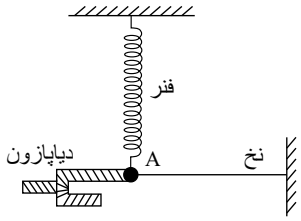
۱ در شکل زیر، یک سرنخ و فنر در نقطهٔ A به شاخهٔ دیاپازون وصل شده است و دیاپازون نوسان می‌کند. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد آن‌ها درست است؟



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

۲) در فنر و نخ، موج عرضی تشکیل می‌شود

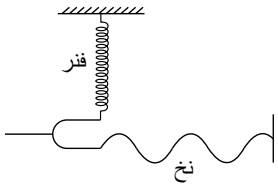
۳) در فنر موج طولی و در نخ موج عرضی تشکیل می‌شود.

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

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ در فنر راستای ارتعاش و راستای موج هر دو عمودی‌اند ← موج طولی

نخ راستای ارتعاش عمودی ولی راستای موج افقی است ← موج عرضی

به شکل زیر توجه کنیم:



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

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

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

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

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

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ در ایجاد امواج (طولی و عرضی) با انتشار موج در محیط، ذرات محیط حرکت نوسانی ساده (حول نقطه‌ی تعادل خود) انجام می‌دهند و همراه با موج حرکت نمی‌کنند، مطابق متن کتاب درسی گزینه‌های «۱» و «۲» به ترتیب تعریف امواج طولی و عرضی هستند.

۳ کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

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

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

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

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

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ سرعت انتشار موج در یک محیط به ویژگی‌های فیزیکی محیط مانند جنس، دما و... بستگی دارد، اما به شرایط فیزیکی چشمه‌ی موج مانند بسامد، دامنه و... بستگی ندارد.

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

۱) پیشرونده، عرضی
۲) پیشرونده، طولی
۳) مکانیکی، عرضی
۴) مکانیکی، الکترومغناطیسی

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ موج عموماً به دو دستهٔ موج‌های مکانیکی و موج‌های الکترومغناطیسی تقسیم‌بندی می‌شوند.

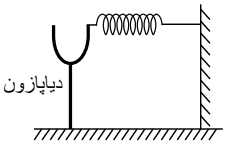
۵ منبع موجی در یک محیط امواجی با طول موج λ منتشر می‌کند. اگر منبع موج را به محیطی ببریم که سرعت انتشار موج در آن ۲ برابر محیط اول باشد و بسامد منبع هم $\frac{۱}{۳}$ برابر حالت اول شود، طول موج چند برابر λ می‌گردد؟

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

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

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

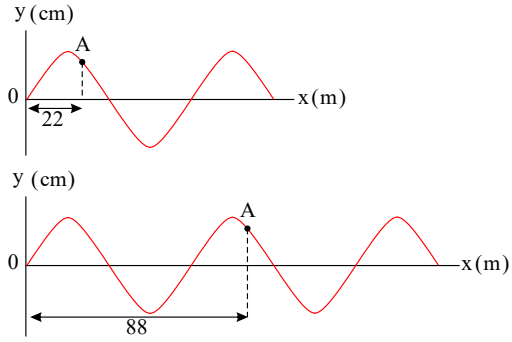
۶ مطابق شکل زیر، چنانچه فنر سبکی را توسط یک دیاپازون به نوسان درآوریم، موج ایجاد شده درفنر از نوع ..... است و با تغییر بسامد دیاپازون سرعت انتشار این موج در فنر .....



۱) عرضی – تغییر می‌کند
۲) طولی – تغییر می‌کند
۳) عرضی – ثابت می‌ماند
۴) طولی – ثابت می‌ماند

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ چون راستای ارتعاش ذرات بر راستای انتشار موج منطبق است. بنابراین موج طولی است. همچنین سرعت انتشار موج در یک محیط تنها به ویژگی‌های فیزیکی آن محیط بستگی دارد و از شرایط چشمه‌ی موج مستقل است، بنابراین با تغییر بسامد چشمه‌ی موج، سرعت انتشار موج در محیط (فنر) ثابت می‌ماند.

