



دبیرستان علامه حلی تهران

۲۶. گزینه ۲ معادله‌ی مکان - زمان نقطه‌ی M را نوشته و سپس از آن مشتق می‌گیریم تا معادله‌ی سرعت ارتعاشی نقطه‌ی M را بدست آوریم.

$$\omega = 2\pi f = 4\pi$$

$$\sin \varphi \circ M = \frac{y \circ M}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi \circ M = \frac{2\pi}{3}$$

$$y_M = 0.2 \sin(4\pi t + \frac{2\pi}{3}) \quad , \quad V_M = 0.8\pi \cos(4\pi t + \frac{2\pi}{3})$$

$$t_1 = 0 \Rightarrow V_1 = -\frac{0.8\pi}{2} = -0.4\pi$$

$$t_2 = \frac{1}{24} \Rightarrow V_2 = 0.8\pi \cos(4\pi \times \frac{1}{24} + \frac{2\pi}{3}) = 0.8\pi \cos(\frac{5\pi}{3} + \frac{2\pi}{3}) = 0.8\pi \cos(2\pi + \frac{\pi}{3}) = 0.4\pi$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{\Delta t} = \frac{0.8\pi}{\frac{1}{24}} = 19.2\pi \frac{m}{s}$$

-سراسری-۱۳۸۸-متوسط

۲۷. گزینه ۲

$$u_y = 0.2 \sin(1\pi t - 4\pi \times 0.5) = 0.2 \sin(1\pi t - 2\pi) \Rightarrow u_y = 0.2 \sin(1\pi t)$$

$$V = u' = 0.2 \times 1\pi \cos(1\pi t)$$

$$t = \frac{1}{30} s$$

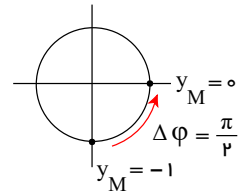
$$\longrightarrow V = 0.2\pi \cos(1\pi \times \frac{1}{30}) = 0.2\pi \cos \frac{\pi}{30} = 0.1\pi (\frac{m}{s}) = 1\pi (\frac{cm}{s})$$

-سراسری-۱۳۸۹-متوسط

روش اول:

$$(1) \frac{\lambda}{2} = 20 \rightarrow \lambda = 40 = 0,4m$$

$$(2) \lambda = VT \rightarrow 0,4 = 4T \rightarrow T = 0,1$$

ذره ی M در لحظه ی $t = 0$ در $y_M = -A$ قرار دارد باید بررسی کنیم این ذره $0,25$ بعد کجاست؟توجه کنید که $\frac{25}{1000}$ ثانیه ربع دوره است. پس:

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t = \frac{2\pi}{T}\Delta t$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{0,1} \times \frac{25}{1000} = \frac{\pi}{2}$$

$$VM = +A\omega = +20\pi \text{ cm/s}$$

اگر موج را در یک لحظه بعد رسم نماییم حرکت نقطه ی M به سمت بالاست پس علامت V مثبت است.

روش دوم:

$$\frac{\lambda}{2} = 20 \Rightarrow \lambda = 40 \text{ cm} = 0,4m, \quad \lambda = VT \Rightarrow 0,4 = 4T \Rightarrow T = 0,1s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,1} = 20\pi \Rightarrow k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{V} = \frac{20\pi}{4} = 5\pi$$

$$u = A \sin(\omega t + \varphi_0 - kx) \Rightarrow u_M = 1 \sin(20\pi t + \pi - 5\pi x), \quad x = 0,3m$$

$$VM = \frac{du_M}{dt} = 1 \times 20\pi \cos(20\pi t + \pi - \frac{3\pi}{2})$$

$$VM_{t=0,025} = 20\pi \cos(20\pi \times \frac{25}{1000} + \pi - \frac{3\pi}{2})$$

$$= 20\pi \cos(\frac{\pi}{2} + \pi - \frac{3\pi}{2}) = 20\pi \times \cos(0) = +20\pi (\frac{cm}{s})$$

-سراسری-۱۳۸۴-متوسط

اختلاف فاز نقاط در فاز مخالف از رابطه ی $\Delta\varphi = (2n-1)\pi$ و اختلاف راه آنها از رابطه ی $\Delta x = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$ به دست می آید.

