

## موج - سراسری

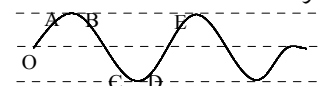
۱- ناظری که مقابل پلکان سنگی ایستاده است کف دستهای خود را به هم می‌زند و پژواک صدای دست خود را مستقلاً می‌شنود. اگر سرعت صوت در هوا  $v$  و عرض هر پله  $l$  باشد، تواتر صوتی که این ناظر در اثر پژواک می‌شنود برابر است با :

$$(1) \frac{v}{2l} \quad (2) \frac{v}{l} \quad (3) \frac{1}{v} \quad (4) \frac{2l}{v}$$

۲- وقتی صوت از هوا به آب منتقل می‌شود :

- (۱) طول موج ثابت می‌ماند و سرعت آن افزایش می‌یابد (۲) طول موج و سرعت آن هر دو افزایش می‌یابد  
(۳) طول موج و سرعت آن هر دو کاهش می‌یابد (۴) طول موج کاهش و سرعت آن افزایش می‌یابد

۳- شکل زیر انتشار امواج عرضی در طول یک طناب را موقعی نشان می‌دهد که سر طناب (نقطه O) دو ارتعاش کامل عمود بر انتشار طناب انجام داده است. کدام یک از نقاط دیگر با نقطه A هم‌فاز است؟



- (۱) B (۲) C  
(۳) D (۴) E

۴- تار مرتعشی به طول یک متر، ۲ گرم جرم دارد. این تار با نیروی  $20N$  کشیده می‌شود. اگر در طول تار فقط یک شکم تولید شود، بسامد تار برابر است با :

$$(1) 25\text{Hz} \quad (2) 50\text{Hz} \quad (3) 100\text{Hz} \quad (4) 200\text{Hz}$$

۵- دو تار مرتعش داریم که قطر اولی دو برابر قطر دومی است ولی طول، جنس و نیروی کشش هر دو یکسان است. نسبت بسامد صوت اصلی حاصل از تار اول به بسامد صوت اصلی حاصل از تار دوم برابر است با :

$$(1) 2 \quad (2) \sqrt{2} \quad (3) \frac{1}{2} \quad (4) \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۶- دو حرکت ارتعاشی هم‌امتداد به معادلات  $X_1 = 5\sin\pi t$  و  $X_2 = 5\cos\pi t$  در یک نقطه با هم تداخل می‌کنند دوره حرکت این نقطه چند ثانیه است؟

$$(1) 1 \quad (2) 2 \quad (3) \frac{\pi}{2} \quad (4) \pi$$

۷- دو آونگ ساده با طول مساوی با دامنه کم در یک مکان نوسان می‌کنند در لحظه‌ای که سرعت یکی صفر است سرعت دیگری ماکزیمم است اختلاف فاز بین حرکت آنها چند رادیان است؟

$$(1) \frac{\pi}{4} \quad (2) \frac{\pi}{3} \quad (3) \frac{\pi}{2} \quad (4) \pi$$

۸- موجی در یک محیط قابل ارتعاش به وجود می‌آوریم. اگر شدت منبع ارتعاش دو برابر شود سرعت انتشار موج چه تغییری می‌کند؟

- (۱) تغییر نمی‌کند (۲) چهار برابر می‌شود (۳) دو برابر می‌شود (۴) نصف می‌شود

۹- دو سیم هم جنس با قطر مقطع برابر به طولهای  $l_1$  و  $l_2$  دارای صوت اصلی هم فرکانس می‌باشند. نسبت نیروی کشش سیم دوم یعنی  $F_2$  برابر است با:

$$(1) \frac{l_1}{l_2} \quad (2) \frac{l_2}{l_1} \quad (3) \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \quad (4) \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2$$

۱۰- سرعت انتشار ارتعاشات عرضی در طول یک تار مرتعش با قطر مقطع تار چه نسبتی دارد؟

- (۱) عکس (۲) عکس با مجذور آن (۳) عکس با جذر آن (۴) مستقیم

۱۱- امواج حاصل از یک منبع ارتعاشی که تواتر آن ۲۰ هرتز است با سرعت ۴ متر بر ثانیه در امتداد خط مستقیم در محیط منتشر می‌شود فاصله دو نقطه متوالی که در فاز متقابلند چند متر است؟

$$(1) 0.1 \quad (2) 0.2 \quad (3) 2/5 \quad (4) 40$$

۱۲- سیمی به طول  $l$  و به جرم  $m$  با نیروی  $F$  و سیم دیگری به طول  $2l$  و جرم  $\frac{m}{2}$  با نیروی  $4F$  که بین دو نقطه ثابت کشیده شده‌اند مرتعش می‌شوند. سرعت انتشار امواج عرضی در سیم دوم چند برابر این سرعت در سیم اول است؟

$$(1) 2 \quad (2) 4 \quad (3) 8 \quad (4) 16$$

۱۳- اگر دامنه ارتعاشات یک منبع ارتعاشی دوبرابر شود، سرعت انتشار امواج در محیط چه تغییری می‌کند؟

- (۱) تغییر نمی‌کند. (۲) نصف می‌شود. (۳) دوبرابر می‌شود. (۴) چهار برابر می‌شود.

۱۴- تار مرتعشی به طول یک متر، صوتی به فرکانس ۳۰۰ هرتز تولید می‌کند. اگر نیروی کشش تار ۱۰۰ نیوتن و در طول آن ۴ گره وجود داشته باشد، جرم تار چند گرم است؟

$$(1) 1/5 \quad (2) 2/5 \quad (3) 3 \quad (4) 5$$

۱۵- امواج حاصل از یک منبع ارتعاشی در آب با سرعت ۱۵۴۰ متر بر ثانیه و در هوا با سرعت ۳۵۰ متر بر ثانیه منتشر می‌شود. اگر طول موج این امواج در آب ۱۱ متر باشد، طول موج آنها در هوا چقدر است؟

$$(1) 2/5 \quad (2) 4/4 \quad (3) 11 \quad (4) 4\sqrt{4}$$

۱۶- اگر نیروی کشش یک تار مرتعش را چهار برابر و طول تار را نصف کنیم فرکانس صوت اصلی آن چند برابر می‌شود؟

$$(1) 1 \quad (2) 2 \quad (3) 4 \quad (4) 8$$

۱۷- یک سر طنابی به طول ۲ متر و به جرم ۶۴ گرم به نقطه ای بسته شده است و سر دیگر آن با نیروی ۵۰۰ نیوتن کشیده می‌شود. سرعت انتشار امواج عرضی در این طناب چند متر بر ثانیه است؟

$$(1) 7/8 \quad (2) 12/5\sqrt{5} \quad (3) 15/6 \quad (4) 125$$

۱۸- اگر طول و نیروی کشش تار مرتعشی هر یک نصف شود، فرکانس صوت اصلی آن چند برابر می شود؟

