نام و نام خانوادگی:

زمان برگزاری: ۵۵۰۰ دقیقه

نام آزمون: Bime ۸ g

تاریخ آزمون: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳

علیرضا ایدل خانی

۱ - کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

(۱) موج در حین انتشار خود، انرژی را از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر منتقل می‌کند.

(۲) علت انتشار موج در محیط‌های کشسان، وجود نیروی کشسانی بین اجزای محیط است.

(۳) سرعت انتشار موج در یک محیط، به شرایط فیزیکی چشمه‌ی موج بستگی دارد.

(۴) در مدت یک دوره، موج به اندازه‌ی یک طول موج پیشروی می‌کند.

۲ - کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد امواج از لحاظ نحوه‌ی انتشار در محیط کشسان، نادرست بیان شده است؟

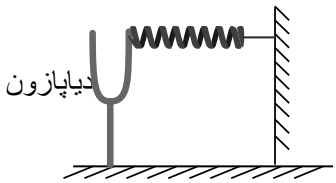
(۱) در امواج طولی، راستای انتشار موج با راستای ارتعاش ذرات محیط یکسان است.

(۲) در امواج عرضی، راستای انتشار موج بر راستای ارتعاش ذرات محیط عمود است.

(۳) در امواج عرضی، برخلاف امواج طولی، ذرات محیط همراه با موج حرکت می‌کنند.

(۴) در امواج طولی، با انتشار موج در محیط، ذرات محیط حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهند.

۳ - مطابق شکل زیر، چنان‌چه فنر سبکی را توسط یک دیاپازون به نوسان در آوریم، موج ایجاد شده در فنر از نوع ..... است و با تغییر بسامد دیاپازون، سرعت انتشار این موج در فنر .....



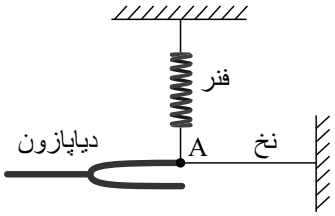
(۱) عرضی – تغییر می‌کند.

(۲) طولی – تغییر می‌کند.

(۳) عرضی – ثابت می‌ماند.

(۴) طولی – ثابت می‌ماند.

۴ - در شکل زیر، یک سرنخ و فنر در نقطه‌ی A به شاخه‌ی دیاپازون وصل شده است و دیاپازون نوسان می‌کند. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد آن درست است؟



(۱) در فنر و نخ، موج طولی تشکیل می‌شود.

(۲) در فنر و نخ، موج عرضی تشکیل می‌شود.

(۳) در فنر موج طولی و در نخ موج عرضی تشکیل می‌شود.

(۴) در فنر موج عرضی و در نخ موج طولی تشکیل می‌شود.

۵ - هنگامی که یک موج مکانیکی از هوا وارد آب می‌شود، کدام کمیت آن الزاماً تغییر نمی‌کند؟

(۱) عدد موج (۲) بسامد زاویه‌ای موج (۳) سرعت موج (۴) طول موج

۶ - موجی با بسامد زاویه‌ای $۶\pi \frac{rad}{s}$ و سرعت $۱۲ \frac{m}{s}$ در یک بعد از محیطی همگن انتشار می‌یابد. کم‌ترین فاصلهٔ بین یک قله و دره موج چند متر است؟

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۱۸

۷ - یک منبع ارتعاش، موج‌هایی با بسامد $۵۰۰Hz$ و طول موج $۰/۲m$ را در فضایی همگن منتشر می‌کند. در مدت زمانی که موج مسافت ۵۰ متر را طی می‌کند، منبع ارتعاش چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

(۱) ۱۵۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۲۲۵

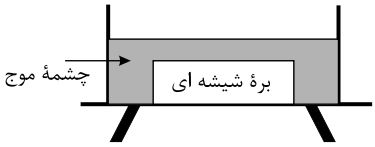
۸ - موج عرضی با دامنه‌ی $۲cm$ و طول موج $۱/۵m$ در طنابی منتشر می‌شود. ذره‌ای از طناب در مدت $۰/۲s$ مسافت $۱۶cm$ را می‌پیماید. در همین مدت قله‌ی موج چند متر پیش‌روی می‌کند؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) ۲/۵

۹ - منبع موجی در یک محیط امواجی با طول موج λ منتشر می‌کند. اگر منبع موج را به محیطی ببریم که سرعت انتشار موج در آن ۲ برابر محیط اول باشد و بسامد منبع هم $\frac{۱}{۳}$ برابر حالت اول شود، طول موج چند برابر λ می‌گردد؟

① $\frac{۲}{۳}$ ② $\frac{۳}{۲}$ ③ ۶ ④ $\frac{۱}{۶}$

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



① $۶cm$ کاهش می‌یابد. ② $۶cm$ افزایش می‌یابد.
③ $۴cm$ کاهش می‌یابد. ④ $۴cm$ افزایش می‌یابد.

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

① $\sqrt{۲}$ ② ۲ ③ $\frac{۱}{۲}$ ④ $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۱۲ - سیمی به طول L و جرم m را با نیروی F می‌کشیم. سرعت انتشار امواج عرضی در آن v می‌شود. درصورتی که این سیم را از حدیده عبور دهیم تا طولش ۲ برابر شود و آن را با نیروی $۳F$ بکشیم، سرعت انتشار موج در طول آن چند v می‌شود؟ (دما ثابت و یکسان فرض شود.)

① $\frac{۲\sqrt{۶}}{۳}$ ② $\frac{\sqrt{۶}}{۲}$ ③ ۶ ④ $\sqrt{۶}$

۱۳ - تاری به جرم m و طول L بین دو نقطه با نیروی کشش F محکم بسته شده است. اگر این تار را دولا کنیم و با نیروی $۲F$ بین دو نقطه محکم ببندیم، سرعت انتشار موج عرضی در این تار نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

① ۱ ② ۲ ③ ۳ ④ ۴

۱۴ - سرعت انتشار یک موج عرضی در یک طناب برابر با $۲۰m/s$ است. اندازهٔ نیروی کشش طناب چند درصد و چگونه تغییر کند تا سرعت انتشار موج در طناب $۶m/s$ افزایش یابد؟

① ۶۹ درصد کاهش ② ۶۹ درصد افزایش ③ ۱۹ درصد کاهش ④ ۱۹ درصد افزایش

۱۵ - موجی عرضی در یک تار در حال پیشروی است. اگر بسامد منبع موج را ۲۰ درصد افزایش و هم‌زمان اندازهٔ نیروی کشش سیم را ۴۴ درصد افزایش دهیم، طول موج امواج عرضی منتشرشونده در این تار چگونه تغییر می‌کند؟

① ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. ② ۲۲ درصد کاهش می‌یابد. ③ ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. ④ تغییری نمی‌کند.

۱۶ - موج عرضی سینوسی در یک طناب با چگالی خطی $۱٫۲kg/m$ که با نیروی $۳۰N$ کشیده شده است در حال انتشار است و طول موج منتشرشده ۲ متر است. اگر نسبت بیشینهٔ تندی ذرات طناب به تندی انتشار موج برابر با ۰٫۴ باشد، بیشینهٔ شتاب ذرات طناب چند متر بر مجذور ثانیه است؟

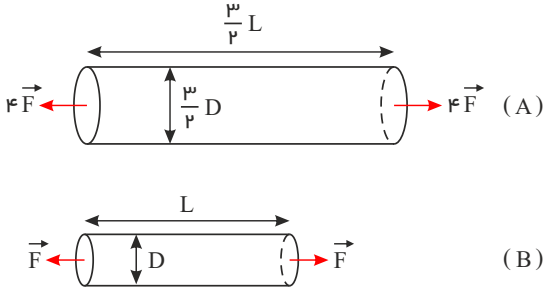
① ۵ ② ۱۰π ③ ۱۰ ④ ۲π

۱۷ - دو طناب با چگالی‌های مساوی، توسط نیروهای یکسان، به‌طور جداگانه بین دو نقطه کشیده شده‌اند و در آن‌ها امواج عرضی منتشر می‌شود. اگر قطر طناب اول ۲۵٪ بیش‌تر از قطر طناب دوم باشد، آنگاه سرعت انتشار امواج عرضی در طناب اول ..... درصد ..... از طناب دوم است.

① ۲۰، بیش‌تر ② ۳۶، بیش‌تر ③ ۲۰، کم‌تر ④ ۳۶، کم‌تر

Bime 8 g

۱۸ - در شکل زیر چگالی فلز A چهار برابر چگالی فلز B است. سرعت انتشار موج‌های عرضی در تار B چند برابر سرعت انتشار موج‌های عرضی در تار A است؟



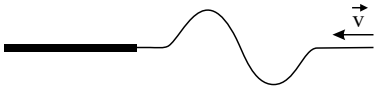
① $\frac{۳}{۲}$

② $\frac{۲}{۳}$

③ ۱۲

④ ۶

۱۹ - مطابق شکل زیر، یک تپ سینوسی از قسمت نازک طنابی وارد قسمت ضخیم طناب می‌شود. بسامد، تندی و طول موج موجِ عبوری در مقایسه با موج فرودی مطابق کدام گزینه است؟ (نیروی کشش طناب ثابت است.)



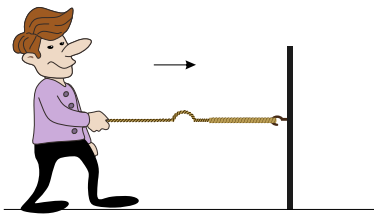
① $\lambda_۲ > \lambda_۱ , v_۲ > v_۱ , f_۱ = f_۲$

② $\lambda_۲ < \lambda_۱ , v_۲ < v_۱ , f_۱ = f_۲$

③ $\lambda_۲ < \lambda_۱ , v_۲ < v_۱ , f_۱ < f_۲$

④ $\lambda_۲ > \lambda_۱ < v_۲ > v_۱ , f_۱ > f_۲$

۲۰ - مطابق شکل، تپی با طول موج ۶ سانتی‌متر در طناب نازک ایجاد می‌کنیم. اگر قطر طناب ضخیم دو برابر قطر طناب نازک باشد و هر دو طناب هم‌جنس باشند، بسامد، طول موج و سرعت انتشار موج در طناب ضخیم، به ترتیب از راست به چپ چند برابر طناب نازک می‌شود؟



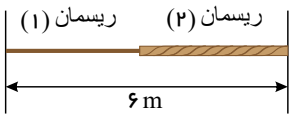
① $\frac{۱}{۲}$ ، ۳ ، ۳

② ۱ ، $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۱}{۲}$

③ $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۱}{۲}$

④ ۱ ، ۲ ، ۲

۲۱ - در شکل زیر، چگالی خطی جرم ریسمان (۲)، چهار برابر چگالی خطی جرم ریسمان (۱) است. اگر محل اتصال ریسمان‌ها را به سمت بالا کشیده و رها کنیم، موج‌هایی عرضی در ریسمان‌ها ایجاد می‌شود که به‌طور همزمان به دو سر دیگر ریسمان‌ها می‌رسند، طول ریسمان (۱) چند متر است؟



① ۴

② ۳

③ ۲

④ ۱

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

① ۴

② $\frac{۱}{۴}$

③ ۲

④ $\frac{۱}{۲}$

۲۳ - طناب سنگینی در راستای قائم آویزان است. محل آویز را به ارتعاش درمی‌آوریم تا در طناب موج عرضی با بسامد f منتشر شود. اگر بسامد و طول موج در نقطهٔ A را با f_A و λ_A و بسامد و طول موج در نقطهٔ B را با f_B و λ_B نشان دهیم، در این صورت کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

① $\lambda_A = \lambda_B , f_A = f_B$

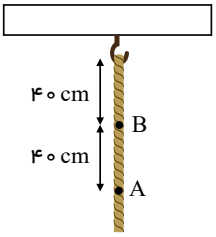
② $\lambda_A > \lambda_B , f_A = f_B$

③ $\lambda_A > \lambda_B , f_A > f_B$

④ $\lambda_A = \lambda_B , f_A < f_B$

Bime 8 g

۲۴- مطابق شکل زیر، طناب همگنی به جرم M و طول $1m$ از سقف آویزان است. نسبت سرعت انتشار موج عرضی در نقطه‌ی B به نقطه‌ی A کدام است؟



① $\frac{۱}{۲}$ ② $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

③ $\sqrt{۳}$ ④ ۳

۲۵- چه تعداد از جمله‌های زیر درست است؟

الف) فاصلهٔ بین یک قله و درهٔ مجاور هم در امواج دایره‌ای روی سطح آب برابر با طول موج است.