۷ در شکل‌های زیر، نقش یک موج در دو لحظه‌ی t_1 و t_2 نشان داده شده است. اگر بسامد نوسان‌های موج برابر با $25Hz$ باشد، $\Delta t = t_2 - t_1$ برابر با چند ثانیه است؟

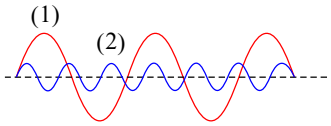


۱) ۰٫۴
۲) ۰٫۰۴
۳) ۱۵
۴) ۱٫۵

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ مطابق شکل‌های صورت سوال، در بازه‌ی زمانی $\Delta t = t_2 - t_1$، موج به اندازه‌ی یک طول موج پیشروی کرده است. با توجه به این که سرعت انتشار موج ثابت است، بنابراین مدت زمان لازم برای پیش روی موج به اندازه‌ی یک طول موج برابر با دوره‌ی نوسان‌های حرکت موج است. در نتیجه $\Delta t = t_2 - t_1$ برابر است با مدت زمان یک دوره.

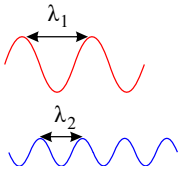
$$\Delta t = t_2 - t_1 = T \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1}{25} \Rightarrow \Delta t = 0/04(s)$$

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

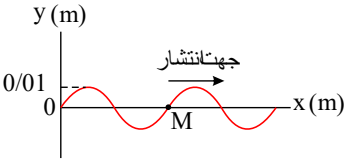


۱) $f_1 < f_2 \ , \ \lambda_1 > \lambda_2$
۲) $f_1 > f_2 \ , \ \lambda_1 < \lambda_2$
۳) فقط $f_1 < f_2$
۴) فقط $\lambda_1 > \lambda_2$

پاسخ: ۱ ۲ ۳ **۴** درشکل کاملا مشخص است که $\lambda_1 > \lambda_2$ است. اما در مورد بسامد موج در دو طناب نمی‌توان نظر قطعی داد چون بسامد نوسان‌های موج از ویژگی‌های منبع موج است و چون درمورد مشخصات منبع موج اطلاعاتی نداریم بنابراین نمی‌توان درمورد بسامد دو موج اظهار نظر کرد.



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



۱) ۰٫۳۱۴
۲) ۶٫۲۸
۳) ۰٫۱۵۷
۴) صفر

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ نقطهٔ M در وضع تعادل است و بنابراین اندازهٔ سرعت آن بیشینه و در جهت منفی است.

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

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

۱) ۱۵۰
۲) ۳۰۰
۳) ۲۵۰
۴) ۲۲۵

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

سرعت انتشار موج در محیط برابر است با :

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

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

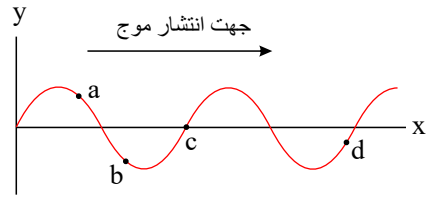
$$\Delta t=\frac{\Delta x}{v} \xrightarrow[v=۱۰۰m/s]{\Delta x=۵۰\ m} \Delta t=\frac{۵۰}{۱۰۰}=۰/۵s$$

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

نوسان کامل

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

۱۱ شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که درجهت محور x در طول ریسمان کشیده‌شده‌ای درحال انتشار است. چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟



آ) نوع حرکت ذرهٔ a کندشونده است.

ب) ذرهٔ c بیشترین مقدار انرژی جنبشی‌اش را دارد.

پ) جهت بردار شتاب ذرهٔ b درخلاف جهت محور y است.

ت) انرژی جنبشی ذرهٔ d درحال کاهش است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

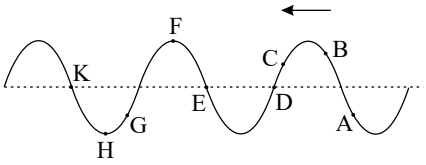
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ آ) با انتشار موج، ذرهٔ a از نقطهٔ تعادل دور می‌شود و چون تندی آن در حال کاهش است، پس نوع حرکت کندشونده است. (درست است.)

ب) ذره در نقطهٔ c در نقطهٔ تعادل قرار دارد. از این‌رو، تندی آن بیشینه و بنابراین انرژی جنبشی آن نیز بیشینه است. (درست است.)

پ) جهت شتاب همواره به‌سمت نقطهٔ تعادل است. ذره در نقطهٔ b در حال نزدیک شدن به مبدأ است و مکان آن منفی است. پس بردار شتاب در جهت مثبت محور y است. (نادرست است.)

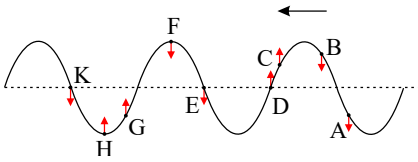
ت) در نقطهٔ d، ذره درحال دورشدن از وضع تعادل است، یعنی تندی آن در حال کاهش است، پس انرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد. (درست است.)