راه حل اول:

$$|\Delta\varphi| = k|\Delta x| = \frac{\omega}{V}|\Delta x| \Rightarrow 5\pi = \frac{\frac{\pi}{2}}{20\frac{cm}{s}}|\Delta x| \Rightarrow |\Delta x| = 200 \text{ cm}$$

$$\omega = \frac{\pi}{2} \Rightarrow T = 4s$$

راه حل دوم:

$$\lambda = V \cdot T = 20 \times 4 = 80 \Rightarrow \Delta x = 5 \frac{\lambda}{2} = \frac{5 \times 80}{2} = 200 \text{ cm}$$

-گزینه ۲-۱۳۹۴-متوسط

۳۰. گزینه ۴

ابتدا به کمک پارامترهای موجود در تابع موج، مقادیر طول موج و سرعت انتشار را محاسبه می‌کنیم:

$$u_x = A \sin(\omega t - kx) = 0,01 \sin(20\pi t - \pi y)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} k = \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}, & k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \pi = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 2\text{m} \\ \omega = 20\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}, & k = \frac{\omega}{V} \Rightarrow \pi = \frac{20\pi}{V} \Rightarrow V = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{cases}$$

با توجه به رابطه‌ی سرعت انتشار موج در تار داریم:

$$V = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} \Rightarrow 20 = \sqrt{\frac{50 \times 2}{m}} \Rightarrow m = \frac{1}{4} \text{kg} = 250 \text{g}$$

-گزینه ۲-۱۳۹۴-سخت

۳۱. گزینه ۳

با دولا کردن طناب، جرم ثابت و طول نصف می‌شود. بنابراین سرعت انتشار موج در طناب $\frac{\sqrt{2}}{2}$ می‌شود.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}}$$

-گزینه ۲-۱۳۹۴-متوسط

۳۲. گزینه ۲

توان متوسط انتقال انرژی در تار در مدت هر دوره

$$\bar{P} = 2\pi^2 \mu V f^2 A^2 \quad \bar{P} = 2\pi^2 \times 60 \times 10^{-3} \times 100 \times 25 \times (2 \times 10^{-3})^2 = 2\pi^2 \times 6 \times 10^{-6} \times 25 \times 4 = 12 \times 10^{-3} \text{W} = 12 \text{mW}$$

-گزینه ۲-۱۳۹۴-سخت

۳۳. گزینه ۴

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 6\text{m}$$

فاصله‌ی هر دو گره یا هر دو شکم متوالی $\frac{\lambda}{2}$ است، (یعنی ۳ متر).فاصله‌ی هر گره و شکم متوالی $\frac{\lambda}{4}$ است، (یعنی $\frac{3}{4}$ متر).

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}x \Rightarrow \begin{cases} x = 1,5 \Rightarrow \Delta\varphi = \pi \Rightarrow \text{گره} \\ x = 4,5 \Rightarrow \Delta\varphi = 3\pi \Rightarrow \text{گره} \end{cases}$$

نکته: اگر $\Delta\varphi$ مضرب فرد π باشد، در نقطه‌ی مورد نظر گره تشکیل شده است.

-گزینه ۲-۱۳۹۴-سخت

۳۴. گزینه ۱ تار دو سر بسته با ۵ گره در هماهنگ چهارم است (۵ گره، ۴ شکم، $n = 4$ ، هماهنگ چهارم) یعنی f_4 تار با بسامد دیپازون برابر است، یعنی بسامد دیپازون $4f_1$ است.

$$f_1 = \frac{V}{2L}, V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{F' = 4F} f'_1 = 2f_1$$

بسامد اصلی تار ۲ برابر شده، پس حالا دیپازون با f_2 تار هم بسامد است.

$$(f'_2 = 2f'_1 = 2 \times 2f_1 = 4f_1)$$

یعنی دیپازون با تار در هماهنگ دوم تشدید حاصل می‌کند (۳ گره، ۲ شکم، $n = 2$ ، هماهنگ دوم).

-گزینه ۲-۱۳۹۴-سخت

$$\lambda = VT = ۴ \times \frac{1}{۲} = ۲m$$

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{۳} rad \simeq \Delta x = \frac{\lambda}{۶} = \frac{۲}{۶} = \frac{1}{۳}m \quad \text{نقطه ی اول}$$

$$\Delta\varphi' = \frac{\pi}{۲} rad \simeq \Delta x = \frac{\lambda'}{۴} = \frac{۲}{۴} = \frac{1}{۲}m \quad \text{نقطه ی دوم}$$

حداقل فاصله ی آن ها در صورتی است که در یک طرف منبع و در یک راستا باشند.

$$\Delta x = \frac{1}{۲} - \frac{1}{۳} = \frac{1}{۶}m$$

راه حل دوم:

$$\Delta\varphi = k\Delta x \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{۲\pi}{\lambda} \Delta x$$

$$\left(\frac{\pi}{۲} - \frac{\pi}{۳}\right) = \frac{۲\pi}{۲} \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{۶}m$$