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad (1) \quad \sqrt{2} \quad (2) \quad \frac{1}{4} \quad (3) \quad 4 \quad (4)$$

۱۹- یک منبع ارتعاشی امواجی با طول موج  $\lambda$  در محیط منتشر می کند. اختلاف فاز منبع با نقطه‌ای که به فاصله  $d$  از آن قرار دارد برابر است با :

$$\pi \frac{d}{\lambda} \quad (1) \quad \pi \frac{\lambda}{d} \quad (2) \quad 2\pi \frac{\lambda}{d} \quad (3) \quad 2\pi \frac{d}{\lambda} \quad (4)$$

۲۰- موجی مطابق شکل به مانع سختی برخورد کرده و منعکس می شود. موج بازتابیده کدام است؟



۲۱- در طول تار مرتعشی به هنگام تولید صدا ۳ گره موجود است. اگر نیروی کشش تار را ۴ برابر کنیم و باز هم تار، صوتی با همان فرکانس تولید کند در اینصورت در تار چند گره خواهد بود؟

$$2 \quad (1) \quad 3 \quad (2) \quad 4 \quad (3) \quad 5 \quad (4)$$

۲۲- امواج عرضی بر سطح آب با سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه منتشر می شود. اگر فرکانس منبع نوسان ۲۵ هرتز باشد، فاصله یک برآمدگی از فرورفتگی مجاورش چند سانتی متر است؟

$$1 \quad (1) \quad 2 \quad (2) \quad 3 \quad (3) \quad 4 \quad (4) \quad 5$$

۲۳- دو طناب از یک ماده که شعاع سطح مقطع یکی ۳ برابر دیگری است در یک نقطه به هم گره خورده‌اند و طناب مرکب را میان دو نقطه بسته‌ایم. نوساناتی با طول موج  $\lambda = 45 \text{ cm}$  در طناب نازک ایجاد می کنیم. طول موج ایجاد شده در طناب کلفت چند سانتی متر است؟

$$5 \quad (1) \quad 15 \quad (2) \quad 135 \quad (3) \quad 405 \quad (4)$$

۲۴- تواتر اصلی یک تار مرتعش  $f$  است. اگر نیروی کشش سیم ۲ برابر شود، فرکانس دومین هماهنگ آن چند  $f$  است؟

$$\sqrt{2} \quad (1) \quad 2\sqrt{2} \quad (2) \quad \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (3) \quad \frac{1}{(2\sqrt{2})} \quad (4)$$

۲۵- یک طناب سنگین از سقف آویخته است. محل آویز را در راستای افقی به نوسان می آوریم و ارتعاش در طول طناب ایجاد می شود. طول موج در قسمت پایینی طناب نسبت به نقاط نزدیک به محل آویز چگونه است؟

$$(1) \text{ مساوی} \quad (2) \text{ بزرگتر} \quad (3) \text{ کوچکتر} \quad (4) \text{ هر سه حالت ممکن است اتفاق بیفتد.}$$

۲۶- تار ی هماهنگ اول خود را تولید می کند. اگر نیروی کشش تار ۲ برابر شود، فاصله دو گره متوالی هماهنگ اول در این حالت نسبت به حالت اول چند برابر خواهد شد؟

$$\frac{1}{3} \quad (1) \quad 1 \quad (2) \quad \sqrt{2} \quad (3) \quad \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

۲۷- تواتر صوت اصلی یک تار مرتعش با نیروی  $F$  برابر  $f$  است. سیم را می کشیم تا طولش ۴ برابر شود تواتر اصلی آن با همان نیرو چند برابر  $f$  است؟

$$\frac{1}{4} \quad (1) \quad \frac{1}{2} \quad (2) \quad 2 \quad (3) \quad 4 \quad (4)$$

۲۸- حرکت ارتعاشی  $y = a \sin 100\pi t$  با سرعت ۲۰۰ متر بر ثانیه در یک محیط منتشر می شود. طول موج بر حسب متر کدام است؟

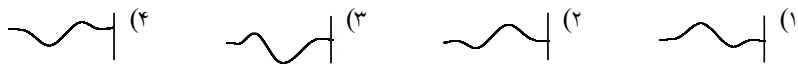
$$1 \quad (1) \quad 2 \quad (2) \quad 3 \quad (3) \quad 4 \quad (4) \quad 8$$

۲۹- روی یک طناب دو نقطه به فاصله ۱۲ سانتیمتر مشخص شده است. در حالی که یک سر طناب در حال ارتعاش است، دو نقطه یاد شده در فاز مخالفند، فرکانس ارتعاش را زیاد می کنیم، تا دو نقطه هم فاز شوند. فرکانس نسبت به حالت قبل چند برابر شده است؟

$$1/2 \quad (1) \quad 2/3 \quad (2) \quad 3 \quad (3) \quad 4$$

(۴) بسته به شرایط هر سه حالت ممکن است رخ دهد.

۳۰- موجی مطابق شکل در یک طناب که انتهایش به دیوار بسته شده تولید شده است. کدام گزینه موج برگشتی از دیوار را نشان می دهد؟



۳۱- جرم واحد طول در یک سیم که میان دو نقطه بسته شده است یکنواخت نبوده بلکه  $\mu_A > \mu_B$  است. یک طرف سیم به ارتعاش درآمده و نوسان به سر دیگر منتقل می شود. طول موج در حوالی نقطه  $A$  را  $\lambda_A$  و در حوالی نقطه  $B$  را

$\lambda_B$  می نامیم. کدام گزینه درست است؟

$$\lambda_B > \lambda_A \quad (1) \quad \lambda_B = \lambda_A \quad (2) \quad \lambda_B < \lambda_A \quad (3) \quad (4) \text{ داده های مساله کافی نیست}$$



۳۲- کدام گزینه نشان دهنده امواج قابل انتشار در مایعات است؟

$$(1) \text{ پیچشی} \quad (2) \text{ طولی} \quad (3) \text{ عرضی} \quad (4) \text{ هر سه موج}$$

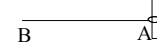
۳۳- دو آونگ ساده  $A$  و  $B$  را باهم با دامنه کم به نوسان درمی آوریم. پس از گذشت ۲ دقیقه و ۲۴ ثانیه آونگ  $B$  ده نوسان کامل از آونگ  $A$  جلو می افتد. اگر زمان نوسان کامل آونگ  $A$  برابر  $1/8$  ثانیه باشد، پریود آونگ  $B$  چند ثانیه

$$1/2 \quad (1) \quad 1/4 \quad (2) \quad 1/6 \quad (3) \quad 2 \quad (4)$$

۳۴- بسامد صوت سوم تار ی با نیروی کشش  $F$  برابر  $450 \text{ HZ}$  است. ارتفاع صوت اصلی آن با نیروی  $4F$  چند هرتز است؟

$$150 \quad (1) \quad 450 \quad (2) \quad 300 \quad (3) \quad 600 \quad (4)$$

۳۵- یک سر طنابی (نقطه A) مطابق شکل به پایه‌ای بسته شده و سر دیگر آن (نقطه B) با حرکت نوسانی ساده‌ای به ارتعاش درمی‌آید و امواج ایستاده در طول طناب تشکیل می‌شود. در طول طناب ۴ گره تشکیل شده و فاصله نقطه B از گره مجاور آن ۴ سانتی‌متر می‌شود. طول طناب چند سانتی‌متر است؟



