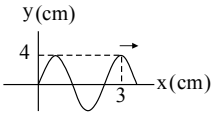
فصل 3: نوسان و موج

موج و انواع آن

۱) موج عرضی با دامنه‌ی $2cm$ و طول موج $1/5m$ در طنابی منتشر می‌شود. ذره‌ای از طناب در مدت $0/2s$ مسافت $16cm$ را می‌پیماید. در همین مدت قله‌ی موج چند متر پیش‌روی می‌کند؟
سخت‌مرجع: ۱۳۹۶ -smart

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۲/۵

۲) شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر هر یک از ذرات ریسمان، در مدت $0/075$ ثانیه مسافت $24cm$ را طی کند، سرعت انتشار موج عرضی در این ریسمان چند $\frac{cm}{s}$ است؟
سخت‌مرجع: ۱۳۹۹ -smart



۱) $\frac{100}{3}$ ۲) ۴۸ ۳) $\frac{200}{3}$ ۴) ۴۰

مشخصه‌های موج

۳ تشت موجی داریم که در سه ناحیه A، B و C دارای ارتفاع‌های مختلف بین کف تشت و سطح آب می‌باشد. به کمک یک نوسان‌ساز موجی مکانیکی بر سطح تشت ایجاد می‌کنیم. اگر هنگام عبور موج از ناحیه A به B، فاصلهٔ دو جبهه موج ۴۰ درصد افزایش یابد، تندی انتشار موج در ناحیهٔ A چند برابر تندی انتشار موج در ناحیهٔ C است؟

سخت‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart

۱) $\frac{۵۰}{۴۹}$ ۲) $\frac{۴۹}{۵۰}$ ۳) $\frac{۱۰}{۱۴}$ ۴) $\frac{۱۴}{۱۰}$

۴ موجی عرضی با طول موج ۴ متر در طنابی به طول ۱۸ متر منتشر می‌شود. ذره‌ای از طناب در هر ثانیه مسافتی به اندازهٔ طول پاره‌خط نوسان را طی می‌کند، چه مدت طول می‌کشد تا قلهٔ موج طول طناب را طی کند؟

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

۵ سرعت انتشار موج عرضی در یک تار، $۱۰۰m/s$ است. نیروی کشش این تار را چند درصد افزایش دهیم، تا سرعت انتشار موج در آن به $۱۱۰m/s$ برسد؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۱

۱) $\sqrt{۱۰}$ ۲) ۱۰ ۳) $\sqrt{۲۱}$ ۴) ۲۱

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 3 of 150

۶ تاری به طول یک متر و به جرم ۸ گرم با نیروی کشش $۳۲۰N$ بین دو نقطه بسته شده است. موج عرضی در تار ایجاد می‌کنیم. این موج طول تار را در چند ثانیه طی می‌کند؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۰٫۰۲۰ ۲) ۰٫۰۵۰
۳) ۰٫۰۰۲ ۴) ۰٫۰۰۵

۷ در سیمی به چگالی $۱۰\frac{g}{cm^۳}$ موج عرضی با بسامد ۶۰۰ هرتز ایجاد شده و طول موج آن $۲۰cm$ است. اگر نیروی کشش این سیم $۳۶N$ باشد، سطح مقطع این سیم چند میلی‌متر مربع است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۰٫۲۵ ۲) ۰٫۵ ۳) ۱ ۴) ۲

۸ موج عرضی سینوسی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن وارد می‌شود. بسامد و طول موج آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند ۲) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد ۳) ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد ۴) ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 5 of 150

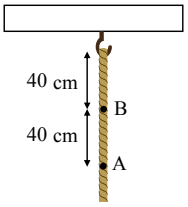
۹ تار مرتعشی به قطر $۲mm$ و چگالی $۷٫۸\frac{g}{cm^۳}$ با نیروی $۲۳۴N$ کشیده می‌شود و در آن موج عرضی با بسامد $۲۰۰Hz$ ایجاد می‌شود. فاصلهٔ یک قله و یک درهٔ بعد از آن چند سانتی‌متر است؟ $(\pi = ۳)$

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۱۲٫۵ ۲) ۲۲٫۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰

۱۰ مطابق شکل زیر، طناب همگنی به جرم M و طول $۱m$ از سقف آویزان است. نسبت سرعت انتشار موج عرضی در نقطه‌ی B به نقطه‌ی A کدام است؟

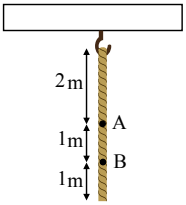
سخت‌مرجع: ۱۳۹۵- smart



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

۱۱ در شکل مقابل ریسمانی همگن از سقف آویزان است. اگر در ریسمان امواج عرضی ایجاد کنیم. سرعت انتشار این امواج در نقطه‌ی A چند برابر نقطه‌ی B است؟

سخت‌مرجع: ۱۳۹۵- smart

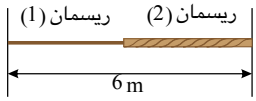


۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) $۲\sqrt{۲}$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 7 of 150

۱۲ 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؟

سخت‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart



۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

۱۳ موج عرضی سینوسی در یک طناب با چگالی خطی $1/2 kg/m$ که با نیروی $30 N$ 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 $0/4$ باشد، بیشینهٔ شتاب ذرات طناب چند متر بر مجذور ثانیه است؟

سخت‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart

۱) ۵
۲) 10π
۳) ۱۰
۴) 2π

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 9 of 150

۱۴) سیمی به طول L و جرم m را با نیروی F می‌کشیم. سرعت انتشار امواج عرضی در آن V می‌شود. در صورتی که این سیم را از ابزاری عبور دهیم تا بدون تغییر حجم و دما، طولش $\frac{۳}{۲}$ برابر شده و سپس آن را با نیروی $۶F$ بکشیم، سرعت انتشار موج در طول آن چند v می‌شود؟

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰- smart

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) $\sqrt{۳}$

۱۵) موج عرضی سینوسی در یک طناب با چگالی خطی $۴/۸\frac{kg}{m}$ که با نیروی $۱۲۰N$ کشیده شده است و طول‌موج منتشر شده ۵ متر است. اگر نسبت بیشینه تندی ذرات طناب به تندی انتشار موج برابر $۰/۸$ باشد، بیشینهٔ شتاب ذرات طناب چند متر بر مجذور ثانیه است؟

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰- smart

۱) ۸ ۲) ۸π ۳) ۴ ۴) ۴π

۱۶) در یک تار همگن که تحت نیروی کشش F است، موجی عرضی ایجاد شده و موج کل طول سیم را در مدت زمان $t_۱$ می‌پیماید. تار را از ابزاری عبور می‌دهیم تا بدون تغییر جرم، قطرش نصف شود. اگر تار جدید تحت همان نیروی کشش F قرار گیرد، موج کل طول آن را در مدت $t_۲$ می‌پیماید. نسبت $\frac{t_۲}{t_۱}$ کدام است؟

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰- smart

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۴

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 11 of 150

۱۷) در یک طناب همگن که با نیروی $۲۰N$ کشیده شده است، موجی عرضی در حال انتشار است. اگر جرم هر ۱۰ متر از طناب برابر $۲kg$ و فاصلهٔ هر قلّه از درّهٔ مجاورش برابر با $۱۰cm$ باشد، بسامد موج در طناب چند هرتز است؟

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۷ -smart

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۰۰

۱۸) اگر نیروی کشش تار مرتعشی را ۴ برابر کنیم و مساحت سطح مقطع آن را ۳۶ درصد کاهش دهیم، سرعت انتشار امواج عرضی در تار در این حالت چند برابر می‌شود؟

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۷ -smart

۱) ۰٫۶۴ ۲) ۱٫۶ ۳) ۲٫۵ ۴) ۰٫۵

۱۹) سطح مقطع یک تار مرتعش که در آن امواج عرضی منتشر می‌شود، برابر با $۰٫۷۵mm^۲$ و چگالی آن $۸g/cm^۳$ است. اگر نیروی کشش تار $۹٫۶N$ باشد، موج در چند ثانیه $۸۰cm$ در تار پیشروی می‌کند؟

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart

۱) ۲ ۲) ۰٫۲ ۳) ۰٫۰۲ ۴) ۲۰

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 13 of 150

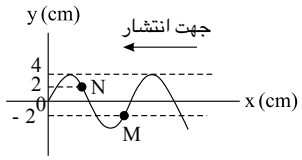
۲۰ موجی عرضی در یک تار در حال پیشروی است. اگر بسامد منبع موج را ۲۰ درصد افزایش و هم‌زمان اندازهٔ نیروی کشش سیم را ۴۴ درصد افزایش دهیم، طول موج امواج عرضی منتشرشونده در این تار چگونه تغییر می‌کند؟

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart

۱) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۲۲ درصد کاهش می‌یابد.
۳) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
۴) تغییری نمی‌کند.

۲۱ شکل زیر نمودار جابه‌جایی - مکان یک موج عرضی را در طناب نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد نقاط M و N نادرست است؟

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۹ -smart



۱) سرعت نوسان آن‌ها در هر لحظه یکسان است.
۲) در هر لحظه فاصلهٔ آن‌ها از مرکز نوسان یکسان است.
۳) دامنه و بسامد یکسانی دارند.
۴) در لحظهٔ نشان داده شده، ذرهٔ N دارای حرکت تندشونده می‌باشد.

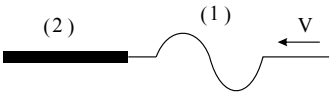
۲۲ در دو سیم هم‌جنس A و B که تحت نیروی کشش یکسان قرار دارند، امواج عرضی منتشر می‌شود. مساحت مقطع A، $2cm^2$ و مساحت سطح مقطع سیم B، $50mm^2$ است. اگر تندی انتشار موج در سیم A و بسامد موج سیم B به‌ترتیب ۱۵ و ۲۰ واحد SI باشد، طول موج سیم B چند سانتی‌متر است؟

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۹ -smart

۱) ۱٫۵
۲) ۳
۳) ۳۰۰
۴) ۱۵۰

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 15 of 150

۲۳ مطابق شکل داده شده، یک تپ سینوسی از قسمت نازک طنابی وارد قسمت ضخیم طناب می‌شود. نیروی کششی طناب ثابت و محیط سطح مقطع قسمت ضخیم طناب، ۴ برابر محیط سطح مقطع قسمت نازک‌تر طناب است. بسامد، تندی و طول موج، موجِ عبوری در مقایسه با موج فرودی مطابق کدام گزینه است؟



متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart

۱) $\lambda_۲ = \frac{۱}{۲}\lambda_۱, v_۲ = \frac{۱}{۲}v_۱, f_۲ = f_۱$

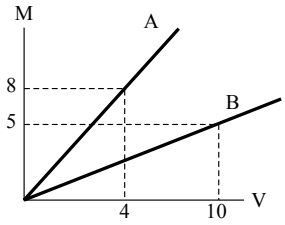
۲) $\lambda_۲ = \frac{۱}{۲}\lambda_۱, v_۲ = \frac{۱}{۲}v_۱, f_۲ < f_۱$

۳) $\lambda_۲ = \frac{۱}{۴}\lambda_۱, v_۲ = \frac{۱}{۴}v_۱, f_۲ = f_۱$

۴) $\lambda_۲ = \frac{۱}{۴}\lambda_۱, v_۲ = \frac{۱}{۴}v_۱, f_۲ < f_۱$

۲۴ دو سیم A و B، مفتولی شکل همگن، به‌طوری که تحت نیروی کششی یکسانی بوده و قطر سطح مقطع سیم A نصف قطر سطح مقطع سیم B است. نمودار تغییرات جرم برحسب حجم این دو سیم مطابق شکل داده شده است. در مدت زمانی که موج عرضی ایجاد شده در سیم A، $۶۰cm$ را طی می‌کند، موج عرضی ایجاد شده سیم B چند cm را طی می‌کند؟

متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



۱) ۱۵

۲) ۳۰

۳) ۶۰

۴) ۱۲۰

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 17 of 150

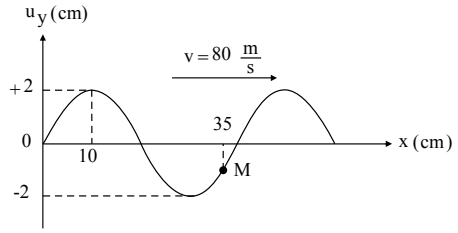
۲۵ فنری افقی با چگالی خطی جرم $۰/۱۵\frac{kg}{m}$ را با نیروی $۱/۳۵N$ می‌کشیم. اگر سر آزاد فنر را با بسامد $۲/۵Hz$ تکان دهیم تا در آن یک موج عرضی ایجاد شود، طول موج ایجادشده در فنر چند متر می‌شود؟

متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart

۱) ۱
۲) ۱/۲
۳) ۳
۴) ۷/۵

۲۶ نقش موجی که در یک طناب در حال انتشار است، در یک لحظه مطابق شکل زیر است. از این لحظه به بعد حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا سرعت ذرهٔ M به $+۸\pi\frac{m}{s}$ برسد؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۶

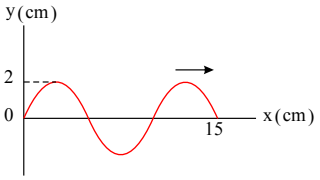


۱) $\frac{۳}{۱۶۰۰}$
۲) $\frac{۱}{۱۶۰۰}$
۳) $\frac{۳}{۸۰۰}$
۴) $\frac{۱}{۸۰۰}$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 19 of 150

۲۷ شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور **x** در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر نیروی کشش ریسمان $۸۰N$ و چگالی خطی (جرم واحد طول) آن $۰/۲kg/m$ باشد، هر یک از ذرات ریسمان در مدت $۰/۰۱s$ مسافت چند سانتی‌متر را طی می‌کنند؟

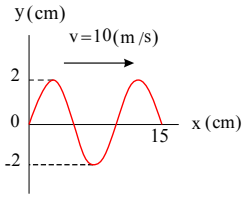
متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۸

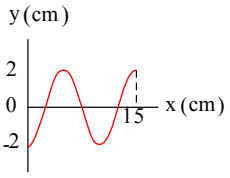


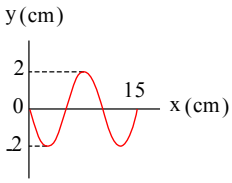
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۶

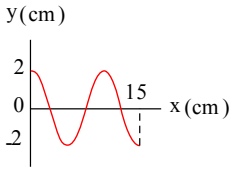
۲۸ نقش موجی در لحظهٔ $t = ۰$ مطابق شکل است. نقش موج در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۴۰۰}s$ کدام است؟

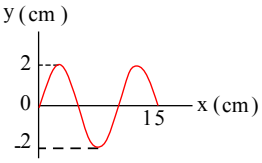
متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۰



۱)


۲)


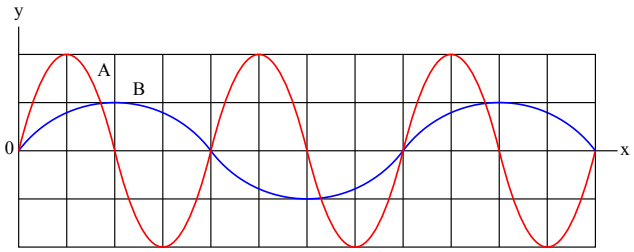
۳)


۴)


https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 21 of 150

۲۹ در شکل زیر، دو موج مکانیکی A و B در یک محیط منتشر می‌شوند. اگر T دورهٔ موج و v سرعت انتشار موج باشد، $\frac{T_A}{T_B}$ و $\frac{v_A}{v_B}$ به‌ترتیب کدام‌اند؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۲ و ۱

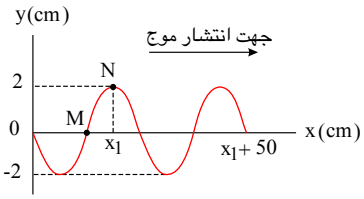
۲) ۲ و $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$

۴) $\frac{۱}{۲}$ و ۱

۳۰ نقش یک موج عرضی در طناب، در لحظهٔ $t = ۰$ مطابق شکل زیر است. اگر $\frac{۱}{۴۰۰}s$ طول بکشد تا نقطهٔ M به وضعیت نقطهٔ N در لحظهٔ $t = ۰$ برسد، سرعت انتشار موج و سرعت ذرهٔ M پس از $\frac{۱}{۴۰۰}s$ از لحظهٔ $t = ۰$ چند متر بر ثانیه است؟ (با تغییر)

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۴



۱) ۴۰، صفر

۲) ۱۲۰، صفر

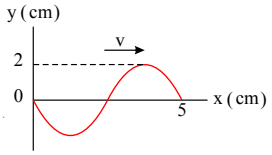
۳) ۴۰، ۱۲π

۴) ۱۲۰، ۴π

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 23 of 150

۳۱ نقش یک موج عرضی که در یک طناب با سرعت $۲۰\ cm/s$ در حال انتشار است، مطابق شکل زیر است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت $\frac{۱}{۸}\ s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟

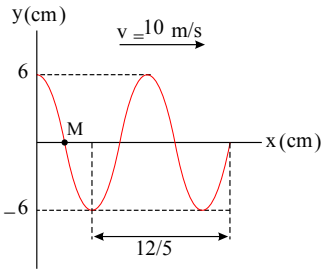
سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۸

۳۲ شکل مقابل نمودار جابجایی - مکان موجی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. سرعت ذرهٔ M، $\frac{۱}{۲۰۰}$ ثانیه پس از لحظهٔ $t = ۰$ چند متر بر ثانیه است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۶

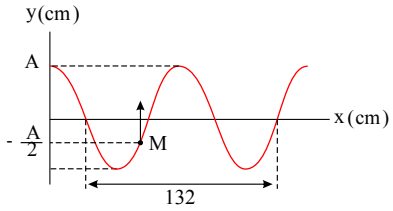


۱) ۱۲π
۲) صفر
۳) $-۱۲\pi\sqrt{۳}$
۴) -۱۲π

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 25 of 150

۳۳ شکل روبه‌رو نقش موجی را در یک لحظه نمایش می‌دهد. اگر در این لحظه نقطهٔ M از محیط، در حال بالا رفتن باشد، موج در ..... محور x منتشر می‌شود و اگر پس از ۰٫۰۲ ثانیه نقطهٔ M برای دومین بار به مکان $y = \frac{A}{2}$ برسد، سرعت انتشار موج برابر ..... متر بر ثانیه می‌شود. (باتغییر)

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۸۹



۱) خلاف جهت، ۳۳

۲) جهت، $\frac{۲۲}{۳}$

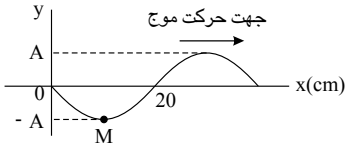
۳) جهت، ۲۲

۴) خلاف جهت، ۲۲

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 27 of 150

۳۴ شکل زیر، تصویری از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. اگر سرعت انتشار موج $۲\frac{m}{s}$ باشد در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۲۵s$ تا $t_۲ = ۰/۳۵s$ حرکت ذرهٔ M چگونه است؟

سخت‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ابتدا کند شونده و سپس تند شونده

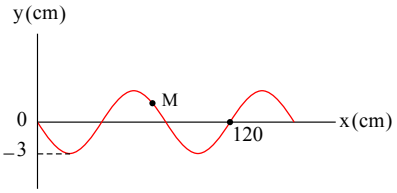
۲) ابتدا تند شونده و سپس کند شونده

۳) پیوسته کند شونده

۴) پیوسته تند شونده

۳۵ شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در یک طناب در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد که با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ در حال انتشار است. مسافتی که ذرهٔ M در بازهٔ $t_۱ = ۰/۰۱s$ تا $t_۲ = ۰/۰۵s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۳

۲) ۶

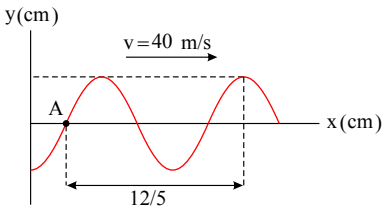
۳) ۹

۴) ۱۲

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 29 of 150

۳۶ نقش یک موج عرضی در لحظهٔ $t = ۰$ مطابق شکل است. دربازهٔ زمانی صفر تا $\frac{۱۱}{۱۶۰۰}$ ثانیه بردار سرعت ذرهٔ A چند بار تغییرجهت می‌دهد؟

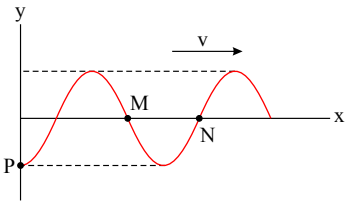
متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۰



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

۳۷ شکل روبه‌رو، نقش یک موج عرضی را در طنابی در یک لحظه نشان می‌دهد. کدام گزینه درست است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۵

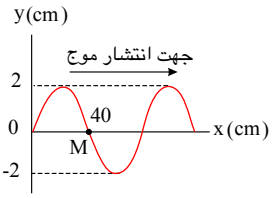


۱) حرکت ذرهٔ M تندشونده و حرکت ذرهٔ N کندشونده است.
۲) بزرگی سرعت دو ذرهٔ M و N یکسان است
۳) جهت حرکت ذرات P و N یکسان است.
۴) وضعیت ذرهٔ P بعد از $\frac{۳T}{۴}$ ثانیه مشابه وضعیت ذرهٔ M در لحظهٔ $t = ۰$ است.