-گزینه ۲-۱۳۹۴-سخت

$$T = \frac{1}{f} = 10^{-۲}s$$

$$\frac{\Delta\varphi}{۲\pi} = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \frac{\Delta\varphi_1}{۲\pi} = \frac{۲,۵ \times 10^{-۳}}{10^{-۲}} \Rightarrow \Delta\varphi_1 = \frac{\pi}{۲} rad \quad \text{حالت اول}$$

$$\Delta\varphi = k\Delta x \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\omega}{V} \cdot \Delta x, \quad V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\frac{F_2}{V_2} = \frac{F_1}{V_1} \Rightarrow V_2 = ۲V_1 \Rightarrow \Delta\varphi_2 = \frac{1}{۲} \Delta\varphi_1 \Rightarrow \Delta\varphi_2 = \frac{1}{۲} \times \frac{\pi}{۲} = \frac{\pi}{۴} rad \quad \text{حالت دوم}$$

-گزینه ۲-۱۳۹۳-متوسط

۳۷. گزینه ۲ در نقاطی که تفاضل فاصله هایشان از دو منبع مضرب فرد $\frac{\lambda}{۲}$ است برهم نهی ویرانگر انجام می شود.

$$۶۸ - ۵۳ = ۱۵ cm = ۰,۱۵ m$$

$$\left. \begin{aligned} ۰,۱۵ &= (۲n-1) \frac{\lambda}{۲} \Rightarrow \lambda = \frac{۰,۳}{۲n-1} \\ \lambda &= \frac{V}{f} = \frac{V}{۲۰} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V}{۲۰} = \frac{۰,۳}{۲n-1} \Rightarrow V = \frac{۶}{۲n-1}$$

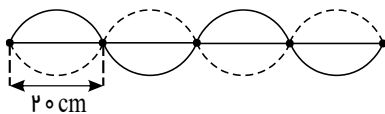
جواب های ممکن برای V بر حسب متر بر ثانیه عبارت است از:

$$\frac{۶}{1}, \frac{۶}{۳}, \frac{۶}{۵}, \frac{۶}{۷}, \frac{۶}{۹}, \frac{۶}{11}, \dots$$

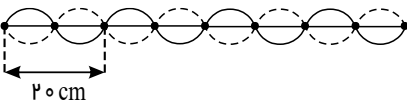
که $\frac{۶}{۳} = ۲ \frac{m}{s}$ در بین گزینه هاست.

-گزینه ۲-۱۳۹۳-متوسط

اگر در فاصله ی ۲۰ سانتی متری اولین گره تشکیل شده باشد، پس هماهنگ چهارم را تولید کرده ایم.



حال اگر در فاصله ی ۲۰ سانتی متری دومین گره تشکیل شده باشد، هماهنگ هشتم تولید شده است.



در حالت کلی هماهنگ $4x$ تشکیل می شود.

$$f = \frac{n \cdot V}{\lambda L} \Rightarrow 100 = \frac{4xV}{2 \times 0.8} \Rightarrow 4xV = 160 \Rightarrow xV = 40 \xrightarrow{x=1} V_{max} = 40 \frac{m}{s}$$

حال برای این که V بیشینه شود باید $x = 1$ باشد.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\lambda_{max}}{2} = 0.2 \Rightarrow \lambda_{max} = 0.4m \\ V_{max} = \lambda_{max} \cdot f \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_{max} = 0.4 \times 100 = 40 \frac{m}{s}$$

راه حل دوم:

-گزینه ۲-۱۳۹۳-سخت

۳۹. گزینه ۴

$$\frac{\lambda}{2} = 30 \rightarrow \lambda = 60cm = 0.6m$$

گام اول: محاسبه‌ی طول موج

$$\lambda = VT \rightarrow 0.6 = 10T \rightarrow T = 0.06s$$

گام دوم: محاسبه‌ی دوره

$$\Delta\phi = \omega\Delta t \rightarrow \Delta\phi = \frac{2\pi}{0.06} \times \frac{1}{200} \rightarrow \Delta\phi$$

گام سوم: محاسبه‌ی تغییر فاز در مدت $\frac{1}{200}$

$$= \frac{\pi}{6} rad$$

پس تغییر فاز هر یک از دو نقطه‌ی M و N در بازه‌ی $t = 0$ تا $t = \frac{1}{200}$ برابر $\frac{\pi}{6}$ است.

