



۲۶. گزینه ۲ * نکته: چنانچه در یک محیط ارتعاشی بین چشمه‌ی موج (S) و نقطه‌ای از محیط انتشار موج مانند (M)، n نقطه‌ی هم فاز با چشمه‌ی موج وجود داشته باشد. رابطه‌ی بین اختلاف فاز و اختلاف راه بین چشمه‌ی موج با نقطه‌ی M به صورت زیر است:

$$2n\pi + \Delta\varphi = k\Delta x$$

در این مسئله چون بین نقطه‌ی M و چشمه‌ی موج دو نقطه‌ی هم فاز با چشمه‌ی موج وجود دارد، پس $n = 2$ و داریم:

$$2n\pi + \Delta\varphi = k\Delta x \xrightarrow[k = \frac{\omega}{v}]{n=2} 4\pi + \frac{\pi}{2} = \frac{100\pi}{4} \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = 0,18m$$

قلم چی-۱۳۹۵-متوسط

۲۷. گزینه ۲ چون محیط انتشار دو موج یکسان است و سرعت انتشار موج به ویژگی‌های فیزیکی محیط وابسته است، پس سرعت انتشار هر دو موج یکسان است.

$$u_1 = 5 \sin(10t - 2x) \xrightarrow[k_1 = 2 \frac{rad}{m}]{\omega_1 = 10 \frac{rad}{s}} V_1 = \frac{\omega_1}{k_1} = 5 \frac{m}{s}$$

$$u_2 = 8 \sin(200t - k_2 x) \xrightarrow[\omega_2 = 200 \frac{rad}{s}]{V_2 = V_1 = 5 \frac{m}{s}} \lambda_2 = \frac{V_2}{f_2} \xrightarrow{\omega = 2\pi f}{\lambda_2 = \frac{5}{\frac{100}{\pi}} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{\pi}{20} m}$$

قلم چی-۱۳۹۵-متوسط

۲۸. گزینه ۳ مقدار متوسط توان انتقال یافته از هر نقطه‌ی طناب در مدت یک دوره از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

$$\overline{P} = 2\pi^2 A^2 f^2 \mu V \xrightarrow{V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}}{\overline{P} = 2\pi^2 A^2 f^2 \sqrt{\mu F} (*)}$$

با توجه به رابطه‌ی انرژی و توان، مقدار انرژی متوسط انتقال یافته از هر نقطه‌ی طناب در مدت زمانی به اندازه‌ی یک دوره‌ی آن برابر است با:

$$\overline{E} = \overline{P} T \xrightarrow{(*)}{\overline{E} = 2\pi^2 A^2 f \sqrt{\mu F} \Rightarrow \frac{\overline{E}'}{E} = \left(\frac{A'}{A}\right)^2 \times \left(\frac{f'}{f}\right) \times \sqrt{\frac{\mu'}{\mu} \times \frac{F'}{F}}}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$\frac{f' = \frac{1}{4} f, A' = A}{F' = 4F, \mu' = \mu} \xrightarrow{\overline{E}'}{\frac{\overline{E}'}{E} = \frac{\frac{1}{4} f \sqrt{4F}}{f \sqrt{F}} = 1}$$

قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۲۹. گزینه ۴ هر دو تپ با سرعت یکسان به سمت یک‌دیگر در حال حرکت‌اند. از طرفی تپ‌ها قرینه‌ی یک‌دیگرند، بنابراین برای این که بُعد ارتعاشی تمام نقاط محیط انتشار موج صفر شود باید M و M' و هم‌چنین N و N' در یک مکان به یک‌دیگر برسند.

با توجه به حرکت نسبی تپ‌ها، یکی را ثابت و دیگری را با سرعت 2V فرض می‌کنیم. بنابراین

$$\text{یکی از تپ‌ها باید مسافت } \frac{3\lambda}{4} + \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \frac{3\lambda}{2} \text{ را با سرعت } 2V \text{ طی کند، تا به وضعیت}$$

مورد نظر برسد.