(۱) ۱۲ (۲) ۱۶ (۳) ۲۰ (۴) ۲۸

۳۶- موج ایجاد شده در تار و موج صوتی حاصل از آن در هوا به ترتیب از چه نوع هستند؟

(۱) طولی - عرضی (۲) طولی - طولی (۳) عرضی - عرضی (۴) عرضی - طولی

۳۷- نیروی کشش تار را دو برابر و طول آن را نصف کرده‌ایم. سرعت انتشار موج در آن چند برابر می‌شود؟

(۱)  $\frac{1}{2}$  (۲)  $\sqrt{2}$  (۳) ۱ (۴) ۲

۳۸- دو حرکت نوسانی هم‌امتداد و هم‌پریود اولی با دامنه ۴ cm و دومی با دامنه ۶ cm با اختلاف فاز  $\pi$  به یک نقطه از محیط ارتعاش می‌رسند. دامنه حرکت ارتعاشی ترکیب این دو حرکت در این نقطه چند سانتیمتر است؟

(۱) ۲ (۲) ۴/۴۶ (۳) ۷/۲۰ (۴) ۱۰

۳۹- موج صوتی از یک محیط وارد محیط دیگری شده که سرعت انتشارش در آنجا نسبت به محیط اول زیادتر است. در این صورت کدام مطلب در مورد آن موج صوتی درست است؟

(۱) طول موج آن ثابت می‌ماند. (۲) طول موج آن کوتاه می‌شود. (۳) فرکانس آن زیاد می‌شود. (۴) فرکانس آن ثابت می‌ماند.

۴۰- معادله ارتعاشی یک نقطه از محیط انتشار به صورت  $y = 20 \sin\left(4t + \frac{\pi}{6}\right)$  می‌باشد. اگر سرعت انتشار موج در

این محیط ۲۰ m/s باشد. طول موج چند متر است؟

(۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۳۱/۴ (۴) ۶۲/۸

۴۱- اگر طول تار مرتعشی را دو برابر و نیروی کشش آن را نیز دو برابر کنیم، تواتر صوت اصلی چند برابر می‌شود؟

(۱)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$  (۲)  $\sqrt{2}$  (۳) ۱ (۴) ۴

۴۲- نسبت فرکانس اشعه گاما با طول موج ۰/۰۱ آنگستروم به فرکانس نور زرد با طول موج ۰/۶ میکرون برابر است با :

(۱) ۶۰ (۲)  $\frac{1}{60}$  (۳)  $\frac{1}{6} \times 10^5$  (۴)  $6 \times 10^5$

۴۳- دو موج هم‌امتداد به معادلات  $y_1 = 2 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)$  و  $y_2 = a \sin(\omega t + \phi)$  با هم ترکیب شده‌اند اگر معادله

موج برآیند بصورت  $y = \cos \omega t$  باشد  $a$  و  $\phi$  کدامند؟

(۱)  $\frac{\pi}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}$  (۲)  $\frac{\pi}{6}, \frac{\sqrt{3}}{2}$  (۳)  $\pi, \sqrt{3}$  (۴)  $\frac{\pi}{6}, 3$

۴۴- طول یکی از سیم‌های یک ساز موسیقی ۴۵ سانتیمتر است و روی تواتر ۵۰۰ هرتز کوک شده است طول موج هماهنگ سوم این نت در سیم چند سانتیمتر است؟

(۱) ۲۰ (۲) ۳۰ (۳) ۶۰ (۴) ۲۲

۴۵- وقتی نور تک‌رنگی از هوا وارد یک منشور می‌شود طول موج نور و سرعت انتشار آن به ترتیب چه تغییری می‌کند؟

(۱) اولی افزایش و دومی کاهش می‌یابد (۲) اولی ثابت می‌ماند و دومی کاهش می‌یابد (۳) اولی کاهش می‌یابد و دومی ثابت می‌ماند (۴) هر دو کاهش می‌یابند

۴۶- معادله ارتعاش نقاط M و N از یک محیط قابل ارتعاشی که از یک منبع موج دریافت می‌کنند به ترتیب  $y_M = r \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$  و  $y_N = r \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$  است. اگر طول موج ۸۰ cm باشد کمترین فاصله M از N

چند سانتیمتر است؟

(۱) ۴۰ (۲) ۳۰ (۳) ۲۰ (۴) ۱۰

۴۷- اختلاف فاز دو نقطه در محیط انتشار یک موج با فرکانس ۵۰ Hz برابر  $\frac{3\pi}{4}$  است. اگر سرعت انتشار موج ۸ متر بر ثانیه

باشد حداقل فاصله بین دو نقطه چند سانتی‌متر است؟

(۱) ۰/۶ (۲) ۶ (۳) ۶۰ (۴) ۶۰۰

۴۸- معادله یک منبع ارتعاشی به صورت  $y = a \sin\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$  و اختلاف فاز یک نقطه به فاصله ۲۵ سانتیمتر از

منبع  $\frac{\pi}{4}$  است. سرعت انتشار چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۳۰ (۲) ۶۰ (۳) ۱۲۰ (۴) ۲۴۰

۴۹- نیروی کشش تار ۴ برابر و طول آن نصف می‌شود. در این حالت فرکانس تار و سرعت صوت آن در هوا چند برابر می‌شود؟

(۱) ۲ و ۲ (۲) ۴ و ۱ (۳) ۴ و ۲ (۴) ۸ و ۱

۵۰- در یک محیط قابل ارتعاش نزدیکترین فاصله بین دو نقطه (در راستای انتشار) با اختلاف فاز  $\frac{\pi}{8}$  برابر ۴ سانتیمتر است.