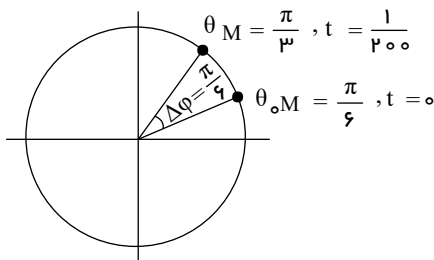
$$M \text{ برای نقطه‌ی } t = 0 \text{ در } \sin \theta_{0M} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \rightarrow \theta_{0M} \begin{cases} \frac{\pi}{6} \text{ ق ق} \\ \frac{5\pi}{6} \text{ غ ق} \end{cases}$$

چون در $t = 0$ جهت حرکت نقطه‌ی M رو به بالاست، جواب $\frac{\pi}{6}$ قابل قبول است.

$$N \text{ برای نقطه‌ی } t = 0 \text{ در } \sin \theta_{0N} = \frac{-2\sqrt{3}}{4} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \theta_{0N} \begin{cases} -\frac{\pi}{3} \text{ ق ق} \\ -\frac{2\pi}{3} \text{ غ ق} \end{cases}$$

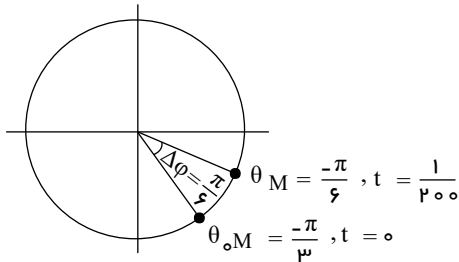
چون در $t = 0$ جهت حرکت نقطه‌ی N رو به بالاست، جواب $-\frac{\pi}{3}$ قابل قبول است.

اگر فاز نقطه‌ی M ، $\frac{\pi}{6}$ زیاد شود، نقطه‌ی M در فاز $\frac{\pi}{3}$ قرار می‌گیرد و در آن صورت:



$$y_M \frac{1}{200} s = \frac{\sqrt{3}}{2} A$$

و اگر فاز نقطه‌ی N ، $\frac{\pi}{6}$ زیاد شود، نقطه‌ی N در فاز $\frac{\pi}{3}$ قرار می‌گیرد و در آن صورت:



$$y_N \frac{1}{200} s = -\frac{1}{2} A$$

$$a = -\omega^2 y \rightarrow |a| = \omega^2 |y| \rightarrow \frac{|aM|}{|aN|} = \frac{\omega^2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} A}{\omega^2 \times \frac{1}{2} A} = \sqrt{3}$$

سراسری-۱۳۹۴-سخت

۴۰. گزینه ۱

$$\frac{3\lambda}{4} = 30 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 40 \text{ cm}$$

گام اول: محاسبه‌ی طول موج و فاصله‌ی ۳۰ cm روی محور x برابر $\frac{3\lambda}{4}$ است.

$$\lambda = VT \Rightarrow \frac{4}{10} = 40 T \Rightarrow T = \frac{1}{100} (s)$$

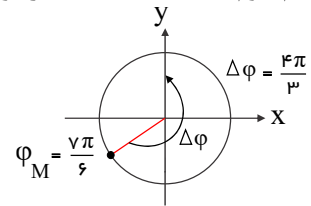
گام دوم: محاسبه‌ی دوره

گام سوم: محاسبه‌ی اختلاف فاز دو نقطه‌ی M و N و تعیین فاز نقطه‌ی M در لحظه‌ی t = 0

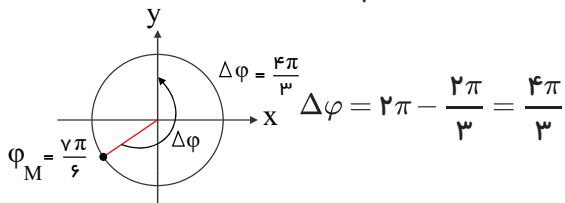
$$\Delta x_{MN} = V \Delta t = 40 \times \frac{1}{300} = \frac{2}{15} m$$

$$\Delta \varphi_{MN} = k \Delta x \Rightarrow \Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x = \frac{2\pi}{0.4} \times \frac{2}{15} = \frac{2\pi}{3}$$

$$\Delta \varphi_{MN} = \varphi_M - \varphi_N \Rightarrow \frac{2\pi}{3} = \varphi_M - \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_M = \frac{7\pi}{6}$$



گام چهارم: برای آنکه نقطه‌ی M به مکان $x = 2 \text{ cm}$ برسد باید تغییر فازی مطابق شکل به اندازه‌ی $\frac{4\pi}{3}$ رادیان داشته باشد.



$$\Delta \varphi = \omega \Delta t \Rightarrow \frac{4\pi}{3} = \frac{2\pi}{T} \Delta t \Rightarrow \frac{4\pi}{3} = \frac{2\pi}{0.01} \Delta t$$