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 31 of 150

۳۸ شکل مقابل نقش موجی را در یک طناب در لحظهٔ $t = 0$ نشان می‌دهد. در بازهٔ زمانی صفر تا $\frac{1}{75}$ ثانیه حرکت ذرهٔ M چگونه است؟ (سرعت انتشار موج در طناب $10 m/s$ است.)

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۸۶



۱) کند شونده است.

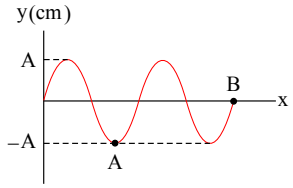
۲) تند شونده است.

۳) ابتدا کند شونده و سپس تند شونده است.

۴) ابتدا تند شونده و سپس کند شونده است.

۳۹ نقش موجی در یک محیط انتشار در یک لحظه مطابق شکل زیر است. اگر ذره‌ی A در هر ثانیه ۱۲۰ نوسان کامل انجام دهد، چند ثانیه طول می‌کشد تا موج از A به B برسد؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۴



۱) ۱۵۰

۲) $\frac{1}{80}$

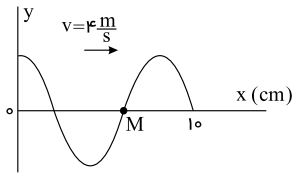
۳) $\frac{1}{96}$

۴) $\frac{1}{90}$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 33 of 150

۴۰ شکل زیر، تصویری از موجی عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. اگر تندی متوسط حرکت ذرهٔ M در مدت $۰/۲۵s$ برابر $۶\frac{m}{s}$ باشد، دامنهٔ موج چند سانتی‌متر است؟

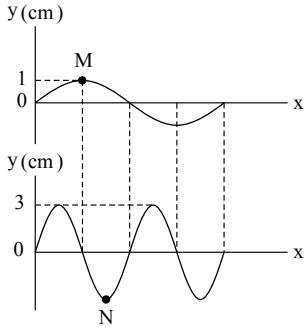
سخت‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۶

۴۱ در شکل زیر، دو موج عرضی با تندی‌های مساوی در دو طناب منتشر می‌شوند. در مدت زمانی که ذرهٔ M، دو نوسان انجام می‌دهد. ذرهٔ N چند نوسان انجام می‌دهد؟

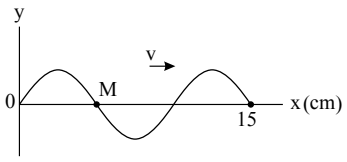
متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

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

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

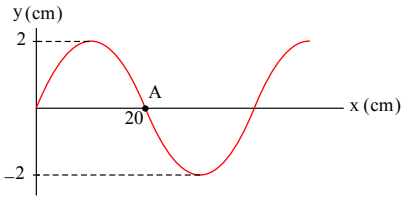


۱) ۷
۲) ۸
۳) ۹
۴) ۱۰

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 37 of 150

۴۳ شکل مقابل نقش یک موج عرضی را که با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ درجهت محور x منتشر می‌شود، در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازهٔ زمانی $۰ \leq t \leq \frac{۱}{۵۰}s$ مسافت طی شده توسط ذرهٔ A چند سانتی متر است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۸۸



۱) ۲

۲) صفر

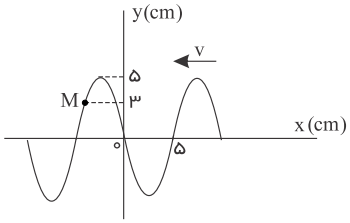
۳) ۴

۴) ۱۶

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 39 of 150

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

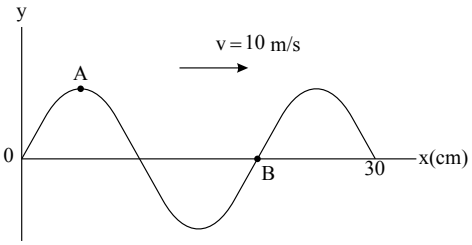
سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۱۲
۲) ۲۰
۳) ۲۴
۴) ۴۰

۴۵ شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظهٔ t_1 نشان می‌دهد. در لحظهٔ $t_2 = t_1 + \frac{۹}{۴۰۰}s$ کدام مورد، درست است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۰

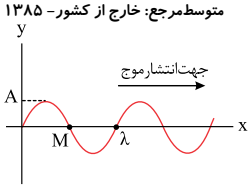


۱) تندی ذرهٔ B، صفر است.
۲) تندی ذرهٔ A، بیشینه است.
۳) حرکت ذرهٔ A، تندشونده است.
۴) حرکت ذرهٔ B، تندشونده است.

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 41 of 150

۴۶ نقش موجی در یک طناب در لحظهٔ $t = 0$ مطابق شکل است. در بازه‌ی زمانی صفر تا $\frac{3T}{4}$ مسافتی که موج در این مدت طی می‌کند و جابه‌جایی ذرهٔ M، به‌ترتیب کدام است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۸۵



۱) $A_0, \frac{3\lambda}{2}$

۲) $-A_0, \frac{3\lambda}{2}$

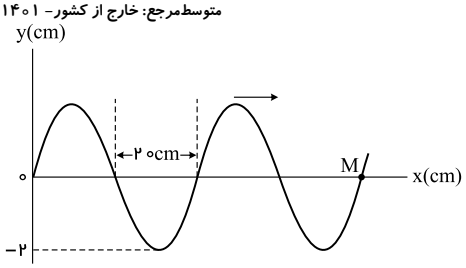
۳) $A_0, \frac{3\lambda}{4}$

۴) $-A_0, \frac{3\lambda}{4}$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 43 of 150

۴۷ شکل زیر، موجی را در لحظهٔ t نشان می‌دهد که با تندی $۲۰\frac{m}{s}$ در جهت محور x منتشر می‌شود. تندی نقطهٔ M در آن لحظه، چند متر بر ثانیه و جهت حرکت آن کدام است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۳٫۱۴، بالا

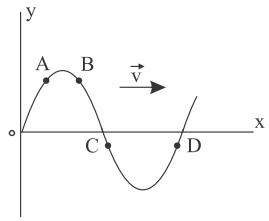
۲) ۳٫۱۴، پایین

۳) ۶٫۲۸، بالا

۴) ۶٫۲۸، پایین

۴۸ شکل زیر، موج مکانیکی عرضی سینوسی را در یک لحظه نشان می‌دهد. پس از این لحظه، تندی کدام ذره، زودتر صفر می‌شود؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) A

۲) B

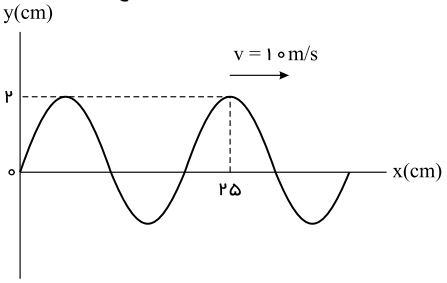
۳) C

۴) D

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 45 of 150

۴۹ کدام موارد با توجه به شکل زیر که تصویر لحظه‌ای از یک موج عرضی را نشان می‌دهد، درست است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۱



الف- مسافتی که موج در هر ثانیه طی می‌کند، برابر $۲۰cm$ است.

ب- مسافتی که هر ذره از محیط در مدت $۰/۰۱s$ طی می‌کند، $۴cm$ است.

پ- جابه‌جایی هریک از ذرات محیط در مدت $۰/۰۱s$ برابر $۴cm$ است.

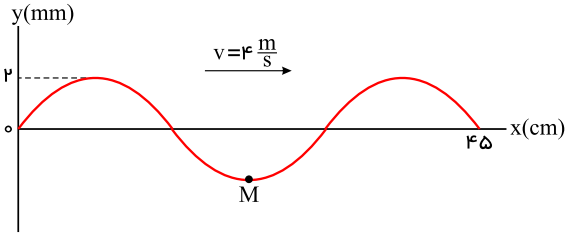
ت- جابه‌جایی هریک از ذرات محیط در مدت $۰/۰۲s$ برابر صفر است.

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

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 47 of 150

۵۰ شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. تندی متوسط نقطهٔ M از لحظهٔ $t_۱ = ۰s$ تا لحظهٔ $t_۲ = ۰/۰۵s$ چند متر بر ثانیه است؟

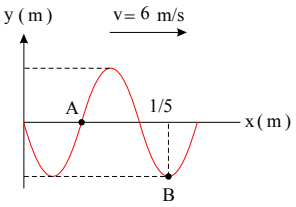
سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲



۱) ۰/۰۵
۲) ۰/۰۶
۳) ۰/۰۸
۴) ۰/۱۰

۵۱ شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در لحظهٔ $t_۰$ نشان می‌دهد. چه مدت زمانی که طول می‌کشد تا برای اولین بار وضعیت ذرهٔ B مشابه وضعیت ذرهٔ A در لحظهٔ $t_۰$ شود؟

سخت‌مرجع: smart- ۱۳۹۶

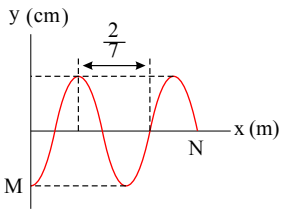


۱) ۰/۱۲
۲) ۰/۰۶
۳) ۰/۱۵
۴) ۰/۲

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 49 of 150

۵۲ 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؟ $(\pi = ۳)$

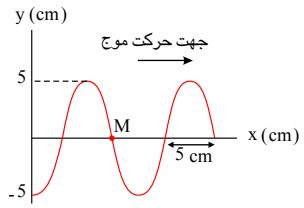
سخت‌مرجع: ۱۳۹۶- smart



۱) ۹۰
۲) ۴۵
۳) ۱۵
۴) ۵

۵۳ 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؟

سخت‌مرجع: ۱۳۹۸- smart

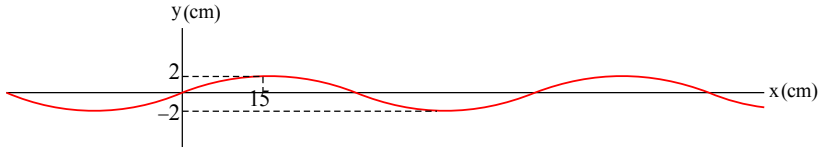


۱) $-y, ۲۰\pi$
۲) $+y, ۲۰\pi$
۳) $+y, ۴۰\pi$
۴) $-y, ۴۰\pi$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 51 of 150

۵۴ شکل زیر نقش یک موج سینوسی عرضی منتشر شده در یک طناب را نشان می‌دهد، اندازهٔ نیروی کشش طناب را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا بیشینهٔ تندی ذرات طناب با تندی انتشار موج برابر شود؟ (دامنهٔ نوسان ذرات ثابت است و $\pi = 3$)

سخت‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart



۱) ۴ درصد افزایش یابد.

۲) ۲۰ درصد افزایش یابد.

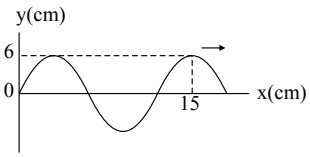
۳) ۲۰ درصد کاهش یابد.

۴) ۹۶ درصد کاهش یابد.

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 53 of 150

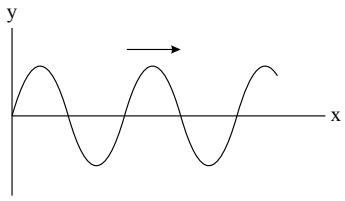
۵۵ شکل داده شده، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر تندی متوسط هریک از ذرات ریسمان، در مدت ۰٫۳ ثانیه برابر $۱۲۰\frac{cm}{s}$ باشد، تندی انتشار موج عرضی در این ریسمان چند ($\frac{cm}{s}$) است؟

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰- smart



۱) ۴۸
۲) ۶۰
۳) ۲۴
۴) ۱۲۰

۵۶ سیمی با چگالی $۱۲\frac{g}{cm^۳}$ و سطح مقطع $۳cm^۲$ را با نیروی $۰٫۹N$ می‌کشیم و سر آزاد آن را با بسامد $۴Hz$ به نوسان درمی‌آوریم. اگر نمودار جابه‌جایی - مکان نقش موجِ سینوسی منتشر شده در این سیم در یک لحظه مطابق شکل زیر باشد، به‌ترتیب از راست به چپ جهت حرکت و نوعِ حرکت ذره‌ای روی طناب که در مکان $x = ۱۵cm$ قرار دارد، در این لحظه مطابق کدام گزینه است؟ سخت‌مرجع: ۱۴۰۰- smart

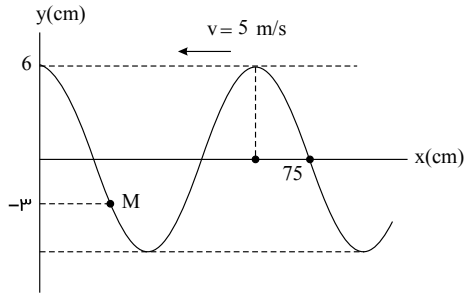


۱) به‌طرف پائین، کندشونده
۲) به‌طرف پائین، تندشونده
۳) به‌طرف بالا، تندشونده
۴) به‌طرف بالا، کندشونده

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 55 of 150

۵۷ شکل مقابل، نقش یک موج عرضی را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازهٔ زمانی صفر تا $۰/۰۶s$ حرکت ذرهٔ M چگونه است؟

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰- smart



۱) کندشونده - تندشونده

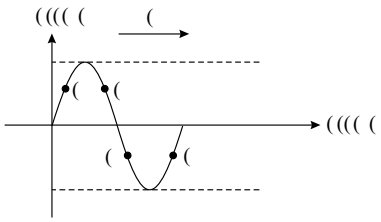
۲) تندشونده - کندشونده

۳) کندشونده - تندشونده - کندشونده

۴) تندشونده - کندشونده - تندشونده

۵۸ کدام جمله در مورد نمودار نقش موج مقابل درست است؟

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰- smart



۱) نیروی وارد بر ذره A در جهت محور y است.

۲) شتاب و سرعت ذرهٔ B با یکدیگر هم‌جهت‌اند.

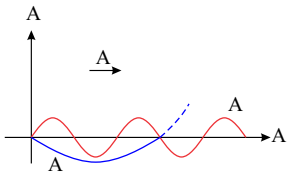
۳) حرکت ذرهٔ C تند شونده است.

۴) ذرهٔ D در جهت محور y حرکت می‌کند.

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 57 of 150

۵۹ شکل زیر، نمودار جابجایی برحسب مکان دو موج را در یک لحظهٔ معینی نشان می‌دهد که در یک محیط در حال انتشار هستند. تعداد نوسان‌های کامل چشمه B در مدت t ثانیه چند درصد از نوسان‌های کامل چشمهٔ A بیشتر یا کمتر است؟

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



۱) تقریباً ۳۳٪ کمتر است.

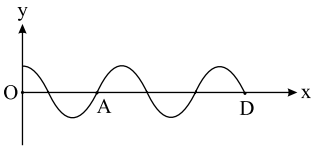
۲) تقریباً ۶۷٪ کمتر است.

۳) تقریباً ۳۳٪ بیشتر است.

۴) تقریباً ۶۷٪ بیشتر است.

۶۰ شکل زیر نقش موج روندهٔ حاصل از ارتعاشات یک تار به قطر مقطع $۴mm$ را در یک لحظهٔ مشخص نشان می‌دهد. این موج فاصلهٔ AD را در مدت ۳ ثانیه طی می‌کند. در صورت تغییر طناب و استفاده از طنابی با همان جنس و تحت همان نیروی کششی ولی قطر $۱۲mm$، موج حاصل فاصلهٔ OA را چند ثانیه بیشتر یا کمتر از موج اول طی می‌کند؟ (بسامد منبع را $(\frac{۱}{۳})$ برابر کرده‌ایم).

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



۱) ۳ ثانیه کمتر

۲) ۳ ثانیه بیشتر

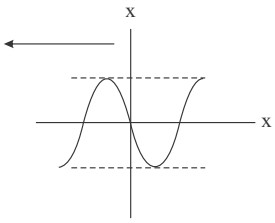
۳) ۱ ثانیه بیشتر

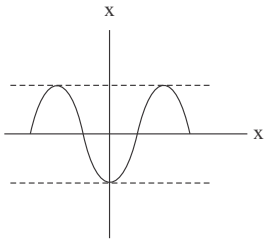
۴) ۱ ثانیه کمتر

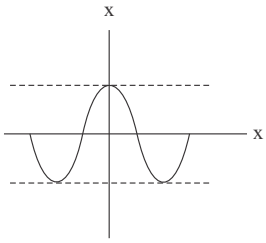
https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 59 of 150

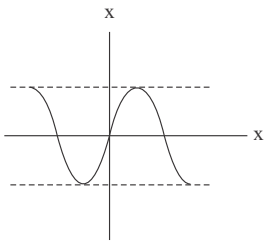
۶۱ شکل زیر تصویری از موج عرضی منتشرشده در یک ریسمان کشیده شده را در یک لحظهٔ مشخص نشان می‌دهد. اگر بسامد موج $50Hz$ باشد، پس از گذشت مدت زمان $\frac{1}{200}$ ثانیه از این لحظهٔ مشخص، تصویر همین بخش از ریسمان مطابق کدام گزینه خواهد بود؟

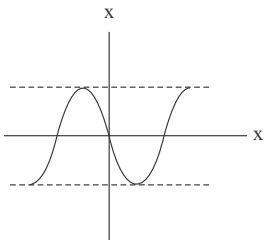
متوسط مرجع: ۱۳۹۹ -smart



۱) 

۲) 

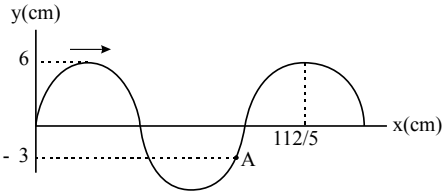
۳) 

۴) 

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 61 of 150

۶۲ مطابق شکل زیر، موجی با تندی $۱۵ m/s$ روی طنابی در حال حرکت است. در مدتی که موج به اندازهٔ $۲/۷ m$ حرکت می‌کند. تندی متوسط ذرهٔ A چند cm/s خواهد بود؟

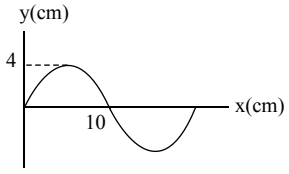
متوسط مرجع: ۱۳۹۹ - smart



۱) ۲۰۰
۲) ۳۰۰
۳) ۴۰۰
۴) ۵۰۰

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

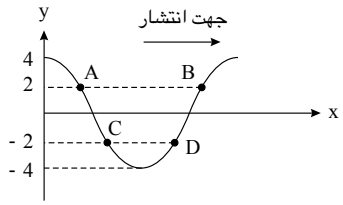
متوسط مرجع: ۱۳۹۹ - smart



۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۲
۴) ۱۶

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 63 of 150

۶۴ نمودار جابه‌جایی، مکان موجی عرضی مطابق شکل زیر است. کدام گزینه در مورد نقاط A، B، C و D نادرست است؟ متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



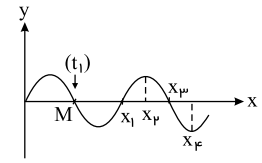
۱) هر چهار نقطه دامنه و بسامد یکسانی دارند.