پس:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{V} = \frac{\frac{3\lambda}{2}}{2V} = \frac{3}{4} \frac{\lambda}{V} = \frac{3}{4} T$$

قلم چی-۱۳۹۵-سخت

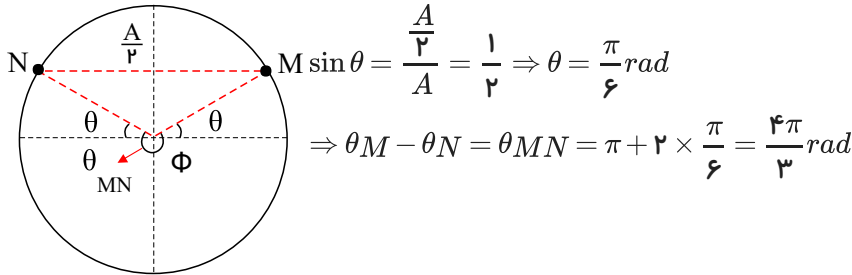
۳۰. گزینه ۱ شماره‌ی هماهنگ در تار مرتعش با دو انتهای بسته برابر با تعداد شکم‌ها یا یکی کم‌تر از تعداد گره‌ها است و با توجه به این که جرم تار در هر دو حالت یکسان است، داریم:

$$f_n = \frac{nV}{2L} \xrightarrow{V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}} f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu = \frac{m}{L}} f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow f_n = \frac{n}{2} \sqrt{\frac{F}{mL}}$$

$$\Rightarrow \frac{f'_2}{f} = \frac{n'}{n} \sqrt{\frac{F'}{F}} \times \frac{L}{L'} \xrightarrow{F' = nF, L' = \frac{1}{4}L, n' = 1} \frac{f'}{f} = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{nF}{F}} \times \frac{L}{\frac{1}{4}L} = \sqrt{\frac{2}{n}} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \sqrt{\frac{2}{n}}$$

قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۳۱. گزینه ۱ ابتدا اختلاف فاز نقاط M و N را به دست می آوریم:

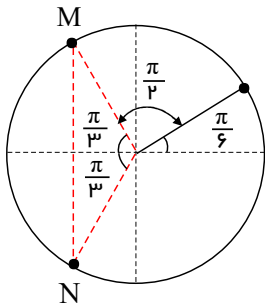


$$\Rightarrow \Delta \theta_{MN} = k \Delta x_{MN} \Rightarrow \Delta \theta_{MN} = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x_{MN} \Rightarrow \frac{4\pi}{3} = \frac{2\pi}{\lambda} \times 0.1 \Rightarrow \lambda = 0.15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$$

$$V = \frac{\lambda}{T} \rightarrow T = \frac{\lambda}{V} = \frac{0.15}{300} = \frac{1}{2000} \text{ s}$$

مطابق شکل زیر، سرعت دو ذره برای اولین بار زمانی که دو ذره در فاصله‌ی یکسان و در دو طرف مرکز تعادل قرار بگیرند با یکدیگر برابر می‌شوند.

مطابق شکل زمانی که تغییر فاز دو ذره برابر با $\frac{\pi}{2}$ رادیان است سرعت دو ذره با یکدیگر برابر می‌شود:



$$\Delta \theta = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \Rightarrow \Delta \theta = \omega \Delta t \Rightarrow \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{T} \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{4} = \frac{1}{8000} \text{ s}$$

قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۳۲. گزینه ۲ با استفاده از اطلاعات روی نمودار نقش موج داریم:

$$\lambda + \frac{3\lambda}{4} = 70 \Rightarrow \frac{7\lambda}{4} = 70 \Rightarrow \lambda = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$

با دانستن حداکثر سرعت نوسان ذرات محیط ($V_{\max} = A\omega = 2\pi Af$) و سرعت انتشار موج ($V = \lambda f$) داریم:

$$\frac{V_{\max}}{V} = \frac{2\pi Af}{\lambda f} = \frac{2\pi A}{\lambda} \xrightarrow{A=0.05 \text{ m}, \lambda=0.4 \text{ m}} \frac{V_{\max}}{V} = \frac{2\pi \times 0.05}{0.4} = \frac{\pi}{4}$$

قلم چی-۱۳۹۵-متوسط

۳۳. گزینه ۴ مقدار متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطه‌ی طناب در مدت یک دوره از رابطه‌ی $\bar{P} = 2\pi^2 \mu V f^2 A^2$ بدست می‌آید،