گام پنجم: محاسبه‌ی زمان تغییر فاز نقطه‌ی M

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{1}{150}$$

سراسری-۱۳۹۴-سخت

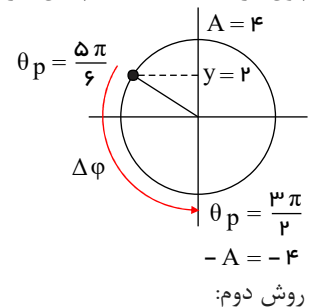
۴۱. گزینه ۳ روش اول:

$$\begin{cases} \frac{\lambda}{2} = 5 \Rightarrow \lambda = 10 m \\ \lambda = VT \Rightarrow 10 = 50 T \Rightarrow T = \frac{1}{5} s \\ \frac{y_P}{A} = \sin \theta_P \Rightarrow \frac{2}{4} = \sin \theta_P \Rightarrow \begin{cases} \theta_P = \frac{\pi}{6} \\ \theta_P = 5 \frac{\pi}{6} \end{cases} \end{cases}$$

چون ذره‌ی P به سمت پایین حرکت می‌کند.

$$\Delta \varphi = \frac{3\pi}{2} - \frac{5\pi}{6} = \frac{4\pi}{6} = \frac{2\pi}{3}$$

$$\Rightarrow \Delta t = 2 \frac{T}{6} = \frac{T}{3} = \frac{1}{5} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{15}$$

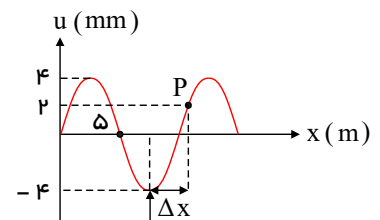


$$\frac{\lambda}{2} = 5 \Rightarrow \lambda = 10m$$

باید وضعیت (↑) به نقطه‌ی P برسد؛ یعنی موج به اندازه‌ی Δx نشان داده شده در شکل جلو برود.

$$\Delta x = \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{12} = \frac{\lambda}{3} = \frac{10}{3}m$$

$$\Delta x = V\Delta t \Rightarrow \frac{10}{3} = 50 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{15} s$$



گزینه ۲-۱۳۹۵-متوسط

۴۲. گزینه ۴

$$\bar{P} = 2\pi^2 \mu V f^2 A^2, \quad V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}, \quad E = \bar{P} \Delta t$$

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{8 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-2}} = 40 \times 10^{-3} \frac{kg}{m}$$

$$E = 2\pi^2 \times 40 \times 10^{-3} \times \sqrt{\frac{100}{40 \times 10^{-3}}} \times 400 \times 10^{-4} \times 30$$

$$\Rightarrow \bar{P} = 2\pi^2 \times 40 \times 50 \times 400 \times 30 \times 10^{-7} = 2 \times 4 \times 5 \times 4 \times 3 \times 10^{-1} = 48J$$

گزینه ۲-۱۳۹۵-متوسط

۴۳. گزینه ۲ با توجه به رابطه‌ی $f_n = \frac{nV}{2L}$ برای تار دو سر بسته داریم (n تعداد شکم‌ها می‌باشد)

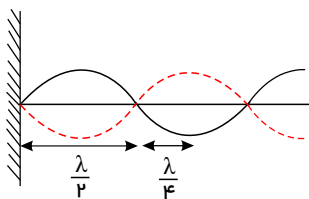
$$f_n = \frac{nV}{2L} \Rightarrow \frac{f_{n2}}{f_{n1}} = \frac{n_2}{n_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}} \frac{f_{n2}}{f_{n1}} = \frac{n_2}{n_1} \times \sqrt{\frac{F_2}{F_1}}$$

$$\Rightarrow \frac{1f}{f} = \frac{n_2}{1} \times \sqrt{\frac{4F}{F}} \Rightarrow n_2 = 4 \quad (\text{تعداد شکم})$$

سراسری-۱۳۹۳-سخت

۴۴. گزینه ۲ در محل انتهای بسته‌ی تار، گره تشکیل می‌شود، فاصله‌ی هر دو گره متوالی $\frac{\lambda}{2}$ و فاصله‌ی هر گره و شکم متوالی $\frac{\lambda}{4}$ است.

فاصله‌ی دومین شکم از انتهای بسته‌ی تار $\frac{3\lambda}{4}$ است.



$$\frac{3\lambda}{4} = 12cm \Rightarrow \lambda = 16cm$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow 0.16 = \frac{V}{150} \Rightarrow V = 24 \frac{m}{s}$$

گزینه ۲-۱۳۹۵-متوسط

۴۵. گزینه ۴ تار دو سر بسته با n شکم و $(n+1)$ گره ← هماهنگ n ام

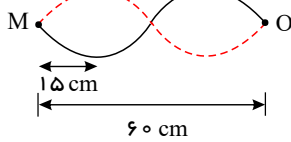
$$f_{3A} = f_{5B} \Rightarrow \frac{3VA}{2LA} = \frac{5VB}{2LB} \xrightarrow{\ell B = 2LA} \frac{3}{2}VA = \frac{5}{4}VB \Rightarrow \frac{VA}{VB} = \frac{5}{6}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow \frac{5}{6} = \sqrt{\frac{FA}{FB} \cdot \frac{AB}{AA}} \Rightarrow \frac{25}{36} = \frac{AB}{4AA} \Rightarrow \frac{AB}{AA} = \frac{25}{9} \Rightarrow \frac{rB}{rA} = \frac{5}{3}$$

گزینه ۲-۱۳۹۵-سخت

۴۶. گزینه ۱ وقتی توسط یک دی‌پازون در تار موج ایستاده تشکیل می‌شود، بسامد ارتعاش تار با بسامد دی‌پازون برابر است.