۲) سرعت نوسان این نقاط یکسان نیست.

۳) در هر لحظه فاصله این نقاط از مرکز نوسان یکسان نیست.

۴) در لحظه نشان داده شده، هر چهار نقطه دارای حرکتی کندشونده هستند.

۶۵ شکل زیر مربوط به انتشار موجی با بسامد $۴۰Hz$ در یک طناب است که در لحظهٔ $t_۱$ نشان داده شده است. در $\frac{۳}{۱۶۰}$ ثانیه بعد موج به کدام نقطه از طناب می‌رسد؟ (موج در $t_۱$ به نقطهٔ M رسیده است.) متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



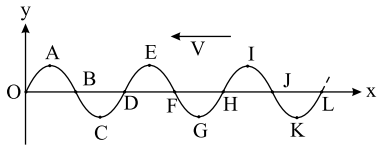
۱) $x_۱$

۲) $x_۳$

۳) $x_۴$

۴) $x_۲$

۶۶ شکل زیر، یک موج عرضی سینوسی را در یک لحظهٔ مشخص نشان می‌دهد. در این لحظه تعداد ذراتی که تندشونده رو به پایین حرکت می‌کنند چند برابر تعداد ذراتی است که کندشونده رو به بالا حرکت می‌کنند؟ متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



۱) $\frac{۳}{۴}$

۲) $\frac{۴}{۳}$

۳) $\frac{۴}{۵}$

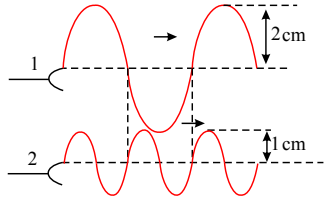
۴) $\frac{۵}{۴}$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 65 of 150

۶۷ 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؟ سخت‌مرجع: ۱۳۹۵ -smart

۱) ۱۶ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۴

۶۸ در شکل مقابل، مقدار متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطه‌ی طناب در مدت زمان یک دوره، در طناب اول چند برابر طناب دوم است؟ (فرض کنید طناب‌ها یکسان و سرعت انتشار امواج عرضی در آن‌ها برابر است.) متوسط‌مرجع: ۱۳۹۴ -smart

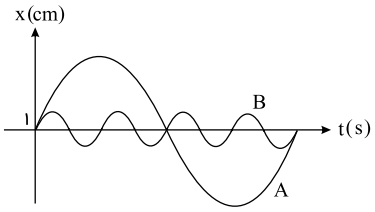


۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) $\frac{۱}{۴}$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 67 of 150

۶۹ نمودار مکان ــ زمان مربوط به نوسانات دو منبع موج A و B مطابق شکل است. دامنهٔ نوسان منبع A چند سانتی‌متر باشد تا متوسط توان انتقال انرژی هر دو موج در یک محیط یکسان شود؟

متوسط‌مرجع: smart- ۱۴۰۰



۱) $\frac{5}{2}$
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۷۰ در یک عمل جراحی چشم از پرتو لیزر که طول موج آن در هوا $0/6\mu m$ و بسامد آن f است، استفاده می‌شود. اگر طول موج این پرتو در زجاجیهٔ چشم $\lambda' = 0/45\mu m$ و سرعت انتشار نور در هوا $3 \times 10^8 m/s$ باشد، بسامد و سرعت انتشار این پرتو در زجاجیه، در SI به‌ترتیب کدام‌اند؟

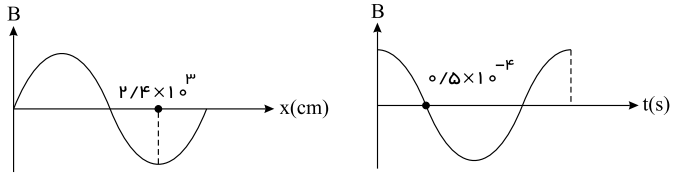
متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) 3×10^{14} و 5×10^8
۲) 5×10^{14} و $2/25 \times 10^8$
۳) $3/75 \times 10^{14}$ و 3×10^8
۴) $3/75 \times 10^{14}$ و $2/25 \times 10^8$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 69 of 150

۷۱ نمودار مربوط به میدان مغناطیسی یک موج الکترومغناطیسی در داخل محیطی شفاف به‌صورت زیر داده شده است. مقدار تندی موج در این محیط چقدر است؟

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



۱) $۲ \times ۱۰^{۴} \frac{m}{s}$

۲) $۴ \times ۱۰^{۴} \frac{m}{s}$

۳) $۸ \times ۱۰^{۴} \frac{m}{s}$

۴) $۱۶ \times ۱۰^{۴} \frac{m}{s}$

۷۲ 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.)

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart

۱) مثبت محور z - کاهش

۲) منفی محور z - افزایش

۳) مثبت محور z - افزایش

۴) منفی محور z - کاهش

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 71 of 150

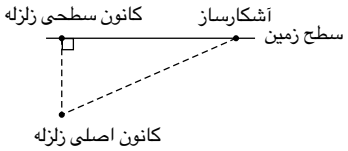
۷۳ سه ناظر A، B و C در فاصله‌های r، $۲r$ و $۴r$ از یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای قرار دارند. تراز شدت صوتی که ناظرهای A و B در معرض آن قرار دارند، β و $\frac{۵}{۶}\beta$ است. تراز شدت صوتی که ناظر C در معرض آن قرار دارد، چند دسی‌بل است؟ ($\log ۲ = ۰/۳$ و از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود.)

سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۲۴ ۲) ۳۰ ۳) ۳۶ ۴) ۴۸

۷۴ به هنگام رخ دادن زلزله ۲ نوع موج سطحی و درونی از کانون سطحی و کانون اصلی زلزله منتشر می‌شود. امواج درونی و سطحی هر کدام خود از دو نوع طولی و عرضی تشکیل شده‌اند. امواج سطحی روی سطح زمین و امواج درونی در درون زمین انتشار می‌یابند. اگر اختلاف زمانی رسیدن اولین موج طولی و عرضی درونی به یک آشکارساز $۰/۵$ دقیقه و اختلاف زمانی رسیدن اولین موج طولی و عرضی سطحی به همان آشکارساز $۱۸s$ باشد، کانون اصلی زلزله در چند کیلومتری سطح زمین قرار دارد؟ (سرعت امواج طولی = $۸km/s$ و سرعت امواج عرضی = $۴km/s$)

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۸- smart



۱) ۳۸۴
۲) ۹۶
۳) ۱۹۲
۴) ۲۴۰

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 73 of 150

۷۵ چشمهٔ موجی در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $۸\frac{m}{s}$ است، نوسان‌هایی طولی ایجاد می‌کند. اگر در این موج، فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی برابر $۲۰\,cm$ و دامنهٔ نوسان‌های آن $۵cm$ باشد، هر نقطه از محیط انتشار موج در مدت $\frac{۱}{۴۰}$ ثانیه چه مسافتی را بر حسب سانتی‌متر طی می‌کند؟

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۹ -smart

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

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

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۹ -smart

۱) ۵ ۲) ۷٫۵ ۳) $\frac{۱۰}{۳}$ ۴) ۴

۷۷ در یک زمین‌لرزه امواج اولیهٔ P و امواج ثانویهٔ S با تندی‌های $۸\frac{km}{s}$ و $۴\frac{km}{s}$ با اختلاف زمانی ۲ 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؟

متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart

۱) ۴۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۱۴۴۰ ۴) ۹۶۰

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 75 of 150

۷۸ شخصی با چکش به انتهای میله‌ای باریک ضربه می‌زند و صدای ناشی از این ضربه در هوا و میله، در انتهای میله با اختلاف زمانی $0/2s$ به گوش می‌رسد. اگر تندی صوت در این میله ۹ برابر تندی صوت در هوا باشد، طول میله برابر با چند متر است؟ (سرعت صوت در هوا، ۳۲۰ متر بر ثانیه می‌باشد)

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۹ -smart

۱) ۷۲ ۲) ۳۶ ۳) ۱۸ ۴) ۹

۷۹ توان چشمهٔ صوتی ۴۸ وات است. در فاصلهٔ چند متری این چشمه، تراز شدت صوت ۸۰ دسی‌بل است؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود، $\pi = 3$ و $I_0 = 10^{-12}\frac{W}{m^2}$)

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

۸۰ شدت صوتی $2\sqrt{10} \times 10^5$ برابر شدت صوت مرجع است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ ($\log 2 = 0/3$)

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۵/۸ ۲) ۱۰/۳ ۳) ۵۸ ۴) ۱۰۳

۸۱ در یک مکان، اختلاف تراز شدت دو صوت A و B برابر ۱۰ دسی‌بل است. اگر شدت صوت A، بیشتر از شدت صوت B و برابر $0/04\frac{W}{m^2}$ باشد، اختلاف شدت این دو صوت چند میلی وات بر مترمربع است؟

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۰/۴ ۲) ۴ ۳) ۳۶ ۴) ۳۶۰

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 77 of 150

۸۲ در یک فضای باز، تراز شدت صوت در فاصلهٔ ۵۰ متری چشمهٔ صوت برابر ۶۰ دسی‌بل است. توان چشمهٔ صوت، چند میلی‌وات است؟

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۱

($\pi = ۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$ و از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود.)

۱) ۰٫۳ ۲) ۶ ۳) ۷٫۵ ۴) ۳۰

۸۳ در مکانی که تراز شدت صوت ۹۶ دسی‌دبل است، در مدت یک دقیقه به هر میلی‌متر مربع از سطحی که در این مکان عمودبر مسیر انتشار صوت قرار دارد، چند میکروژول انرژی صوتی می‌رسد؟ ($\log ۲ = ۰٫۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$)

متوسط‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۰٫۲۴ ۲) ۰٫۴۸ ۳) ۲۴۰ ۴) ۴۸۰

۸۴ 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؟ ($\log ۲ = ۰٫۳$)

سخت‌مرجع: خارج از کشور- ۱۴۰۲

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

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 79 of 150

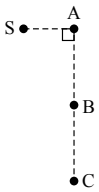
۸۵ اگر فاصله از چشمهٔ صوت نصف شود و هم‌زمان توان چشمهٔ صوت دو برابر شود، تراز شدت صوت چگونه تغییر می‌کند؟ $(\log ۲ = ۰٫۳)$

متوسط‌مرجع: سراسری- ۱۴۰۲

۱) ۸ برابر می‌شود.
۲) ۹ برابر می‌شود.
۳) ۴ دسی‌بل افزایش می‌یابد.
۴) ۹ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

۸۶ در شکل زیر یک چشمهٔ صوتی در نقطهٔ S قرار دارد. اختلاف تراز شدت صوت در نقاط B و C چند برابر اختلاف تراز شدت صوت در نقاط A و B است؟ ($\overline{SA} = \overline{AB} = \overline{BC}$ ، $\log ۲ = ۰٫۳$ و اتلاف انرژی نداریم.)

سخت‌مرجع: ۱۳۹۸- smart



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

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 81 of 150

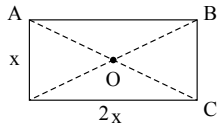
۸۷ شنونده‌ای در فاصلهٔ d متر از یک چشمهٔ صوت ایستاده است. اگر شنونده فاصلهٔ خود از چشمه را ۹۰% کاهش دهد و فرکانس چشمهٔ صوت ۷۵% کاهش یابد، تراز شدت صوت دریافتی توسط شنونده چند دسی‌بل و چگونه تغییر می‌کند؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart

۱) $۳۲dB$ - افزایش
۲) $۸dB$ - افزایش
۳) $۳۲dB$ - کاهش
۴) $۸dB$ - کاهش

۸۸ در شکل زیر یک چشمهٔ صوتی در رأس A مستطیل قرار دارد. اختلاف تراز شدت صوت در نقاط B و C چند برابر اختلاف تراز شدت صوت در نقاط O و C است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart

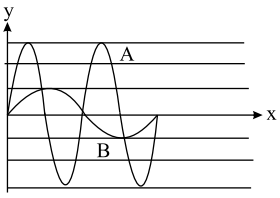


۱) $\frac{۱}{۳}$
۲) ۳
۳) $\frac{۱}{۶}$
۴) ۶

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 83 of 150

۸۹ دو منبع صوتی A و B به فاصلهٔ ۲۱ متری از هم قرار دارند. دو صوتی که از این دو منبع در یک محل به گوش شنونده‌ای می‌رسد مطابق شکل است. شنونده در چه فاصله‌ای از منبع A باشد تا شدت صوت رسیده به گوش او از دو منبع موج با هم برابر باشد؟ (شنونده بین این دو منبع ایستاده و منبع A و B و شخص در یک امتداد هستند، اتلاف انرژی ناچیز است.)

سخت‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



۱) ۱ متری
۲) ۲۰ متری
۳) ۳ متری
۴) ۱۸ متری

۹۰ اگر شدت صوتی که به گوش ما می‌رسد ۱۰۰ برابر شود، تراز شدت صوتی که می‌شنویم ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. تراز شدت صوت اولیه چند دسی‌بل است؟

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart

۱) ۸۰
۲) ۱۰۰
۳) ۲۰۰
۴) ۵۰

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 85 of 150

۹۱ در نقطه‌ای به فاصلهٔ ۲۰ متر از یک چشمهٔ صوتی نقطه‌ای، تراز شدت صوت ۴۰ دسی‌بل است. اگر توان چشمهٔ صوتی را ۱۶ برابر کنیم، در چه فاصله‌ای از چشمهٔ صوت بر حسب متر، تراز شدت صوت ۲۰ دسی‌بل خواهد بود؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر می‌شود.)

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart

۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۸۰۰

۹۲ تراز شدت صوت در محل یک صفحه به مساحت $۰/۵m^۲$ که عمود بر راستای انتشار موج است. برابر با $۱۷dB$ است. انرژی صوت عبوری از صفحه در مدت ۴ ثانیه چند میلی‌ژول است؟$(I_۰ = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲, \log ۷ = ۰/۸۵)$

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart

۱) $۱/۴ \times ۱۰^{-۱۱}$ ۲) $۹/۸ \times ۱۰^{-۱۱}$ ۳) $۱/۴ \times ۱۰^{-۸}$ ۴) $۹/۸ \times ۱۰^{-۸}$

۹۳ اگر تراز شدت یک صوت $۴۴dB$ باشد، شدت این صوت چند میکروواط بر متر مربع است؟ $(\log ۲ = ۰/۳ \ , \ I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲})$

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۸ -smart

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{-۱۰}$ ۲) $۲/۵ \times ۱۰^{-۲}$ ۳) ۱۶×۱۰^{-۱۰} ۴) ۱۶×۱۰^{-۲}

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 87 of 150

۹۴ اگر تراز شدت صوتی $47dB$ باشد، شدت این صوت چند وات بر متر مربع است؟ ($\log 5 = 0/7$ و $I_0 = 10^{-12}\frac{W}{m^2}$)

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۹ -smart

۱) 5×10^{-8} ۲) 10^{8} ۳) 7×10^{-8} ۴) $1/5 \times 10^{-8}$

۹۵ اگر تراز شدت صوتی در فاصلهٔ ۵ متری از یک منبع صوت ۱۲ دسی‌بل باشد، آهنگ متوسط انتقال انرژی از سطحی به مساحت $2/7cm^2$ که عمود بر راستای انتشار موج و در فاصلهٔ ۳ متری از منبع صوت قرار دارد چند وات است؟ ($I = 10^{-12}\frac{W}{m^2}$، $\log 2 = 0/3$ و اتلاف انرژی ناچیز فرض شود.)

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۹ -smart

۱) $1/6 \times 10^{-11}$ ۲) $7/2 \times 10^{-15}$ ۳) $1/2 \times 10^{-14}$ ۴) $3/6 \times 10^{-14}$

۹۶ اگر توان صوتی گذرنده از سطح یک میکروفون $510\mu w$ و مساحت میکروفون $34cm^2$ باشد، تراز شدت صوت در محلی خیلی نزدیک به میکروفون چند دسی‌بل است؟

متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart

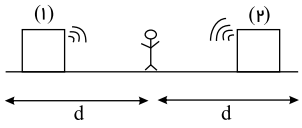
($I_0 = 10^{-12}\frac{w}{m^2}$ ، $\log 3 = 0/5$ ، $\log 5 = 0/7$)

۱) ۹۲ ۲) ۱۰۲ ۳) ۱۱۲ ۴) ۱۲۲

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 89 of 150

۹۷ مطابق شکل شخصی در وسط فاصلهٔ دو بلندگو قرار گرفته و اختلاف تراز شدت صوتی که از دو چشمه دریافت می‌کند. $9dB$ است. توان بلندگویی که صدای بلندتر ایجاد می‌کند، چند برابر بلندگوی دیگر است؟ $(\log 2 = 0/3)$

متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۳۲

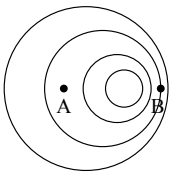
۹۸ با فرض آن‌که تندی شدت انتشار موج صوتی در هوا $0/34\frac{km}{s}$ باشد، گوش انسان قادر به شنیدن کدام‌یک از طول‌موج‌های زیر نیست؟

متوسط‌مرجع: ۱۳۹۹ -smart

۱) $1cm$
۲) $16cm$
۳) $20cm$
۴) $10cm$

۹۹ در شکل زیر جبهه‌های موج کروی منتشر شده از یک چشمهٔ صوت نشان داده شده است. چه تعداد از جملات زیر صحیح است؟ الف) چشمهٔ صوت ساکن است یا با سرعت ثابت در حرکت است.

متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



ب) چشمهٔ صوت در حال حرکت به سمت چپ است.

پ) سرعت حرکت چشمهٔ صوت کمتر از سرعت صوت در هوا است.