ب) با تغییر محیط انتشار موج، بسامد ثابت می‌ماند؛ ولی طول موج تغییر می‌کند.

پ) در انتشار موج سطحی روی آب‌های کم‌عمق، با افزایش عمق، طول موج افزایش می‌یابد.

ت) مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه $(A^۲)$ و بسامد (f) موج متناسب است.

① ۲ ② ۳ ③ ۴ ④ صفر

۲۶- در سیمی به طول L که تحت کشش است، موجی با بسامد f ایجاد می‌کنیم. اگر بدون تغییر جرم سیم، بسامد موج و دامنه‌ی موج، نیروی کشش و طول سیم دو برابر شوند، توان متوسط انتقال انرژی موج چند برابر می‌شود؟

① ۱۶ ② ۲ ③ $\frac{۱}{۲}$ ④ ۴

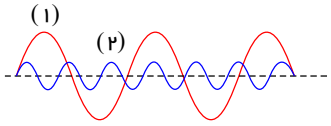
۲۷- موجی با دورهٔ ۰٫۱ ثانیه، دامنهٔ ۱۰ میلی‌متر و سرعت انتشار $۲۰\frac{m}{s}$ در یک طناب منتشر می‌شود. اگر جرم هر متر از طناب ۲۰ گرم باشد، توان متوسط انتقال انرژی یک نقطه از طناب در هر دورهٔ موج چند میلی‌وات است؟ $(\pi^۲ \simeq ۱۰)$

① ۸ ② ۱۲ ③ ۸۰ ④ ۱۲۰

۲۸- اگر $\bar{P}$ بیانگر متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطهٔ طناب در مدت یک دوره (T) و E بیانگر انرژی موج در طولی از طناب برابر با یک طول موج باشد، حاصل عبارت $\frac{\bar{P}}{E}$ معادل کدام کمیت است؟

① T ② f ③ V ④ μ

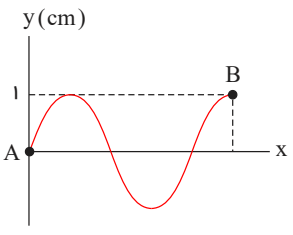
۲۹- مطابق شکل زیر، دو طناب (۱) و (۲) به دو منبع ارتعاش متصل‌اند و موج در آن‌ها منتشر می‌شود. کدام یک از رابطه‌های زیر بین طول موج و بسامد موج در این دو طناب الزاماً درست است؟



① $f_۱ < f_۲ \ , \ \lambda_۱ > \lambda_۲$ ② $f_۱ > f_۲ \ , \ \lambda_۱ < \lambda_۲$

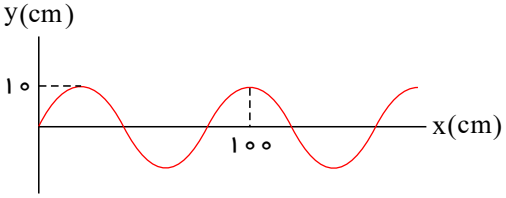
③ $f_۱ < f_۲$ فقط ④ $\lambda_۱ > \lambda_۲$ فقط

۳۰- در شکل مقابل، ۲٫۵ ثانیه طول می‌کشد تا موج از نقطه‌ی A به B برود. بسامد نوسان‌ها چند هرتز است؟



① ۱
② ۳
③ ۲
④ ۰٫۵

۳۱- 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 $۴\,m/s$ باشد، بسامد نوسان موج چند هرتز است؟

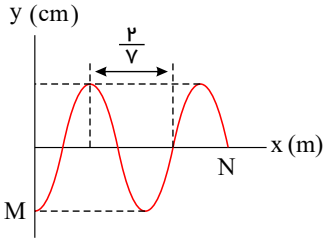


① ۵ ② ۰٫۲

③ ۶٫۲۵ ④ ۴

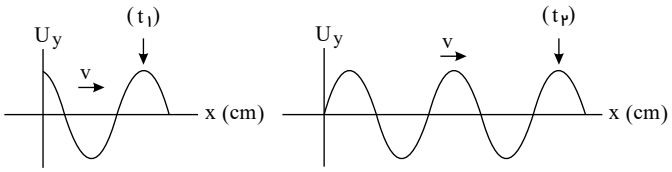
Bime 8 g

۳۲- شکل زیر نقش موج رونده‌ی حاصل از ارتعاشات یک تار به قطر مقطع ۲ سانتی‌متر و چگالی $۳\frac{g}{cm^۳}$ را در یک لحظه‌ی مشخص نشان می‌دهد. اگر موج فاصله‌ی MN را در مدت $\frac{۱}{۱۵}$ ثانیه طی کند، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟ $(\pi = ۳)$



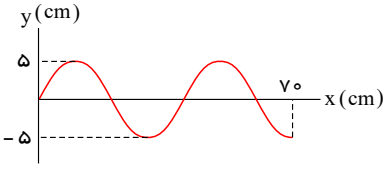
① ۹۰
② ۴۵
③ ۱۵
④ ۵

۳۳- شکل‌های زیر نقش یک موج را که در جهت محور x در حال انتشار است، در دو لحظهٔ $t_۱$ و $t_۲$ نشان می‌دهد. علامت پیکان یک نقطه از نقش موج را در این دو لحظه مشخص می‌کند. اگر $t_۲ - t_۱ = ۵s$ باشد، این موج چند هرتز است؟



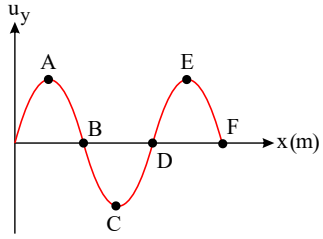
① ۴
② $\frac{۱}{۴}$
③ ۲
④ $\frac{۱}{۲}$

۳۴- مطابق شکل زیر، نقش یک موج عرضی در یک طناب داده شده است. حداکثر سرعت نوسان هر ذره از محیط چند برابر سرعت انتشار موج است؟



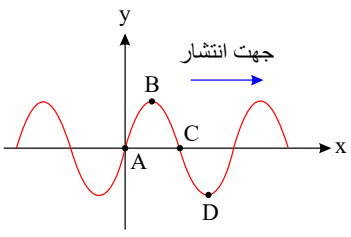
① $\frac{\pi}{۸}$
② $\frac{\pi}{۴}$
③ $\frac{\pi}{۲}$
④ باید بسامد ارتعاشات منبع موج داده شود.

۳۵- شکل زیر، نقش یک موج عرضی را که در جهت مثبت محور x در امتداد طناب تحت کششی در حال انتشار است نشان می‌دهد. در کدام یک از گزینه‌های زیر، نقاط مشخص شده دارای شتاب نوسانی برابر با صفر هستند؟



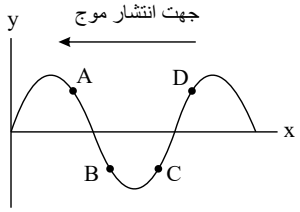
① E, C, A
② C, B, A
③ E, D, C
④ F, D, B

۳۶- شکل مقابل نقش موجی را در یک لحظه نشان می‌دهد. به ترتیب از راست به چپ نقطه‌ی ..... دارای بیشینه‌ی سرعت با علامت منفی و نقطه‌ی ..... دارای بیشینه‌ی شتاب با علامت مثبت است.



① B و C
② C و A
③ C و B
④ D و A

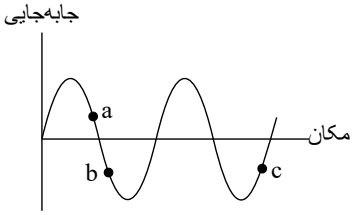
۳۷- در شکل مقابل، نقش موجی در لحظهٔ معین نشان داده شده است. کدام یک از ذره‌های مشخص شدهٔ زیر، حرکت کندشوندهٔ رو به بالا دارد؟



① A
② B
③ C
④ D

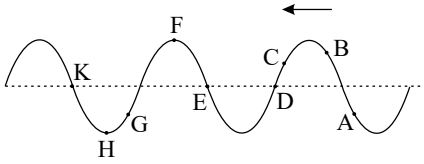
Bime 8 g

۳۸ - شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد. اگر انرژی پتانسیل ذرهٔ a، در این لحظه در حال کاهش باشد، نوع حرکت ذره‌های b و c به ترتیب از راست به چپ در این لحظه کدام است؟



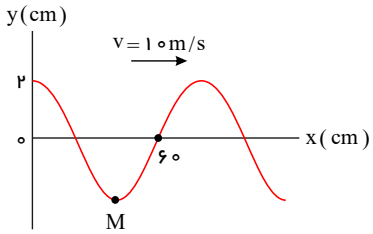
(۱) تندشونده، تندشونده
(۲) تندشونده، کندشونده
(۳) کندشونده، تندشونده
(۴) کندشونده، کندشونده

۳۹ - شکل زیر، یک موج عرضی سینوسی را در یک لحظهٔ مشخص نشان می‌دهد. در این لحظه، حرکت چند ذره، رو به بالا و تندشونده است؟



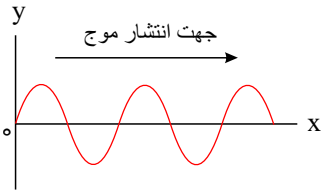
(۱) یک ذره
(۲) دو ذره
(۳) سه ذره
(۴) چهار ذره

۴۰ - شکل مقابل، نقش یک موج عرضی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازهٔ زمانی صفر تا $۰/۰۲s$ حرکت ذرهٔ M چگونه است؟