طول موج ارتعاشات چند سانتیمتر است؟

(۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) ۴۰

۵۱- در امواج ساکن زمان لازم برای انتشار موج از یک گره تا نزدیکترین شکم چند برابر پریود است؟

(۱)  $\frac{1}{8}$  (۲)  $\frac{1}{4}$  (۳)  $\frac{1}{2}$  (۴) ۱

۵۲- تار مرتعشی بطول یک متر و به جرم ۵ گرم با نیروی ۵۰ نیوتن کشیده شده است. سرعت انتشار ارتعاشات عرضی در این تار چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۳/۱۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۳۱۵

۵۳- برای نور تکرنگی ضریب شکست شیشه  $\frac{3}{2}$  و ضریب شکست آب  $\frac{4}{3}$  است. نسبت فرکانس این نور در شیشه به فرکانس آن در آب کدام است؟

(۱)  $\frac{8}{9}$  (۲) ۱ (۳)  $\frac{9}{8}$  (۴) ۲

۵۴- معادله موجی (در سیستم SI) در یک محیط  $y = \sin(100t - 20x)$  است. سرعت انتشار این موج چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۵ (۲) ۶۰ (۳)  $0.2$  (۴) ۲۰۰۰

۵۵- امواج حاصل از ارتعاشات ذره‌ای که معادله آن در SI،  $y = 0.05 \sin 8\pi t$  است با سرعت  $20 \text{ m/s}$  در راستای مستقیم منتشر می‌شود. فاصله دو نقطه متوالی در فاز متقابل چند سانتی‌متر است؟

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴) ۵۰

۵۶- سیمی به طول ۱ متر و به جرم ۴ گرم که با نیروی کشش ۹۰ نیوتن بین دو نقطه کشیده شده است مرتعش می‌شود. سرعت انتشار امواج عرضی در طول این سیم چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۳۶۰ (۲) ۱۵۰ (۳)  $30.3 \sqrt{10}$  (۴)  $3 \sqrt{10}$

۵۷- یک منبع موج امواجی با فرکانس ۱۰ هرتز ایجاد می‌کند که با سرعت  $0.5$  متر بر ثانیه در یک محیط منتشر می‌شود. فاصله نزدیک‌ترین نقطه‌ای که با منبع موج در فاز متقابل است چند سانتیمتر است؟

(۱)  $5/7$  (۲) ۵ (۳)  $2/5$  (۴)  $1/25$

۵۸- طول تار مرتعشی را سه برابر می‌کنیم. با نیروی کشش ثابت فرکانس صوت اصلی چند برابر می‌شود؟

(۱) ۹ (۲) ۳ (۳)  $\frac{1}{9}$  (۴)  $\frac{1}{3}$

۵۹- در امواج ساکن، فاصله سومین، شکم تا مانع سخت برابر است با:

(۱)  $\frac{3}{4} \lambda$  (۲)  $\frac{5}{4} \lambda$  (۳)  $\frac{3}{2} \lambda$  (۴)  $\frac{2}{3} \lambda$

۶۰- موجی فاصله بین دو نقطه از محیط انتشار را در مدت زمانی برابر با  $\frac{1}{3}$  زمان تناوب طی می‌کند. اختلاف فاز بین این دو نقطه برابر است با:

(۱)  $\frac{\pi}{3}$  (۲)  $\frac{\pi}{6}$  (۳)  $\frac{4\pi}{3}$  (۴)  $\frac{2\pi}{3}$

۶۱- تواتر صوت اصلی و جرم دو تار مرتعش باهم برابرند. اگر طول و نیروی کشش دو تار را به ترتیب با  $(F, L)$  و  $(F', L')$  نشان دهیم. کدام گزینه درست است؟

(۱)  $\left(\frac{F'}{F}\right)^2 = \frac{L}{L'}$  (۲)  $\frac{F'}{F} = \frac{L'}{L}$  (۳)  $\frac{F'}{F} = \left(\frac{L'}{L}\right)^2$  (۴)  $\frac{F'}{F} = \frac{L}{L'}$

۶۲- تار به طول  $l$  را که  $m$  گرم جرم دارد و با نیروی  $F$  بین دو نقطه کشیده شده است، را مرتعش می‌کنیم. اگر تار دیگری به طول  $\frac{5l}{4}$  و جرم  $\frac{1}{8}m$  را با همان نیروی کشش مرتعش کنیم، سرعت انتشار امواج عرضی در آن چند برابر سیم اول است؟

(۱) ۱ (۲)  $\frac{25}{16}$  (۳)  $\frac{5}{4}$  (۴)  $\frac{4}{5}$

۶۳- سرعت انتشار موجی  $\frac{20}{s}$  و فرکانس آن  $50 \text{ Hz}$  است. حداقل فاصله دو نقطه که در راستای انتشار موج قرار دارند و با یکدیگر هم‌فازند، چند سانتیمتر است؟

(۱) ۴۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۲۰۰

۶۴- معادله حرکت ارتعاشی یک نقطه از محیط قابل ارتعاشی که به فاصله  $x$  از مبدا ارتعاش واقع شده است، به صورت  $y = 0.02 \sin \pi(2t - 0.5x)$  در سیستم (SI) است. طول موج این ارتعاش چند متر است؟

(۱) ۴ (۲) ۲۰ (۳)  $\frac{10}{\pi}$  (۴)  $4\pi$

۶۵- در یک موج بسامد زاویه‌ای  $80 \text{ rad/s}$  و سرعت انتشار  $20 \text{ m/s}$  است. عدد موج چند  $\text{rad/m}$  است؟

(۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۱۰

۶۶- یکی عدد موج در SI کدام است؟

(۱) متر (۲) هرتز (۳) رادیان بر متر (۴) رادیان بر ثانیه

۶۷- اگر موجی از محیطی وارد محیطی شود که سرعت انتشار در آنجا بیشتر باشد بسامد آن..... و طول موج آن.....

(۱) کاهش یافته - نیز کاهش می‌یابد (۲) کاهش یافته - ثابت می‌ماند  
(۳) ثابت مانده - افزایش می‌یابد (۴) افزایش یافته - نیز افزایش می‌یابد

۶۸- اگر معادله انتشار حرکات موجی در یک محیط به صورت  $y = 0.1 \sin(50\pi t - \pi x)$  باشد، (سیستم SI) طول موج در آن محیط چند متر است؟

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۲۵ (۴) ۵۰

۶۹- دو چشمه هم‌فاز و هم دوره، امواجی هم‌دامنه و هم‌راستا را در یک محیط منتشر می‌کنند. در نقاطی، دو موج اثر هم را کاملاً خنثی می‌کنند که:

(۱) فاصله‌شان از دو چشمه نور یکسان باشد.  
(۲) فاصله‌شان از هر چشمه، بزرگتر از فاصله بین دو چشمه باشد.  
(۳) اختلاف فاصله‌شان از دو چشمه مضرب زوجی از  $\frac{\lambda}{2}$  باشد.  
(۴) اختلاف فاصله‌شان از دو چشمه مضرب فردی از  $\frac{\lambda}{2}$  باشد.