بنابراین برای محاسبه‌ی این مقدار ابتدا سرعت انتشار موج در طناب را محاسبه می‌کنیم:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{320}{0.2}} = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

بنابراین داریم:

$$\bar{P} = 2 \times 10 \times 0.2 \times 40 \times 5^2 \times (0.1)^2 \Rightarrow \bar{P} = 40 \text{ W}$$

خارج از کشور-۱۳۹۵-سخت

۳۴. گزینه ۲ نکته: فاز موج ثابت است و با گذشت زمان تغییر نمی‌کند، اما فاز ذره‌ای از محیط در یک مدت معین به فاصله‌ی آن از مبدأ

بستگی ندارد و از رابطه‌ی $\Delta \varphi = \omega \Delta t$ به دست می‌آید.

تغییر فاز ذره‌ای از محیط در مدت ۵ ثانیه برابر است با:

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{2} \times 0,5 = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

قلم چی-۱۳۹۵-متوسط

۳۵. گزینه ۱ بررسی گزینه‌ها:

بررسی گزینه‌ی «۱»: نقاط A و B در یک فاصله از وضع تعادل و هر دو در مکان مثبت هستند. بنابراین بزرگی شتاب هر دو مساوی و جهت آن به سمت وضع تعادل است، پس هم‌جهت هستند.

بررسی گزینه‌ی «۲»: همچنین بزرگی سرعت هر دو مساوی است، اما نقطه‌ی B به سمت پایین و نقطه‌ی A به سمت بالا حرکت می‌کنند، پس بردارهای سرعتشان خلاف جهت هم است.

بررسی گزینه‌ی «۳»: B به سمت وضع تعادل حرکت می‌کند و حرکتش تندشونده است، ولی A از وضع تعادل دور می‌شود و حرکتش کندشونده است.

بررسی گزینه‌ی «۴»: فاصله‌ی A و B مضرب فرد نصف طول موج نیست. بنابراین در فاز مقابل نیستند.

قلم چی-۱۳۹۵-متوسط

۳۶. گزینه ۳ ابتدا تغییر فاز ذره‌ی B برای رسیدن به مکان $-A$ را حساب می‌کنیم. با توجه به جهت حرکت موج، ذره‌ی B ، بعد از این لحظه

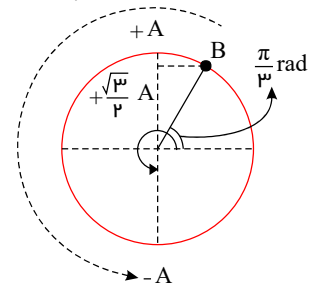
از مکان $A + \frac{\sqrt{3}}{2}$ رو به بالا حرکت می‌کند تا به مکان $+A$ برسد و سپس از مکان $+A$ به مکان $-A$ می‌رود. با توجه به شکل روبه‌رو، در

این جابه‌جایی تغییر فاز برابر $\Delta\varphi = \pi + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6} \text{ rad}$ است.

باتوجه به نمودار $\frac{3\lambda}{2} = 0,3$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{3\lambda}{2} = 0,3 \Rightarrow \lambda = 0,2 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow 0,2 = \frac{3,5}{f} \Rightarrow f = \frac{35}{2} \text{ Hz}$$



اکنون پس از محاسبه‌ی ω ، از رابطه‌ی $\Delta\varphi = \omega\Delta t$ زمان موردنظر را به‌دست می‌آوریم.

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{35}{2} \Rightarrow \omega = 35\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \Rightarrow \frac{7\pi}{6} = 35\pi\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{30} \text{ s}$$

قلم چی-۱۳۹۵-سخت

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

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow \frac{\mu}{\mu'} = \frac{L'}{L} = 2$$

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

$$\overline{P} = 2\pi^2 f^2 A^2 \mu V \Rightarrow \frac{\overline{P}'}{\overline{P}} = \frac{\mu'}{\mu} \times \frac{V'}{V} = \frac{1}{2} \times 2 = 1$$

قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۳۸. گزینه ۲ با استفاده از رابطه‌ی تار مرتعش با دو انتهای بسته داریم:

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{300}{750} = 0,4 \text{ m}$$

$$L = \frac{n\lambda}{2} \Rightarrow n = \frac{2L}{\lambda} = \frac{2 \times 0,8}{0,4} = 4$$

تعداد گره‌ی موجود در تار با دو انتهای بسته برابر است با:

$$n + 1 = 4 + 1 = 5 \text{ گره}$$

قلم چی-۱۳۹۵-متوسط

۳۹. گزینه ۱ ابتدا سرعت انتشار موج در سیم را حساب کرده و سپس بسامد هماهنگ پنجم آن را به دست می‌آوریم و در نهایت طول موج هماهنگ پنجم را حساب می‌کنیم.

$$\mu = \frac{m}{L} \xrightarrow{m=\rho V} \mu = \frac{\rho V}{L} = \frac{\rho AL}{L} = \rho \cdot A$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}} \xrightarrow{F=156N, \rho=7800 \frac{kg}{m^3}, A=0,5 \times 10^{-6} m^2} V = \sqrt{\frac{156}{7800 \times 0,5 \times 10^{-6}}} \Rightarrow V = 200 \frac{m}{s}$$

$$f_n = n f_1 \xrightarrow{n=5, f_1=400Hz} f_5 = 5 \times 400 = 2000 Hz$$

$$\lambda_n = \frac{V}{f_n} \xrightarrow{n=5, f_5=2000Hz, V=200 \frac{m}{s}} \lambda_5 = \frac{200}{2000} = 0,1 m \Rightarrow \lambda_5 = 10 cm$$

قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۴۰. گزینه ۲

انتهای طناب مانند چشمه‌ی موجی عمل می‌کند که در طناب تپی در جهت تپ تابشی ایجاد می‌کند که در خلاف جهت آن در طناب منتشر شده و بنابراین بیشینه جابه‌جایی حلقه، دو برابر جابه‌جایی دیگر نقاط است.

قلم چی-۱۳۹۵-متوسط

۴۱. گزینه ۴ می‌دانیم در یک طناب مرتعش با دو انتهای بسته که در آن امواج ایستاده تشکیل شده است، تعداد شکم‌ها برابر با شماره‌ی

هماهنگ بوده و تعداد گره‌ها همواره یکی بیش‌تر از تعداد شکم‌ها می‌باشد. از سوی دیگر بسامد هماهنگ شماره‌ی n از رابطه‌ی $f_n = \frac{nV}{2L}$ به دست می‌آید، لذا داریم:

$$n = 3 \Rightarrow f_3 = \frac{3V_1}{2L} \quad (1)$$

$$n' = 4 \Rightarrow f'_4 = \frac{4V_2}{2L} \quad (2)$$

باتوجه به عدم تغییر بسامد منبع ارتعاشی داریم:

$$f_3 = f'_4 \xrightarrow{(1),(2)} \frac{3V_1}{2L} = \frac{4V_2}{2L} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{4}$$

از سوی دیگر می‌دانیم سرعت انتشار موج در یک طناب یکنواخت با جذر نیروی کشش طناب رابطه‌ی مستقیم دارد $(V = \sqrt{\frac{F}{\mu}})$ ، داریم:

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{9}{16}$$

$$\text{درصد تغییرات نیروی کشش طناب} = \frac{\Delta F}{F_1} \times 100 = \frac{9-16}{16} \times 100 = -43,75\%$$

قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۴۲. گزینه ۲ برهم‌نهی ویرانگر باعث ایجاد گره می‌شود و همچنین می‌دانیم اختلاف راه موج‌های رسیده از دو چشمه به یک گره، مضرب فردی از نصف طول موج است:

$$\delta = (2n-1) \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{\delta = d_2 - d_1 = 40 \text{ cm}} 40 = (2n-1) \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{80}{2n-1}$$

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{20}{\frac{80}{2n-1}} = 25(2n-1) \Rightarrow \begin{cases} n=1: f=25 \text{ Hz} \\ n=2: f=75 \text{ Hz} \\ n=3: f=125 \text{ Hz} \end{cases}$$

بنابراین بسامد این موج برابر با 50 Hz نمی‌تواند باشد.