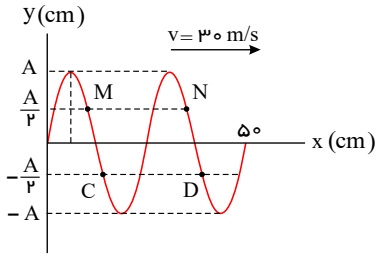
(۱) پیوسته تندشونده
(۲) پیوسته کندشونده
(۳) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده
(۴) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

۴۱ - سیمی با چگالی $۵\,g/cm^۳$ و سطح مقطع $۶cm^۲$ را با نیروی $۰/۷۵N$ می‌کشیم و سر آزاد آن را با بسامد $۴Hz$ به نوسان درمی‌آوریم. اگر نمودار جابه‌جایی-مکان نقش موج سینوسی منتشرشده در این سیم در یک لحظه مطابق شکل زیر باشد، به‌ترتیب از راست به چپ جهت حرکت و نوع حرکت ذره‌ای روی طناب که در مکان $x = +۲۰cm$ قرار دارد، در این لحظه مطابق کدام گزینه است؟



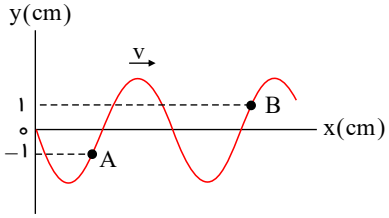
(۱) بالا، تندشونده
(۲) بالا، کندشونده
(۳) پایین، تندشونده
(۴) پایین، کندشونده

۴۲ - کدام جمله در مورد نقش موج مقابل نادرست است؟ (باتغییر)



(۱) این موج از نوع موج‌های عرضی است.
(۲) ذرهٔ M به طرف نقطهٔ تعادل و ذرهٔ D به طرف نقطهٔ بازگشت حرکت، در حرکت است.
(۳) در لحظه‌ی نشان داده شده، نوع حرکت ذره‌ی N کندشونده و نوع حرکت ذره‌ی D تندشونده است.
(۴) بسامد موج برابر $۱۲۰HZ$ است.

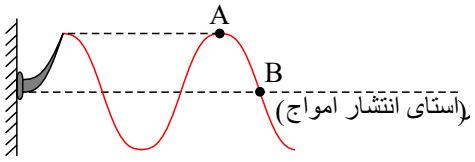
۴۳ - شکل زیر نقش یک موج عرضی را در یک لحظهٔ خاص نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد دو ذرهٔ A و B صحیح نیست؟

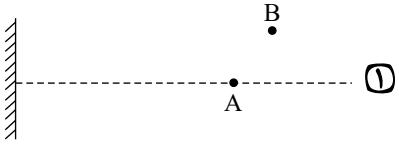


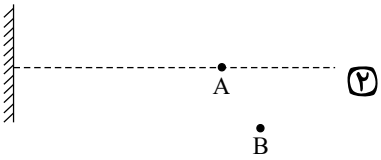
(۱) سرعت هر دو منفی است.
(۲) هر دو حرکت نوسانی ساده دارند.
(۳) حرکت هر دو کندشونده است.
(۴) مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی از نقطهٔ A برابر با متوسط آهنگ انتقال انرژی از نقطهٔ B است.

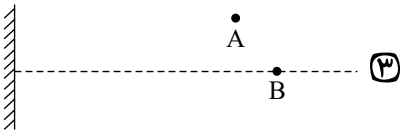
Bime 8 g

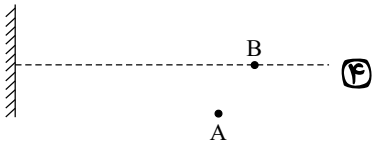
۴۴- شکل زیر یک چشمه‌ی موج را نشان می‌دهد که با بسامد ثابت حول نقطه‌ی تعادل خود نوسان می‌کند. اگر نقاط مادی A و B مطابق شکل زیر بر روی طناب مشخص شده باشند، کدام گزینه موقعیت نقاط A و B را پس از آن که چشمه‌ی موج برای دومین بار پس از این لحظه از نقطه‌ی تعادل خود عبور می‌کند، به درستی نشان می‌دهد؟



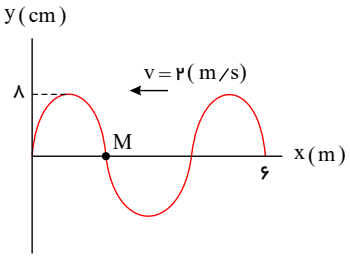
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۴۵- شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازهٔ زمانی صفر تا $۱/۵s$ اندازهٔ جابه‌جایی ذرهٔ M چند برابر مسافتی است که موج در این مدت طی می‌کند؟



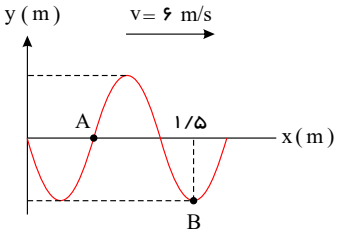
۱) $\frac{۸}{۳}$

۲) $\frac{۲}{۲۵}$

۳) ۸

۴) $\frac{۲}{۷۵}$

۴۶- شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در لحظه‌ی $t_۰$ نشان می‌دهد. درمدت زمانی که طول می‌کشد تا برای اولین بار وضعیت ذره‌ی B مشابه وضعیت ذره‌ی A در لحظه‌ی $t_۰$ شود، موج چه مدت زمانی را برحسب ثانیه می‌گذراند؟



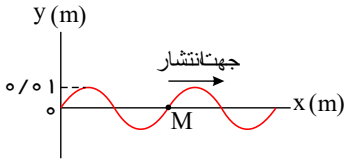
۱) ۰/۱۲

۲) ۰/۰۶

۳) ۰/۱۵

۴) ۰/۲

۴۷- شکل زیر نقش یک موج را که در جهت مثبت محور x منتشر می‌شود، در یک لحظه نشان می‌دهد. اگر دورهٔ نوسان‌های موج ۰/۲ ثانیه باشد، بزرگی سرعت نوسان نقطهٔ M از طناب در این لحظه چند $\frac{m}{s}$ است؟ $(\pi = ۳/۱۴)$



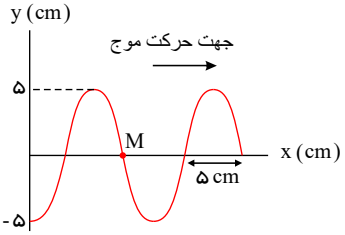
۱) ۰/۳۱۴

۲) ۶/۲۸

۳) ۰/۱۵۷

۴) صفر

۴۸- شکل زیر، یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. اگر تندی موج $۲۰m/s$ باشد، $\frac{۱}{۴۰۰}s$ بعد از این لحظه، سرعت ذرهٔ M چند متر بر ثانیه و در کدام جهت است؟



۱) $-y, ۲۰\pi$

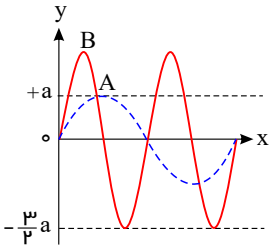
۲) $+y, ۲۰\pi$

۳) $+y, ۴۰\pi$

۴) $-y, ۴۰\pi$

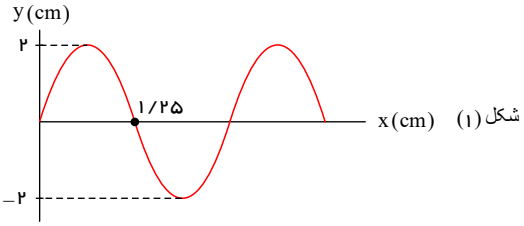
Bime 8 g

۴۹ - شکل مقابل نقش دو موج را در لحظه‌ای معین نشان می‌دهد. جرم واحد طول دو طناب یکسان و سرعت انتشار موج در طناب A دو برابر طناب B است. اگر متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطه در مدت یک دوره $\overline{P}$ باشد، حاصل $\frac{\overline{P}_A}{\overline{P}_B}$ کدام گزینه است؟

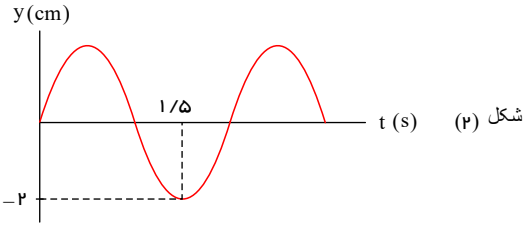


۱) $\frac{۸}{۹}$
۲) $\frac{۲}{۹}$
۳) $\frac{۴}{۹}$
۴) ۱

۵۰ - در طنابی یکنواخت، موجی توسط دیاپازون ایجاد شده است که نقش موج آن به‌صورت شکل (۱) است. اگر نمودار مکان - زمان یکی از ذرّات طناب به‌صورت شکل (۲) باشد، متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطهٔ طناب در شکل (۱)، در مدت یک دوره چند وات خواهد بود؟ (جرم واحد طول طناب $۰/۲kg/m$ و $\pi^۲ = ۱۰$ فرض شود.)



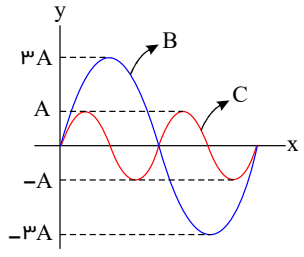
شکل (۱)

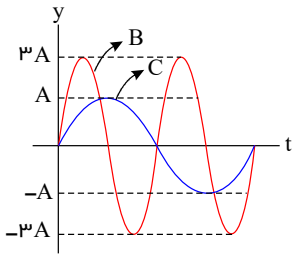


شکل (۲)

۱) ۵×۱۰^{-۵}
۲) ۲×۱۰^{-۵}
۳) $\frac{۴}{۲۷} \times ۱۰^{-۵}$
۴) $۱۰^{-۵}$

۵۱ - شکل‌های زیر نقش دو موج عرضی در طناب‌های هم‌جنس B و C و نمودار نوسان یک ذره از هر یک از دو طناب را نشان می‌دهد. اگر متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطه‌ی طناب در مدت زمان یک دوره $\overline{P}$ باشد، حاصل $\frac{\overline{P}_B}{\overline{P}_C}$ کدام است؟ (قطر مقطع دو طناب یکسان است.)





۱) ۱۶
۲) ۱۴۴
۳) ۲۵۶
۴) ۳۲۴

۵۲ - کدام یک از عبارت‌های زیر در رابطه با امواج الکترومغناطیسی نادرست است؟

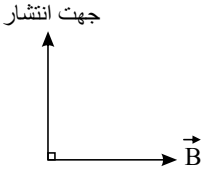
۱) هرتز نشان داد طبیعت امواج رادیویی با نور مرئی یکسان است.
۲) همواره راستای نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر هم عمود است.
۳) تولید امواج الکترومغناطیسی ناشی از تغییرات همزمان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی است.
۴) تندی انتشار امواج رادیویی همواره از رابطهٔ $c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_۰ \varepsilon_۰}}$ به‌دست می‌آید.