۷۰- اگر موجی در یک محیط به صورت  $u = 2 \times 10^{-2} \sin 2\pi \left( 100t - \frac{x}{0.5} \right)$  (در SI) منتشر شود، سرعت انتشار موج

در آن محیط چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۷۵ (۴) ۱۰۰

۷۱- اگر در یک محیط انتشار موج، معادله ارتعاشی نقطه‌ای به فاصله  $d$  از منبع ارتعاش در SI بصورت

$$y = 0.04 \sin \left( \omega t - \frac{12\pi d}{v} \right)$$

(سرعت انتشار  $v$ ) دوره نوسان آن منبع چند ثانیه است؟

- (۱)  $\frac{1}{6}$  (۲) ۶ (۳)  $\frac{1}{\pi}$  (۴)  $\pi$

۷۲- سرعت انتشار ارتعاشاتی که معادله آن در SI به صورت  $y = 0.02 \sin(50\pi t - \pi x)$  است چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۲۵ (۳) ۵ (۴) ۱

۷۳- اگر نور تک رنگی از آب وارد هوا شود، بسامد، انرژی و طول موج وابسته به آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) افزایش - افزایش - کاهش  
(۲) ثابت - ثابت - افزایش  
(۳) کاهش - ثابت - کاهش  
(۴) کاهش - افزایش - افزایش

۷۴- تابع یک موج در دو نقطه  $A$  و  $B$  به صورت  $U_A = a \sin \left( 100\pi t - \frac{\pi}{4} \right)$  و  $U_B = a \sin \left( 100\pi t - \frac{\pi}{\lambda} \right)$

است. اگر کمترین طول  $AB$  برابر ۵ سانتی‌متر باشد، سرعت انتشار موج در محیط چند m/s است؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳) ۶۰ (۴) ۸۰

۷۵- سرعت انتشار موج در یک طناب کشیده  $200 \text{ m/s}$  است. موجی با بسامد  $f = 400 \text{ Hz}$  در آن منتشر شده و در انتهای

آن بازتاب می‌کند. فاصله یک گره از شکم پهلویی چند سانتیمتر است؟

- (۱)  $12/5$  (۲) ۲۵ (۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰

۷۶- روی یک طناب امواج ساکن تشکیل شده است. کدام گزینه درباره نوسان نقطه معینی از طناب درست است؟

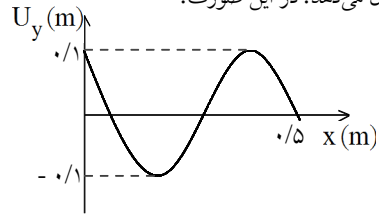
- (۱) بسامدش متغیر است.  
(۲) فازش ثابت است.  
(۳) دامنه‌اش متغیر است.  
(۴) دامنه‌اش ثابت است.

۷۷- تابع موج در نقطه‌های  $A$  و  $B$  از یک محیط عبارتست از:  $y_A = A \sin \left( 20\pi t - \frac{\pi}{6} \right)$  و  $y_B = A \sin \left( 20\pi t - \frac{\pi}{3} \right)$

اگر سرعت انتشار موج در محیط مزبور ۶ متر بر ثانیه باشد، فاصله نقطه  $B$  از نقطه  $A$  چند سانتی‌متر است؟

- (۱) صفر (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴) ۲۰۰

۷۸- شکل مقابل منحنی  $U_y$  بر حسب  $x$  برای یک موج سینوسی را نشان می‌دهد. در این صورت:



(۱) دوره نوسان  $0.4$  ثانیه و فاز اولیه  $\frac{\pi}{4}$  است.

(۲) دوره نوسان یک ثانیه و دامنه نوسان  $0.1$  متر است.

(۳) طول موج  $0.2$  متر و فاز اولیه  $\frac{\pi}{4}$  است.

(۴) طول موج  $0.4$  متر و دامنه نوسان  $0.1$  متر است.

۷۹- کمترین فاصله بین دو نقطه از محیط انتشار موج که با هم اختلاف فاز  $\frac{\pi}{3}$  دارند برابر  $25 \text{ cm}$  است. اگر سرعت انتشار

موج  $300 \text{ m/s}$  باشد، دوره نوسانات این موج چند ثانیه است؟

- (۱)  $5 \times 10^{-2}$  (۲)  $6 \times 10^{-2}$  (۳)  $5 \times 10^{-3}$  (۴)  $6 \times 10^{-3}$

۸۰- معادله مکان موجی در یک محیط (در SI) به صورت  $y = A \sin 200t$  می‌باشد. اگر معادله نوسان نقطه  $M$  که به

فاصله  $x$  از مبدا قرار دارد به صورت  $y_M = A \sin(200t - 40x)$  باشد، سرعت انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $\frac{1}{5}$  (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴) ۱۵

۸۱- تغییر فاز یک نقطه‌ی معین از محیط انتشار موج، در مدت  $\frac{1}{4}$  دوره چند رادیان است؟

- (۱)  $\frac{\pi}{\lambda}$  (۲)  $\frac{\pi}{4}$  (۳)  $\frac{\pi}{2}$  (۴)  $\pi$

۸۲- یک منبع ارتعاش امواجی با بسامد  $1000 \text{ Hz}$  و طول موج  $0.3 \text{ m}$  منتشر می‌کند. چند ثانیه طول می‌کشد تا این امواج

مسافت ۱۵۰ متر را طی کند؟

- (۱)  $0.2$  (۲)  $0.5$  (۳) ۲ (۴) ۵

۸۳- طول موج نوری با بسامد  $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$  در خلأ چند میکرومتر است؟  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

- (۱) ۶۰۰ (۲) ۶۰ (۳) ۶ (۴)  $0.6$

۸۴- موجی با بسامد  $50 \text{ Hz}$  در محیطی منتشر می‌شود. اگر حداقل فاصله بین دو نقطه از آن محیط که با هم  $\frac{\pi}{3}$  اختلاف فاز

دارند  $50 \text{ cm}$  باشد، سرعت انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱۵۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۲۵۰۰ (۴) ۳۰۰

۸۵- موجی فاصله‌ی بین دو نقطه از محیط انتشار را در مدت زمانی برابر با  $\frac{1}{5}$  دوره طی می‌کند اختلاف فاز بین این دو نقطه

چند رادیان است؟

- (۱)  $\frac{\pi}{3}$  (۲)  $\frac{\pi}{5}$  (۳)  $\frac{2\pi}{3}$  (۴)  $\frac{2\pi}{5}$

۸۶- اختلاف فاز نوسانی بین موج فرودی و باز تابیده در انتهای بسته و باز (به ترتیب از راست به چپ) برابر کدام‌اند؟  
 (۱)  $\pi$  و  $\pi$  (۲) صفر و  $\pi$  (۳) صفر و صفر (۴)  $\pi$  و صفر

۸۷- سرعت انتشار موج در طول یک تار که جرم هر متر آن ۵ گرم است و تحت تاثیر نیروی کشش ۲۰۰ نیوتون می‌باشد چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۲۰۰

۸۸- موجی در محیطی یک بعدی با سرعت  $1/2 \text{ m/s}$  در حرکت است. اختلاف فاز دو نقطه از محیط که به فاصله‌ی ۲ متر از یکدیگرند در لحظه‌ی  $t_1 = 1 \text{ s}$  برابر  $\frac{\pi}{3}$  است. طول موج این موج چند متر و اختلاف فاز این دو نقطه در لحظه‌ی  $t_2 = 3 \text{ s}$  چند رادیان است؟