- با توجه به شکل مقابل، در حالت اول در تار ۳ گره و ۲ شکم ایجاد شده است. یعنی تار در هماهنگ دوم است و بسامد دیپازون یا بسامد هماهنگ دوم تار برابر است.



- در حالت دوم در تار ۴ گره و ۳ شکم تشکیل می شود؛ یعنی تار در هماهنگ سوم است. نتیجه‌ی این که هماهنگ دوم حالت نخست (A) با هماهنگ سوم حالت دوم (B) هم بسامد است.

$$f_{2A} = f_{3B} \Rightarrow \frac{2VA}{2l} = \frac{3VB}{2l} \Rightarrow \frac{VB}{VA} = \frac{2}{3}$$

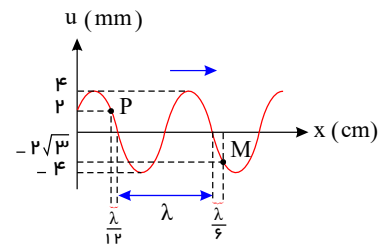
$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{FB}{FA} = \frac{4}{9}$$

$$F = mg \Rightarrow \frac{mB}{mA} = \frac{4}{9} \Rightarrow mB = \frac{4}{9} \times 3,6 = 1,6 \text{ kg}$$

- گزینه ۲-۱۳۹۵-سخت

۴۷. گزینه ۴ ابتدا با توجه به نقش موج فاز نقاط P و M را بدست می آوریم:

$$\sin \varphi_P = \frac{y}{A} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_P = \frac{\pi}{6} \text{ یا } \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$$



چون نقطه‌ی P در ناحیه‌ی اول است پس $\varphi_P = \frac{\pi}{6}$ قابل قبول است و همچنین برای نقطه‌ی M داریم:

$$\sin \varphi_M = \frac{y}{A} = \frac{-2\sqrt{3}}{4} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi_M = \frac{4\pi}{3} \text{ یا } \frac{5\pi}{3} \text{ rad}$$

چون ذره‌ی M در ناحیه‌ی چهارم است پس $\varphi_M = \frac{5\pi}{3} \text{ rad}$ صحیح می باشد.

اکنون با توجه به فازهای به دست آمده فاصله‌ی میان نقاط P و M را بر حسب طول موج به دست می آوریم:

$$\Delta x = \frac{\lambda}{12} + \lambda + \frac{\lambda}{6} = \frac{5\lambda}{4}$$

در نتیجه با استفاده از رابطه‌ی هم‌ارزی بین Δx و Δt داریم:

$$\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \frac{5\lambda}{4\lambda} = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \Delta t = \frac{5}{4}T \xrightarrow{T = \frac{1}{5} \text{ s}} \Delta t = \frac{5}{4} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{4} \text{ s}$$

- گزینه ۲-۱۳۹۶-متوسط

۴۸. گزینه ۳ ابتدا فاز نقطه‌ی A و سپس اختلاف فاز بین دو نقطه‌ی A و B را به دست می آوریم:

$$\sin \varphi_A = \frac{y}{A} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_A = \frac{\pi}{6} \text{ یا } \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$$

چون نقطه‌ی A از وضع تعادل دور می شود پس $\varphi_A = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$ قابل قبول است. اکنون اختلاف فاز بین دو نقطه‌ی A و B برابر است با:

$$\Delta \varphi = \omega \Delta t \xrightarrow{T = \frac{1}{10}} \Delta \varphi = \frac{2\pi}{1} \times \frac{7}{30} = \frac{14\pi}{3} = 4\pi + \frac{2\pi}{3} \text{ rad}$$

چون A نسبت به B به اندازه‌ی $\frac{2\pi}{3}$ رادیان تقدم فاز دارد، داریم:

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{2\pi}{3} \text{ rad} \Rightarrow \frac{\pi}{6} - \varphi_B = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow \varphi_B = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