۵۲ - در کدام گزینه امواج الکترومغناطیسی به ترتیب از راست به چپ از بسامد زیاد به بسامد کم مرتب شده‌اند؟

۱) گاما - فرابنفش - نور زرد - نور سبز - رادیویی
۲) ایکس - فروسرخ - نور سبز - میکروموج - رادیویی
۳) فرابنفش - نور سبز - نور قرمز - میکروموج - رادیویی
۴) فروسرخ - نور آبی - نور قرمز - میکروموج - رادیویی

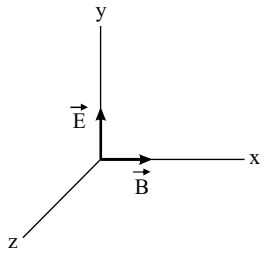
Bime 8 g

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



۱) $\otimes$
۲) $\odot$
۳) $\downarrow$
۴) $\leftarrow$

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



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

۵۶ - اگر پرتوی نوری در امتداد قائم از بالا به پایین بتابد، در لحظه‌ای که جهت میدان الکتریکی سازندهٔ پرتوی در نقطه‌ای به سمت شرق است، جهت میدان مغناطیسی سازندهٔ پرتوی نور به کدم سمت خواهد بود؟

۱) شمال
۲) جنوب
۳) بالا
۴) غرب

۵۷ - یک موج الکترومغناطیسی درحال انتشار در خلاف جهت محور y است. اگر در لحظهٔ $t = ۰$ در نقطه‌ای از فضا جهت میدان مغناطیسی در جهت مثبت محور x و مقدار آن نصف مقدار بیشینه واندازهٔ آن درحال کاهش باشد، در لحظهٔ $t = \frac{T}{۴}$، میدان الکتریکی در همان نقطه در جهت ..... و اندازهٔ آن در حال ..... است. (T دورهٔ نوسان موج است.)

۱) مثبت محور z - کاهش
۲) منفی محور z - افزایش
۳) مثبت محور z - افزایش
۴) منفی محور z - کاهش

۵۸ - یک موج الکترومغناطیسی در جهت مثبت محور y در خلأ منتشر می‌شود. اگر بسامد این موج برابر با $۶GHz$ باشد، کدام گزینه در مورد این موج می تواند صحیح باشد؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸} m/s$)

۱) $\lambda = ۵cm$ و نوسان میدان الکتریکی در راستای محور z است.
۲) $\lambda = ۵cm$ و نوسان میدان الکتریکی در راستای محور y است.
۳) $\lambda = ۵۰cm$ و نوسان میدان الکتریکی در راستای محور x است.
۴) $\lambda = ۵۰cm$ و نوسان میدان الکتریکی در راستای محور y است.

۵۹ - اختلاف طول موج دو موج الکترومغناطیسی A و B در یک محیط یکسان برابر با $۴۰۰nm$ و بسامد موج A، ۱٫۸ برابر بسامد موج B است. موج الکترومغناطیسی A در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟

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

۶۰ - اگر یکای کمیت $\mu^{\alpha}\varepsilon_{۰}^{\beta}\mu_{۰}^{\gamma}$ با یکای توان یکسان باشد، حاصل $\alpha + \beta + \gamma$ کدام است؟ (μ، $\varepsilon_{۰}$ و $\mu_{۰}$ به‌ترتیب چگالی خطی و ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و ضریب تراوایی مغناطیسی خلأ در SI هستند.)

۱) ۳
۲) ۲
۳) -۲
۴) -۱

۶۱ - در یک زمین‌لرزه، امواج اولیهٔ P و امواج ثانویهٔ S با تندی‌های $۱۰km/s$ و $۵km/s$ با اختلاف زمانی ۳ دقیقه به یک دستگاه لرزه‌نگار روی سطح زمین می‌رسند. اگر این موج‌ها روی خط راست حرکت کنند، در چه فاصله‌ای از دستگاه زلزله‌نگار برحسب کیلومتر زلزله رخ داده است؟

۱) ۹۰۰
۲) ۴۵۰
۳) ۵۴۰
۴) ۱۸۰۰

۶۲ - امواج لرزه‌ای، یکی موج اولیهٔ P و دیگری موج ثانویهٔ S در مبدأ زمان، از فاصلهٔ ۳۰۰ کیلومتری از یک لرزه‌نگار، روی خط راست به‌سمت آن حرکت کرده و با اختلاف زمانی ۱٫۵ دقیقه توسط لرزه‌نگار ثبت می‌شوند. اگر تندی موج S به اندازهٔ ۶۰ درصد کمتر از تندی موج P باشد، موج S فاصلهٔ محل وقوع زلزله تا محل ثبت توسط لرزه‌نگار را طی چند دقیقه طی کرده است؟

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

Bime 8 g

پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۳ سرعت انتشار موج در یک محیط به ویژگی‌های فیزیکی محیط مانند جنس، دما و... بستگی دارد، اما به شرایط فیزیکی چشمه‌ی موج مانند بسامد، دامنه و... بستگی ندارد.

۲ - گزینه ۳ در ایجاد امواج (طولی و عرضی) با انتشار موج در محیط، ذرات محیط حرکت نوسانی ساده (حول نقطه‌ی تعادل خود) انجام می‌دهند و همراه با موج حرکت نمی‌کنند، مطابق متن کتاب درسی گزینه‌های «۱» و «۲» به ترتیب تعریف امواج طولی و عرضی هستند.

۳ - گزینه ۴ چون راستای ارتعاش ذرات بر راستای انتشار موج منطبق است، بنابراین موج طولی است. هم‌چنین سرعت انتشار موج در یک محیط تنها به ویژگی‌های فیزیکی محیط بستگی دارد و از شرایط چشمهٔ موج مستقل است، بنابراین با تغییر بسامد چشمهٔ موج، سرعت انتشار موج در محیط (فنر) ثابت می‌ماند.

۴ - گزینه ۳ در فنر، نوسان و انتشار هر دو در راستای قائم هستند. چون این دو راستا یکسانند، نوع موج، طولی است. در نخ راستای نوسان، قائم و راستای انتشار، افقی است. چون این دو راستا بر هم عمودند، بنابراین نوع موج، عرضی است.

۵ - گزینه ۲ وقتی محیط موج تغییر می‌کند سرعت و طول موج تغییر می‌کند ولی شرایط نوسانی ذرات مانند دامنه، دوره، بسامد و بسامد زاویه‌ای ثابت می‌ماند.

۶ - گزینه ۲ ابتدا دورهٔ تناوب و سپس طول موج (λ) را به دست می‌آوریم:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow ۶\pi = \frac{۲\pi}{T} \rightarrow T = \frac{۱}{۳}s$$
$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow ۱۲ = \frac{\lambda}{\frac{۱}{۳}} \Rightarrow \lambda = ۴m$$

می‌دانیم فاصلهٔ بین یک قله و دره موج برابر $\Delta x = n\frac{\lambda}{۲}$ است. چون کم‌ترین مقدار خواسته شده است پس $n = ۱$ بوده و داریم:

$$\Delta x = \pi\frac{\lambda}{۲} = \frac{۴}{۲} = ۲m$$

۷ - گزینه ۳

سرعت انتشار موج در محیط برابر است با :

$$v = \lambda f \xrightarrow[\lambda = ۰/۲m]{f = ۵۰۰\ Hz} v = ۰/۲ \times ۵۰۰ = ۱۰۰\ m/s$$

مدت زمانی که طول می‌کشد موج مسافت ۵۰ متر را طی کند برابر است با:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} \xrightarrow[v = ۱۰۰ m/s]{\Delta x = ۵۰\ m} \Delta t = \frac{۵۰}{۱۰۰} = ۰/۵s$$

برای محاسبه تعداد نوسان‌ها در مدت $۰/۵s$ خواهیم داشت:

نوسان کامل $f = \frac{n}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۰/۵s]{f = ۵۰۰\ Hz} ۵۰۰ = \frac{n}{۰/۵} \Rightarrow n = ۲۵۰$

۸ - گزینه ۲ دقت کنید مسافتی که یک ذره از طناب می‌پیماید با مسافتی که موج در طول طناب طی می‌کند متفاوت است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت یک نوسان کامل می‌پیماید برابر $۴A$ است. یعنی:

$$۴A = ۴ \times ۲cm = ۸cm$$

تعداد نوسان‌ها : $n = \frac{t}{T} \Rightarrow \frac{۱۶}{۸} = \frac{۰/۲}{T} \Rightarrow T = ۰/۱s$

$$\lambda = vT \Rightarrow ۱/۵ = v \times ۰/۱ \Rightarrow v = ۱۵m/s$$

پیشروی قله‌ی موج : $\Delta x = v\Delta t \Rightarrow \Delta x = ۱۵\frac{m}{s} \times ۰/۲s = ۳m$

۹ - گزینه ۳

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{v'}{v} \times \frac{f}{f'} = \frac{۲v}{v} \times \frac{f}{\frac{۱}{۳}f} \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = ۶$$

۱۰ - گزینه ۱ می‌دانیم: فاصله در برآمدگی متوالی = طول موج λ ، پس $\lambda = ۱۰cm$

از طرفی:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f \text{ ثابت}} \frac{\lambda_{\text{کم عمق}}}{\lambda_{\text{عمیق}}} = \frac{v_{\text{کم عمق}}}{v_{\text{عمیق}}} \rightarrow \frac{\lambda_{\text{کم عمق}}}{۱۰cm} = ۰/۴ \rightarrow \lambda_{\text{کم عمق}} = ۴cm$$

تغییرات طول موج $\Rightarrow \Delta\lambda = ۴ - ۱۰ = -۶cm$

طول موج $۶cm$ کاهش می‌یابد.

۱۱ - گزینه ۱ با نصف شدن سیم، چگالی خطی جرم سیم تغییری نمی‌کند، بنابراین داریم:

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

Bime 8 g

۱۲ - گزینه ۴ وقتی سیم را از حدیده عبور می‌دهیم، جرم آن ثابت می‌ماند ولی طول آن افزایش می‌یابد. طبق رابطهٔ زیر سرعت انتشار موج در طول سیم با جذر نیروی کشش آن و طول سیم نسبت مستقیم دارد.

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{FL}{m}}\Rightarrow\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{F'}{F}\cdot\frac{L'}{L}}=\sqrt{۳\times۲}=\sqrt{۶}$$

۱۳ - گزینه ۱ نکته: با دولا کردن تار یا طناب در واقع بدون تغییر جرم، طول طناب را نصف کرده‌ایم.

$$v=\sqrt{\frac{F\cdot L}{m}}\Rightarrow\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{F'}{F}\times\frac{L'}{L}}=\sqrt{\frac{۲F}{F}\times\frac{\frac{۱}{۲}L}{L}}\Rightarrow\frac{v'}{v}=۱$$

۱۴ - گزینه ۲ طبق رابطهٔ سرعت انتشار موج عرضی در طناب $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ می‌توان گفت، سرعت انتشار موج عرضی با جذر نیرویی کشش طناب رابطهٔ مستقیم دارد. بنابراین داریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow\frac{v_۲}{v_۱}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}=\frac{۲۶}{۲۰}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}\Rightarrow\frac{۱۳}{۱۰}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}\Rightarrow\frac{۱۶۹}{۱۰۰}=\frac{F_۲}{F_۱}\Rightarrow F_۲=\frac{۱۶۹}{۱۰۰}F_۱$$

$$\text{درصد تغییرات}=\frac{\Delta F}{F_۱}\times۱۰۰=\frac{۱٫۶۹F_۱-F_۱}{F_۱}\times۱۰۰=۰٫۶۹\times۱۰۰=۶۹\%$$

۱۵ - گزینه ۴ باتوجه به این‌که تندی انتشار موج عرضی در تار از رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ تعیین می‌شود، خواهیم داشت:

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

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

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

یعنی طول موج امواج منتشرشده در تار تغییری نمی‌کند.