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

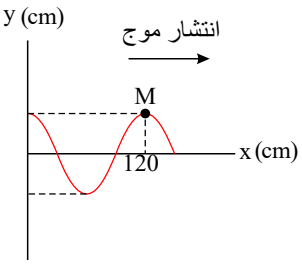


۱) یک ذره
۲) دو ذره
۳) سه ذره
۴) چهار ذره

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ در شکل زیر، جهت حرکت ذرات، در اثر حرکت موج با علامت پیکان مشخص شده است. ذراتی که به مرکز نوسان نزدیک می‌شوند، دارای حرکت تندشونده هستند. بنابراین ذرات G و H که رو به بالا و در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان خود هستند، حرکت تندشوندهٔ رو به بالا دارند.



۱۳ شکل زیر نقش موجی را که در یک طناب منتشر می شود، درلحظه‌ای معین نشان می‌دهد. در بازه‌ی زمانی $\Delta t = \frac{۳}{۵۰}s$ بعد از این لحظه، حرکت ذره‌ی M چگونه است؟(سرعت انتشار موج در طناب $۱۰\frac{m}{s}$ است.)



۱) ابتداکندشونده وسپس تندشونده
۲) ابتداتندشونده وسپس کندشونده
۳) پیوسته کند شونده
۴) پیوسته تندشونده

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ ابتدا با استفاده از نمودار نقش موج دورهٔ تناوب را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = ۱۲۰cm = ۱٫۲m \Rightarrow \lambda = vT \Rightarrow ۱٫۲ = ۱۰T \Rightarrow T = ۰٫۱۲s$$

باتوجه به این‌که هر ذره از محیط انتشار موج حرکت نوسانی ذرهٔ ماقبل خود را تکرار می‌کند، پس در لحظه نشان داده شده چون ذرهٔ ماقبل ذرهٔ M پایین‌تر است، پس این ذره به سمت پایین و در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان است.

اکنون باید ببینیم در بازهٔ زمانی $\frac{۳}{۵}$ ثانیه بعد این لحظه مکان نقطهٔ M کجاست و داریم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۳}{۵۰}}{\frac{۱۲}{۱۰۰}} = \frac{۳۰۰}{۶۰۰} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۲}$$

یعنی بعد از $\Delta t = \frac{۳}{۵۰} = \frac{T}{۲} s$ نقطهٔ M در مکان $y = -A$ قرار می‌گیرد. بنابراین چون ابتدا به مرکز نوسان نزدیک می‌شود، پس سرعت آن در حال افزایش و حرکت آن تند شونده است و سپس از مرکز نوسان دور می‌شود و سرعت آن در حال کاهش بوده و حرکت آن کند شونده خواهد بود.

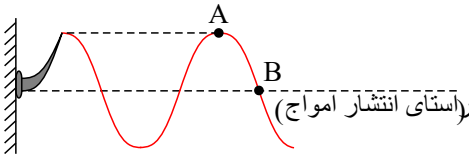
۱۴ موج عرضی در یک طناب در حال پیش‌روی است. اگر دامنه و بسامد موج را دو برابر کنیم، متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطه‌ی طناب، در مدت زمان یک دوره چند برابر می‌شود؟ (محیط انتشار موج یکسان است)

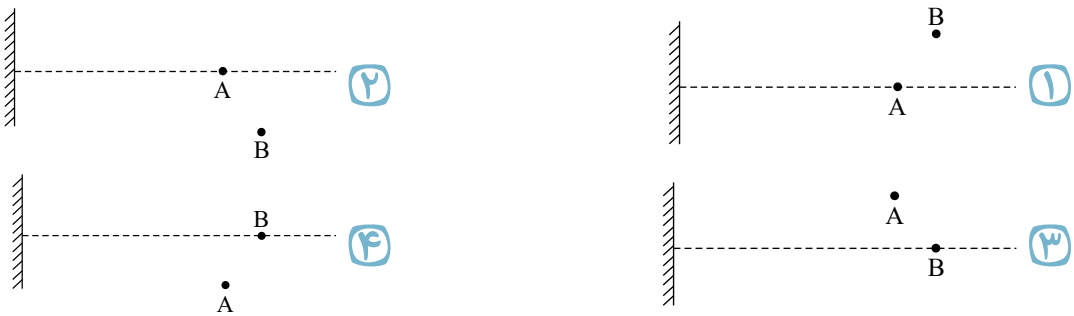
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ متوسط توان انتقال انرژی موج با مجذور دامنه و مجذور بسامد رابطه‌ی مستقیم دارد.