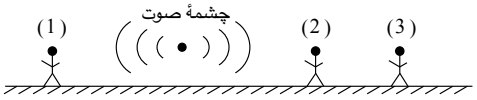
ت) تندی صوت و طول موج صوت دریافتی در نقطهٔ A از تندی و طول موج دریافتی در نقطهٔ B بیشتر است.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 91 of 150

۱۰۰ در شکل زیر هر سه شخص با سرعت یکسان و به سمت راست در حرکت‌اند و چشمهٔ صوت ساکن است. کدام گزینه دربارهٔ بسامد و طول موج دریافتی اشخاص صحیح است؟

متوسط‌مرجع: ۱۴۰۰ -smart



۱) $\lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1$

۲) $f_3 < f_2 < f_1$

۳) $\lambda_2 = \lambda_3 > \lambda_1$

۴) $f_2 = f_3 < f_1$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 93 of 150

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۱ ۲ ۳ ۴ 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: $\Delta x = v\Delta t \Rightarrow \Delta x = ۱۵\frac{m}{s} \times ۰/۲s = ۳m$

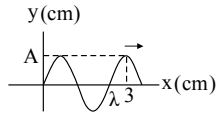
۲ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به شکل، دامنهٔ نوسان ذرات طناب برابر با $۴cm$ است. پس مسافت $۲۴cm$ برابر است با:

$$\frac{۲۴}{۴} = ۶ \Rightarrow ۲۴ = ۶A$$

می‌دانیم که یک ذره در مدت T (یک دوره) مسافت $۴A$ را طی می‌کند پس مسافت $۶A$ را در مدت $T + \frac{T}{۲} = \frac{۳T}{۲}$ طی می‌کند. بنابراین:

$$\frac{۳T}{۲} = ۰/۰۷۵ \Rightarrow T = ۰/۰۵s$$

از طرفی با توجه به شکل، طول موج برابر است با:



$$\lambda + \frac{\lambda}{۴} = ۳cm \Rightarrow \lambda = ۲/۴cm$$

در نهایت از رابطهٔ $v = \frac{\lambda}{T}$ می‌توانیم سرعت انتشار موج را محاسبه کنیم:

$$v = \frac{۲/۴}{۰/۰۵} = ۴۸\frac{cm}{s}$$

۳ ۱ ۲ ۳ ۴ (می‌دانیم منظور از فاصلهٔ دو جبهه متوالی موج همان طول موج (λ) است.) همچنین (بر طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ می‌توان نوشت $\lambda \propto v$) بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}\ ,\ \frac{v_B}{v_C} = \frac{\lambda_B}{\lambda_C} \rightarrow \frac{v_A}{v_C} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \times \frac{\lambda_B}{\lambda_C}$$

حال برای محاسبه مقایسه‌های درصدی کافیست که مقدار اولیه را ۱۰۰ فرض کنیم:

از A به B : $\lambda_A = ۱۰۰ \rightarrow \lambda_B = ۷۰$

از B به C : $\lambda_B = ۱۰۰ \rightarrow \lambda_C = ۱۴۰$

بنابراین:

$$\frac{v_A}{v_C} = \frac{۱۰۰}{۷۰} \times \frac{۱۰۰}{۱۴۰} = \frac{۵۰}{۴۹}$$

۴ ۱ ۲ ۳ ۴ هر ذره از طناب، همانند یک نوسانگر رفتار کرده و در مدت T ثانیه $۴A$ را طی می‌کند و می‌دانیم طول پاره‌خط نوسان برابر $۲A$ می‌باشد.

$$\begin{array}{c|c} T & ۴A \\ \hline ۱(s) & ۲A \end{array} \Rightarrow T = ۲(s)$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 95 of 150

حرکت قلهٔ موج در یک محیط یک حرکت یکنواخت است. یعنی:

$$\Delta x = v \cdot t \ , \ v = \frac{\lambda}{T}$$
$$۱۸ = \frac{۴}{۲} \times t \rightarrow t = ۹(s)$$

۵ ۱ ۲ ۳ **۴** می‌دانیم که تندی انتشار موج عرضی در یک تار با جذر نیروی کشش تار متناسب است. یعنی:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{۱۱۰}{۱۰۰} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{F'}{F} = ۱٫۲۱$$
$$\Rightarrow \Delta F = F' - F = ۱٫۲۱F - F = ۰٫۲۱F = \%۲۱F$$

۶ ۱ ۲ ۳ **۴**

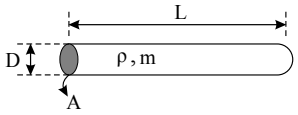
$$L = ۱m \ , \ m = ۸ \times ۱۰^{-۳} kg \ , \ F = ۳۲۰N$$
$$v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} = \sqrt{\frac{۳۲۰ \times L}{۸ \times ۱۰^{-۳}}} = ۲۰۰m/s \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{L}{v} = \frac{۱m}{۲۰۰m/s} = \frac{۱}{۲۰۰}s$$
$$\rightarrow \Delta t = ۰٫۰۰۵s$$

۷ **۱** ۲ ۳ ۴

$$\lambda = ۲۰cm = ۰٫۲m \ \text{و} \ f = ۶۰۰Hz \ \text{و} \ \rho = ۱۰\frac{g}{cm^۳} = ۱۰۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

$$F = ۳۶N \ \text{و} \ \lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow v = \lambda f = \frac{۲}{۱۰} \times ۶۰۰ = ۱۲۰\frac{m}{s}$$

در یک سیم یا طناب کشیده شده سرعت انتشار موج عرضی از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:



سرعت انتشار موج $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{(\frac{m}{L})}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\underbrace{\rho V}_{\text{حجم}}}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$

$$۱۲۰ = \sqrt{\frac{۳۶}{۱۰^۴ A}} = \frac{۶}{۱۰۰\sqrt{A}} \Rightarrow \sqrt{A} = \frac{۱}{۲۰۰۰} \Rightarrow A = \frac{۱}{۴ \times ۱۰^۶} m^۲ = \frac{۱۰^۶ mm^۲}{۴ \times ۱۰^۶} \Rightarrow A = \frac{۱}{۴}mm^۲ = ۰٫۲۵mm^۲$$

۸ ۱ ۲ ۳ **۴** با عبور موج از یک محیط به محیط دیگر، بسامد موج تغییر نمی‌کند. از طرفی در یک طناب، سرعت انتشار موج و البته طول موج در قسمت ضخیم‌تر، کمتر از قسمت نازک‌تر طناب است.

اگر D قطر طناب باشد، در یک طناب داریم:

$$f_۲ = f_۱$$
$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{D_۱}{D_۲}$$

۹ ۱ ۲ **۳** ۴ می‌دانیم که فاصلهٔ یک قله و یک درهٔ بعد از آن، معادل نصف طول موج است؛ پس برای تعیین این مقدار، ابتدا باید تندی انتشار موج عرضی و طول موج را محاسبه کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}} \Rightarrow v = \frac{۲}{۲ \times ۱۰^{-۳}} \sqrt{\frac{۲۳۴}{۳ \times ۷٫۸ \times ۱۰^{-۳}}} \Rightarrow v = ۱۰۰\frac{m}{s}$$
$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۰۰}{۲۰۰} \Rightarrow \lambda = ۰٫۵m = ۵۰cm$$
$$\text{فاصلهٔ یک قله و درهٔ بعد از آن} = \frac{\lambda}{۲} = \frac{۵۰}{۲} = ۲۵cm$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 97 of 150

۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴ 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:

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

۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴ چون ریسمان همگن است پس چگالی خطی ریسمان ثابت است. طول ریسمان از نقطه‌ی A تا پایین ریسمان ۲ متر و از نقطه‌ی B تا پایین یک متر است بنابراین:

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow m = \mu L \Rightarrow \begin{cases} m_A = ۲\mu \\ m_B = \mu \end{cases}$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون، برای نقطه‌های A و B می توان نوشت:

$$T_A - m_A g = ma = ۰ \Rightarrow T_A - ۲\mu g = ۰ \Rightarrow T_A = ۲\mu g$$
$$T_B - m_B g = ma = ۰ \Rightarrow T_B - \mu g = ۰ \Rightarrow T_B = \mu g$$

حال با استفاده از رابطه ی سرعت انتشار امواج عرضی در تار می توان نوشت:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{T_A}{T_B}} = \sqrt{\frac{۲\mu g}{\mu g}} = \sqrt{۲}$$

۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴ 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:

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

۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴ 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 $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۳۰}{۱/۲}} = ۵m/s$

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

$$\frac{\text{بیشینهٔ تندی ذرات } v_{max}}{\text{تندی انتشار موج } v} = ۰/۴ \rightarrow \frac{A\omega}{v} = ۰/۴ \rightarrow \frac{A \times ۵\pi}{۵} = ۰/۴ \Rightarrow A = \frac{۰/۴}{\pi}$$

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

۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴ هنگامی‌که سیم را از ابزار عبور می‌دهیم چون دما ثابت است چگالی ثابت است، چون حجم هم ثابت است، جرم تغییر نمی‌کند:

(جرم = چگالی × حجم)

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 99 of 150

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{FL}{m}}\rightarrow\frac{v'}{v}=\sqrt{\frac{F'}{f}\cdot\frac{L'}{L}}=\sqrt{۶\times\frac{۳}{۲}}=\sqrt{۹}=۳$$

۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴

تندی انتشار $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ ، بیشنیهٔ تندی ذرات $v_{max}=A\omega$

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

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۱۲۰}{۴٫۸}}=۵\frac{m}{s}\rightarrow\lambda=\frac{v}{f}\rightarrow f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۵\frac{m}{s}}{۵m}=۱Hz\rightarrow\omega=۲\pi f=۲\pi\times۱=۲\pi\frac{rad}{s}$$

$$\frac{\text{ذرات }v_{max}}{\text{تندی انتشار موج }v}=۰٫۸\rightarrow\frac{A\omega}{v}=۰٫۸\rightarrow\frac{A\times۲\pi}{۵}=۰٫۸\rightarrow(۲\pi)A=۴\rightarrow\boxed{A=\frac{۲}{\pi}}$$

$$a_{max}=A\omega^{۲}=(\frac{۲}{\pi})(۲\pi)^{۲}=\frac{۲}{\pi}\times۴\pi^{۲}=۸\pi\frac{m}{s^{۲}}\rightarrow\boxed{a_{max}=۸\pi\frac{m}{s^{۲}}}$$

۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴ نکته: اگر در اثر کشش و بدون تغییر جرم، سطح مقطع تار $\frac{۱}{n}$ برابر شود، طول تار **n** برابر می‌شود.

با توجه به اینکه در اثر کشش، قطر تار نصف شده، سطح مقطع آن $\frac{۱}{۴}$ برابر شده و از آنجا که جرم تار تغییر نکرده، طول تار ۴ برابر می‌شود. حالا محاسبه می‌کنیم که تندی انتشار موج در تار چند برابر شده است:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\xrightarrow[\rho:\text{ثابت}]{F:\text{ثابت}}\frac{v_{۲}}{v_{۱}}=\sqrt{\frac{A_{۱}}{A_{۲}}}\xrightarrow{A_{۲}=\frac{۱}{۴}A_{۱}}\frac{v_{۲}}{v_{۱}}=۲$$

برای مقایسهٔ زمان لازم برای عبور موج از کل طول تار داریم:

$$l=v\cdot\triangle t\rightarrow\frac{l_{۲}}{l_{۱}}=\frac{v_{۲}}{v_{۱}}\times\frac{t_{۲}}{t_{۱}}\xrightarrow[v_{۲}=۲v_{۱}]{l_{۲}=۴l_{۱}}۴=۲\times\frac{t_{۲}}{t_{۱}}\Rightarrow\frac{t_{۲}}{t_{۱}}=۲$$

۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴ جرم واحد طول در این طناب برابر است با:

$$\mu=\frac{m}{L}=\frac{۲}{۱۰}=\frac{۱}{۵}kg/m$$

و همچنین سرعت انتشار موج در طناب برابر خواهد بود با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۲۰}{\frac{۱}{۵}}}=\sqrt{۱۰۰}=۱۰m/s$$

فاصلهٔ هر قلّه تا درّهٔ مجاور نیز همواره برابر $\frac{\lambda}{۲}$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{\lambda}{۲}=۱۰cm\Rightarrow\lambda=۲۰cm=۰٫۲m$$

$$\lambda=\frac{v}{f}\Rightarrow f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۱۰}{۰٫۲}=۵۰Hz$$

۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴ سرعت انتشار امواج عرضی در تار از رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\rho\cdot A}}$ به‌دست می‌آید.

$$F_{۲}=۴F_{۱}$$

$$A_{۲}=A_{۱}-۰٫۳۶A_{۱}=۰٫۶۴A_{۱}$$

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\Rightarrow\frac{v_{۲}}{v_{۱}}=\sqrt{\frac{F_{۲}}{F_{۱}}\times\frac{A_{۱}}{A_{۲}}}=\sqrt{\frac{۴F_{۱}}{F_{۱}}\times\frac{A_{۱}}{۰٫۶۴A_{۱}}}$$

$$\frac{v_{۲}}{v_{۱}}=۲\times\frac{۱}{۰٫۸}=\frac{۱}{۰٫۴}=\frac{۱۰}{۴}=۲٫۵$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 101 of 150

نکته:

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

۱۹ ۱ ۲ **۳** ۴ با استفاده از تعریف چگالی خطی جرم و چگالی حجمی داریم:

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{m}{AL}\Rightarrow\rho=\frac{\mu}{A}\Rightarrow\mu=A\rho$$

حال با توجه به رابطهٔ تندی انتشار امواج عرضی در تار مرتعش داریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F}{A\rho}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{۹/۶}{۰/۷۵\times۱۰^{-۶}\times۸\times۱۰^{۳}}}\Rightarrow v=۴۰m/s$$

بنابراین:

$$\Delta x=v\Delta t=۰/۸=۴۰\Delta t\Rightarrow\Delta t=۰/۰۲s$$

۲۰ ۱ ۲ ۳ **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.

۲۱ **۱** ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: تندی ذرات نوسان‌کننده از صفر تا $v_{max}=A\omega$ متغیر است. از طرفی ذرهٔ N به سمت پایین حرکت می‌کند و ذرهٔ M به سمت بالا حرکت می‌کند. بنابراین سرعت یکسان ندارند.

گزینهٔ «۲»: دو نقطه در فاز مخالفند و در هر لحظه، فاصلهٔ آن‌ها از مرکز نوسان یکسان است.

گزینهٔ «۳»: دامنهٔ هر دو نقطه یکسان است و می‌دانیم بسامد موج با بسامد چشمهٔ موج یکسان و ثابت است.

گزینهٔ «۴»: ذرهٔ N چون به سمت مرکز نوسان در حال حرکت است دارای حرکت تندشونده است.

۲۲ ۱ ۲ ۳ **۴** ابتدا با استفاده از رابطهٔ تندی انتشار امواج عرضی دو تار، با توجه به این‌که دو سیم هم‌جنس هستند ($\rho_A=\rho_B$) داریم:

$$V=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\Rightarrow\frac{V_A}{V_B}=\sqrt{\frac{F_A}{F_B}}\times\sqrt{\frac{\rho_B A_B}{\rho_A A_A}}\xrightarrow[\rho_A=\rho_B]{F_A=F_B}\frac{V_A}{V_B}=\sqrt{\frac{A_B}{A_A}}\xrightarrow[A_A=۲cm^۲\,,v_A=۱۵\frac{m}{s}]{A_B=۵۰mm^۲=۰/۵cm^۲}\frac{۱۵}{v_B}=\sqrt{\frac{۰/۵}{۲}}\Rightarrow v_B=۳۰\frac{m}{s}$$

اکنون با توجه به رابطهٔ تندی و بسامد داریم:

$$V_B=\lambda_B f_B\xrightarrow[V_B=۳۰\frac{m}{s}]{f_B=۲۰Hz}\lambda_B=\frac{۳}{۲}=۱/۵m=۱۵۰cm$$

۲۳ ۱ ۲ **۳** ۴

$$\begin{cases}v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\\ D:\text{قطر سطح مقطع طناب}\end{cases},\ \text{محیط سطح مقطع}\ p=۲\pi r\xrightarrow{p_۲=۲p_۱}r_۲=۴r_۱\rightarrow D_۲=۴D_۱\rightarrow v\propto\frac{۱}{D}\rightarrow\boxed{v_۲=\frac{۱}{۴}v_۱}\rightarrow\begin{cases}f_۲=f_۱\\ \lambda=\frac{v}{f}\rightarrow\lambda\propto v\end{cases}$$

$$\rightarrow\lambda_۲=\frac{۱}{۴}\lambda_۱$$

۲۴ ۱ ۲ **۳** ۴ گام «۱»:

$$\begin{cases}F_B=F_A\\ \rho_A=\frac{m_A}{V_A}=\frac{۸}{۴}=۲\\ \rho_B=\frac{m_B}{V_B}=\frac{۵}{۱۰}=\frac{۱}{۲}\end{cases}\Rightarrow\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{۲}{\frac{۱}{۲}}=۴$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 103 of 150

گام «۲»:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F\cdot L}{m}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\Rightarrow\frac{v_A}{v_B}=\frac{D_B}{D_A}\sqrt{\frac{F_A}{F_B}\times\frac{\rho_B}{\rho_A}}\Rightarrow\frac{v_A}{v_B}=\frac{۱}{\frac{۱}{۲}}\sqrt{۱\times\frac{۱}{۴}}=۲\times\frac{۱}{۲}=۱$$

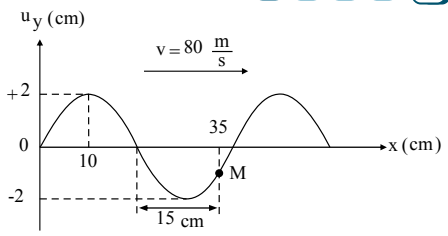
۲۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا تندی انتشار موج عرضی در فنر را محاسبه می‌کنیم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۱٫۳۵}{۰٫۱۵}}\Rightarrow v=۳\frac{m}{s}$$

برای تعیین طول موج ایجادشده در فنر داریم:

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۳}{۲٫۵}\Rightarrow\lambda=۱٫۲m$$

۲۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا با استفاده از نمودار نقش موج طول موج و دوره تناوب نوسانگر را به دست می‌آوریم:



$$\frac{\lambda}{۴}=۱۰\,cm\Rightarrow\lambda=۴۰\,cm=۰٫۴m$$

$$\lambda=vT\Rightarrow۰٫۴=۸۰\times T\Rightarrow T=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

$$v_{max}=A\omega=A\frac{۲\pi}{T}=۲\times۱۰^{-۲}\times\frac{۲\pi}{\frac{۱}{۲۰۰}}=۸\pi\frac{m}{s}$$

پس سرعت خواسته شده همان سرعت متحرک در مرکز نوسان است، ذره باید به مرکز نوسان برود. داریم:

$$\Delta x=v\Delta t\Rightarrow۰٫۱۵m=۸۰m/s\times\Delta t\Rightarrow\Delta t=\frac{۰٫۱۵}{۸۰}s=\frac{۳}{۱۶۰۰}s$$

۲۷ ۱ ۲ ۳ ۴

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۸۰}{۰٫۲}}=۲۰m/s$$

$$\frac{۳}{۲}\lambda=۱۵\Rightarrow\lambda=۱۰cm=۰٫۱m$$

$$\lambda=vT\Rightarrow T=\frac{\lambda}{v}=\frac{۰٫۱}{۲۰}=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

۰٫۰۱ ثانیه معادل با $۲T$ است و هر ذره در مدت ۱ دوره، $۴A$ مسافت طی می‌کند. پس مسافت طی شده در مدت $۲T$ برابر $۸A$ است. $۸\times۲=۱۶cm$

۲۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا دورهٔ موج را می‌یابیم تا تعیین کنیم که $\frac{۱}{۴۰۰}s$ چه کسری از دورهٔ موج است. بنابراین:

با توجه به شکل $\frac{۳\lambda}{۲}=۱۵\Rightarrow\lambda=۱۰cm=۰٫۱m$:

$$\lambda=vT\Rightarrow۰٫۱=۱۰T\Rightarrow T=\frac{۱}{۱۰۰}s\Rightarrow t=\frac{۱}{۴۰۰}=\frac{T}{۴}$$

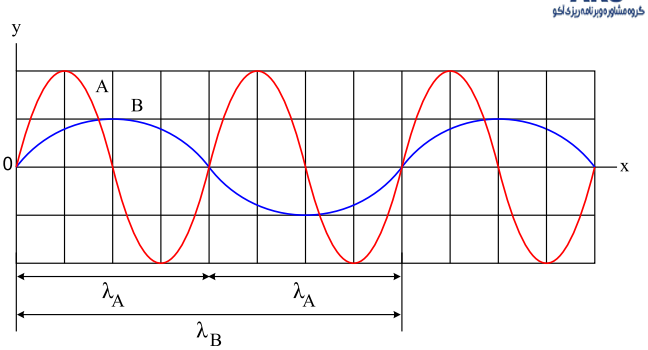
می‌دانیم در بازه‌ی $\frac{T}{۴}$ جابجایی نوسانگری که در مرکز نوسان است، به اندازه‌ی A است. بنابراین نقطه‌ی $x=۰$ با توجه به جهت حرکتش که رو به پایین است در لحظه‌ی t به $-A$ می‌رسد که مطابق با گزینه‌ی ۱ است.

۲۹ ۱ ۲ ۳ ۴ سرعت انتشار موج به ویژگی‌های محیط بستگی دارد. بنابراین چون هر دو موج در یک محیط منتشر شده‌اند، $\frac{v_A}{v_B}=۱$، $v_A=v_B$.