۱۶ - گزینه ۲ یادآوری می‌کنیم که:

تندی موج عرضی $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ ، بیشینهٔ تندی ذرات $v_{max}=A\omega$

طول موج در طناب $\lambda=\frac{v}{f}$ ، بیشینهٔ شتاب ذرات $a_{max}=A\omega^۲$

کافیست محاسبهٔ داده‌های سؤال را انجام دهیم:

موج $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۳۰}{۱٫۲}}=۵m/s$

$$\lambda=\frac{v}{f}\to۲=\frac{۵}{f}\to f=\frac{۵}{۲}\to\omega=۲\pi f=۵\pi$$

$$\frac{\text{بیشینهٔ تندی ذرات } v_{max}}{\text{تندی انتشار موج } v}=۰٫۴\to\frac{A\omega}{v}=۰٫۴\to\frac{A\times۵\pi}{۵}=۰٫۴\Rightarrow A=\frac{۰٫۴}{\pi}$$

شتاب بیشینه $a_{max}=A\omega^۲=\frac{۰٫۴}{\pi}\times(۵\pi)^۲=۱۰\pi$

۱۷ - گزینه ۳ با استفاده از رابطه‌ی مقایسه‌ای سرعت انتشار امواج عرضی در تار، داریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\xrightarrow[\rho_۲=\rho_۱]{F_۲=F_۱}\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{D_۲}{D_۱}\xrightarrow{D_۱=\frac{۵}{۴}D_۲}\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{D_۲}{\frac{۵}{۴}D_۲}=\frac{۴}{۵}$$

$$\Rightarrow\frac{v_۱-v_۲}{v_۲}\times۱۰۰=\frac{\frac{۴}{۵}v_۲-v_۲}{v_۲}\times۱۰۰=-۲۰\%$$

پس سرعت انتشار امواج عرضی در طناب اول، ۲۰ درصد کم‌تر از طناب دوم است.

۱۸ - گزینه ۱ سرعت انتشار موج عرضی از رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$ به دست می‌آید:

$$v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}\Rightarrow\frac{v_B}{v_A}=\frac{D_A}{D_B}\sqrt{\frac{F_B}{F_A}}\times\sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$$

$$\xrightarrow[F_A=۴F\,,\,F_B=F\,,\,\rho_A=۴\rho_B]{D_A=\frac{۳}{۲}D\,,\,D_B=D}\frac{v_B}{v_A}=\frac{\frac{۳}{۲}D}{D}\times\sqrt{\frac{F}{۴F}}\times\sqrt{\frac{۴\rho_B}{\rho_B}}\Rightarrow\frac{v_B}{v_A}=\frac{۳}{۲}$$

۱۹ - گزینه ۲ طبق رابطهٔ تندی امواج عرضی در طناب‌ها $v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$ ، تندی با ضخامت و قطر طناب رابطهٔ عکس دارد. ($v\propto\frac{۱}{D}$) بنابراین با رسیدن موج به قسمت ضخیم طناب تندی موج

Bime 8 g

کاهش می‌یابد.($v_۲ < v_۱$)

در مورد بسامد و طول موج: بسامد به چشمه و منبع موج وابسته است و مستقل از شرایط محیط (طناب) است. پس $f_۲ = f_۱$ (تا الان گزینهٔ درست مشخص نشده!)

طول موج ($\lambda = \frac{v}{f}$) با ثابت ماندن بسامد و کاهش تندی ، کاهش پیدا می‌کند.($\lambda = \frac{\downarrow v}{f \text{ ثابت}} \downarrow$) ، پس $\lambda_۲ < \lambda_۱$

۲۰ - گزینه ۲ بسامد موج از ویژگی‌های منبع تولید موج بوده و با تغییر محیط تغییر نمی‌کند، باتوجه به ثابت ماندن بسامد موج و رابطه‌ی $\lambda = \frac{v}{f}$ طول موج با سرعت انتشار موج رابطه‌ی مستقیم دارد.

سرعت انتشار $v = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \Rightarrow v \propto \frac{۱}{D} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{D_۱}{D_۲} = \frac{D}{۲D} = \frac{۱}{۲}$

با نصف شدن سرعت انتشار، طول موج نیز نصف می‌شود.

۲۱ - گزینه ۱ با استفاده از رابطهٔ تندی امواج عرضی در ریسمان کشیده داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{\mu_۱}{\mu_۲}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{۱}{۴}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{۱}{۲}$$

از طرفی امواج عرضی با تندی ثابت در طول هر ریسمان منتشر می‌شوند، بنابراین داریم:

$$v = \frac{L}{t} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{L_۲}{L_۱} \times \frac{\Delta t_۱}{\Delta t_۲} \xrightarrow{\Delta t_۱ = \Delta t_۲} \frac{۱}{۲} = \frac{L_۲}{L_۱} \Rightarrow L_۲ = \frac{۱}{۲}L_۱ \quad (*)$$

از طرفی داریم:

$$L_۱ + L_۲ = ۶ \xrightarrow{(*)} L_۱ + \frac{۱}{۲}L_۱ \Rightarrow L_۱ = ۴m$$

۲۲ - گزینه ۳

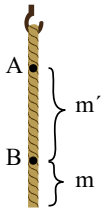
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu = \frac{m}{L}} v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B}} \times \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \times \sqrt{\frac{m_B}{m_A}}$$

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

$$t = \frac{L}{v} \Rightarrow \frac{t_A}{t_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{v_B}{v_A} \xrightarrow[\frac{v_A}{v_B} = \frac{۱}{۴}]{\frac{L_A}{L_B} = \frac{۱}{۲}} \frac{t_A}{t_B} = ۲$$

۲۳ - گزینه ۲ سرعت انتشار موج در یک سیم یا طناب از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به‌دست می‌آید که F نیروی کشش طناب است. در مورد این طناب، وزن طناب نیروی کشش است. از آن‌جا که بسامد به محیط انتشار بستگی ندارد، بنابراین $f_A = f_B$ می‌باشد.

$$\left.\begin{array}{l} F_B = T_B = mg \\ F_A = T_A = (m + m')g \end{array}\right\} \Rightarrow F_A > F_B \xrightarrow{v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}} v_A > v_B \xrightarrow[f_A = f_B]{\lambda = \frac{v}{f}} \lambda_A > \lambda_B$$



۲۴ - گزینه ۳ وزن طناب پائین‌تر از نقطه‌ی مورد نظر (y) نیروی کشش وارد شده بر تار یا طناب را در آن نقطه تأمین می‌کند، همچنین جنس طناب (چگالی خطی) در تمام طول یک طناب همگن ثابت است. $(\mu_A = \mu_B)$ بنابراین داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \sqrt{\frac{m_B g}{m_A g}} = \sqrt{\frac{y_B}{y_A}} = \sqrt{\frac{۶۰}{۲۰}} = \sqrt{۳}$$

۲۵ - گزینه ۱ عبارت «الف» نادرست است؛ زیرا فاصلهٔ بین قله و درهٔ مجاور هم برابر $\frac{\lambda}{۲}$ (نصف طول موج) است.

عبارت «ت» نادرست است؛ زیرا آهنگ انتقال انرژی برای امواج مکانیکی با $A^۲$ و $f^۲$ متناسب است.

۲۶ - گزینه ۱ باتوجه به رابطه‌ی سرعت انتشار موج در تار مرتعش داریم (جرم سیم تغییر نکرده است.)

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow \frac{\mu}{\mu'} = \frac{L'}{L} = ۲$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{F} \times \frac{\mu}{\mu'}} = \sqrt{\frac{۲F}{F} \times ۲} \Rightarrow \frac{v'}{v} = ۲$$

Bime 8 g

$$\bar{P}=۲\pi^۲f^۲A^۲\mu v\Rightarrow\frac{\bar{P}'}{\bar{P}}=(\frac{f'}{f}\times\frac{A'}{A})^۲\times\frac{\mu'}{\mu}\times\frac{v'}{v}\Rightarrow\frac{\bar{P}'}{\bar{P}}=(\frac{۲f}{f}\times\frac{۲A}{A})^۲\times\frac{۱}{۲}\times۲=۱۶$$

۲۷ - گزینه ۳ می‌دانیم انرژی مکانیکی یک نوسانگر ساده از رابطهٔ $E=\frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲$ به دست می‌آید. اگر طولی از موج به اندازهٔ یک طول موج را در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$E=\frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲\xrightarrow{\omega=۲\pi f}E=\frac{۱}{۲}m۴\pi^۲f^۲A^۲\xrightarrow[L=\lambda=\frac{v}{f}]{m=\mu L}E=۲\pi^۲\mu vfA^۲$$

$$\bar{P}=\frac{E}{T}\xrightarrow{T=\frac{۱}{f}}\bar{P}=۲\pi^۲\mu vf^۲A^۲$$

$$=۲\times۱۰\times۲۰\times۱۰^{-۳}\times۲۰\times۱۰^۲\times(۱۰\times۱۰^{-۳})^۲=۸\times۱۰^{-۲}W\Rightarrow\bar{P}=۸۰mW$$

۲۸ - گزینه ۲ می‌دانیم انرژی موج همان انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده است. بنابراین ابتدا انرژی موج را در طولی از طناب برابر یک طول موج به‌دست می‌آوریم:

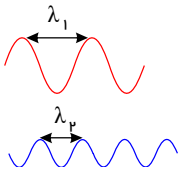
$$E=\frac{۱}{۲}kA^۲\xrightarrow{k=m\omega^۲}E=\frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲\xrightarrow{\omega=۲\pi f}E=۲\pi^۲mA^۲f^۲$$

$$\xrightarrow[l=\lambda]{m=\mu l}E=۲\pi^۲\mu\lambda A^۲f^۲\xrightarrow{\lambda=\frac{v}{f}}E=۲\pi^۲\mu vA^۲f$$

و همچنین ($\bar{P}$) مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (متوسط توان انتقال انرژی) از رابطهٔ $\bar{P}=۲\pi^۲\mu vA^۲f^۲$ به‌دست می‌آید. بنابراین داریم:

$$\frac{\bar{P}}{E}=\frac{۲\pi۲\mu vA^۲f^۲}{۲\pi^۲\mu vA^۲f}=f$$

۲۹ - گزینه ۴ درشکل کاملا مشخص است که $\lambda_۱>\lambda_۲$ است. اما در مورد بسامد موج در دو طناب نمی‌توان نظر قطعی داد چون بسامد نوسان‌های موج از ویژگی‌های منبع موج است و چون درمورد مشخصات منبع موج اطلاعاتی نداریم بنابراین نمی‌توان درمورد بسامد دو موج اظهار نظر کرد.