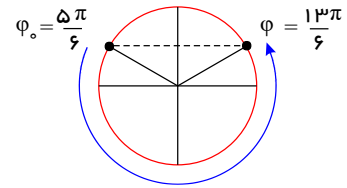
پس در این لحظه نقطه‌ی B در انتهای مسیر در بعد منفی قرار دارد، در نتیجه:

$$u_B = A \sin \varphi \Rightarrow u_B = 2 \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) = -2 \text{ mm}$$

-گزینه ۲-۱۳۹۶-سخت

۴۹. گزینه ۳ باتوجه به نمودار نقش موج ابتدا فاز نقطه P را در لحظه $t = 0$ و $t = \frac{1}{30} \text{ s}$ به دست می آوریم.

$$\sin \varphi_0 = \frac{y}{A} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{6} \text{ یا } \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$$



باتوجه به این که نقطه P در ناحیه دوم قرار دارد و به مرکز نوسان نزدیک می شود پس $\varphi_0 = \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$ صحیح می باشد.

$$\frac{\lambda}{4} = 50 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 2 \text{ m} \rightarrow \lambda = VT \Rightarrow 2 = 40 \times T \Rightarrow T = \frac{1}{20} \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{20}} = 40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \Rightarrow \varphi - \varphi_0 = \omega\Delta t \Rightarrow \varphi - \frac{5\pi}{6} = 40\pi \times \frac{1}{30} \Rightarrow \varphi = \frac{13\pi}{6} \text{ rad}$$

$$\varphi = \left(2\pi + \frac{\pi}{6}\right) \text{ rad}$$

مسافت طی شده در این بازه ی زمانی برابر با:

$$d = \frac{A}{2} + A + A + \frac{A}{2} = 3A = 3 \times 2 = 6 \text{ mm}$$

-گزینه ۲-۱۳۹۶-متوسط

۵۰. گزینه ۴

$$\frac{T}{2} = 0.1 \text{ s} \Rightarrow T = 0.2 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

در لحظه $t = 0$ فاز نقطه P برابر $\frac{\pi}{3}$ رادیان و فاز نقطه Q برابر $-\frac{5\pi}{6}$ رادیان است.

$$\Delta\varphi = \varphi_P - \varphi_Q = \frac{\pi}{3} - \left(-\frac{5\pi}{6}\right) = \frac{7\pi}{6} \text{ rad}$$

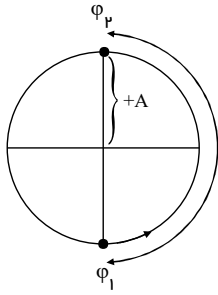
ضمناً توجه می کنیم که با گذشت زمان، اختلاف فاز میان دو نقطه عوض نمی شود، پس همان اختلاف فاز مربوط به لحظه $t = 0$ در همه ی زمان ها برقرار است.

$$\Delta\varphi = \frac{\omega}{V} \cdot \Delta x \Rightarrow \frac{7\pi}{6} = \frac{10\pi}{30} \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{21}{6} = \frac{7}{2} \text{ m}$$

توجه کنید که موج از P به Q می رود، پس P نسبت به Q تقدم فاز دارد و اختلاف فاز $\frac{5\pi}{6}$ رادیان نیست.

-گزینه ۲-۱۳۹۶-سخت

۵۱. گزینه ۲ باتوجه به نمودار نقش موج داریم:



$$\frac{3\lambda}{4} = 1,2m \Rightarrow \lambda = 1,6m$$

$$\lambda = VT \Rightarrow 1,6 = 16 \times T \Rightarrow T = 0,1s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0,1} = 20\pi \frac{rad}{s}$$

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t = 20\pi \times 0,05 = \pi rad$$

نقطه‌ی P ابتدا در فاز $\varphi_1 = \frac{3\pi}{2}$ است و پس از $0,05$ ثانیه در فاز φ_2 قرار می‌گیرد

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \Rightarrow \pi = \varphi_2 - \frac{3\pi}{2} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{5\pi}{2} rad$$

یعنی طبق دایره‌ی مرجع بُعد نقطه‌ی P برابر $u_P = +A = 1cm$ خواهد بود.

-گزینه ۲- ۱۳۹۶-سخت

۵۲. گزینه ۲ تابع موج در حالت کلی به صورت $u_y = A \sin(\omega t \pm kx)$ می‌باشد. چون در تار موج در جهت مثبت محور x ها منتشر

می‌شود، پس تابع موج آن به صورت $u_y = A \sin(\omega t - kx)$ خواهد بود. بنابراین لازم است تا ابتدا پارامترهای موج را بیابیم و داریم:

$$\omega = 2\pi f \xrightarrow{f=10Hz} \omega = 20\pi \frac{rad}{s}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m}{l}}} = \sqrt{\frac{Fl}{m}} = \sqrt{\frac{50 \times 20 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-3}}} = 20 \frac{m}{s}$$

$$u_y = A \sin(\omega t - kx) \xrightarrow{k=\frac{\omega}{V}} u_y = 2 \times 10^{-3} \sin(20\pi t - \frac{20\pi}{20}x)$$