قلم چی-۱۳۹۵-سخت

۴۳. گزینه ۱ ابتدا بسامد و سرعت انتشار امواج عرضی را محاسبه می‌کنیم:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{100}{1}} = \frac{5}{\pi} \text{ Hz}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{200}{20 \times 10^{-3}}} = 100 \frac{m}{s}$$

طول موج امواج برابر است با:

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{100}{\frac{5}{\pi}} = 20\pi \text{ m}$$

در انتها کمترین فاصله‌ی بین دو نقطه در فاز مخالف برابر است با:

$$d = \frac{\lambda}{2} = 10\pi \text{ m}$$

قلم چی-۱۳۹۶-متوسط

۴۴. گزینه ۴ فاصله‌ی پیکان بر روی موج را در هر دو حالت از مبدأ به دست می‌آوریم:

$$x_1 = \frac{\lambda}{4} \text{ : شکل موج در لحظه‌ی } t_1$$

$$x_2 = 5 \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{8} = \frac{21\lambda}{8} \text{ : شکل موج در لحظه‌ی } t_2$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{21\lambda}{8} - \frac{\lambda}{4} = \frac{21\lambda - 2\lambda}{8} = 19 \frac{\lambda}{8}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{38} \text{ s}$$

$$\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \frac{19 \frac{\lambda}{8}}{\lambda} = \frac{\Delta t}{\frac{1}{38}} \Rightarrow \frac{19}{8} = 38 \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{16} \text{ s}$$

قلم چی-۱۳۹۶-سخت

۴۵. گزینه ۴ تابع موج نشان می دهد که موج در خلاف جهت محور x منتشر می شود. نقطه ی M در مکان مثبت و به سمت پایین حرکت می کند و برای رسیدن به قله ی موج ابتدا به دره و سپس به قله ی موج می رسد.

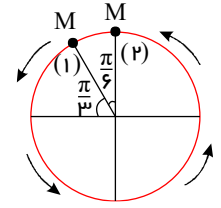
$$\left. \begin{aligned} y_M &= \sqrt{3} \text{ cm} \\ A &= 2 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \Rightarrow y_M = \frac{\sqrt{3}}{2} A \Rightarrow (\varphi_1)_M = \frac{2\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\Delta\varphi = 2\pi - \frac{\pi}{6} = \frac{11\pi}{6} \text{ rad} \Rightarrow \Delta t = \frac{11}{12} T$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 20\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{10} \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{11}{12} \times \frac{1}{10} = \frac{11}{120} \text{ s}$$

قلم چی-۱۳۹۶-سخت



۴۶. گزینه ۱ چون موج در جهت مثبت محور x انتشار می یابد، پس معادله ی آن به صورت $u = A \sin(\omega t - kx)$ می باشد. بنابراین داریم:

$$\Delta\varphi = k\Delta x \Rightarrow \frac{\pi}{6} = k \times 0.5 \Rightarrow k = \frac{\pi}{3} \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{V} \Rightarrow \frac{\pi}{3} = \frac{\omega}{200} \Rightarrow \omega = \frac{200\pi}{3} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

بنابراین معادله ی کلی موج در نقطه ی $x = 2 \text{ m}$ برابر است با:

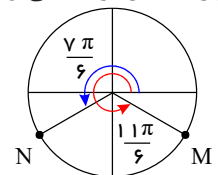
$$u = A \sin(\omega t - kx) \xrightarrow{A=0.4 \text{ m}, x=2 \text{ m}} u = 0.4 \sin\left(\frac{200\pi}{3} t - \frac{\pi}{3} \times 2\right)$$

$$\Rightarrow u = 0.4 \sin\left(\frac{200}{3} \pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

