = \left(\frac{d}{2d}\right)^2 \times \left(\frac{f_B}{f_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{f_B}{f_A} = \sqrt{32} = 4\sqrt{2}$$

۵۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا نسبت فاصلهٔ نقطه‌های A و B از چشمهٔ صوت را به دست می‌آوریم. چون تندی صوت ثابت است، با استفاده از رابطهٔ $L = v\Delta t$ داریم:

$$L = v\Delta t \xrightarrow{v=\text{ثابت}} \frac{r_B}{r_A} = \frac{\Delta t_B}{\Delta t_A} \xrightarrow[\Delta t_A = 0/2s]{\Delta t_B = 0/4s} \frac{0/6}{0/3} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 2$$

اکنون با داشتن $\Delta\beta = 30\ dB$، نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ را به صورت زیر به دست می‌آوریم. دقت کنید چون $r_A < r_B$ است، $\beta_A > \beta_B$ می‌باشد، در نتیجه $\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = +30\ dB$ است.

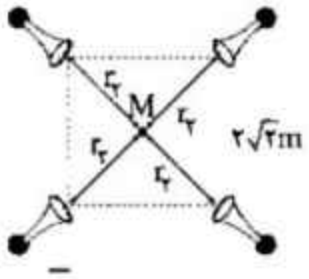
$$\Delta\beta = 10 \operatorname{Log} \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow 30 = 10 \operatorname{Log} \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \operatorname{Log} \frac{I_A}{I_B} = 3 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^3$$

در آخر با استفاده از تعریف شدت صوت داریم:

$$I = \frac{P}{A} \xrightarrow{A = 4\pi r^2} P = I \times 4\pi r^2 \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{I_A}{I_B} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 10^3 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1000}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 250$$

۵۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در ابتدا باید فاصله‌ی نقطه‌ی M از هر یک از بوق‌ها را محاسبه کرده و سپس تراز شدت صوت حاصل از هر یک از بوق‌ها را در نقطه‌ی M به دست آوریم.



قطر مربعی به ضلع $2\sqrt{2}$ $\Rightarrow 2r_2 = 2\sqrt{2}\times\sqrt{2} \Rightarrow r_2 = 2m$

با استفاده از رابطه‌ی اختلاف تراز شدت صوت برای فواصل ۱ متری و ۲ متری داریم:

$$\beta_1 - \beta_2 = 10\,\mathrm{Log}\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \xrightarrow[r_0=1m]{\beta_1=30\,d\beta\,;\,r_1=2m} 30 - \beta_2 = 20\,\mathrm{Log}\left(\frac{2}{1}\right)$$

$$\Rightarrow \beta_2 = 24\mathrm{dB}$$

با قرار دادن چهار بلندگو با فاصله‌ی ۲ متر، گویی شدت صوت حاصل از بلندگو در فاصله‌ی ۲ متر را، ۴ برابر کرده‌ایم.

بنابراین:

شدت صوت ۴ بلندگو

$$\beta'_2 - \beta_2 = 10\log\frac{I'}{I} \xrightarrow[\beta_2=24dB]{I'=4I}$$

تراز شدت صوت ۴ بلندگو

$$\beta'_2 - 24 = 10\,\mathrm{Log}\,4 = 20\,\mathrm{Log}\,2 \Rightarrow \beta'_2 = 30\mathrm{dB}$$

۵۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر فاصلهٔ اولیه از صخرهٔ d و فاصلهٔ ثانویه 'd باشد، داریم:

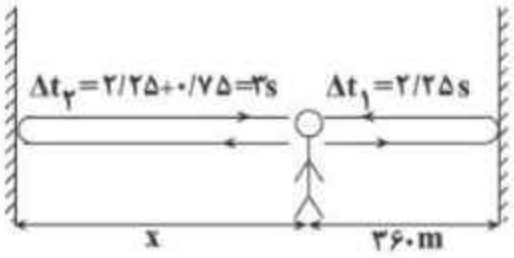
$$d + d' = v\times t = 300\times 4 = 1200$$

$$\Rightarrow 610 + d' = 1200 \Rightarrow d' = 590\mathrm{m}$$

جابجایی اتومبیل $\Delta d = 610 - 590 = 20\mathrm{m}$

$$\Delta d = v\Delta t \Rightarrow 20 = v\times 4 \Rightarrow v = 5\frac{m}{s} = 18\frac{km}{h}$$

۵۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



ابتدا فاصله‌ی دو صخره را از یک‌دیگر به دست می‌آوریم:

$$\Delta x_1 = v_{صوت} \times \Delta t_1 \xrightarrow[\Delta t_1 = ۲/۲۵s]{\Delta x_1 = ۳۶۰ \times ۲ - ۷۲۰m} ۷۲۰ = v_{صوت} \times ۲/۲۵ \quad (۱)$$

$$\Delta x_2 = v_{صوت} \times \Delta t_2 \xrightarrow[\Delta x_1 = ۲x]{\Delta x_2 = ۲/۲۵ + ۰/۷۵ = ۳s} ۲x = v_{صوت} \times ۳ \quad (۲)$$

$$۱, ۲ \Rightarrow \frac{۷۲۰}{۲x} = \frac{۲/۲۵}{۳} \Rightarrow x = \frac{۷۲۰ \times ۳}{۴/۵} = ۴۸۰m$$

زمانی‌که شخص در وسط فاصله‌ی دو صخره ایستاده باشد پژواک صدای خود را هم‌زمان می‌شنود.