- (۱)  $\frac{\pi}{3}$  و ۱۲ (۲)  $\frac{\pi}{15}$  و ۱۲ (۳)  $\frac{\pi}{3}$  و ۶ (۴)  $\frac{11\pi}{15}$  و ۶

۸۹- موجی که معادله‌ی آن در SI به صورت  $y = A \sin(\omega t - 5\pi x)$  است. فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متر را در  $0.2$  ثانیه می‌پیماید. این موج در هر دقیقه چند نوسان انجام می‌دهد؟

- (۱) ۶۰۰ (۲) ۹۰۰ (۳) ۱۲۰۰ (۴) ۱۵۰۰

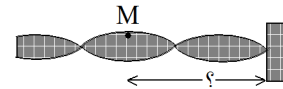
۹۰- امواج حاصل از یک منبع ارتعاشی که بسامد آن ۲۰ هرتز است با سرعت  $\frac{4}{5} \text{ m/s}$  در یک بُعد منتشر می‌شود. نزدیکترین فاصله‌ی بین دو نقطه که در فاز متقابل‌اند (با هم اختلاف فاز  $\pi$  دارند) چند متر است؟

- (۱)  $0.1$  (۲)  $0.2$  (۳)  $1/25$  (۴)  $2/5$

۹۱- تابعی موجی در SI به صورت  $y = 0.3 \sin(100\pi t - 4\pi x)$  است. سرعت انتشار این موج چند متر بر ثانیه و در چه جهتی است؟

- (۱) ۲۵، در جهت محور X (۲) ۲۵، در خلاف جهت محور X (۳) ۴۰، در جهت محور X (۴) ۴۰، در خلاف جهت محور X

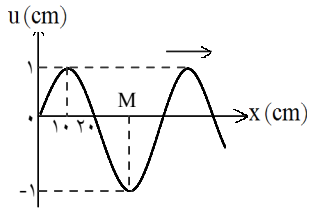
۹۲- در شکل مقابل که موج ایستاده را در طناب نشان می‌دهد، نقطه‌ی M در  $y = 0.1 \sin(60\pi t + \frac{\pi}{6})$  SI با معادله  $y = 0.1 \sin(60\pi t + \frac{\pi}{6})$  نوسان می‌کند. اگر سرعت



انتشار موج در این طناب  $\frac{12}{5} \text{ m/s}$  باشد، فاصله‌ی نقطه‌ی M تا انتهای طناب چند متر است؟

- (۱)  $1/15$  (۲)  $0.30$  (۳)  $0.60$  (۴)  $1/50$

۹۳- شکل موجی در لحظه‌ی  $t = 0$  مطابق شکل است. موج با سرعت  $\frac{4}{5} \text{ m/s}$  در حال انتشار در سوی محور X است. سرعت نقطه‌ی M از این محیط در لحظه‌ی  $t = 0.25 \text{ s}$  چند  $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$  است؟



- (۱)  $-10\pi$  (۲)  $+10\pi$  (۳)  $-20\pi$  (۴)  $+20\pi$

۹۴- معادله‌ی ارتعاشی یک چشمه‌ی موج در SI به صورت  $u = 2 \times 10^{-2} \sin(40\pi t + \frac{\pi}{6})$  است. این موج در محیط یک بعدی (راستی X) منتشر می‌شود. اگر این موج در خلاف جهت محور X با سرعت  $12 \text{ m/s}$  انتشار یابد، معادله‌ی حرکت نوسانی نقطه‌ی M از این محیط که به فاصله‌ی  $25 \text{ cm}$  از چشمه‌ی موج قرار دارد کدام است؟

(۱)  $u_m = -2 \times 10^{-2} \sin(40\pi t)$  (۲)  $u_m = -2 \times 10^{-2} \sin(40\pi t + \frac{7\pi}{3})$

(۳)  $u_m = -2 \times 10^{-2} \sin(40\pi t + \frac{5\pi}{6})$  (۴)  $u_m = -2 \times 10^{-2} \sin(40\pi t + \frac{7\pi}{6})$

۹۵- دو موج با معادله‌های  $u_1 = 0.4 \sin[2\pi(\Delta x - 50t)]$  و  $u_2 = 0.4 \sin[2\pi(5x + 50t)]$  در SI، روی ریسمانی حرکت می‌کنند. فاصله‌ی بین دو گره‌ی متوالی چند سانتی‌متر است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳)  $\frac{10}{\pi}$  (۴) ۵

۹۶- در سیم یک‌نواختی که بین دو نقطه‌ی ثابت، با نیروی معینی کشیده شده موج ایستاده ایجاد می‌کنیم. اگر همان سیم را دولا کنیم و تحت همان نیروی کشش قبلی بین دو نقطه‌ی ثابت دیگر قرار دهیم، بسامد موج ایستاده اصلی حاصل چند برابر خواهد شد؟

- (۱) ۲ (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳)  $\sqrt{2}$  (۴)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۹۷- منبع موجی در هر ثانیه ۲۰ نوسان کامل انجام می‌دهد و امواج حاصل با سرعت ثابت در یک محیط منتشر می‌شوند. اگر عدد موج برابر  $40\pi$  رادیان بر متر باشد، سرعت انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۱۰ (۴) ۲۰

۹۸- منبع تولید موج با معادله‌ی  $y = 0.4 \sin 10\pi t$  (در SI) نوسان می‌کند و موج حاصل با سرعت  $\frac{3}{2} \text{ m/s}$  در محیط منتشر می‌شود. نقطه‌ای از محیط که در فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متری از منبع قرار دارد در لحظه‌ی  $t = \frac{1}{20} \text{ s}$  در چند سانتی‌متری از

وضع تعادل خود قرار دارد؟

- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۴ (۴)  $2\sqrt{3}$

۹۹- تار مرتعشی با بسامد ۴۰۰ Hz ارتعاش می کند و در طول آن ۵ گره به وجود می آید. اگر طول تار ۴۰ cm باشد سرعت انتشار موج در تار چند  $\frac{m}{s}$  است؟ (دو انتهای تار ثابت است)

- (۱) ۴۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۲۰ (۴) ۱۶۰

۱۰۰- طول موج نور نارنجی در هوا  $6 \times 10^{-7} m$  است. بسامد این نور در آب چند هرتز است؟  
(ضریب شکست آب  $\frac{4}{3}$  و  $V = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  در هوا)

- (۱)  $3/75 \times 10^{14}$  (۲)  $5 \times 10^{14}$  (۳)  $6/6 \times 10^{14}$  (۴)  $8 \times 10^{14}$

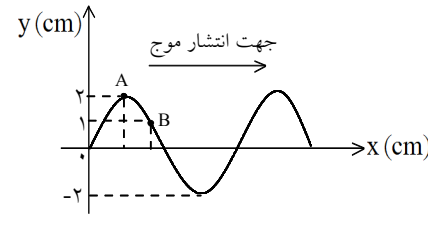
۱۰۱- موجی در یک طناب منتشر می شود و پس از بازتاب از انتهای ثابت طناب تشکیل موج ایستاده می دهد. اگر عدد موج  $10\pi$  رادیان بر متر باشد، گره ها در چند متری از انتهای ثابت تشکیل می شوند؟  
( $n = 0, 1, 2, \dots$ )

- (۱)  $n/1$  (۲)  $n/0.5$  (۳)  $(2n-1)/(0.1)$  (۴)  $(2n+1)/(0.05)$

۱۰۲- معادله موجی در SI به صورت  $u_y = 0.2 \sin(50\pi t - 50\pi x)$  است. این موج ..... است و با سرعت ..... متر بر ثانیه منتشر می شود.