قلم چی-۱۳۹۶-سخت

۴۷. گزینه ۱ با استفاده از نقش موج ابتدا اختلاف فاز بین نقاط M و N را به دست می آوریم. باتوجه به جهت انتشار موج در لحظه ی مشخص شده نقطه ی M در حال نزدیک شدن به وضع تعادل (ناحیه ی چهارم) و نقطه ی N در حال دور شدن از وضع تعادل (ناحیه ی سوم) می باشند چرا؟ به این ترتیب می توان نوشت:

$$\sin\theta = \frac{y}{A} = \frac{-1}{2} \Rightarrow \theta = \begin{cases} \frac{7\pi}{6} \\ \frac{11\pi}{6} \end{cases}$$



$$\Delta\varphi_{MN} = \frac{11\pi}{6} - \frac{7\pi}{6} = \frac{4\pi}{6} = \frac{2\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \Rightarrow \frac{2\pi}{3} = \omega \times \frac{1}{15} \Rightarrow \omega = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\Delta\varphi = k\Delta x \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\omega}{V} \Delta x \Rightarrow \frac{2\pi}{3} = \frac{10\pi}{V} \times \frac{2}{3} \Rightarrow V = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

با استفاده از رابطه ی سرعت انتشار امواج عرضی در تار داریم:

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

$$\Rightarrow 10 = \frac{2}{0.02} \sqrt{\frac{F}{3000 \times \pi}} \Rightarrow F = 90 \text{ N}$$

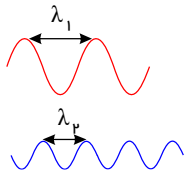
راه حل دوم: باتوجه به آن که فاصله ی MN و مدت زمان طی این فاصله ی داده شده است، پس برای محاسبه ی V نیازی به محاسبه ی اختلاف فاز بین دو نقطه ی M و N نیست. و داریم:

$$\begin{cases} \Delta\varphi = \omega\Delta t \\ \Delta\varphi = k\Delta x = \frac{\omega}{V}\Delta x \end{cases} \Rightarrow V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{15}} = 10 \frac{m}{s}$$

$$V = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \Rightarrow 10 = \frac{2}{0.02} \sqrt{\frac{F}{3000 \times 3}} \Rightarrow F = 90 N$$

قلم چی-۱۳۹۶-سخت

۴۸. گزینه ۴ در شکل کاملاً مشخص است که $\lambda_1 > \lambda_2$ است. اما در مورد بسامد موج در دو طناب نمی‌توان نظر قطعی داد چون بسامد نوسان های موج از ویژگی های منبع موج است و چون در مورد مشخصات منبع موج اطلاعاتی نداریم بنابراین نمی‌توان در مورد بسامد دو موج اظهار نظر کرد.



قلم چی-۱۳۹۶-متوسط

۴۹. گزینه ۱ سرعت انتشار امواج عرضی در یک تار از رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می‌آید. با دو برابر شدن طول تار، جرم تار نیز دو برابر می‌شود و μ ثابت می‌ماند. در نتیجه با ۴ برابر شدن F ، اندازه‌ی سرعت انتشار امواج عرضی در تار ۲ برابر می‌شود.

قلم چی-۱۳۹۶-متوسط

۵۰. گزینه ۱ با نوشتن یک رابطه‌ی مقایسه‌ای برای متوسط توان انتقال انرژی در مدت زمان یک دوره خواهیم داشت:

$$\overline{P} = 2\pi^2 A^2 f^2 \mu V \Rightarrow \frac{\overline{P}_2}{\overline{P}_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \times \frac{\mu_2}{\mu_1} \times \frac{V_2}{V_1} \quad (1)$$

حال از توابع موج کمیت‌های بالا را پیدا کرده و جایگذاری می‌نماییم. باتوجه به اینکه جنس طناب عوض نمی‌شود. داریم:

$$\mu_1 = \mu_2$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1}, \quad k = \frac{\omega}{V} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \times \frac{k_1}{k_2} \quad (2)$$

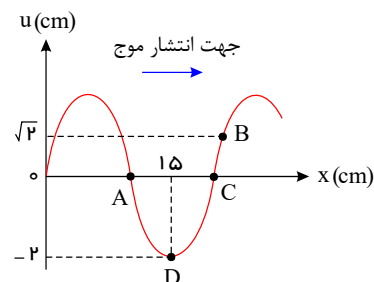
با جایگذاری در رابطه‌ی (۱) داریم:

$$\frac{\overline{P}_2}{\overline{P}_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 \times \frac{\omega_2}{\omega_1} \times \frac{k_1}{k_2} \Rightarrow \frac{\overline{P}_2}{\overline{P}_1} = \left(\frac{0.4}{0.8}\right)^2 \times \left(\frac{\pi}{\pi}\right)^2 \times \left(\frac{\pi}{\pi}\right) \times \frac{\frac{\pi}{5}}{\frac{\pi}{4}} = \frac{1}{5}$$