فاصله دو صخره : $d = ۳۶۰ + ۴۸۰ = ۸۴۰m \Rightarrow \frac{d}{۲} = ۴۲۰m$

$\Rightarrow$ جابه جایی شخص $= ۴۲۰ - ۳۶۰ = ۶۰m$

۵۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

گام اول: نسبت شدت صوت دریافتی توسط دو شنونده را به دست می‌آوریم:

$$I \propto = \frac{۱}{r^2} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \xrightarrow{r_B = ۲r_A} \frac{I_B}{I_A} = \frac{۱}{۴}$$

گام دوم: به کمک رابطه‌ی $I = \frac{E}{At}$ و نوشتن یک تناسب ساده داریم:

$$I = \frac{E}{At} \Rightarrow E = IAt$$

$$\Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{I_B}{I_A} \times \frac{A_B}{A_A} = \frac{۱}{۴} \times \frac{۱}{۲} = \frac{۱}{۸}$$

دقت کنید: در رابطه‌ی فوق A مساحت پرده‌ی گوش شنونده‌ها است.

۵۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

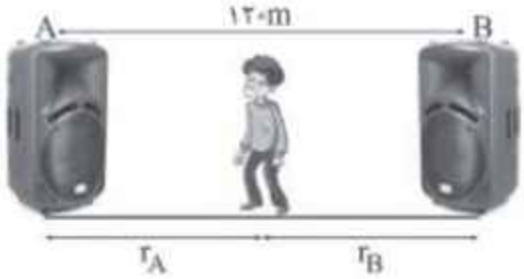
گام اول: ابتدا به کمک تغییرات تراز شدت صوت، نسبت فاصله‌ی شخص تا دو بلندگو را به دست می‌آوریم:

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = ۱۰\,\mathrm{Log}\,\frac{I_A}{I_B} \xrightarrow{I \propto \frac{۱}{r^۲}}$$

$$\Delta\beta = ۱۰\mathrm{Log}\,\frac{r_B^{\,۲}}{r_A^{\,۲}} \Rightarrow ۶ = ۱۰\mathrm{Log}\,\frac{r_B^{\,۲}}{r_A^{\,۲}}$$

$$۰/۳ = \mathrm{Log}\,\frac{r_B^{\,۲}}{r_A^{\,۲}} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = ۲$$

گام دوم: با توجه به شکل رسم‌شده داریم:



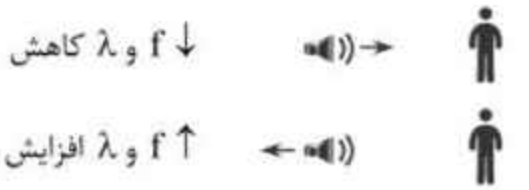
$$r_A + r_B = ۱۲۰ \xrightarrow{r_B = ۲r_A} ۳r_A = ۱۲۰ \Rightarrow r_A = ۴۰\,\mathrm{m} \Rightarrow r_B = ۸۰\,\mathrm{m}$$

۵۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. خودرویی که به سمت منبع صوت در حرکت است، در مدت زمان کم‌تری یک طول موج کامل را دریافت می‌کند بنابراین بسامد بیش‌تری دریافت می‌کند. از طرف دیگر طبق رابطه $\lambda = \frac{V}{f}$، با ثابت بودن V که سرعت صوت در محیط است، با افزایش f، طول موج کاهش می‌یابد.

۵۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. زمانی که ناظر (شنونده) ساکن بوده و چشمهٔ صوتی به آن نزدیک می‌شود (حالت الف)، فاصلهٔ جبهه‌های موج در جلوی چشمهٔ صوتی کمتر از پشت آن خواهد شد و بنابراین ناظر ساکنی که چشمهٔ صوتی به آن نزدیک می‌شود، طول‌موج کوتاه‌تری را نسبت به وضعیتی که چشمهٔ صوتی ساکن باشد، اندازهٔ می‌گیرد. زمانی که چشمه ساکن است و ناظر به آن نزدیک می‌شود، طول موج در جلو و عقب چشمهٔ صوتی یکسان است.

۵۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در حالت چشمه ساکن:

در حالت ناظر ساکن:



در دو مورد f بیشتر و در یک مورد λ کمتر است.

۶۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای بررسی گزینه‌ها لازم است موارد زیر را بدانیم:

۱) ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند.

۲) بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند. در واقع بلندی چیزی است که ما حس می‌کنیم.

۳) گوش انسان صداهایی را می‌شنود که بسامد آن بین ۲۰ Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz باشد.

اکنون به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینهٔ ۱: نادرست است - با نزدیک شدن اتومبیل به چشمهٔ صوت، راننده در مقایسه با حالتی که ساکن است، در مدت زمان یکسان، با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود که این منجر به افزایش بسامد صوتی می‌شود که راننده می‌شوند، بنابراین، ارتفاع و بلندی صوت دریافتی توسط راننده پیوسته افزایش می‌یابد.

گزینهٔ ۲: نادرست است - مطابق آن‌چه در مورد گزینهٔ ۱ گفتیم.

گزینهٔ ۳: درست است - چون راننده با حرکت شتابدار تندشونده به چشمهٔ صوت نزدیک می‌شود، ممکن است بسامد دریافتی توسط وی از بسامد چشمهٔ صوت که برابر $۲۰۰۰۰\ \text{Hz} = \frac{۳۰۰}{۱/۵\times۱۰^{-۲}}$ است، بیشتر می‌شود، پس $f = \frac{v}{\lambda}$ احتمال شنیده شدن صوت توسط راننده پیوسته کاهش می‌یابد.

گزینهٔ ۴: نادرست است - وقتی چشمهٔ موج ساکن است، تجمع جبهه‌های موج در اطراف چشمهٔ موج یکسان است.

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**
۳۷	**۱**	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	۳	**۴**
۳۹	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