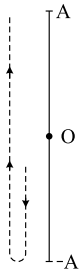
با توجه به شکل صورت سؤال درمی‌یابیم که $\lambda_B=۲\lambda_A$ می‌باشد. داریم:

$$v_A=v_B\xrightarrow[T=\frac{\lambda}{v}]{\lambda=vT}\frac{T_A}{T_B}=\frac{\frac{\lambda_A}{v_A}}{\frac{\lambda_B}{v_B}}\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{۱}{۲}$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 105 of 150



۳۰ ① ② ③ ④ با توجه به آن‌که هر ذره از محیط انتشار موج دقیقاً حرکت نوسانی ذرهٔ ما قبل خود را تکرار می‌کند، پس در لحظهٔ $t=0$ چون نقطهٔ ماقبل M و N پایین‌تر است، پس هر دو در این لحظه به طرف پایین حرکت می‌کنند و وضعیت آن‌ها در لحظهٔ $t=0$ مطابق شکل زیر است. حال برای آن‌که ذرهٔ M به وضعیت ذرهٔ N در لحظهٔ $t=0$ برسد، به اندازهٔ $\frac{3T}{4}$ زمان لازم دارد و داریم:



$$\frac{3T}{4}=\frac{1}{400}\Rightarrow T=\frac{1}{300}$$

حال با استفاده از نمودار نقش موج می‌توان نوشت:

$$\Delta x=\frac{5\lambda}{4}$$

$$\Delta x=x_2-x_1=\frac{5\lambda}{4}\Rightarrow x_1+50-x_1=\frac{5\lambda}{4}\Rightarrow \lambda=40cm=0/4m$$

$$\lambda=vT\Rightarrow 0/4=v\times\frac{1}{300}\Rightarrow v=120m/s$$

دیدیم در مدت $\frac{1}{400}$ ثانیه ($\frac{3T}{4}$) وضعیت نقطهٔ M به وضعیت نقطهٔ N در لحظهٔ $t=0$ می‌رسد. درنتیجه سرعت ذرهٔ M در این لحظه برابر صفر می‌شود.

۳۱ ① ② ③ ④ ابتدا طول موج، سپس دورهٔ موج را محاسبه می‌کنیم. بعد از آن رابطهٔ بین مدت زمان داده شده و دورهٔ موج را می‌یابیم:

$$\lambda=5cm\rightarrow\lambda=vT\rightarrow T=\frac{\lambda}{v}=\frac{5cm}{20\,cm/s}=\frac{1}{4}s$$

$$\Delta t=\frac{1}{8}s\rightarrow\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{1}{8}}{\frac{1}{4}}=\frac{1}{2}\rightarrow\boxed{\Delta t=\frac{T}{2}}$$

در نصف دوره، هر ذره از محیط انتشار موج، مسافتی معادل ۲ برابر دامنهٔ نوسانی خود را طی می‌کند:

مسافت طی‌شده $l=2A=4cm$

۳۲ ① ② ③ ④ ابتدا با استفاده از نمودار نقش موج دورهٔ تناوب نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 107 of 150

$$\frac{\lambda}{۴}+\lambda=۱۲٫۵\Rightarrow\frac{۵\lambda}{۴}=۱۲٫۵\Rightarrow\lambda=۱۰cm=۰٫۱m$$

$$\lambda=vT\Rightarrow ۰٫۱=۱۰\times T\Rightarrow T=\frac{۱}{۱۰۰}S$$

از آن‌جایی که هر ذره از محیط انتشار موج حرکت نوسانی ذرهٔ ماقبل خود را تکرار می‌کند، پس می‌توان گفت در لحظهٔ $t=۰$ ذرهٔ M در مکان $y=۰$ بوده و به سمت بالا در حرکت است.

حال باید ببینیم پس از $\frac{۱}{۲۰۰}s$ مکان ذرهٔ M کجاست.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{۱}{۲۰۰}}{\frac{۱}{۱۰۰}}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\Delta t=\frac{T}{۲}$$

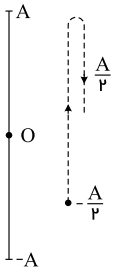
یعنی در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۲۰۰}s$ ذرهٔ M در مکان $y=۰$ بوده و به طرف پایین در حرکت است. لذا با توجه به آن‌که سرعت ذره در مرکز نوسان بیشینه است، می‌توان نوشت:

$$|v_{max}|=A\omega=A\times\frac{۲\pi}{T}=۶\times۱۰^{-۲}\times\frac{۲\pi}{\frac{۱}{۱۰۰}}=۱۲\pi m/s\Rightarrow v_M=-۱۲\pi m/s$$

۳۳ ۱ ۲ ۳ **۴** می‌دانیم هر نقطه از محیط انتشار موج حرکت نوسانی ذرهٔ ماقبل خود را تکرار می‌کند. چون نقطهٔ M در حال بالا رفتن است، پس موج در خلاف جهت محور x در حال انتشار است. و در لحظهٔ نشان داده شده مطابق شکل در مکان $y=-\frac{A}{۲}$ بوده و به طرف بالا در حرکت است. حال برای این‌که نقطهٔ M برای دومین بار به مکان $y=+\frac{A}{۲}$ برسد، به وضعیتی کاملاً قرینه با لحظهٔ نمایش داده شده می‌رسد. یعنی:

از طرفی می‌دانیم، حداقل زمان لازم برای اینکه نوسانگر از یک وضعیت به وضعیتی کاملاً قرینه برسد، (x و v قرینه) $\frac{T}{۲}$ (نصف دوره) طول می‌کشد.

$$\Delta t=\frac{T}{۲}\Rightarrow ۰٫۰۲=\frac{T}{۲}\Rightarrow T=۰٫۰۴s$$



با توجه به نمودار نقش موج برای محاسبهٔ طول موج داریم:

$$\lambda+\frac{\lambda}{۲}=۱۳۲\Rightarrow\frac{۳\lambda}{۲}=۱۳۲\Rightarrow\lambda=۸۸cm=۰٫۸۸m$$

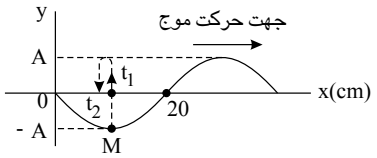
$$\lambda=vT\Rightarrow ۰٫۸۸=v\times ۰٫۰۴\Rightarrow v=۲۲m/s$$

۳۴ **۱** ۲ ۳ ۴ برای بررسی نوع حرکت ذره باید ببینیم که Δt داده شده چه کسری از دورهٔ نوسان است. یعنی:

$$v=۲\frac{m}{s}\ \text{و}\ \frac{\lambda}{۲}=۲۰cm\rightarrow\lambda=۴۰cm=۰٫۴m\rightarrow T=\frac{\lambda}{v}=\frac{۰٫۴}{۲}=۰٫۲s$$

$$t_۱=۰٫۲۵s\rightarrow\frac{t_۱}{T}=\frac{۰٫۲۵}{۰٫۲}=\frac{۲٫۵}{۲}=۱٫۲۵\rightarrow t_۱=۱٫۲۵T=T+\frac{T}{۴}$$

$$t_۲=۰٫۳۵s\rightarrow\frac{t_۲}{T}=\frac{۰٫۳۵}{۰٫۲}=\frac{۳٫۵}{۲}=۱٫۷۵\rightarrow t_۲=۱٫۷۵T=T+۳\frac{T}{۴}$$

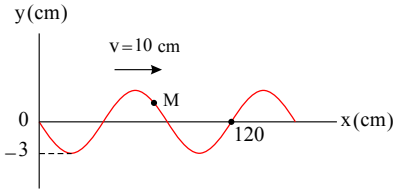


https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 109 of 150

در فاصلهٔ زمانی t_1 تا t_2، همان‌گونه که در شکل رسم شده مشاهده می‌شود، حرکت ذرهٔ M ابتدا کُند شوند، سپس تُند شونده خواهد بود.

۳۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا طول موج، سپس دورهٔ T و پس از آن $\frac{\Delta t}{T}$ را می‌یابیم. یعنی:

$$\begin{cases} \Delta t = ۰/۰۵ - ۰/۰۱ = ۰/۰۴s \quad (۱) \\ \lambda + \frac{\lambda}{۲} = ۳\frac{\lambda}{۲} = ۱۲۰cm \Rightarrow \lambda = ۸۰cm \Rightarrow \lambda = ۰/۸ = vT = ۱۰T \Rightarrow T = ۰/۰۸s \quad (۲) \end{cases}$$



$$(۱)\text{ و }(۲) \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{۰/۰۴}{۰/۰۸} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۲}$$

ذرهٔ «M» مانند یک نوسانگر ساده (با جرم کم) عمل می‌کند. این نوسانگر کوچک، در مدت $\frac{T}{۲}$ مسافت $۲A$ را طی می‌کند:

$$۲A = ۲ \times ۳ = ۶cm$$

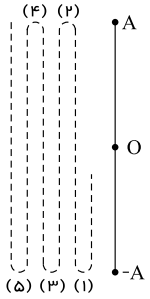
۳۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا با توجه به نمودار نقش موج دورهٔ تناوب نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda + \frac{\lambda}{۴} = ۱۲/۵ \Rightarrow \frac{۵\lambda}{۴} = ۱۲/۵ \Rightarrow \lambda = ۱۰cm = ۰/۱m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow ۰/۱ = ۴۰T \Rightarrow T = \frac{۱}{۴۰۰}S$$

مطابق نمودار جابجایی - مکان، در لحظهٔ $t = ۰$ نقطهٔ A در مکان $y = ۰$ بوده و جهت نوسان آن به طرف پایین است. حال باید ببینیم پس از $\frac{۱۱}{۱۶۰۰}$ ثانیه مکان ذره A کجاست.

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{۱۱}{۱۶۰۰}}{\frac{۱}{۴۰۰}} = \frac{۱۱}{۴} \Rightarrow t = \frac{۱۱T}{۴}$$



به ازای هر دوره تنها دو بار جهت بردار سرعت ذرهٔ A عوض می‌شود. پس می‌توان گفت به ازای $(۲T + \frac{۳T}{۴} = \frac{۱۱T}{۴})$ پنج بار جهت بردار سرعت ذرهٔ A تغییر می‌کند.

۳۷ ۱ ۲ ۳ ۴

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: نادرست - باتوجه به آن‌که نقطهٔ ماقبل M بالاتر و نقطهٔ ماقبل N پایین‌تر است. پس مکان هر دو $y = ۰$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 111 of 150

بوده و M به طرف بالا و N به طرف پایین در حرکت است. چون هردو به سمت نقطه‌های برگشت، حرکت می‌کنند، حرکت هردو کندشونده است.

گزینهٔ «۲»: درست است- زیرا دو قطهٔ M و N در لحظهٔ $t=0$ در نقطهٔ تعادلند و سرعت آن‌ها بیشینه و با هم برابر است. $(v_{max}=A\omega)$

گزینهٔ «۳»: نادرست - زیرا در لحظهٔ نشان داده شده نقطهٔ ماقبل P بالاتر است و نقطهٔ ماقبل N پایین‌تر می‌باشد. یعنی نقطهٔ P به طرف بالا و نقطهٔ N به طرف پایین حرکت می‌کند.

گزینهٔ «۴»: نادرست است - طبق توضیحات فوق در لحظهٔ $t=0$ ذرهٔ P در مکان $y=-A$ و جهت حرکت آن نیز رو به بالاست (ربع چهارم) و ذرهٔ M در مکان $y=0$ و جهت حرکت آن هم رو به بالا است، بنابراین تنها $\frac{T}{4}$ ثانیه بعد از لحظهٔ نشان داده شده، وضعیت ذره P مشابه وضعیت ذرهٔ M در لحظهٔ مربوط به این شکل است.

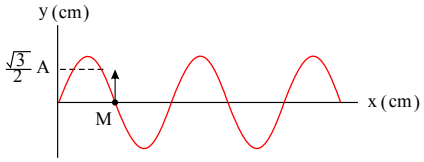
۳۸ ۴ ۳ ۲ **۱** ابتدابا استفاده از نمودار نقش موج، دورهٔ تناوب را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\lambda}{2}=40cm\Rightarrow\lambda=80cm=0{,}8m$$

$$\lambda=vT\Rightarrow 0{,}8=10T\Rightarrow T=\frac{8}{100}s\Rightarrow\begin{cases}\Delta t=\frac{1}{75}s\\ T=\frac{8}{100}s\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{1}{75}}{\frac{8}{100}}=\frac{\frac{1}{3}}{\frac{8}{4}}=\frac{1}{6}\Rightarrow\Delta t=\frac{T}{6}$$

کافی است ببینیم ذرهٔ M از $t=0$ تا $t=\frac{\pi}{6}$ چگونه حرکت می‌کند: $(\frac{T}{6}<\frac{T}{4})$

ذرهٔ M از $y=0$ تا $y=\frac{\sqrt{3}}{2}$ جابه‌جا می‌شود که حرکت آن کندشونده است.



۳۹ ۴ **۳** ۲ ۱ ابتدا با توجه به تعداد نوسان ذرهٔ A، دورهٔ تناوب ذره را به‌دست می‌آوریم:

$$T=\frac{t}{N}=\frac{1}{120}\Rightarrow T=\frac{1}{120}s$$

با توجه به نمودار نقش موج فاصلهٔ AB برحسب طول موج برابر $\frac{5\lambda}{4}$ است. چون بنا به تعریف طول موج مسافتی است که موج در مدت یک دورهٔ تناوب طی می‌کند. پس $\lambda\propto T$ بوده و در نتیجه مدت $\Delta t=\frac{5T}{4}s$ طول می‌کشد تا موج از A به B برسد. یعنی:

$$\begin{cases}\Delta x=v\cdot\Delta t\\ \lambda=v\cdot T\end{cases}\rightarrow\frac{\Delta x}{\lambda}=\frac{\Delta t}{T}\rightarrow\frac{\frac{\Delta\lambda}{4}}{\lambda}=\frac{\Delta t}{T}$$

$$\Delta t=\frac{5T}{4}=\frac{5\times\frac{1}{120}}{4}=\frac{5}{4\times 120}=\frac{1}{96}s$$

۴۰ ۴ ۳ **۲** ۱ [نقش موج در $t=0$]

گام اول: ابتدا به کمک عدد $10cm$ طول موج را می‌یابیم:

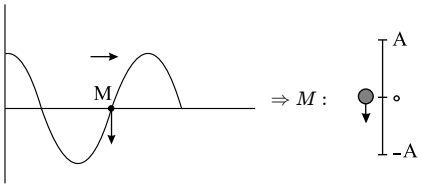
$$10cm=\lambda+\frac{\lambda}{4}=\frac{5\lambda}{4}\Rightarrow\lambda=8cm$$

گام دوم:

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 113 of 150

$$\rightarrow \lambda = vT \rightarrow ۰/۰۸m = ۴\frac{m}{s} \times T \rightarrow T = \frac{۰/۰۸}{۴} = \frac{\frac{۸}{۱۰۰}}{۴} = \frac{۲}{۱۰۰}s \rightarrow T = ۰/۰۲s$$

گام سوم: فقط به ذرهٔ M نگاه کنیم. مانند یک نوسانگر ساده عمل می‌کند:



عادت کرده‌ایم بازهٔ زمانی داده شده را معنا کنیم. یعنی رابطهٔ آن را با T بیابیم.

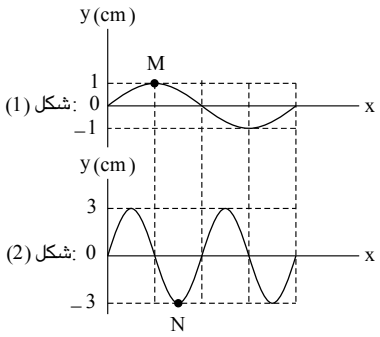
$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{۰/۲۵s}{۰/۰۲s} = \frac{۲۵}{۲} = ۱۲/۵ \Rightarrow \Delta t = ۱۲/۵T$$

تندی متوسط در مدت $\Delta t = ۱۲/۵T$ را بررسی می‌کنیم. برای این کار مسافت طی‌شده را مشخص کنیم. در هر دورهٔ T، مسافت $۴A$ طی می‌شود. بنابراین در مدت $۱۲/۵T$، مسافت طی‌شده:
$L = ۱۲/۵(۴A) = ۵۰A$ می‌باشد:

$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} \rightarrow ۶\frac{m}{s} = \frac{۵۰A}{۰/۲۵s} = ۲۰۰A(\frac{۱}{s})$$
$$\Rightarrow A = \frac{۶}{۲۰۰}m = \frac{۳}{۱۰۰}m \rightarrow A = ۳cm$$

۴۱ ۱ ۲ ۳ **۴**

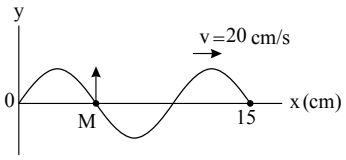
توجه: هر ذره از محیط انتشار در مدت یک دوره (T) یک نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر در مدت زمان Δt، N نوسان کامل انجام دهد: $T = \frac{t}{N}$



$$\lambda_۱ = ۲\lambda \Rightarrow \cancel{V_۱} T_۱ = ۲\cancel{V_۲} T_۲ \Rightarrow T_۱ = ۲T_۲ \Rightarrow \frac{\cancel{\Delta t}}{N_۱} = \frac{۲\cancel{\Delta t}}{N_۲} \Rightarrow \frac{۱}{N_۱} = \frac{۲}{N_۲} \Rightarrow N_۲ = ۲N_۱ = ۲ \times ۲ = ۴ \rightarrow N_۲ = ۴$$

۴۲ ۱ ۲ **۳** ۴ در این تیپ تست‌ها اغلب: (۱) ابتدا به کمک اطلاعات موجود در تست T را می‌یابیم. (۲) زمان‌ها یا بازه‌های زمانی را برحسب T می‌یابیم. (۳) به ذرهٔ موردنظر در تست به مانند یک نوسانگر سادهٔ با جرم کم نگاه می‌کنیم. (۴) با اطلاعات خود در مبحث حرکت نوسانی ساده به یافتن مجهولات درمورد ذرهٔ موردنظر می‌پردازیم.

گام (۱):



$$۱۵cm = ۳\frac{\lambda}{۲} \Rightarrow \lambda = ۱۰cm = vT = ۲۰\frac{cm}{s} \times T \Rightarrow T = \frac{۱}{۲}s$$

گام (۲): $\Delta t = \frac{۹}{۴}s$ را برحسب T می‌یابیم:

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 115 of 150

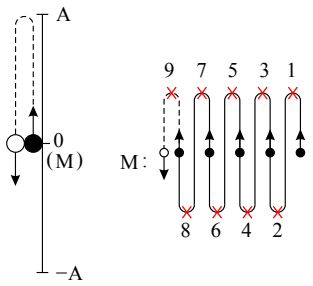
$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۹}{۴}}{\frac{۱}{۲}} = ۴٫۵$$

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

گام (۳):

وضعیت ذرهٔ M را پس از این مدت مشخص می‌کنیم:

۹ بار جهت حرکت ذرهٔ M تغییر نموده است.