قلم چی-۱۳۹۶-سخت

۵۱. گزینه ۴ مطابق شکل زیر فاصله‌ی نقطه‌ی B از نقطه‌ی C برابر $\frac{\lambda}{4}$ است، پس فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی A و B برابر است با:

$$\overline{AB} = \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \frac{3\lambda}{4}$$



از طرفی باتوجه به فاصله‌ی نقطه‌ی D از مبدأ موج داریم:

$$\frac{3\lambda}{4} = 1.5 cm \Rightarrow \lambda = 2.0 cm$$

$$t = \frac{\overline{AB}}{V} = \frac{5 \times 2.0}{8 \times 10} = \frac{5}{4} s$$

قلم چی-۱۳۹۶-متوسط

پس زمان رسیدن موج از A به B برابر است با:

۵۲. گزینه ۳ در امواج دوبعدی به دلیل کاهش انرژی موج، رفته رفته دامنه نیز کاهش می‌یابد و فقط فاز ذرات واقع در یک جبهه‌ی موج یکسان می‌باشد. اما بسامد و دوره‌ی تناوب تمامی نقاط روی موج با بسامد و دوره‌ی تناوب چشمه برابر خواهد بود.

-قلم چی-۱۳۹۶-متوسط

۵۳. گزینه ۴ حداقل فاصله‌ی بین دو نقطه در فاز مخالف، نیمی از یک طول موج است.

$$\frac{\lambda}{2} = 0,2m \Rightarrow \lambda = 0,4m, \quad \lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow 0,4 = \frac{4}{f}$$

$$\Rightarrow f = 10Hz \Rightarrow \omega = 2\pi f = 20\pi \left(\frac{rad}{s}\right)$$

برای به دست آوردن مکان یک ذره از محیط تابع موج را بنویسیم و در آن لحظه‌ی $t = 6,5s$ و مکان $x = 0,1m$ را قرار می‌دهیم تا مکان را به دست آوریم.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \xrightarrow{\lambda=0,4} k = \frac{2\pi}{0,4} = 5\pi \frac{rad}{m}$$

$$Q_{max} = A\omega^2 \Rightarrow 320 = A \times (20\pi)^2 \xrightarrow{\pi^2=10} A = 0,08m = 8cm$$

$$u_y = A \sin(\omega t - kx) \Rightarrow u_y = 8 \sin(20\pi t - 5\pi x)$$

$$\xrightarrow[t=0,5]{x=0,1} u_y = 8 \sin\left(20\pi \times \frac{5}{100} - 5\pi \times \frac{1}{10}\right) = 8cm$$

-خارج از کشور-۱۳۹۶-سخت

۵۴. گزینه ۴ می‌دانیم در تار مرتعش دو انتها بسته تعداد گره‌ها یکی بیشتر از تعداد شکم‌ها است. پس در تار مرتعش شماره صوت با شماره هماهنگ برابر و مساوی تعداد شکم‌ها می‌باشد.

لذا ابتدا سرعت انتشار موج عرضی در طول تار را به دست می‌آوریم و داریم:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

$$V = \frac{2}{0,5 \times 10^{-3}} \sqrt{\frac{60}{8 \times 10^3 \times \pi}} = 200 \frac{m}{s}$$

بسامد صوت ایجاد شده در تار برابر است با:

$$f = \frac{nV}{2L} = \frac{3 \times 200}{2 \times 0,3} = 1000Hz$$

-خارج از کشور-۱۳۹۶-متوسط

۵۵. گزینه ۱ گزاره‌های (الف)، (ت) و (ث) نادرست هستند. نقاط بین دو گره متوالی هم‌فازند و از آنجا که دامنه‌های متفاوتی دارند موقع عبور از وضع تعادل طبق رابطه‌ی $V_m = A\omega$ ، سرعت متفاوتی دارند و در نتیجه انرژی‌های متفاوتی دارند.

-قلم چی-۱۳۹۶-متوسط