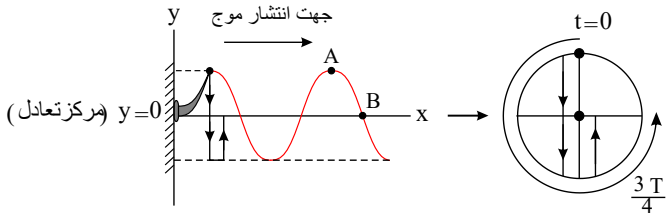
$$\overline{P} \propto f^۲ A^۲ \Rightarrow \frac{\overline{P}_۲}{\overline{P}_۱} = ۲^۲ \times ۲^۲ = ۱۶$$

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

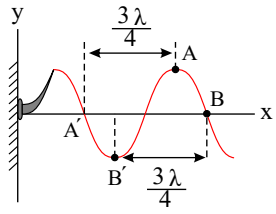




پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ باتوجه به نقش موج و وضعیت چشمهٔ موج در لحظهٔ $t = ۰$، برای آن‌که چشمهٔ موج برای دومین بار پس از این لحظه از مرکز تعادل عبور کند به اندازهٔ $\frac{۳T}{۴}$ زمان لازم است:



از طرفی می‌دانیم هر ذره از محیط انتشار موج حرکت نوسانی ذرهٔ ماقبل خود را تکرار می‌کند. بنابراین باتوجه به نمودار نقش موج می‌توان دریافت که در لحظهٔ $t=0$ نقطهٔ A در مکان $y=+A$ قرار داشته و به طرف پایین حرکت می کند (ربع دوم) و نقطهٔ B در مکان $y=0$ قرار داشته و به طرف بالا حرکت می‌کند (یعنی در ربع اول). حال پس از $\frac{3T}{4}$ ثانیه می‌توان نتیجه گرفت که موقعیت مکانی نقاط A و B مطابق شکل زیر خواهد شد. یعنی نقطهٔ A در وضع تعادل نوسانی و نقطهٔ B در وضع منفی بعد بیشینه نسبت به مرکز نوسان قرار می‌گیرد و از آن جایی که $\frac{3T}{4}$ معادل با $\frac{3\lambda}{4}$ است، داریم:



۱۶ 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؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۲/۵

پاسخ: 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 $4A$ است. یعنی:

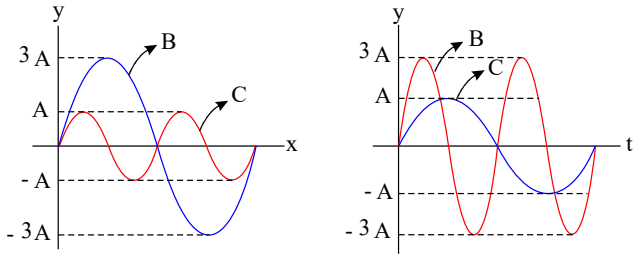
$4A = 4 \times 2cm = 8cm$

تعداد نوسان‌ها: $n = \frac{t}{T} \Rightarrow \frac{16}{8} = \frac{0/2}{T} \Rightarrow T = 0/1s$

$\lambda = vT \Rightarrow 1/5 = v \times 0/1 \Rightarrow v = 15m/s$

پیشروی قله‌ی موج: $\Delta x = v\Delta t \Rightarrow \Delta x = 15\frac{m}{s} \times 0/2s = 3m$

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



۱) ۱۶

۲) ۱۴۴

۳) ۲۵۶

۴) ۳۲۴

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ چون دو طناب هم‌جنس هستند و قطر مقطع آن‌ها با هم برابر است، بنابراین مطابق رابطه‌ی $\mu = \rho A$، جرم واحد طول آن‌ها با هم برابر است. مطابق شکل‌های سؤال داریم:

$$\lambda_B = ۲\lambda_C \quad (۱)$$

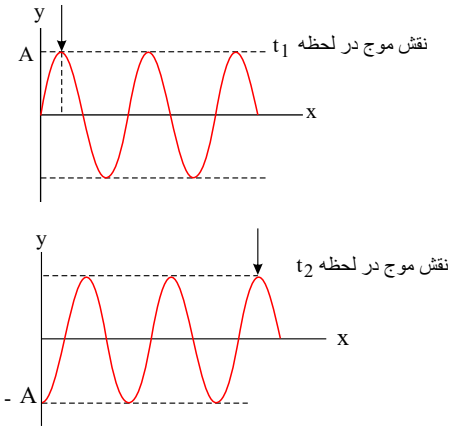
$$T_C = ۲T_B \xrightarrow{T=\frac{۱}{f}} f_B = ۲f_C \quad (۲)$$