۴۳ ۱ ۲ **۳** ۴

۱) ابتدا با توجه به نمودار نقش موج، دورهٔ تناوب نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

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

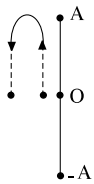
$$\lambda = vT \Rightarrow ۰٫۴ = ۱۰ \times T \Rightarrow T = ۰٫۰۴s$$

۲) در لحظهٔ $t = ۰$ نقطهٔ A در مکان $y = ۰$ بوده به طرف بالا حرکت می‌کند. اکنون باید ببینیم بعد از $\frac{۱}{۵۰}$ ثانیه نقطهٔ A در چه مکانی خواهد بود؟

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{۱}{۵۰}}{\frac{۴}{۱۰۰}} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow t = \frac{T}{۲}$$

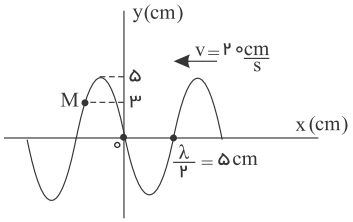
یعنی مطابق شکل در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۵۰}s$ مکان نقطهٔ A برابر $y = ۰$ و جهت نوسان آن به طرف پایین خواهد بود بنابراین مسافت طی شده در این مدت توسط ذرهٔ A دو برابر دامنهٔ نوسان خواهد بود. یعنی:

مسافت طی شده : $d = ۲A = ۲ \times ۲ = ۴cm$



۴۴ ۱ ۲ **۳** ۴

ابتدا طول موج و پس از آن دورهٔ موج را محاسبه می‌کنیم.



$$\lambda = vT \rightarrow ۱۰ = ۲۰T \rightarrow T = \frac{۱}{۲}s$$

حال کافی است که ببینیم Δt چه کسری از دوره است. در اینجا:

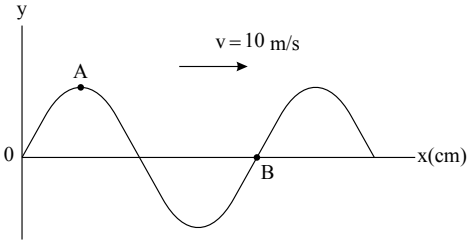
https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 117 of 150

$$\Delta t = t_۲ - t_۱ = t_۱ + \frac{۱}{۴} - t_۱ \rightarrow \Delta t = \frac{۱}{۴}s \xrightarrow{T=\frac{۱}{۲}s} \Delta t = \frac{۱}{۲}T$$

می‌دانیم که در مدت نصف دوره، ذرهٔ M در وضعیتی کاملاً قرینه با این وضعیت (یعنی هم سرعت و هم مکان قرینه) قرار می‌گیرد، پس، از $y_۱ = ۳cm$ به $y_۲ = -۳cm$ می‌رود و در نهایت داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y_۲ - y_۱}{\Delta t} = \frac{-۳ - ۳}{\frac{۱}{۴}} \rightarrow v_{av} = -۲۴\frac{cm}{s} \rightarrow |v_{av}| = ۲۴\frac{cm}{s}$$

۴۵ ۱ ۲ **۳** ۴ گام اول: ابتدا Δt را برحسب دورهٔ تناوب نوسانات ذرات محیط انتشار می‌یابیم تا تحلیل حرکت راحت‌تر صورت گیرد. برای این کار با استفاده از اطلاعات شکل داده شده، λ و T را می‌یابیم.



$$۳۰cm = \frac{۳}{۲}\lambda \Rightarrow \lambda = ۲۰cm = ۰/۲m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۲m}{۱۰\frac{m}{s}} = ۰/۰۲s \Rightarrow T = ۰/۰۲s$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۹}{۴۰۰}s}{\frac{۲}{۱۰۰}s} = \frac{۹}{۸} \Rightarrow \Delta t = \frac{۹}{۸}T = T + \frac{T}{۸}$$

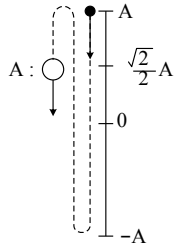
گام دوم: به وضعیت حرکت و مکانی ذرات A و B در $t_۲ = T + \frac{T}{۸}$ توجه کنیم.

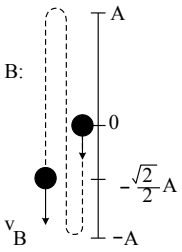
تندی ذرهٔ B صفر نیست پس گزینهٔ ۱ نادرست است.

تندی ذرهٔ A هم بیشینه نیست پس گزینهٔ ۲ نادرست است.

حرکت ذرهٔ B، کندشونده است (در $t = T + \frac{T}{۸}$) به سمت بیشینهٔ دامنهٔ نوسانی خود در حال حرکت است. پس گزینهٔ ۴ نادرست است.

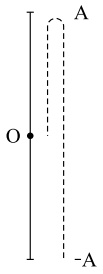
حرکت ذرهٔ A در $t = T + \frac{T}{۸}$ چون به سمت مرکز نوسانی خود در این لحظه در حال حرکت است، تندشونده است.





۴۶ ۱ ۲ ۳ **۴**

با گذشت زمان و پیش روی موج نقطهٔ M به طرف بالا حرکت می‌کند. پس برای محاسبهٔ جابه‌جایی ذرهٔ M در مدت صفر تا $t = \frac{۳T}{۴}$ داریم:



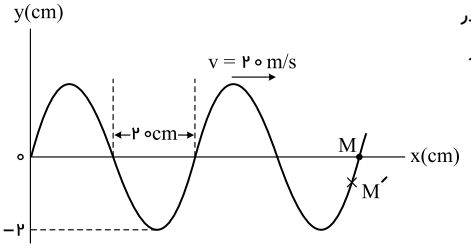
بنابراین جابه‌جایی نقطهٔ M در این مدت $-A$ می‌باشد.

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 119 of 150

همچنین با توجه به تعریف طول موج که میزان پیش روی موج در یک دورهٔ (T) است، موج در مدت زمان $\frac{۳T}{۴}$ به اندازهٔ $\frac{۳\lambda}{۴}$ پیش‌روی می‌کند. $(T \propto \lambda)$ $(\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T})$

۴۷ ① ② ③ **④**

می‌دانیم که در انتشار موج، هر ذرهٔ واقع بر موج، تمایل دارد تا وضعیت ارتعاشی ذرهٔ ماقبل خود را تکرار کند، بنابراین در اینجا با توجه به جهت انتشار موج، اگر ذرهٔ ماقبل M را M' بنامیم، با توجه به اینکه پایین‌تر از M قرار دارد، M نیز تمایل دارد تا پایین‌تر برود و وضعیت M' را تکرار کند.



از طرفی با توجه به موقعیت M که در مرکز تعادل خود قرار گرفته، تندی ارتعاشی آن بیشینه است و از رابطهٔ $v_{max} = A\omega$ محاسبه می‌شود. بنابراین، ω را محاسبه می‌کنیم.

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

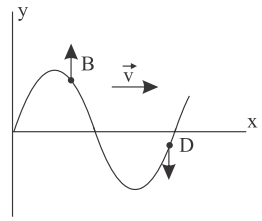
$$\lambda = vT \Rightarrow ۰/۴ = ۲۰T \Rightarrow T = ۰/۰۲s \xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}} \omega = \frac{۲\pi}{۰/۰۲} \Rightarrow \omega = ۱۰۰\pi \frac{rad}{s}$$

و در نهایت داریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{A=۲cm=۰/۰۲m} v_{max} = ۰/۰۲ \times ۱۰۰\pi \Rightarrow v_{max} = ۲\pi \frac{m}{s} \xrightarrow{\pi=۳/۱۴} v_{max} = ۶/۲۸ \frac{m}{s}$$

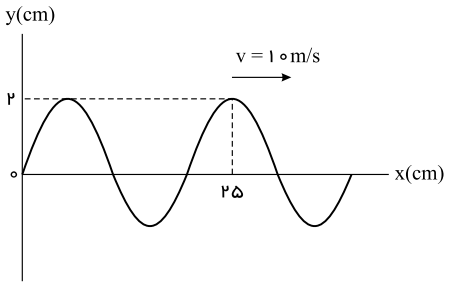
۴۸ ① **②** ③ ④

می‌دانیم که در موجهای رونده، هر ذره تمایل به تکرار وضعیت ارتعاشی ذرهٔ ماقبل خود را دارد. با توجه به جهت انتشار موج به راحتی می‌توان دریافت که حرکت ذره‌های B و D کندشونده است (در حال دور شدن از مرکز نوسان هستند) و چون B به انتهای مسیرش نزدیک‌تر است، زودتر متوقف می‌شود (تندی‌اش زودتر به صفر می‌رسد)



۴۹ ① ② **③** ④

به بررسی هریک از گزاره‌ها می‌پردازیم:



الف) نادرست. با توجه به تندی انتشار موج، مسافتی که در هر ثانیه می‌پیماید معادل $۱۰m$ است زیرا:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t \rightarrow \Delta x = ۱۰ \times ۱ = ۱۰m$$

ب) درست. برای بررسی این گزاره باید طول موج و دورهٔ موج را بیابیم. با توجه به نقش موج داریم:

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 121 of 150

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

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0/2}{10} = 0/02s$$

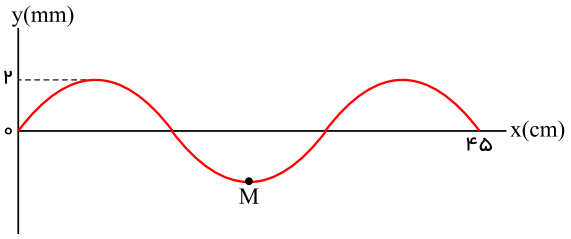
می‌دانیم، هر ذره از محیط که بر روی موج قرار دارد، در مدت $\frac{T}{2}$، مسافتی معادل $2A$ می‌پیماید.

$$\Delta t = 0/01 = \frac{T}{2} \rightarrow \ell = 2A = 4cm$$

پ) نادرست. برای تعیین جابه‌جایی در مدت $\Delta t = \frac{T}{2}$ باید موقعیت اولیهٔ ذره معلوم باشد.

ت) درست. در مدت یک دوره جابه‌جایی هر ذره، صفر است.

۵۰ ۱ ۲ ۳ **۴** برای تعیین تندی متوسط، باید مسافتی که ذره در این مدت می‌پیماید را محاسبه کنیم. برای این منظور، در ابتدا دورهٔ نوسان را می‌یابیم تا ببینیم که مدت زمان داده‌شده، چه کسری از دورهٔ نوسان است. با توجه به نمودار داریم:



$$A = 2mm$$

$$3\frac{\lambda}{2} = 45 \Rightarrow \lambda = 30cm = 0/3m$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0/3}{4} \Rightarrow T = 0/075s$$

$$\begin{cases} \Delta t = t_2 - t_1 = 0/05 \\ T = 0/075 \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{2}{3} \Rightarrow \Delta t = \frac{2}{3}T$$

در این مدت ذرهٔ M مسافتی معادل ۲/۵ برابر دامنه را می‌پیماید (چرا)؟ بنابراین داریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{2/5A}{\Delta t} = \frac{2/5 \times 2 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} \Rightarrow s_{av} = 0/1\frac{m}{s}$$

۵۱ ۱ ۲ **۳** ۴ جهت حرکت موج از سمت چپ به راست است باتوجه به شکل موج باید $\frac{3\lambda}{4}$ حرکت کند تا نقطهٔ B مثل نقطهٔ A با بیشترین سرعت به سمت پایین حرکت کند. داریم:

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

$$\frac{3\lambda}{4} = v \times \Delta t \xrightarrow{\frac{5\lambda}{4}=1/5 \rightarrow \lambda = 1/2m} \frac{3 \times 1/2}{4} = 6 \times t \Rightarrow t = 0/15s$$

۵۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا با توجه به نمودار نقش موج سرعت انتشار موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{3\lambda}{4} = \frac{2}{7} \Rightarrow \lambda = \frac{8}{21}m$$

$$\Delta x_{MN} = 2\lambda - \frac{\lambda}{4} = \frac{7\lambda}{4} = \frac{7 \times \frac{8}{21}}{4} = \frac{2}{3}m$$

$$\Delta x = v\Delta t \Rightarrow \frac{2}{3} = v \times \frac{1}{15} \Rightarrow V = 10m/s$$

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

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{Fl}{\rho V}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \xrightarrow{A=\pi(\frac{D}{2})^2} v = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

$$\Rightarrow 10 = \frac{2}{0/02}\sqrt{\frac{F}{300 \times 3}} \Rightarrow F = 90N$$

۵۳ ۱ ۲ ۳ ۴ دورهٔ تناوب را به‌دست می‌آوریم، با توجه به شکل $\frac{\lambda}{2} = 5cm$ چون تندی موج $20m/s$ است، می‌توان گفت:

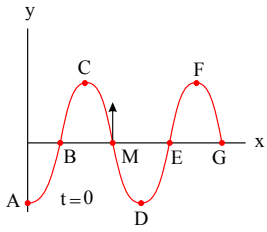
$$\frac{\lambda}{2} = 5cm \Rightarrow \lambda = 10cm = 0/1m \rightarrow \lambda = vT \xrightarrow{v=20m/s} 0/1 = 20T \Rightarrow T = \frac{1}{200}s$$

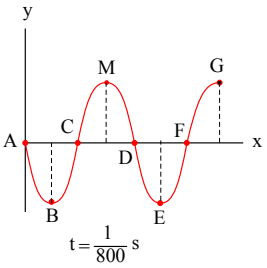
https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 123 of 150

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.

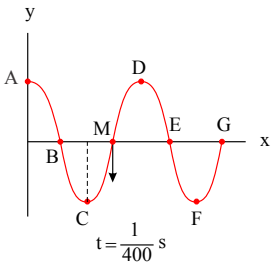
$$v_{max}=A\omega \xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}} v_{max}=A\times\frac{۲\pi}{T} \xrightarrow[T=\frac{۱}{۲۰۰}s]{A=۰/۰۵m} v_{max}=۰/۰۵\times\frac{۲\pi}{\frac{۱}{۲۰۰}} \Rightarrow v_{max}=۲۰\pi m/s$$

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 $\frac{T}{۲}$

۵۴ ۱ ۲ ۳ **۴** می‌دانیم:

بیشینهٔ تندی ذرات $v_{\max}=A\omega$

تندی انتشار بر موج طناب $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$

از روی نمودار مشخص است که:

$$\frac{\lambda}{۴}=۱۵cm \Rightarrow \lambda=۶۰cm=۰/۶$$

$$A=۲cm=۰/۰۲$$

با توجه به ارتباط $v_{\max}$ ذرات و v موج داریم:

$$\lambda=\frac{v}{f} \Rightarrow v=\lambda f=۰/۶f$$

$$v_{\max}=A\omega=A۲\pi f=۰/۱۲f$$

سرعت طناب باید از $۰/۶f$ به $۰/۱۲f$ برسد تا با $v_{\max}$ ذرات مساوی شود. از طرفی طبق رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ داریم:

$$\frac{v_۲}{v_۱}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \Rightarrow \frac{۰/۱۲f}{۰/۶f}=\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \xrightarrow[\text{پس } F_۱=۱۰۰]{\text{تغییرات نیرو درصدی خواسته شده}} ۰/۲=\sqrt{\frac{F_۲}{۱۰۰}} \xrightarrow{\text{به توان ۲}} ۰/۰۴=\frac{F_۲}{۱۰۰} \Rightarrow F_۲=۴$$

نتیجه اینکه F از ۱۰۰ به ۴ رسید یعنی: $۱۰۰-۴=۹۶$

۹۶ درصد کاهش یافت.

۵۵ ۱ **۲** ۳ ۴ گام «۱»: ابتدا به کمک تندی، محاسبه کنیم که مسافت طی شده چند cm بوده است:

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t} \rightarrow \ell=s_{av}\times\Delta t=۱۲۰\frac{cm}{s}\times ۰/۳=۳۶cm$$

گام «۲»: حال ببینیم نسبت به دامنهٔ نوسانی ذرات، هر ذره چه مسافتی را پیموده:

$$\frac{\ell}{A}=\frac{۳۶cm}{۶cm}=۶ \rightarrow \ell=۶A$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 125 of 150

گام «۳»: هر ذره در هر دوره مسافت $۴A$ را طی می‌کند بنابراین:

$$\frac{\ell}{۴A}=\frac{۶A}{۴A}=۱٫۵$$

و هر $۴A$ در یک دوره (T) طی می‌شود بنابراین:

$$\Delta t=۰٫۳s=۱٫۵T\rightarrow \boxed{T=\frac{۱}{۵}s}$$ در مدت زمان داده شده

گام «۴»: با توجه به شکل:

$$\lambda+\frac{\lambda}{۴}=\frac{۵\lambda}{۴}=۱۵cm\rightarrow \boxed{\lambda=۱۲cm}$$

گام «۵»:

$$\lambda=vT\Rightarrow v=\frac{\lambda}{T}=\frac{۱۲cm}{\frac{۱}{۵}s}=۶۰\frac{cm}{s}$$

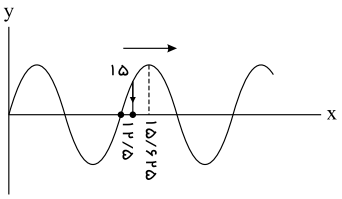
۵۶ ۱ ۲ ۳ ۴ گام «۱»:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F}{\frac{m}{L}}}=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{۰٫۹}{(۱۲\times ۱۰^{۳})(۳\times ۱۰^{-۴})}}\rightarrow v=\sqrt{\frac{۹\times ۱۰^{-۱}}{۳۶\times ۱۰^{-۱}}}=\sqrt{\frac{۱}{۴}}=۰٫۵\frac{m}{s}$$

گام «۲»:

$$v=\lambda f\rightarrow \lambda=\frac{v}{f}=\frac{۰٫۵}{۴}=\frac{۱}{۸}m=۱۲٫۵cm\rightarrow \frac{\lambda}{۴}=۳٫۱۲۵cm$$

گام «۳»:



$x=۱۵cm\rightarrow \lambda<x<۵\frac{\lambda}{۴}$ (به طرف پایین و تندشونده) (مکان ذرهٔ مورد نظر روی طناب)

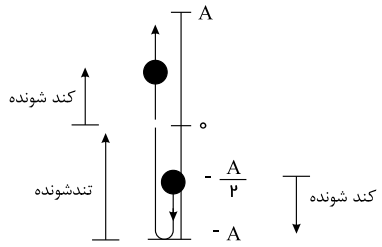
۵۷ ۱ ۲ ۳ ۴ گام «۱»: با توجه به نمودار داده شده، ابتدا طول موج و دورهٔ موج را محاسبه می‌کنیم.

$$۵\frac{\lambda}{۴}=۷۵cm\rightarrow \lambda=۶۰cm=۰٫۶m\rightarrow T=\frac{\lambda}{v}=\frac{۰٫۶m}{۵\frac{m}{s}}=۰٫۱۲s\rightarrow \boxed{T=۰٫۱۲s}$$

گام «۲»: حال کافی است که ببینیم، مدت زمان داده شده چه کسری از دورهٔ موج است:

$$\begin{cases}\Delta t=۶-۰=۶s\\ T=۰٫۱۲s\end{cases}\rightarrow \frac{\Delta t}{T}=\frac{۰٫۰۶}{۰٫۱۲s}=\frac{۱}{۲}\rightarrow \boxed{\Delta t=\frac{T}{۲}}$$

گام «۳»: اکنون به ذرهٔ M می‌نگریم. با توجه به جهت انتشار موج، ذرهٔ M در ابتدا به طرف پایین حرکت کرده و بعد از رسیدن به نقطهٔ بازگشت $y=-A$، متوقف شده و باز می‌گردد و تأیید از عبور از مرکز تعادل به نقطهٔ $y=+\frac{A}{۲}$ برسد. (ابتدا کندشونده - سپس تندشونده - بعد از آن کندشونده)



۵۸ ۱ ۲ ۳ ۴ در نمودار نقش موج هر ذره حرکت ذرهٔ ماقبل از خودش را تکرار می‌کند و به سمت مکان ذرهٔ قبلی‌اش حرکت می‌کند و علامت شتاب و مکان نوسانگر عکس یکدیگرند.

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 127 of 150

حرکت ذرهٔ A به سمت $x=0$ است. بنابراین نیروی وارد بر آن در جهت $-y$ است. ← گزینهٔ «۱»، غلط

حرکت ذرهٔ B به سمت $x=+A$ است. در نتیجه سرعت آن مثبت و شتاب آن منفی است. ← گزینهٔ «۲»، غلط

حرکت ذرهٔ C به سمت $x=0$ است بنابراین حرکت تندشونده دارد. ← گزینهٔ «۳»، درست

حرکت ذرهٔ D به سمت $x=-A$ است. یعنی در خلاف جهت محور y حرکت می‌کند. ← گزینهٔ «۴»، غلط

۵۹ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به نمودار، در نقطه‌ای که دو نمودار قطع پیدا کردند، داریم:

$$\frac{۳}{۲}\lambda A=\frac{۱}{۲}\lambda B\rightarrow \lambda B=۳\lambda A\xrightarrow{V_A=V_B} T_B=۲T_A$$

* با توجه به اینکه هر دو جمع در یک محیط بیشتر شده‌اند، تندی‌هایشان با هم برابر است. بنابراین طبق رابطهٔ $\lambda=V\cdot T$، نسبت طول موج‌ها با نسبت دوره‌ها برابر است.

می‌دانیم: $\underset{\substack{\text{تعداد نوسان کامل}\\ \text{چشمه در } t \text{ ثانیه}}}{N}=\frac{t}{T}\Rightarrow \frac{N_B}{N_A}=\frac{\frac{t}{T_B}}{\frac{t}{T_A}}=\frac{T_A}{T_B}=\frac{۱}{۳}$

$\Leftarrow N_B$، تقریباً ۶۷٪ کمتر از N_A است.