۳۰ - گزینه ۴ روش اول: این فاصله از روی شکل معادل $۵\frac{\lambda}{۴}$ است.

داریم:

$$v=\lambda f\Rightarrow\frac{\Delta x}{\Delta t}=\lambda f\Rightarrow\frac{۱٫۲۵\lambda}{۲٫۵}=\lambda f\Rightarrow f=۰٫۵Hz$$

روش دوم:

$$\begin{cases}\Delta t_{AB}=۲٫۵s\\ \Delta x_{AB}=۵\frac{\lambda}{۴}\end{cases}$$

مسافت طی شده‌ی موج	زمان انتشار
λ	T
$۵\frac{\lambda}{۴}$	$\Delta t=۲٫۵$

$$\Rightarrow\Delta t=۲٫۵=\frac{۵\frac{\lambda}{۴}T}{\lambda}=\frac{۵T}{۴}$$

$$\boxed{T=۲}$$

$$\boxed{f=\frac{۱}{۲}}$$

۳۱ - گزینه ۱

$$\frac{۵\lambda}{۴}=۱۰۰\Rightarrow\lambda=۸۰cm=۰٫۸m\Rightarrow f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۴}{۰٫۸}=۵Hz$$

۳۲ - گزینه ۱ ابتدا با توجه به نمودار نقش موج سرعت انتشار موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۳\lambda}{۴}=\frac{۲}{۷}\Rightarrow\lambda=\frac{۸}{۲۱}m$$

$$\Delta x_{MN}=۲\lambda-\frac{\lambda}{۴}=\frac{۷\lambda}{۴}=\frac{۷\times\frac{۸}{۲۱}}{۴}=\frac{۲}{۳}m$$

$$\Delta x=v\Delta t\Rightarrow\frac{۲}{۳}=v\times\frac{۱}{۱۵}\Rightarrow V=۱۰m/s$$

حال با استفاده از رابطهٔ سرعت انتشار امواج عرضی در تار داریم:

Bime 8 g

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{Fl}{\rho V}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}} \xrightarrow{A=\pi(\frac{D}{۲})^۲} v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

$$\Rightarrow ۱۰=\frac{۲}{۰/۰۲}\sqrt{\frac{F}{۳۰۰\times ۳}} \Rightarrow F=۹۰N$$

۳۳ - گزینه ۲ ابتدا فاصله‌ای را که قلهٔ موردنظر (با پیکان مشخص شده) در این پنج ثانیه طی کرده، برحسب طول موج به‌دست می‌آوریم . با توجه به اینکه حرکت موج یکنواخت است داریم:

$$\left.\begin{array}{l} x_۱=\lambda \\ x_۲=\frac{۹}{۴}\lambda \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta x=v\Delta t \rightarrow \frac{۵}{۴}\lambda=\frac{\lambda}{T}\times ۵ \rightarrow T=۴s \Rightarrow f=\frac{۱}{۴}Hz$$

۳۴ - گزینه ۲ با استفاده از اطلاعات روی نمودار نقش موج داریم:

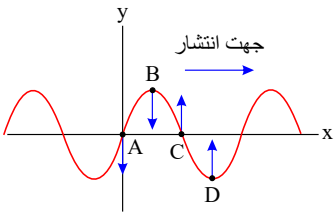
$$\lambda+\frac{۳\lambda}{۴}=۷۰ \Rightarrow \frac{۷\lambda}{۴}=۷۰ \Rightarrow \lambda=۴۰cm=۰/۴m$$

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

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

۳۵ - گزینه ۴ در حرکت نوسانی سادهٔ هر ذره، زمانی که ذره از مبدأ نوسان عبور می‌کند، اندازهٔ شتاب نوسانی آن برابر با صفر خواهد شد. بنابراین در این شکل که نقش یک موج عرضی منتشر شده در طناب را نشان می‌دهد، نقاطی از طناب که در مبدأ نوسان خود قرار دارند، دارای شتاب نوسانی صفر خواهند بود. این نقاط عبارت از B ، D و F هستند.

۳۶ - گزینه ۴ می دانیم در دو انتهای مسیر نوسان (قله و درّهٔ موج) سرعت نوسانگر صفر و شتاب آن بیشینه است و در نقطهٔ تعادل سرعت نوسانگر بیشینه و شتاب آن صفر است. لذا با توجه به این که جهت شتاب نوسانگر همواره به طرف مرکز نوسان (نقطهٔ تعادل) است و هر ذره از محیط انتشار موج حرکت نوسانی ذرهٔ ماقبل خود را تکرار می‌کند، داریم:



نقطهٔ A: چون ذرهٔ ماقبل نقطهٔ A پایین‌تر است، پس نقطهٔ A به طرف پایین می‌رود در نتیجه: $a_A>۰$ و $v_A<۰$

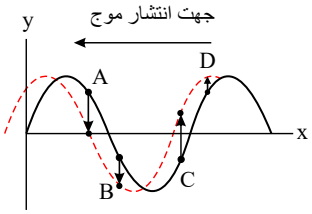
نقطهٔ B: چون ذرهٔ ماقبل نقطهٔ B پایین‌تر است، پس در لحظه نشان داده شده نقطهٔ B نیز به طرف پایین می‌رود و در نتیجه: $a_B<۰$ و $v_B<۰$

نقطهٔ C : چون نقطهٔ ماقبل نقطهٔ C بالاتر است، پس در لحظهٔ نشان داده شده، این نقطه به طرف بالا در حرکت است و در نتیجه: $a_C<۰$ و $v_C>۰$

نقطهٔ D: چون نقطهٔ ماقبل نقطهٔ D بالاتر است پس این نقطه نیز در لحظه نشان داده شده به طرف بالا در حرکت است و در نتیجه: $a_D>۰$ و $v_D>۰$

۳۷ - گزینه ۴

با توجه به جهت انتشار موج وضعیت حرکتی هر یک از نقاط به‌صورت زیر است:



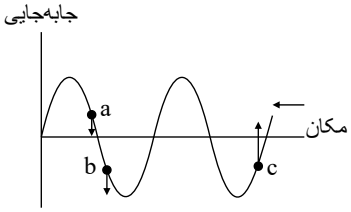
A: تندشونده و رو به پایین

B: کندشونده و رو به پایین

C: تندشونده و رو به بالا

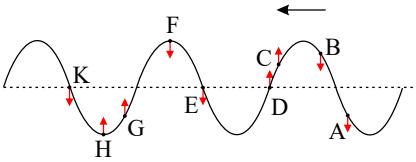
D: کندشونده و رو به بالا

۳۸ - گزینه ۳



با توجه به این‌که انرژی پتانسیل ذرهٔ a در حال کاهش است بنابراین انرژی جنبشی آن در حال افزایش است و نوع حرکت آن تندشونده است بنابراین جهت انتشار موج در خلاف جهت محور مکان است. پس نوع حرکت ذرهٔ b کندشونده و نوع حرکت ذرهٔ c تندشونده است.

۳۹ - گزینه ۲ در شکل زیر، جهت حرکت ذرات، در اثر حرکت موج با علامت پیکان مشخص شده است. ذراتی که به مرکز نوسان نزدیک می‌شوند، دارای حرکت تندشونده هستند. بنابراین ذرات G و H که رو به بالا و در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان خود هستند، حرکت تندشوندهٔ رو به بالا دارند.



۴۰ - گزینه ۱ ابتدا دورهٔ تناوب موج را حساب می‌کنیم. داریم:

$$۳\frac{\lambda}{۴}=۶۰ \Rightarrow \lambda=۸۰cm=۰/۸m \rightarrow v=\frac{\lambda}{T} \Rightarrow ۱۰=\frac{۰/۸}{T} \Rightarrow T=۰/۰۸s$$

با توجه به دورهٔ تناوب موج، بازهٔ زمانی صفر تا $۰/۰۲s$ معادل با $\frac{T}{۴}$ خواهد بود و چون نقطهٔ M در لحظهٔ $t=۰$ در درهٔ موج (پاستیغ) قرار دارد، با توجه به جهت حرکت موج، به‌طرف بالا شروع به

Bime 8 g

حرکت می‌کند و از مکان $-A$ طی زمان $\frac{T}{۴}$ به مکان صفر می‌رسد. بنابراین حرکت نقطهٔ M پیوسته تندشونده خواهد بود.

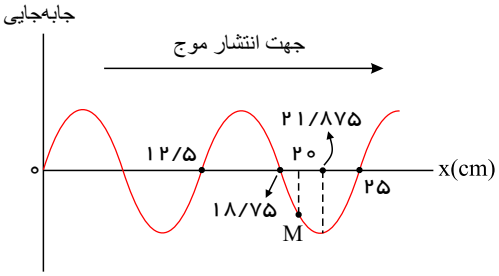
۴۱ - گزینه ۱ ابتدا تندی موج را به‌دست می‌آوریم:

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

$$\xrightarrow[\rho=۵\ g/cm^۳=۵۰۰۰\ kg/m^۳]{F=۰/۷۵N\ ,\ A=۶cm^۲=۶\times۱۰^{-۴}m^۲} v=\sqrt{\frac{۰/۷۵}{۵۰۰۰\times۶\times۱۰^{-۴}}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{۱}{۴}}=۰/۵\ m/s$$

$$v=\lambda f\xrightarrow[f=۴Hz]{v=۰/۵\ m/s}\lambda=\frac{۱}{۸}m=۱۲/۵cm\Rightarrow\frac{\lambda}{۲}=۶/۲۵cm\Rightarrow\frac{\lambda}{۴}=۳/۱۲۵cm$$

از روی نقش موج، مکان نقطهٔ موردنظر را روی موج مشخص می‌کنیم:



باتوجه به جهت انتشار موج، نقطهٔ M درحال حرکت به‌سمت بالا است و چون به نقطهٔ تعادل نزدیک می‌شود، تندی آن درحال افزایش است.

۴۲ - گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱» درست است - راستای ارتعاش ذرات (محور y) بر راستای انتشار موج (محور x) عمود است.

گزینهٔ «۲» نادرست است - باتوجه به آن‌که هر ذره محیط دقیقاً حرکت نوسانی ذرهٔ ماقبل خود را تکرار می‌کند، چون ذرهٔ ماقبل نقطه‌های M و D بالاتر است، پس هر دو ذره به طرف بالا در حرکت‌اند یعنی نقطهٔ M که در ناحیهٔ اول است به طرف نقطهٔ بازگشتِ حرکت و نقطهٔ D در ناحیهٔ چهارم خواهد بود که به طرف نقطهٔ تعادل در حرکت است.