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

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

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

۱۸ شکل‌های زیر مربوط به انتشار موجی با بسامد $۳۶Hz$ در یک طناب است که در دو لحظه‌ی $t_۱$ و $t_۲$ نشان داده شده است. بازه‌ی زمانی $(t_۲ - t_۱)$ برابر با چند ثانیه است؟



۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۲۱}{۳۰۴}$
۳) $\frac{۱}{۸}$
۴) $\frac{۱}{۱۶}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ فاصله‌ی پیکان بر روی موج را در هر دو حالت از مبدأ به دست می‌آوریم:

$t_۱$ شکل موج در لحظه‌ی : $x_۱ = \frac{\lambda}{۴}$

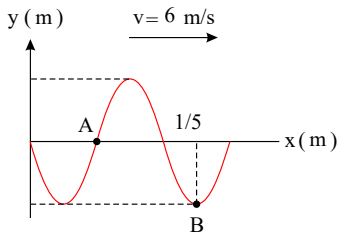
$t_۲$ شکل موج در لحظه‌ی : $x_۲ = ۲\lambda + \frac{\lambda}{۲} = \frac{۵\lambda}{۲}$

$$\Delta x = x_۲ - x_۱ = \frac{۵\lambda}{۲} - \frac{\lambda}{۴} = \frac{۹\lambda}{۴}$$

$$T = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۳۶}\,s$$

$$\Delta x = v\Delta t \xrightarrow{v=\frac{\lambda}{T}} \frac{۹\lambda}{۴} = \frac{\lambda}{\frac{۱}{۳۶}} \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{۱}{۱۶}s$$

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



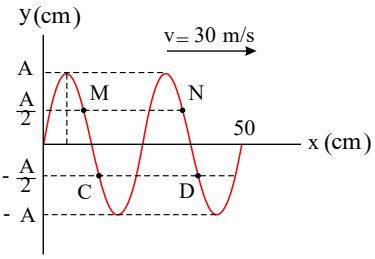
۱) ۰٫۱۲
۲) ۰٫۰۶
۳) ۰٫۱۵
۴) ۰٫۲

پاسخ: ④ ③ ② ① 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:

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

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

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



① این موج از نوع موج‌های عرضی است.

②

ذرهٔ M به طرف نقطهٔ تعادل و ذرهٔ D به طرف نقطهٔ بازگشت حرکت، در حرکت است.

③ در لحظه‌ی نشان داده شده، نوع حرکت ذره‌ی N کندشونده و نوع حرکت ذره‌ی D تندشونده است.

④ بسامد موج برابر $120HZ$ است.

پاسخ: ④ ③ ② ① بررسی گزینه‌ها:

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

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

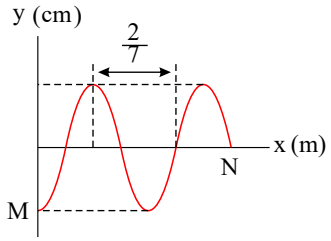
گزینهٔ «۳» درست است - زیرا طبق توضیح فوق، چون ذرهٔ N به طرف نقطهٔ بازگشتِ حرکت، در حرکت می‌باشد و سرعت ذره در حال کاهش است پس حرکت ذره N از نوع کند شونده است چون ذرهٔ D به طرف نقطهٔ تعادل در حرکت بوده و سرعت آن در حال افزایش است، پس نوع حرکت تندشونده است.

گزینهٔ «۴» درست است - زیرا:

$$2\lambda = 50 \Rightarrow \lambda = 25cm = 0/25m$$

$$v = \lambda f \Rightarrow 30 = 0/25 \times f \Rightarrow f = 120HZ$$

۲۱ 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؟ $(\pi = ۳)$



۱) ۹۰
۲) ۴۵
۳) ۱۵
۴) ۵

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

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

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

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

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

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

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

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

۱) ۸
۲) ۱۲
۳) ۸۰
۴) ۱۲۰

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ می‌دانیم انرژی مکانیکی یک نوسانگر ساده از رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲$ به دست می‌آید. اگر طولی از موج به اندازهٔ یک طول موج را در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

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

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

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

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

۱) T ۲) f ۳) V ۴) μ

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ می‌دانیم انرژی موج همان انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده است. بنابراین ابتدا انرژی موج را در طولی از طناب برابر یک طول موج به‌دست می‌آوریم:

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

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

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

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