۶۰ ۱ ۲ ۳ ۴

$$\begin{cases}\frac{۳}{۲}\lambda=v\times ۳\rightarrow v=\frac{\lambda}{۲}: \text{موج اول } \boxed{AD} \text{ را در } ۳s \text{ طی می‌کند.} \\ OA=\frac{۳}{۴}\lambda\rightarrow \frac{۳}{۴}\lambda=\frac{\lambda}{۲}\Delta t'\rightarrow \Delta t'=۱٫۵s: \text{موج اول } \boxed{OA} \text{ را در ۱٫۵ طی می‌کند.}\end{cases}$$

$\frac{۳}{۲}\lambda$ ↑ $\boxed{AD}$ — $\frac{۳}{۴}\lambda$ ↑ $\boxed{OA}$

تندی موج دوم $\frac{۱}{۳}$ تندی موج اول است. $(v'=\frac{۱}{۳}v=\frac{\lambda}{۶})$

با تغییر محیط و با توجه به رابطهٔ تندی انتشار: $\frac{v'}{v}=\frac{D}{D'}=\frac{۱}{۳}$

$(v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}})$

نکته: چون v، $\frac{۱}{۳}$ و f نیز $\frac{۱}{۳}$ برابر شده است و رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$ برقرار است. درنتیجه λ در دو حالت یکسان است.

حال برای فاصلهٔ OA که در هر دو حالت یکسان است.

$$\Rightarrow OA=v'\Delta t''$$

$$\frac{۳}{۴}\lambda=(\frac{\lambda}{۶}\Delta t'')\Rightarrow \Delta t''=۴٫۵s$$

بنابراین موج حاصل ۳ ثانیه زودتر از موج اول مسافت OA را طی می‌کند.

۶۱ ۱ ۲ ۳ ۴ دورهٔ نوسان‌های این موج برابر با $T=\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۵۰}s$ است و مدت زمان $\frac{۱}{۲۰۰}$ ثانیه برابر با $\frac{۱}{۴}$ دوره است:

$$\frac{\Delta T}{T}=\frac{\frac{۱}{۲۰۰}}{\frac{۱}{۵۰}}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow \Delta t=\frac{T}{۴}$$

در مدت $\frac{T}{۴}$ نقاط قله و درّه به وضع تعادل ($y=0$) می‌رسند و نقاطی که در وضعیت تعادل بوده‌اند، با توجه به جهت حرکت موج به قله یا دره می‌رسند. در این شکل نقطه‌ای از ریسمان که دقیقاً روی محور y نوسان می‌کند، با توجه

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 129 of 150

به جهت حرکت موج، به سمت پایین در حرکت است. بنابراین این نقطه پس از گذشت $\frac{T}{۴}$ ثانیه به $y=-A$ می‌رسد. در نتیجه گزینهٔ «۱» شکل درست را نشان می‌دهد.

۶۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا باید محاسبه کنیم که موج در چه مدتی در فاصلهٔ $۲/۷m$ را می‌تواند طی کند:

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

حالا باتوجه به مشخصات موج، دورهٔ آن را به‌دست 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 ذرهٔ A طی این مدت، ۳ رفت و برگشت کامل را طی می‌کند. مسافتی که در هر دوره می‌پیماید برابر است با:

$$A=۶cm \Rightarrow ۴A=۲۴cm$$

بنابراین:

$$\text{کل مسافت}: \ell=۳\times ۲۴=۷۲cm \Rightarrow s_{av}=\frac{\ell}{t}=\frac{۷۲}{۰/۱۸}=۴۰۰\frac{cm}{s}$$

۶۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا توجه شود که چگالی خطی باید برحسب $\frac{kg}{m}$ باشد. بنابراین چگالی خطی ریسمان $۴۰\times ۱۰^{-۳}\frac{kg}{m}$ می‌باشد. برای تندی موج عرضی منتشر شده در ریسمان داریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۱۶}{۴۰\times ۱۰^{-۳}}}=\sqrt{۴\times ۱۰^{۲}}=۲۰\frac{m}{s}$$

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

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

$$۵ms=۵\times ۱۰^{-۳}s=\frac{۵}{۱۰۰۰}s=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

بنابراین در مدت $۵ms$ (یعنی نصف دوره) هر یک از ذرات ریسمان، به اندازهٔ $۲A$ یعنی $(۲\times ۴=۸cm)$ مسافت طی می‌کنند.

۶۴ ۱ ۲ ۳ ۴

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: دامنه هر چهار نقطه یکسان است و بسامد یکسانی هم دارند چون بسامد موج و بسامد چشمه موج یکسان است.

گزینهٔ «۲»: سرعت نوسان این نقاط یکسان نیست چون ضمن نوسان از صفر تا $v_{\max}$ در حال تغییر هستند، ضمن این که نقاط A و C به سمت بالا و نقاط B و D به سمت پایین حرکت می‌کنند و بنابراین سرعت یکسانی ندارند.

گزینهٔ «۳»: در هر لحظه فاصله نقاط A و D همچنین B و C دو به دو از مرکز نوسان یکسان است ولی فاصله هر چهار نقطه یکسان نیست.

گزینهٔ «۴»:در لحظه نشان داده شده A و D حرکتی کندشونده و B و C حرکتی تندشونده دارند.

۶۵ ۱ ۲ ۳ ۴ کافی است که ببینیم در این مدت، موج چه مسافتی را برحسب طول موج می‌پیماید. بنابراین

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 131 of 150

داریم:

$$\Delta x = v \cdot t \xrightarrow{v=\lambda \cdot f}$$

$$\Delta x = (\lambda f)\Delta t = \lambda \times ۴۰ \times \frac{۳}{۱۶۰} \rightarrow \Delta x = \frac{۳}{۴}\lambda$$

$\frac{۳}{۴}\lambda$ بعد از نقطهٔ M، نقطهٔ $x_۲$ است.

۶۶ ۱ ۲ ۳ ۴ نقاطی که تندشونده رو به پایین حرکت می‌کنند:

$$\{A, E, I\}$$

نقاطی که کندشونده رو به بالا حرکت می‌کنند:

$$\{O, D, H, L\}$$

۶۷ ۱ ۲ ۳ ۴ باتوجه به رابطه‌ی سرعت انتشار موج در تار مرتعش داریم (جرم سیم تغییر نکرده است.)

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

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

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

۶۸ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به شکل‌ها واضح است که:

$$\frac{A_۱}{A_۲} = \frac{۲cm}{۱cm} \Rightarrow A_۱ = ۲A_۲$$

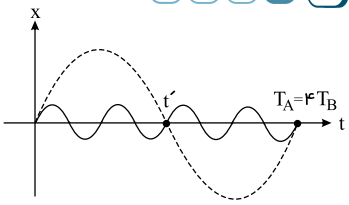
$$\frac{\lambda_۱}{۲} = \lambda_۲ \Rightarrow \lambda_۱ = ۲\lambda_۲ \xrightarrow[v=\text{ثابت}]{\lambda=\frac{v}{f}} \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{f_۲}{f_۱} \Rightarrow f_۲ = ۲f_۱$$

می‌دانیم مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی طبق رابطهٔ $(\bar{P} = ۲\pi^۲ f^۲ A^۲ \mu v)$ با مربع دامنهٔ $(A^۲)$ و نیز با مربع بسامد $(f^۲)$ موج متناسب است.

بنابراین داریم:

$$\frac{\bar{P}_۱}{\bar{P}_۲} = (\frac{f_۱}{f_۲})^۲ \times (\frac{A_۱}{A_۲})^۲ \Rightarrow \frac{\bar{P}_۱}{\bar{P}_۲} = (\frac{f_۱}{۲f_۱})^۲ \times (\frac{۲A_۲}{A_۲})^۲ = ۱$$

۶۹ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به نمودار، رابطهٔ بین دورهٔ موج‌ها را می‌یابیم. (می‌دانیم که توان متوسط انتقال انرژی با مربع دامنه و مربع بسامد تناسب دارد.)



$$t' = \frac{T_A}{۲} = ۲T_B \rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{۱}{۴}$$

$$\frac{\bar{P}_A}{\bar{P}_B} = ۱ \rightarrow (\frac{A_A}{A_B})^۲ \boxed{(\frac{f_A}{f_B})^۲} = ۱ \rightarrow (\frac{AA}{۱})^۲ (\frac{۱}{۴})^۲ = ۱ \rightarrow A_A = ۴cm \quad \left((\frac{T_B}{T_A})^۲\right)$$

۷۰ ۱ ۲ ۳ ۴

بسامد به محیط بستگی ندارد. بنابراین کافی است فرکانس پرتو لیزر را در هوا بیابیم:

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

$$\text{هوا}: f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۳ \times ۱۰^۸ m/s}{۰/۶ \times ۱۰^{-۶} m} = ۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz \rightarrow \text{در زجاجیهٔ چشم } f = ۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 133 of 150

$$\lambda = \frac{v}{\boxed{f}} \to \lambda \alpha v \to \frac{\lambda \text{ در چشم}}{\lambda' \text{ در هوا}} = \frac{v \text{ در چشم}}{v' \text{ در هوا}} \to \frac{۰/۴۵\mu m}{۰/۶\mu m} = \frac{v}{۳ \times ۱۰^{۸}\ m/s}$$

(f ثابت)

$$\to v = ۲/۲۵ \times ۱۰^{۸}\ m/s$$

۷۱ ۱ ۲ ۳ **۴** با توجه به نمودار $B - t$ می‌توان نوشت:

$$\frac{T}{۴} = ۰/۵ \times ۱۰^{-۴} s \to T = ۲ \times ۱۰^{-۴} s$$

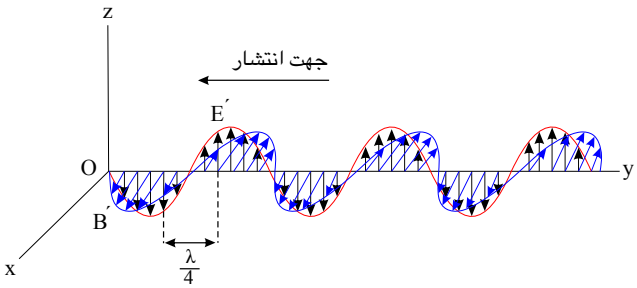
همچنین با توجه به نمودار $B - x$ می‌توان نوشت:

$$\frac{۳\lambda}{۴} = ۲/۴ \times ۱۰^{۳} cm \to \lambda = ۳۲m$$

حال برویم به سراغ روابط مربوط به موج الکترومغناطیس:

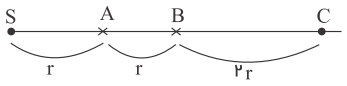
$$\lambda = vT \to v = \frac{\lambda}{T} = \frac{۳۲}{۲ \times ۱۰^{-۴}} = ۱۶ \times ۱۰^{۴} \frac{m}{s}$$

۷۲ ۱ ۲ **۳** ۴ 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 $\vec{E'}$ 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.



۷۳ ۱ ۲ ۳ ۴

در ابتدا یک طرح ساده از محل قرارگیری ناظرها و چشمهٔ صوتی رسم می‌کنیم.



برای دو ناظر A و B داریم: (اگر $\beta_A = B$ فرض شود.)

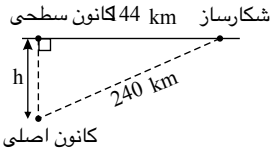
$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B} \xrightarrow[\frac{I_A}{I_B} = (\frac{r_B}{r_A})^{۲}]{\text{در اطراف یک چشمه}} \beta - \frac{۵}{۶}\beta = ۱۰ \log(\frac{r_B}{r_A})^{۲} \to \frac{۱}{۶}\beta = ۱۰ \log ۲^{۲} = ۲۰ \log ۲ = ۲۰ \times ۰/۳ \to \frac{۱}{۶}\beta = ۶ \to \beta = ۳۶dB$$

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_C = \log \frac{I_A}{I_C} = ۱۰ \log(\frac{r_C}{r_A})^{۲} = ۱۰ \log ۴^{۲} = ۱۰ \log ۲^{۴} = ۴۰ \log ۲ = ۴۰ \times ۰/۳ \to ۳۶ - \beta_C = ۱۲ \to \beta_C = ۲۴dB$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 135 of 150

۷۴ ۱ ۲ **۳** ۴

اختلاف زمانی رسیدن دو موج را می‌توان به‌صورت زیر محاسبه کرد:



$$\Delta t = \frac{(v_p - v_s)\Delta x}{v_s v_p}$$

$$\begin{cases} ۳۰ = \frac{(۸-۴)\times \Delta x_۱}{۸\times ۴} \Rightarrow \Delta x_۱ = ۲۴۰ km \\ ۱۸ = \frac{(۸-۴)\times \Delta x_۲}{۸\times ۴} \Rightarrow \Delta x_۲ = ۱۴۴ km \end{cases}$$

$$h = \sqrt{۲۴۰^۲ - ۱۴۴^۲} = ۴۸ \times \sqrt{۵^۲ - ۳^۲} = ۴۸ \times ۴ = ۱۹۲ km$$

۷۵ ۱ **۲** ۳ ۴ فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی برابر با $\frac{\lambda}{۲}$ است. پس داریم:

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

از سوی دیگر با استفاده از رابطهٔ تندی انتشار موج، می‌توانیم دوره را به‌دست آوریم.

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow ۸ = \frac{۰/۴}{T} \Rightarrow T = ۰/۰۵ s = \frac{۱}{۲۰} s$$

مدت زمان $\frac{۱}{۴۰} s$ برابر با $\frac{T}{۲}$ است. می‌دانیم در مدت $\frac{T}{۲}$ هر نقطه از محیط انتشار موج، مسافت $۲A$ را طی می‌کند که در آن A دامنهٔ نوسان است.

$$\ell = ۲A = ۲ \times ۵ = ۱۰ cm$$

۷۶ ۱ **۲** ۳ ۴

$$\begin{matrix} \Delta x_P = v_P t_P \\ \Delta x_S = v_S t_S \end{matrix} \xrightarrow{\Delta x_P = \Delta x_S} v_P t_P = v_S t_S \xrightarrow{t_P = ۱۲۰s, t_S = ۱۸۰s} v_P \times ۱۲۰ = v_S \times ۱۸۰ \Rightarrow v_P = \frac{۳}{۲} v_S \xrightarrow{v_P - v_S = ۲/۵ \frac{km}{s}} \frac{۳}{۲} v_S - v_S = ۲/۵ \Rightarrow v_S = ۵ \frac{km}{s}$$

$$\xrightarrow{v_P = \frac{۳}{۲} v_S} v_P = ۷/۵ \frac{km}{s}$$

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

۷۷ ۱ ۲ ۳ **۴** بدیهی است که با توجه به تندی انتشار موج‌ها، موج P به مدت $۱۲۰s$، زودتر از موج S به لرزه‌نگار می‌رسد.

گام «۱»:

$$v_p = \frac{\Delta x}{\Delta t_p}, v_s = \frac{\Delta x}{\Delta t_s}$$
$$\Delta t_s = \Delta t_p + ۱۲۰ s$$

گام «۲»:

$$\frac{\Delta x}{v_s} - \frac{\Delta x}{v_p} = ۱۲۰ \rightarrow \Delta x(\frac{۱}{v_s} - \frac{۱}{v_p}) = ۱۲۰ \rightarrow \Delta x(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۸}) = ۱۲۰ \rightarrow \Delta x(\frac{۴-۲}{۱۶}) = ۱۲۰ \rightarrow \frac{۱}{۸}\Delta x = ۱۲۰ \rightarrow \boxed{\Delta x = ۹۶۰ km}$$

۷۸ **۱** ۲ ۳ ۴ اگر طول میله‌ای را d فرض کنیم، باتوجه به این که صوت حاصل از ضربهٔ چکش در میله سریع‌تر از هوا حرکت می‌کند، می‌توان نوشت:

$$\Delta t = \Delta t_{\text{هوا}} - \Delta t_{\text{میله}} = \frac{d}{v_{\text{هوا}}} - \frac{d}{v_{\text{میله}}} = \frac{d}{v_{\text{هوا}}} - \frac{d}{۹ v_{\text{هوا}}} \Rightarrow \Delta t = \frac{۸}{۹}\frac{d}{v_{\text{هوا}}} \Rightarrow ۰/۲ = \frac{۸}{۹} \times \frac{d}{۳۲۰} \Rightarrow d = ۷۲ m$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 137 of 150

۷۹ ۱ **۲** ۳ ۴ ابتدا شدت صوت و پس از آن با استفاده از تعریف شدت صوت، فاصله را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} I_{\circ} = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲} \\ P = ۴۸W \\ r = ? \\ \beta = ۸۰dB \\ \pi = ۳ \end{cases}$$

$$\beta = ۱۰\log(\frac{I}{I_{\circ}}) = ۱۰\log(۱۰^{۱۲}I) = ۱۰[\underbrace{\log ۱۰^{۱۲}}_{۱۲} + \log I] = ۱۲۰ + ۱۰\log I \Rightarrow ۸۰ = ۱۲۰ + ۱۰\log I \Rightarrow \log I = -۴ \Rightarrow I = \frac{P}{۴\pi r^۲} = ۱۰^{-۴} = \frac{۱}{۱۰^۴}$$

$$\Rightarrow \frac{۴۸}{۴ \times ۳ \times r^۲} = \frac{۱}{۱۰^۴} \Rightarrow \frac{۴}{r^۲} = \frac{۱}{۱۰^۴} \Rightarrow \frac{۲}{r} = \frac{۱}{۱۰۰} \Rightarrow r = ۲۰۰m$$

۸۰ ۱ ۲ **۳** ۴ با توجه به تعریف تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_{\circ}} \Rightarrow \beta = ۱۰\log ۲\sqrt{۱۰} \times ۱۰^۵ = ۱۰\log ۲ \times ۱۰^{۵/۵}$$

$$\beta = ۱۰(\log ۲ + ۵/۵\log ۱۰) \Rightarrow \beta = ۱۰(۰/۳ + ۵/۵) \Rightarrow \beta = ۵۸dB$$

۸۱ ۱ ۲ **۳** ۴ با استفاده از رابطهٔ مربوط به تراز نسبی شدت دو صوت داریم:

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = ۱۰\log\frac{I_A}{I_B} \xrightarrow[I_A = ۰/۰۴\frac{W}{m^۲}]{\Delta\beta = ۱۰dB} ۱۰ = ۱۰\log\frac{۰/۰۴}{I_B} \Rightarrow ۱ = \log\frac{۰/۰۴}{I_B} \Rightarrow \frac{۰/۰۴}{I_B} = ۱۰ \Rightarrow I_B = ۰/۰۰۴\frac{W}{m^۲}$$

و در نهایت داریم:

$$\Delta I = I_A - I_B = ۰/۰۴ - ۰/۰۰۴ \Rightarrow \Delta I = ۰/۰۳۶\frac{W}{m^۲} \Rightarrow \Delta I = ۳۶\frac{mW}{m^۲}$$

۸۲ ۱ ۲ ۳ **۴** در ابتدا با توجه به معلوم بودن تراز شدت صوت، مقدار شدت صوت در فاصلهٔ ۵۰ متری از چشمهٔ صوت را محاسبه می‌کنیم و پس از آن با استفاده از تعریف شدت صوت، توان چشمهٔ صوتی را می‌یابیم.