گزینهٔ «۳» درست است - زیرا طبق توضیح فوق، چون ذرهٔ N به طرف نقطهٔ بازگشتِ حرکت، در حرکت می‌باشد و سرعت ذره در حال کاهش است پس حرکت ذره N از نوع کند شونده است چون ذرهٔ D به طرف نقطهٔ تعادل در حرکت بوده و سرعت آن در حال افزایش است، پس نوع حرکت تندشونده است.

گزینهٔ «۴» درست است - زیرا:

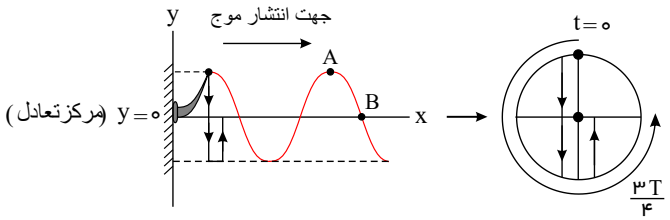
$$۲\lambda=۵۰\Rightarrow\lambda=۲۵cm=۰/۲۵m$$

$$v=\lambda f\Rightarrow۳۰=۰/۲۵\times f\Rightarrow f=۱۲۰HZ$$

۴۳ - گزینه ۳ با توجه به جهت حرکت موج و این نکته که هر ذره برای نوسان ساده در جهت مکان ذرهٔ قبل از خود حرکت می‌کند، می‌توان دریافت که ذرهٔ A در حال نزدیک شدن به درهٔ موج (پاستیغ) و ذرهٔ B در حال نزدیک شدن به نقطهٔ تعادل است.

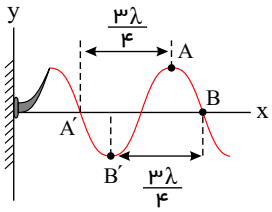
بنابراین سرعت هر دو ذره منفی است؛ ولی حرکت ذرهٔ A کندشونده است و حرکت ذرهٔ B تندشونده . از طرف دیگر مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع مکانیکی با مربع دامنه ($A^۲$) و مربع بسامد ($f^۲$) متناسب است و چون دامنه و بسامد برای نوسان‌های ذره‌های A و B یکسان است؛ پس مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی از نقطه‌های A و B برابر است.

۴۴ - گزینه ۲ باتوجه به نقش موج و وضعیت چشمهٔ موج در لحظهٔ $t=۰$، برای آن‌که چشمهٔ موج برای دومین بار پس از این لحظه از مرکز تعادل عبور کند به اندازهٔ $\frac{۳T}{۴}$ زمان لازم است:



از طرفی می‌دانیم هر ذره از محیط انشار موج حرکت نوسانی ذرهٔ ماقبل خود را تکرار می‌کند. بنابراین باتوجه به نمودار نقش موج می‌توان دریافت که در لحظهٔ $t=۰$ نقطهٔ A در مکان $y=+A$ قرار داشته و به طرف پایین حرکت می‌کند (ربع دوم) و نقطهٔ B در مکان $y=۰$ قرار داشته و به طرف بالا حرکت می‌کند (یعنی در ربع اول). حال پس از $\frac{۳T}{۴}$ ثانیه می‌توان نتیجه گرفت که موقعیت مکانی نقاط A و B مطابق شکل زیر خواهد شد. یعنی نقطهٔ A در وضع تعادل نوسانی و نقطهٔ B در وضع منفی بعد بیشینه نسبت به مرکز نوسان قرار می‌گیرد و از آن جایی که $\frac{۳T}{۴}$ معادل با $\frac{۳\lambda}{۴}$ است، داریم:

Bime 8 g



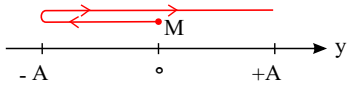
۴۵ - گزینه ۴ ابتدا با استفاده از نقش موج، طول موج و سپس دورهٔ تناوب آن‌را محاسبه می‌کنیم.

$$۳\frac{\lambda}{۲}=۶\Rightarrow\lambda=۴m\rightarrow v=\frac{\lambda}{T}\Rightarrow ۲=\frac{۴}{T}\Rightarrow T=۲s$$

مسافت طی شده توسط موج در بازهٔ زمانی صفر تا $۱٫۵s$ برابر است با:

$$L=v\Delta t=۲\times ۱٫۵\Rightarrow L=۳m$$

با توجه به جهت حرکت موج و دورهٔ آن، در مدت ۱٫۵ ثانیه، نقطهٔ M ابتدا به $-۸cm$ رفته، سپس به نقطهٔ تعادل $+۸cm$ می‌رسد. بنابراین جابه‌جایی آن برابر با $\Delta x=A$ است.



$$\Delta x=A=۸cm=۸\times ۱۰^{-۲}m$$

در نتیجه:

$$\frac{\Delta x}{L}=\frac{۸\times ۱۰^{-۲}}{۳}=\frac{۲}{۷۵}$$

۴۶ - گزینه ۳ جهت حرکت موج از سمت چپ به راست است باتوجه به شکل موج باید $\frac{۳\lambda}{۴}$ حرکت کند تا نقطهٔ B مثل نقطهٔ A با بیشترین سرعت به سمت پایین حرکت کند. داریم:

$$\Delta x=v\Delta t$$

$$\frac{۳\lambda}{۴}=v\times\Delta t\xrightarrow{\frac{۵\lambda}{۴}=۱٫۵\rightarrow\lambda=۱٫۲m}\frac{۳\times ۱٫۲}{۴}=۶\times t\Rightarrow t=۰٫۱۵s$$

۴۷ - گزینه ۱ نقطهٔ M در وضع تعادل است و بنابراین اندازهٔ سرعت آن بیشینه و در جهت منفی است.

$$v_{\max}=A\omega=A\times\frac{۲\pi}{T}=۰٫۰۱\times\frac{۲\pi}{۰٫۲}=۰٫۱\pi=۰٫۳۱۴\frac{m}{s}$$

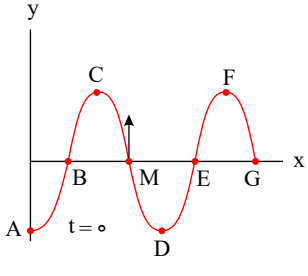
۴۸ - گزینه ۱ دورهٔ تناوب را به‌دست می‌آوریم، با توجه به شکل $\frac{\lambda}{۲}=۵cm$ چون تندی موج $۲۰m/s$ است، می‌توان گفت:

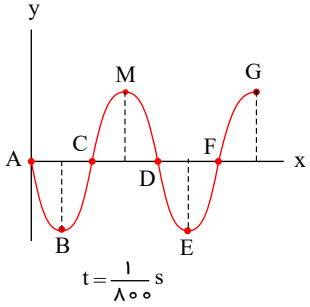
$$\frac{\lambda}{۲}=۵cm\Rightarrow\lambda=۱۰cm=۰٫۱m\rightarrow\lambda=vT\xrightarrow{v=۲۰m/s}۰٫۱=۲۰T\Rightarrow T=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

چون دورهٔ تناوب $\frac{۱}{۲۰۰}s$ است، $\frac{۱}{۴۰۰}s$ بعد از این لحظه (یعنی بعد از مدار $\frac{T}{۲}s$ ذرهٔ M که در نقطهٔ تعادل قرار دارد، مجدداً به نقطهٔ تعادل می‌رسد. بنابراین در این لحظه تندی آن بیشینه است و از رابطهٔ $v_{max}=A\omega$ به‌دست می‌آید.

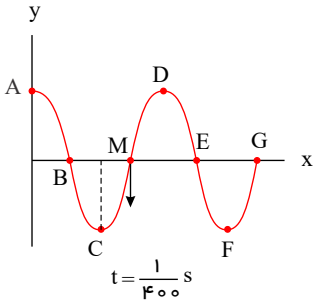
$$v_{max}=A\omega\xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}}v_{max}=A\times\frac{۲\pi}{T}\xrightarrow[T=\frac{۱}{۲۰۰}s]{A=۰٫۰۵m}v_{max}=۰٫۰۵\times\frac{۲\pi}{\frac{۱}{۲۰۰}}\Rightarrow v_{max}=۲۰\pi m/s$$

با توجه به جهت حرکت موج در لحظهٔ نشان داده شده، ذرهٔ M از نقطهٔ تعادل در جهت $+y$ حرکت می‌کند. بعد از نصف دورهٔ تناوب، این ذره دوباره به نقطهٔ تعادل می‌رسد و در جهت $-y$ حرکت می‌کند این موضوع را به وضوح در شکل‌های زیر مشاهده می‌کنید.





تصویر لحظه ای بعد از $\frac{T}{۴}$



تصویر لحظه ای بعد از $\frac{T}{۲}$

Bime 8 g

۴۹ - گزینه ۱ باتوجه به شکل داریم:

$$A_A = \frac{۲}{۳}A_B$$

$$\lambda_A = ۲\lambda_B \xrightarrow[f_A=f_B]{\lambda=\frac{v}{f}} \frac{v_A}{f_A} = ۲\frac{v_B}{f_B} \Rightarrow v_A = ۲v_B$$

متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطه از طناب در مدت یک دوره از رابطه‌ی $\overline{P} = ۲\pi^۲A^۲f^۲\mu v$ به‌دست می‌آید. بنابراین داریم:

$$\overline{P} = ۲\pi^۲f^۲A^۲\mu v \Rightarrow \frac{\overline{P_A}}{\overline{P_B}} = \frac{{f_A}^۲}{{f_B}^۲} \times \frac{{A_A}^۲}{{A_B}^۲} \times \frac{\mu_A}{\mu_B} \times \frac{v_A}{v_B}$$

$$\xrightarrow[f_A=f_B]{\mu_A=\mu_B} \frac{\overline{P_A}}{\overline{P_B}} = \left(\frac{\frac{۲}{۳}A_B}{A_B}\right)^۲ \times (\frac{۲v_B}{v_B})$$

$$\frac{\overline{P_A}}{\overline{P_B}} = \frac{۴}{۹} \times ۲ = \frac{۸}{۹}$$

۵۰ - گزینه ۱ باتوجه به نمودارهای نقش موج و مکان - زمان ابتدا سرعت انتشار موج را به‌دست می‌آوریم:

$$۱)\frac{\lambda}{۲} = ۱٫۲۵cm \Rightarrow \lambda = ۲٫۵cm = ۰٫۲۵m$$

$$۲)\frac{۳T}{۴} = ۱٫۵ \Rightarrow T = ۲s \Rightarrow \lambda = vT \Rightarrow ۰٫۲۵ = v \times ۲ \Rightarrow v = ۱۲٫۵ \times ۱۰^{-۲}m/s$$

متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطهٔ طناب در مدت یک دوره از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\bar{P} = ۲\pi^۲\mu v f^۲A^۲ = ۲ \times ۱۰ \times ۰٫۲ \times ۱۲٫۵ \times ۱۰^{-۲} \times \frac{۱}{۴} \times ۴ \times ۱۰^{-۴} = ۵ \times ۱۰^{-۵}\omega$$

۵۱ - گزینه ۲ چون دو طناب هم‌جنس هستند و قطر مقطع آن‌ها با هم برابر است، بنابراین مطابق رابطه‌ی $\mu = \rho A$، جرم واحد طول آن‌ها با هم برابر است. مطابق شکل‌های سؤال داریم:

$$\lambda_B = ۲\lambda_C \quad (۱)$$

$$T_C = ۲T_B \xrightarrow{T=\frac{۱}{f}} f_B = ۲f_C \quad (۲)$$

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{v_B}{v_C} = \frac{\lambda_B}{\lambda_C} \times \frac{f_B}{f_C} \xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{v_B}{V_C} = ۴$$

باتوجه به رابطه‌ی مقدار متوسط توان انتقال انرژی در مدت زمان یک دوره تناوب داریم:

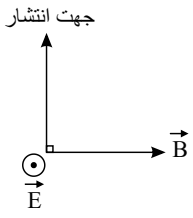
$$\overline{P} = ۲\pi^۲A^۲f^۲\mu v \xrightarrow{\mu_B=\mu_C} \frac{\overline{P}_B}{\overline{P}_C} = \frac{A_B^۲f_B^۲v_B}{A_C^۲f_C^۲v_C} \xrightarrow[v_B=۴v_C]{A_B=۳A_C\ ,\ f_B=۲f_C} \frac{\overline{P}_B}{\overline{P}_C} = ۳^۲ \times ۲^۲ \times ۴ = ۱۴۴$$

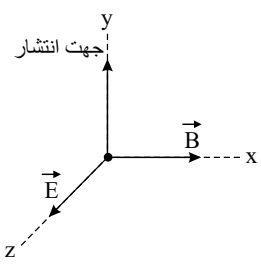
۵۲ - گزینه ۴ سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ برابر با $c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_۰\varepsilon_۰}}$ است و در محیط های دیگر سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی متفاوت است.