- (۱) عرضی،  $\frac{\pi}{10}$  (۲) طولی،  $\frac{\pi}{10}$  (۳) عرضی،  $\frac{10}{\pi}$  (۴) طولی،  $\frac{10}{\pi}$

۱۰۳- شکل مقابل انتشار موج را در یک طناب نشان می دهد. اختلاف فاز دو نقطه A و B چند رادیان است؟



- (۱)  $\frac{\pi}{2}$  (۲)  $\frac{\pi}{3}$  (۳)  $\frac{\pi}{4}$  (۴)  $\frac{\pi}{6}$

۱۰۴- سیمی با چگالی  $\frac{g}{cm^3}$  و سطح مقطع یک میلی متر مربع بین دو نقطه با نیروی ۸۰ نیوتن کشیده شده است. سرعت

انتشار موج عرضی در این سیم چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۳۰۰ (۴) ۴۰۰

۱۰۵- موجی در یک محیط در حال انتشار است و معادله مکان نقطه A به صورت  $y_A = 5 \sin\left(4\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$  است.

که در آن y بر حسب سانتی متر و t بر حسب ثانیه است. اگر در یک لحظه معین مکان نقطه A برابر ۳ cm باشد، اندازهی مکان همان نقطه  $0.125$  ثانیه بعد، چند سانتی متر می شود؟

- (۱) ۴ (۲) ۵ (۳)  $3\sqrt{2}$  (۴)  $4\sqrt{2}$

۱۰۶- موج رادیویی با بسامد ۳۰۰ مگا هرتز در فضا پخش می شود. طول موج آن چند متر است؟ ( $C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ )

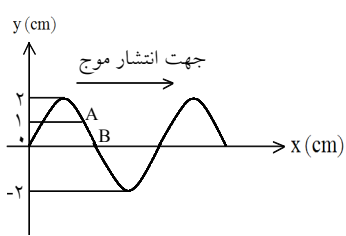
- (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۱۰۰ (۴) ۳۰۰

۱۰۷- موج عرضی با بسامد  $2/5$  هرتز در سطح آب تولید شده و با سرعت  $0.5 \frac{m}{s}$  منتشر می شود. فاصله بین دو قله ی

متوالی موج چند سانتی متر است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۴۰ (۴) ۶۰

۱۰۸- نقش موجی در لحظه  $t = 0$  مطابق شکل است. اختلاف فاز بین دو نقطه A و B در لحظه  $t = \frac{T}{6}$  چند رادیان



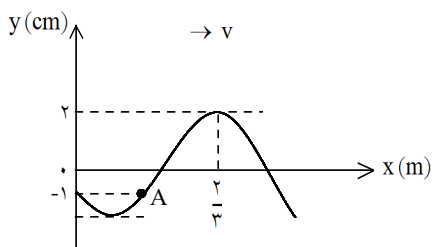
است؟ (T دوری موج است.)

- (۱)  $\frac{\pi}{2}$  (۲)  $\frac{\pi}{3}$  (۳)  $\frac{\pi}{6}$  (۴)  $\frac{2\pi}{3}$

۱۰۹- در طنابی که ابتدای آن ثابت و انتهای آن آزاد است موج ایستاده تشکیل شده است. اگر فاصله بین دو گره متوالی در آن  $10 \text{ cm}$  و طول طناب  $45 \text{ cm}$  باشد، تعداد گره ها و شمارهی هماهنگ به ترتیب کدام است؟

- (۱) ۵، ۳ (۲) ۵، ۵ (۳) ۷، ۴ (۴) ۹، ۵

۱۱۰- نقش موجی در لحظه  $t = 0$  مطابق شکل است. اگر سرعت انتشار موج  $10 \frac{m}{s}$  باشد، در لحظه  $t = \frac{1}{6} s$  مکان



نوسان گر چند سانتی متر است؟

- (۱) -۱ (۲) ۱ (۳) -۲ (۴) ۲

۱۱۱- معادله ی یک منبع ارتعاشی در SI به صورت  $y = 0.1 \sin\left(12\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$  است و نقطه ای که در فاصله ی ۲۵

سانتی متری مبدأ قرار دارد با مبدأ  $\frac{\pi}{4}$  اختلاف فاز دارد. سرعت انتشار موج حداکثر چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۱۰ (۴) ۱۲

۱۱۲- معادله‌ی حرکت نوسانی چشمه‌ی موجی در SI به صورت  $y = A \sin(\omega t + \phi_0)$  است. اگر این نوسان‌ها در یک

محیط با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  انتشار یابد و طول موج برابر  $0.8$  متر باشد،  $\omega$  چند رادیان بر ثانیه است؟

- (۱)  $25\pi$  (۲)  $50\pi$  (۳)  $100\pi$  (۴)  $200\pi$

۱۱۳- طول تار مرتعشی یک متر و جرم آن  $10$  گرم است. اگر تار با نیروی کشش  $100$  نیوتون بین دو نقطه بسته شود، بسامد هماهنگ دوم آن چند هرتز می‌شود؟

- (۱)  $35$  (۲)  $50$  (۳)  $100$  (۴)  $200$

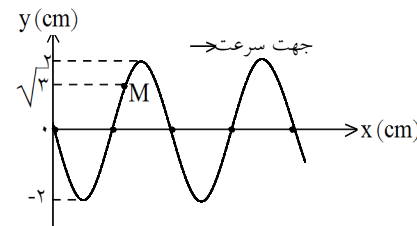
۱۱۴- چشمه‌ی موجی با معادله‌ی  $x = A \sin \omega t$  نوسان می‌کند و موج حاصل در یک بعد منتشر می‌شود. اگر طول موج برابر  $2$  متر باشد، معادله‌ی نوسانی نقطه‌ای که در فاصله‌ی  $40$  سانتی‌متری چشمه قرار دارد، به صورت  $x = A \sin(\omega t - \theta)$  است.  $\theta$  چند رادیان است؟

- (۱)  $\frac{\pi}{4}$  (۲)  $\frac{\pi}{6}$  (۳)  $\frac{2\pi}{5}$  (۴)  $\frac{4\pi}{9}$

۱۱۵- تابع موجی به صورت  $U_x = A \sin(\omega t - ky)$  است. این موج ..... است و در جهت محور ..... در حال انتشار است.