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_{\circ}} \xrightarrow[I_{\circ} = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}]{\beta = ۶۰dB} ۶۰ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۶ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^۶ \Rightarrow I = ۱۰^{-۶}\frac{W}{m^۲}$$

حال با توجه به تعریف شدت صوت داریم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{۴\pi r^۲} \Rightarrow ۱۰^{-۶} = \frac{P}{(۴)(۳)(۵۰)^۲} \rightarrow P = ۰/۰۳W \Rightarrow P = ۳۰mW$$

۸۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا شدت صوت را می‌یابیم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_{\circ}} \rightarrow ۹۶ = ۱۰\log\frac{I}{I_{\circ}} \rightarrow ۹/۶ = \log\frac{I}{I_{\circ}} \rightarrow \log\frac{I}{I_{\circ}} = ۹ + ۰/۶ = ۹ + ۲\log ۲ = ۹ + \log ۴ = \log ۱۰^۹ + \log ۴ \rightarrow \log\frac{I}{I_{\circ}} = \log ۴ \times ۱۰^۹$$

$$\rightarrow \frac{I}{I_{\circ}} = ۴ \times ۱۰^۹ \xrightarrow{I_{\circ} = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}} I = ۱۰^{-۱۲} \times ۴ \times ۱۰^۹ \rightarrow I = ۴ \times ۱۰^{-۳}\frac{W}{m^۲}$$

حال برای تعیین انرژی‌ای که به‌طور عمود در واحد سطح می‌گذرد، داریم:

$$I = \frac{E}{A \times t} \rightarrow E = IAt = ۴ \times ۱۰^{-۳} \times ۱ \times ۱۰^{-۶} \times ۶۰ \rightarrow E = ۰/۲۴ \times ۱۰^{-۶}J \rightarrow E = ۰/۲۴\mu J$$

۸۴ ۱ ۲ **۳** ۴ در اینجا برای دو صوت A و B داریم:

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = ۱۰\log\frac{I_A}{I_B} \xrightarrow{\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = ۱۱/۵dB}$$

$$\Rightarrow ۱۱/۵ = ۱۰\log\frac{I_A}{I_B}$$

$$\Rightarrow ۱/۱۵ = \log\frac{I_A}{I_B} \Rightarrow ۱ + ۰/۱۵ = \log\frac{I_A}{I_B}$$

$$\xrightarrow{۰/۱۵ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۳ = \frac{۱}{۲}\log ۲} \log ۱۰ + \frac{۱}{۲}\log ۲ = \log\frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \log ۱۰ + \log ۲^{\frac{۱}{۲}} = \log\frac{I_A}{I_B}$$

$$\Rightarrow \log\frac{I_A}{I_B} = \log ۱۰\sqrt{۲} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = ۱۰\sqrt{۲}$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 139 of 150

۸۵ ۱ ۲ ۳ **۴** می‌دانیم که شدت صوت با توان چشمهٔ صوتی رابطهٔ مستقیم دارد و با مربع فاصله از چشمه نسبت عکس دارد. پس در ابتدا چگونگی تغییر در شدت صوت و پس از آن تغییر تراز شدت صوت را می‌یابیم.

$$I=\frac{P_{av}}{A}\xrightarrow{A=۴\pi r^۲}\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\times(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\xrightarrow[r_۲=\frac{۱}{۲}r_۱]{P_۲=۲P_۱}\frac{I_۲}{I_۱}=۲\times(۲)^۲=۸$$

$$\Delta\beta=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}=۱۰\log ۸=۱۰\log ۲^۳=۳۰\log ۲=۳۰\times ۰/۳=۹dB$$

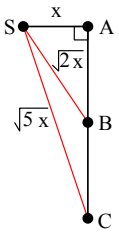
یعنی تراز شدت صوت ۹ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

۸۶ **۱** ۲ ۳ ۴ طبق رابطه‌های:

کافیست برای محاسبهٔ اختلاف تراز شدت صوت فاصلهٔ نقاط از چشمهٔ صوت را بدست آوریم. به کمک دانش هندسه (فیثاغورث) داریم.

$$\overset{\Delta}{ABS}\xrightarrow{\text{فیثاغورث}}SB=\sqrt{۲}x$$

$$\overset{\Delta}{SAC}\xrightarrow{\text{فیثاغورث}}SC=\sqrt{۵}x$$



اختلاف تراز شدت صوت $\Delta dB=۲۰\log(\frac{r_C}{r_B})=۲۰\log\frac{\sqrt{۵}x}{\sqrt{۲}x}=۲۰\log\sqrt{\frac{۵}{۲}}$

$$\xrightarrow{\sqrt{\frac{۵}{۲}}=(\frac{۵}{۲})^{\frac{۱}{۲}}}\Delta dB=۱۰\log\frac{۵}{۲}=۱۰(\log ۵-\log ۲)\xrightarrow{\log ۵=\log\frac{۱۰}{۲}}\Delta dB=۱۰(۰/۷-۰/۳)=\boxed{۴(dB)}$$

اختلاف تراز شدت صوت B و A $\Delta dB=۲۰\log\frac{r_B}{r_A}=۲۰\log\frac{\sqrt{۲x}}{x}$

$$\xrightarrow{\sqrt{۲}=۲^{\frac{۱}{۲}}}\Delta dB=۱۰\log ۲=۳$$

سؤال نسبت این دو را خواسته:

$$\xrightarrow[B\ و\ A\Delta dB]{C\ و\ B\Delta dB}\frac{۴}{۳}$$

۸۷ ۱ **۲** ۳ ۴

$$\left.\begin{aligned}&\Delta\beta=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\\&\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{f_۲}{f_۱}\times\frac{r_۱}{r_۲})^۲\end{aligned}\right\}\Delta\beta=۲۰\log(\frac{f_۲}{f_۱}*\frac{r_۱}{r_۲})$$

فاصله ۹۰٪ کاهش پیدا کرده $\Leftarrow r_۲=۰/۱r_۱$، فرکانس ۷۵٪ کاهش داشته $\Leftarrow f_۲=\frac{۱}{۴}f_۱$

$$\Delta\beta=۲۰\log\frac{۱}{۴}\times ۱۰=۲۰(\log ۲^{-۲}+\log ۱۰)=۲۰\times ۰/۴dB=۸dB$$

۸۸ ۱ ۲ **۳** ۴

$$\Delta\beta=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\ ,\ \frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\ ,\ I=\frac{P}{۴\pi r^۲}\rightarrow\Delta\beta=۲۰\log\frac{r_۱}{r_۲}$$

$$\left.\begin{aligned}&\text{فاصلهٔ نقطهٔ } B \text{ از چشمه}=۲x\\&\text{فاصلهٔ نقطهٔ } C \text{ از چشمه}=\sqrt{(۲x)^۲+(x)^۲}=\sqrt{۵}x\end{aligned}\right\}\Delta\beta_{B,C}=۲۰\log\frac{\sqrt{۵}}{۲}\xrightarrow{\text{ادامه}}\Delta\beta_{B,C}=۲۰(\log\sqrt{۵}-\log ۲)=۲۰(\frac{۱}{۲}\log ۵-\log ۲)\simeq ۱dB$$

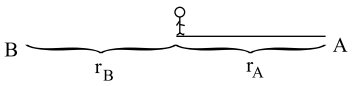
https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 141 of 150

برای نقاط O, C : $\Delta\beta = ۲۰ \log \frac{r_{AC}}{r_{OC'}} = ۲۰ \log ۲ = ۶dB$

$\frac{\Delta\beta_{BC}}{\Delta\beta_{OC}} = \frac{۱}{۶}$

۸۹ ۱ ۲ ۳ **۴** می‌دانیم که شدت صوت در اطراف یک چشمهٔ صوتی با مجذور دامنه و بسامد متناسب و با مجذور فاصله از چشمه نسبت عکس دارد. پس در اینجا رابطهٔ بین دامنه و بسامد چشمه‌ها را می‌یابیم.

$$\begin{cases} \text{از روی نمودار } \lambda_B = ۲\lambda_A \\ \text{چون محیط یکسان است } V_A = V_B \end{cases} \rightarrow f_A = ۲f_B$$



$$\rightarrow \frac{I_B}{I_A} = (\frac{f_B}{f_A})^۲ (\frac{A_B}{A_A})^۲ (\frac{r_A}{r_B})^۲ \rightarrow ۱ = \frac{۱}{۴} \times \frac{۱}{۹} \times (\frac{r_A}{r_B})^۲ \rightarrow \begin{cases} r_A = ۶r_B \\ r_A + r_B = ۲۱ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} r_A = ۱۸m \\ r_B = ۳m \end{cases}$$

از روی نمودار : $A_A = ۳A_B$

۹۰ ۱ ۲ ۳ ۴ چنانچه شدت صوتی ۱۰۰ برابر شود، تراز شدت صوت به اندازهٔ ۲۰ دسی‌بل افزایش می یابد. زیرا:

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

$$\xrightarrow{I_۲ = ۱۰۰ I_۱} \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log ۱۰۰ \Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۲۰dB \quad (۱)$$

از طرفی در سؤال ذکر شده که تراز شدت صوت ۲۵ درصد افزایش یافته، بنابراین داریم:

$$\beta_۲ = ۱/۲۵\beta_۱ \quad (۲)$$

از دو رابطهٔ (۱) و (۲) داریم:

$$۱/۲۵\beta_۱ - \beta_۱ = ۲۰dB \Rightarrow ۰/۲۵\beta_۱ = ۲۰dB \Rightarrow \beta_۱ = ۸۰dB$$

۹۱ ۱ ۲ ۳ **۴**

$$I = \frac{\text{توان چشمه } P}{۴\pi d^۲}$$

$$\left.\begin{aligned} \beta_۱ &= ۱۰ log \frac{I_۱}{I_۰} \\ \beta_۲ &= ۱۰ log \frac{I_۲}{I_۰} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰(log \frac{I_۱}{I_۰} - log \frac{I_۲}{I_۰}) = ۱۰(log \frac{I_۱}{I_۲}) \Rightarrow \beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰ log \frac{\frac{P_۱}{d_۱^۲}}{\frac{P_۲}{d_۲^۲}}, \frac{I_۱}{I_۲} = \frac{\frac{P_۱}{۴\pi d_۱^۲}}{\frac{P_۲}{۴\pi d_۲^۲}} = (\frac{\frac{P_۱}{d_۱^۲}}{\frac{P_۲}{d_۲^۲}})$$

$$\xrightarrow[\beta_۱ = ۴۰dB, \beta_۲ = ۲۰dB]{d_۱ = ۲۰m, P_۲ = ۱۶P_۱} ۲۰ = ۱۰ log \frac{d_۲^۲}{۲۰^۲ \times ۱۶} \Rightarrow ۱ = log \frac{d_۲}{۲۰ \times ۴} \Rightarrow d_۲ = ۸۰۰m$$

۹۲ ۱ ۲ ۳ **۴** ابتدا از رابطهٔ $\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰}$ دسی‌بل مقدار I را حساب می‌کنیم و با جایگذاری در رابطهٔ $I = \frac{C}{At}$ مقدار انرژی E بدست می‌آید:

$$\begin{cases} ۱۷ = ۱۰ \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \xrightarrow{\div ۱۰} ۱/۷ = \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \\ \xrightarrow[\text{کمک از دادهٔ سؤال}]{\log ۷ = ۰/۸۵} ۱/۷ = ۲ \times ۰/۸۵ = ۲ \times \log ۷ = \log ۷^۲ \end{cases} \Rightarrow \log ۷^۲ = \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 143 of 150

$$\rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 7^2 \Rightarrow I = 49 \times 10^{-12}$$

$$\Rightarrow I = \frac{E}{At} \Rightarrow 49 \times 10^{-12} = \frac{E}{0/5 \times 4} \Rightarrow E = 9/8 \times 10^{-12} J = 9/8 \times 10^{-8} mJ$$

۹۳ ۱ **۲** ۳ ۴ می‌دانیم رابطهٔ بین شدت و تراز شدت صوت به‌صورت زیر است:

تراز شدت بر حسب دسی‌بل $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow \begin{cases} 4/4 = \log \frac{I}{10^{-12}} \\ 44 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \end{cases}$

$$\xrightarrow{4/4 = 5 - 0/6} \begin{cases} 5 - 2 \times 0/3 = \log \frac{I}{10^{-12}} \\ 5 - 2 \times \log 2 = \log \frac{I}{10^{-12}} \end{cases} \rightarrow \log 10^5 - \log 2^2 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\rightarrow \log \frac{10^5}{2^2} = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 25000 = \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow I = 25 \times 10^{-9} W/mz$$

$$\xrightarrow{\text{برحسب } \frac{\mu W}{mz}} I = 2/5 \times 10^{-2} \frac{\mu W}{m^2}$$

۹۴ **۱** ۲ ۳ ۴ با استفاده از تعریف تراز شدت یک صوت، داریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 47 = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 4/7 = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 4 + 0/7 = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \log 10^4 + \log 5 = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \log(5 \times 10^4) = \log \frac{I}{I_0}$$

$$\Rightarrow 5 \times 10^4 = \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = 5 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2}$$

۹۵ ۱ ۲ **۳** ۴ ابتدا شدت صوت را در فاصلهٔ ۵ متری از منبع صوت به‌دست می‌آوریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \xrightarrow{\beta = 12 dB} 1/2 = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 10^{1/2} = \frac{I}{I_0}$$

$$\xrightarrow[10^{0/3} = 2 \, , \, I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}]{10^{1/2} = (10^{0/3})^4} I = 2^4 \times 10^{-12} = 1/6 \times 10^{-11} \frac{W}{m^2}$$

اکنون با توجه به این‌که شدت صوت با مربع فاصله از منبع صوت رابطهٔ عکس دارد، می‌توان نوشت:

$$\xrightarrow{I \propto \frac{1}{r^2}} \frac{I'}{I} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow[r' = 3m]{r = 5m} I' = 1/6 \times 10^{-11} \times \frac{25}{9}$$

$$I' = \frac{4}{9} \times 10^{-10} \frac{W}{m^2} \xrightarrow{\overline{P} = IA \, , \, A = 2/7 cm^2 = 2/7 \times 10^{-4} m^2} \overline{P} = \frac{4}{9} \times 10^{-10} \times 2/7 \times 10^{-4} = 1/2 \times 10^{-14} W$$

۹۶ ۱ ۲ **۳** ۴

$$I = \frac{P}{A} = \frac{510 \times 10^{-6}}{34 \times 10^{-4}} = 15 \times 10^{-2}$$

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{15 \times 10^{-2}}{10^{-12}} = 10 \log 15 \times 10^{10}$$

$$\beta = 10(\log 3 + \log 5 + \log 10^{10}) \;\; \beta = 112 dB$$

۹۷ ۱ **۲** ۳ ۴

$$\Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow 9 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow 3 \times 0/3 = \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow \log 2^3 = \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow I_2 = 8 I_1$$

$$I_2 = 8 I_1 \xrightarrow[r_1 = r_2]{I = \frac{P}{4\pi r^2}} P_2 = 8 P_1$$

۹۸ **۱** ۲ ۳ ۴ گوش انسان قادر به شنیدن صداهای $20 Hz$ تا $20000 Hz$ است. بنابراین:

$$f = 20 Hz \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} \lambda = \frac{340}{20} = 17 m$$

$$f = 20000 Hz \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} \lambda = \frac{340}{20000} = 0/017 m \Rightarrow 0/017 m \leq \lambda_{\text{شنوایی}} \leq 17 m$$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 145 of 150

طول موج گزینهٔ «۱»، $\lambda = ۱cm = ۰/۰۱m$، خارج از این محدوده است.

۹۹ ۱ ۲ ۳ ۴ الف) چشمه لزوماً متحرک است، زیرا تراکم جبهه‌های موج در تمام نقاط یکسان نیست.

ب) چون تراکم جبهه‌ها در B بیشتر است می‌توان نتیجه گرفت چشمه در حال حرکت به سمت راست است.

پ) درست است.

ت) تندی انتشار صوت فقط به محیط انتشار بستگی دارد و برای دو نقطهٔ A و B مقدار یکسانی دارد.

۱۰۰ ۱ ۲ ۳ ۴ چون چشمهٔ صوت ساکن است، تجمع جبهه‌های دریافتی در دو طرف چشمه یکسان است.

یعنی: $\lambda_۱ = \lambda_۲ = \lambda_۳$

بسامد دریافتی توسط شخص ۲ و ۳ یکسان است، زیرا با سرعت یکسانی از چشمه دور می‌شوند و این بسامد، از بسامد چشمه کمتر است. بسامد دریافتی توسط شخص ۱، از بسامد چشمه بیشتر است، زیرا به چشمه نزدیک می‌شود، بنابراین $f_۲ = f_۳ < f_۱$

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 147 of 150

پاسخ‌نامه کلیدی

۱	۲	۲	۳	۴
۲	۲	۲	۳	۴
۳	۱	۲	۳	۴
۴	۳	۲	۳	۴
۵	۴	۲	۳	۴
۶	۴	۲	۳	۴
۷	۱	۲	۳	۴
۸	۴	۲	۳	۴
۹	۳	۲	۳	۴
۱۰	۳	۲	۳	۴
۱۱	۳	۲	۳	۴
۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۳	۲	۲	۳	۴
۱۴	۲	۲	۳	۴
۱۵	۲	۲	۳	۴
۱۶	۲	۲	۳	۴
۱۷	۲	۲	۳	۴
۱۸	۳	۲	۳	۴
۱۹	۳	۲	۳	۴
۲۰	۴	۲	۳	۴
۲۱	۱	۲	۳	۴
۲۲	۴	۲	۳	۴
۲۳	۳	۲	۳	۴
۲۴	۳	۲	۳	۴
۲۵	۲	۲	۳	۴
۲۶	۱	۲	۳	۴
۲۷	۴	۲	۳	۴
۲۸	۱	۲	۳	۴
۲۹	۴	۲	۳	۴
۳۰	۲	۲	۳	۴
۳۱	۳	۲	۳	۴
۳۲	۴	۲	۳	۴
۳۳	۴	۲	۳	۴
۳۴	۱	۲	۳	۴
۳۵	۲	۲	۳	۴
۳۶	۳	۲	۳	۴
۳۷	۲	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	۳	۴
۳۹	۳	۲	۳	۴
۴۰	۲	۲	۳	۴
۴۱	۴	۲	۳	۴
۴۲	۳	۲	۳	۴
۴۳	۳	۲	۳	۴
۴۴	۳	۲	۳	۴
۴۵	۳	۲	۳	۴
۴۶	۴	۲	۳	۴
۴۷	۴	۲	۳	۴
۴۸	۲	۲	۳	۴
۴۹	۳	۲	۳	۴
۵۰	۴	۲	۳	۴
۵۱	۳	۲	۳	۴
۵۲	۱	۲	۳	۴
۵۳	۱	۲	۳	۴
۵۴	۴	۲	۳	۴
۵۵	۲	۲	۳	۴
۵۶	۲	۲	۳	۴
۵۷	۳	۲	۳	۴
۵۸	۳	۲	۳	۴
۵۹	۲	۲	۳	۴
۶۰	۲	۲	۳	۴
۶۱	۱	۲	۳	۴
۶۲	۳	۲	۳	۴
۶۳	۲	۲	۳	۴
۶۴	۴	۲	۳	۴
۶۵	۴	۲	۳	۴
۶۶	۱	۲	۳	۴
۶۷	۱	۲	۳	۴
۶۸	۳	۲	۳	۴
۶۹	۴	۲	۳	۴
۷۰	۲	۲	۳	۴
۷۱	۴	۲	۳	۴
۷۲	۳	۲	۳	۴
۷۳	۱	۲	۳	۴
۷۴	۳	۲	۳	۴
۷۵	۲	۲	۳	۴
۷۶	۲	۲	۳	۴
۷۷	۴	۲	۳	۴
۷۸	۱	۲	۳	۴
۷۹	۲	۲	۳	۴
۸۰	۳	۲	۳	۴
۸۱	۳	۲	۳	۴
۸۲	۴	۲	۳	۴
۸۳	۱	۲	۳	۴
۸۴	۳	۲	۳	۴
۸۵	۴	۲	۳	۴
۸۶	۲	۲	۳	۴
۸۷	۲	۲	۳	۴
۸۸	۳	۲	۳	۴
۸۹	۴	۲	۳	۴
۹۰	۱	۲	۳	۴
۹۱	۴	۲	۳	۴
۹۲	۴	۲	۳	۴
۹۳	۲	۲	۳	۴
۹۴	۱	۲	۳	۴
۹۵	۳	۲	۳	۴
۹۶	۳	۲	۳	۴
۹۷	۲	۲	۳	۴
۹۸	۱	۲	۳	۴
۹۹	۱	۲	۳	۴
۱۰۰	۴	۲	۳	۴

https://app.monta.ir/gwt/#!print;a2=6836923
3/29/24, 14:59
Page 149 of 150