۵۳ - گزینه ۳ ترتیب امواج الکترومغناطیسی از بسامد زیاد به کم از راست به چپ به‌صورت زیر می‌باشد:

گاما - ایکس - فرابنفش - مرئی(بنفش - نیلی - آبی - سبز - زرد - نارنجی - قرمز) - فروسرخ - میکروموج - رادیویی

۵۴ - گزینه 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 قرار دهیم؛ به‌طوری‌که 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.

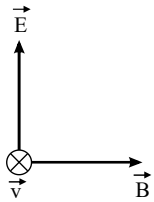




Bime 8 g

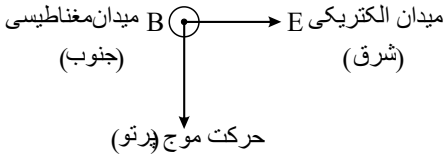
۵۵ - گزینه ۴

برای تعیین جهت انتشار موج باید از قاعدهٔ دست راست کمک گرفت، بدین صورت که چهار انگشت دست راست را طوری در جهت میدان الکتریکی می‌گیریم که چرخش آن‌ها به سمت میدان مغناطیسی باشد، آنگاه انگشت شست دست راست جهت انتشار موج را نشان می‌دهد که مطابق شکل زیر، موج در خلاف جهت محور z منتشر می‌شود.

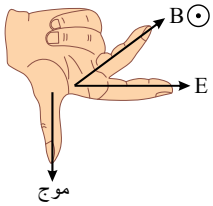


۵۶ - گزینه ۲

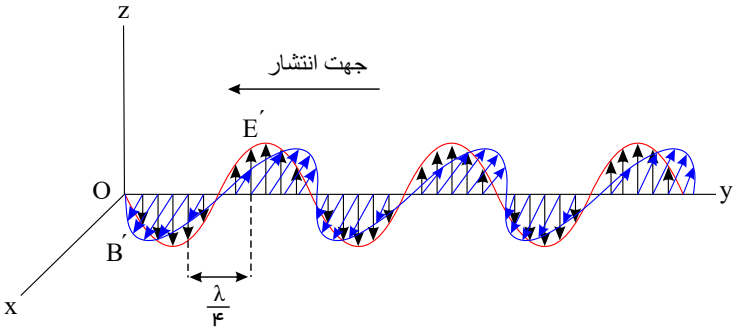
طبق قانون دست راست داریم.



با توجه به جهت قرارگیری دست راست میدان مغناطیسی رو به جنوب خواهد بود.



۵۷ - گزینه ۳ بااستفاده از قاعدهٔ دست راست اگر چهار انگشت درست راست درجهت میدان الکتریکی قرار بگیرد، و جهت خم شدن چهار انگشت جهت میدان مغناطیسی را نشان دهد، انگشت شست جهت انتشار موج را نشان می‌دهد. بنابراین مطابق شکل زیر در لحظهٔ $t = ۰$ و در این مکان جهت میدان الکتریکی خلاف جهت محور z است. باتوجه به این‌که پیشروی موج در مدت‌زمان $\frac{T}{۴}$، برابر با $\frac{\lambda}{۴}$ است، لذا میدان الکتریکی در لحظهٔ $t = \frac{T}{۴}$ برابر با $\overrightarrow{E'}$ می‌شود. چون موج در خلاف جهت محور y درحال انتشار است، بنابراین اندازهٔ میدان الکتریکی درحال افزایش است و جهت آن در جهت مثبت محور z است.



۵۸ - گزینه ۱ طول موج توسط رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶ \times ۱۰^{۹}} = ۰/۵ \times ۱۰^{-۱} = ۰/۰۵m = ۵cm$$

زمانی که موج الکترومغناطیسی در راستای محور y منتشر می‌شود، نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یکی روی محور x و دیگری روی محور z می‌تواند انجام گیرد. (راستای نوسان میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی و جهت انتشار هر سه بر هم عمودند.)

۵۹ - گزینه ۲

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\left.\begin{array}{l} f_A = ۱/۸ f_B \rightarrow ۱/۸\lambda_A = \lambda_B \\ \lambda_A < \lambda_B \rightarrow \lambda_B - \lambda_A = ۴۰۰(nm) \end{array}\right\} \Rightarrow ۰/۸\lambda_A = ۴۰۰$$

$$\lambda_A = ۵۰۰nm$$

می‌دانیم محدودهٔ $۴۰۰nm$ تا $۷۰۰nm$ محدودهٔ نور مرئی است.

۶۰ - گزینه ۳

$$[P] = \frac{N \cdot m}{s} = \frac{kg \cdot \frac{m}{s^۲} \cdot m}{s} = \frac{kg \cdot m^۲}{s^۳}$$

Bime 8 g

$$kg(\frac{m}{s})^{۲}\frac{۱}{s}\xrightarrow{[v]=[\frac{۱}{\sqrt{\varepsilon_{۰}\mu_{۰}}}]=[\frac{m}{s}]}[P]=\frac{kg}{m}\times[\frac{۱}{\varepsilon_{۰}\mu_{۰}}]\times\frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow [P]=[\mu\frac{۱}{\varepsilon_{۰}\mu_{۰}}\frac{۱}{\sqrt{\varepsilon_{۰}\mu_{۰}}}]\equiv[\mu\varepsilon_{۰}^{-\frac{۳}{۲}}\mu_{۰}^{-\frac{۳}{۲}}]$$

$$\alpha+\beta+\gamma=۱-\frac{۳}{۲}-\frac{۳}{۲}=-۲$$

۶۱ - گزینه ۴

$$v_{۱}=\frac{\Delta x}{\Delta t_{۱}}\ ,\ v_{۲}=\frac{\Delta x}{\Delta t_{۲}}$$

$$\Delta t_{۲}=\Delta t_{۱}+۳\,\text{min}\Rightarrow\Delta t_{۲}=\Delta t_{۱}+۱۸۰s$$

فاصلهٔ Δx مطلوب سؤال است؛ چون فاصلهٔ ثابت است دو رابطه را برابر قرار می‌دهیم:

$$v_{۱}\Delta t_{۱}=v_{۲}\Delta t_{۲}\Rightarrow ۱۰\Delta t_{۱}=۵\Delta t_{۱}+۹۰۰\Rightarrow\Delta t_{۱}=۱۸۰\ s$$

$$\Rightarrow\Delta x=v_{۱}\Delta t_{۱}=۱۰\times۱۸۰=۱۸۰۰\ km$$

۶۲ - گزینه ۳ اگر تندی موج S را v_S و تندی موج P را v_P بنامیم، داریم:

$$v_S=\frac{۴۰}{۱۰۰}v_P=\frac{۲}{۵}v_P$$

برای موج اولیهٔ P می‌توان نوشت:

$$\Delta x_P=v_P\Delta t_P$$

و برای موج S می‌توان نوشت:

$$\Delta x_S=v_S\Delta t_S$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\Delta t_P=\frac{\Delta x}{v_P}\\ \Delta t_S=\frac{\Delta x}{v_S}\end{cases}\xrightarrow{\Delta t_S-\Delta t_P=۱٫۵min}\frac{\Delta x}{v_S}-\frac{\Delta x}{v_P}=۱٫۵\times۶۰$$

$$\Rightarrow\Delta x(\frac{۱}{v_S}-\frac{۱}{v_P})=۱٫۵\times۶۰$$

$$\xrightarrow{v_S=۰٫۴v_P}\Delta x(\frac{۱}{۰٫۴v_P}-\frac{۱}{v_P})=۱٫۵\times۶۰\xrightarrow{\Delta x=۳۰۰km}\frac{۳۰۰\times۱٫۵}{v_P}=۱٫۵\times۶۰$$

$$v_P=۵km/s\Rightarrow v_S=\frac{۲}{۵}v_P=۲km/s$$

$$\Delta x=v_S\Delta t_S\Rightarrow۳۰۰=۲\times\Delta t_S\Rightarrow\Delta t_S=۱۵۰s=\frac{۵}{۲}min$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۳	۱۰ - ۱	۱۹ - ۲	۲۸ - ۲	۳۷ - ۴	۴۶ - ۳	۵۵ - ۴
۲ - ۳	۱۱ - ۱	۲۰ - ۲	۲۹ - ۴	۳۸ - ۳	۴۷ - ۱	۵۶ - ۲
۳ - ۴	۱۲ - ۴	۲۱ - ۱	۳۰ - ۴	۳۹ - ۲	۴۸ - ۱	۵۷ - ۳
۴ - ۳	۱۳ - ۱	۲۲ - ۳	۳۱ - ۱	۴۰ - ۱	۴۹ - ۱	۵۸ - ۱
۵ - ۲	۱۴ - ۲	۲۳ - ۲	۳۲ - ۱	۴۱ - ۱	۵۰ - ۱	۵۹ - ۲
۶ - ۲	۱۵ - ۴	۲۴ - ۳	۳۳ - ۲	۴۲ - ۲	۵۱ - ۲	۶۰ - ۳
۷ - ۳	۱۶ - ۲	۲۵ - ۱	۳۴ - ۲	۴۳ - ۳	۵۲ - ۴	۶۱ - ۴
۸ - ۲	۱۷ - ۳	۲۶ - ۱	۳۵ - ۴	۴۴ - ۲	۵۳ - ۳	۶۲ - ۳
۹ - ۳	۱۸ - ۱	۲۷ - ۳	۳۶ - ۴	۴۵ - ۴	۵۴ - ۲	