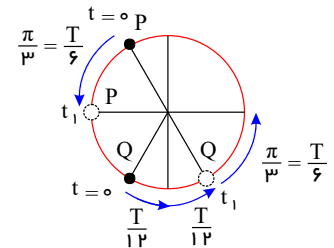
$$\Rightarrow u_y = 2 \times 10^{-3} \sin(20\pi t - \pi x)$$

-گزینه ۲- ۱۳۹۶-متوسط

۵۳. گزینه ۲ ابتدا مطابق نقش موج فاز نقاط Q و P را در لحظه‌ی $t = 0$ به دست می‌آوریم:

$$\sin \varphi_P = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \varphi_P = \begin{cases} \frac{\pi}{3} rad & \text{غ ق ق} \\ \frac{2\pi}{3} rad & \text{ق ق} \end{cases}$$

$$\sin \varphi_Q = \frac{-\sqrt{3}}{2} \rightarrow \varphi_Q = \begin{cases} \frac{4\pi}{3} rad & \text{ق ق} \\ \frac{5\pi}{3} rad & \text{غ ق ق} \end{cases}$$



مطابق شکل دایره مرجع پس از مدت $\frac{T}{6}$ ثانیه نقطه‌ی P برای نخستین بار به وضعیت $u = 0$ می‌رسد. پس در این مدت فاز نقطه‌ی Q برابر

است با:

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \rightarrow \varphi_Q - \frac{4\pi}{3} = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{6} \rightarrow \varphi_Q = \frac{5\pi}{3}$$

یعنی در لحظه‌ی t_1 نقطه‌ی Q در فاز $\frac{5\pi}{3}$ رادیان خواهد بود. بنابراین از این لحظه به بعد، مدت $\frac{T}{6}s$ طول می‌کشد تا برای نخستین بار

نقطه‌ی Q به وضعیت $u = 0$ برسد.

$$\Delta t = \frac{T}{6} \xrightarrow{T=\frac{1}{f}} \Delta t = \frac{1}{6f} = \frac{1}{60} s$$

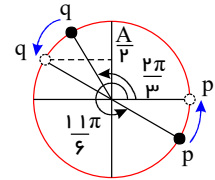
-گزینه ۲- ۱۳۹۶-سخت

۵۴. گزینه ۴ با محاسبه‌ی فاز نقاط p و q در لحظه‌ی $t = 0$ ، مکان نقاط p و q در لحظه‌ی $t = \frac{1}{24}s$ به دست می‌آید.

بنابراین داریم:

$$\sin \varphi_{\circ q} = \frac{y}{A} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}A}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi_{\circ q} = \begin{cases} \frac{\pi}{3} \text{ rad} \text{ ق ق} \\ \frac{2\pi}{3} \text{ rad} \text{ ق ق} \end{cases}$$

$$\sin \varphi_{\circ p} = \frac{y}{A} = \frac{-\frac{A}{2}}{A} = -\frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_{\circ p} = \begin{cases} \frac{7\pi}{6} \text{ rad} \text{ ق ق} \\ \frac{11\pi}{6} \text{ rad} \text{ ق ق} \end{cases}$$



با استفاده از نمودار نقش موج داریم:

$$\frac{3\lambda}{2} = 30 \Rightarrow \lambda = 20 \text{ m} \rightarrow \lambda = VT \Rightarrow 20 = 40 \times T \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{\frac{1}{2}} = 4\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t = 4\pi \times \frac{1}{24} = \frac{\pi}{6} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

یعنی هر کدام از نقاط p و q باید $\frac{\pi}{6}$ رادیان افزایش فاز دهند.

$$q: \varphi_q - \frac{2\pi}{3} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \varphi_q = \frac{5\pi}{6} \text{ rad} \Rightarrow u_q = +\frac{A}{2}$$

$$p: \varphi_p - \frac{11\pi}{6} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \varphi_p = 2\pi \text{ rad} \Rightarrow u_p = 0$$

-گزینه ۲-۱۳۹۶-سخت

۵۵. گزینه ۳

$$\left. \begin{aligned} A &= 3 \text{ mm} = 3 \times 10^{-3} \text{ m} \\ k &= \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{m}} \\ \omega &= kV = 10\pi \times 50 = 500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow u_x \text{ یا } z = A \sin(\omega t - ky) \Rightarrow u_x \text{ یا } z = 3 \times 10^{-3} \sin(500\pi t - 10\pi y)$$

-گزینه ۲-۱۳۹۶-متوسط