- (۱) طولی - x (۲) عرضی - y (۳) عرضی - x (۴) طولی - y

۱۱۶- شکل مقابل، نقش موجی به بسامد  $20 \text{ Hz}$  را در لحظه‌ی  $t = 0$  نشان می‌دهد. بزرگی شتاب متوسط ذره‌ی M در بازه‌ی  $(0 \text{ تا } \frac{1}{3})$  ثانیه چند  $\frac{m}{s^2}$  است؟



- (۱)  $24/2\sqrt{3}$  (۲)  $24/2\pi$  (۳)  $19/2\sqrt{3}$  (۴)  $19/2\pi$

۱۱۷- مساحت مقطع یک سیم  $10^{-6}$  مترمربع است و چگالی آن  $\frac{6}{4} \frac{gr}{cm^3}$  است. اگر این سیم با نیروی  $4$  نیوتون کشیده

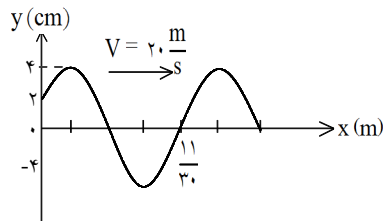
شود، سرعت انتشار امواج عرضی در آن چند متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $25$  (۲)  $5 \times 10^3$  (۳)  $250$  (۴)  $50$

۱۱۸- تار به جرم  $160$  گرم و به طول  $80 \text{ cm}$  بین دو نقطه با نیروی کشش  $20$  نیوتون محکم بسته شده است. سرعت انتشار موج عرضی در این تار چند متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $10$  (۲)  $20$  (۳)  $40$  (۴)  $100$

۱۱۹- شکل مقابل نقش موج عرضی را در یک طناب در لحظه‌ی  $t = 0$  نشان می‌دهد که در جهت محور x در حال انتشار است. تابع موج در SI کدام است؟



$$u_y = 0.4 \sin\left(50\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{5}{3}\pi x\right) \quad (1)$$

$$u_y = 0.4 \sin\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6} - 5\pi x\right) \quad (2)$$

$$u_y = 0.4 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} - 5\pi x\right) \quad (3)$$

$$u_y = 0.4 \sin\left(50\pi t + \frac{5\pi}{6} - \frac{5}{3}\pi x\right) \quad (4)$$

۱۲۰- قطر مقطع یک سیم مرتعش یک میلی‌متر، چگالی آن  $\frac{gr}{cm^3}$  و طول آن  $80 \text{ cm}$  است. اگر یک موج عرضی در ملت

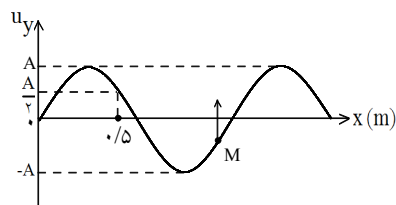
$0.2$  ثانیه طول سیم را طی کند، نیروی کشش سیم چند نیوتون است؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱)  $4/8$  (۲)  $9/6$  (۳)  $12/4$  (۴)  $16/2$

۱۲۱- تابع موج عرضی که در یک بُعد منتشر می‌شود، در SI به صورت  $u_y = 0.2 \sin(10\pi t - 4\pi x)$  است. سرعت ذره‌ای از محیط انتشار که در مکان  $x = 50 \text{ cm}$  قرار دارد، در لحظه‌ی  $t = \frac{1}{3} \text{ s}$  چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $0.1\pi$  (۲)  $10\pi$  (۳)  $0.1\sqrt{3}\pi$  (۴)  $10\sqrt{3}\pi$

۱۲۲- شکل روبه‌رو، نقش موجی را در یک لحظه نمایش می‌دهد. اگر در این لحظه نقطه‌ی M از محیط، در حال بالا رفتن باشد، موج در ..... محور X منتشر می‌شود و طول موج آن ..... متر است.



- (۱) جهت،  $\frac{4}{3}$  (۲) جهت،  $\frac{6}{5}$  (۳) خلاف جهت،  $\frac{4}{3}$  (۴) خلاف جهت،  $\frac{6}{5}$

۱۲۳- تابع موجی در SI به صورت  $u_y = 0.1 \sin(10\pi t - 4\pi x)$  است. این موج در ملت چند ثانیه در مسیر مستقیم

به اندازه‌ی  $12/5$  سانتی‌متر منتقل می‌شود؟

- (۱)  $0.5$  (۲)  $1$  (۳)  $1/5$  (۴)  $2$



## جواب موج - سراسری

۱- فرض کنیم شخص کف دست خود را به هم می‌زند و در ملت  $t_A$  موج صوت حاصل از  $t_B$  بر هم زدن کف دستها بازگشته، به گوش وی می‌رسد و در ملت  $t_B$  موج حاصل از بر هم زدن کف دستها به لبه  $B$  خورده و به گوش شنونده می‌رسد. بنابراین پریود اثر پژواک،  $t_B - t_A$  خواهد بود. پس:

$$t_B - t_A = \frac{2 \times \text{طول پله}}{\text{سرعت صوت}} = \frac{2l}{V} \Rightarrow f = \frac{V}{2l}$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۲- سرعت صوت در مایعات از سرعت صوت در گازها بیشتر است، بنابراین وقتی صوت از هوا وارد آب می‌شود، سرعتش افزایش می‌یابد. از آنجا که فرکانس (بسامد) امواج (از جمله صوت) به منبع تولید موج بستگی دارد و با تغییر محیط انتشار، تغییر نمی‌کند، با توجه به رابطه  $v = \lambda f$ ، با افزایش سرعت صوت ( $v$ ) و ثابت بودن فرکانس صوت ( $f$ ) طول موج صوت افزایش می‌یابد. پس گزینه ۲ صحیح است.

۳- نقاط هم‌فاز، نقاطی هستند که در یک وضع ارتعاشی بوده و به اندازه  $\lambda$  (طول موج) با هم فاصله داشته باشند و یا به عبارت دیگر نقاط هم‌فاز، دارای جابجایی‌های یکسان هستند. پس نقطه  $E$  با  $A$  هم‌فاز است و گزینه ۴ صحیح است.

۴- از آنجا که در طول تار یک شکم ایجاد شده است ( $K = 1$ ) بنابراین تار، صوت اصلی را تولید می‌کند:

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{20}{0.02}} = 50 \text{ Hz}$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۵- تواتر (ارتفاع) صوت اصلی تار با قطر تار نسبت معکوس دارد:

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{d_2}{2d_2} = \frac{1}{2}$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

۶- با توجه به اصل بر هم نهی موجها داریم:

$$X = X_1 + X_2 = 5 \sin \pi t + 5 \cos \pi t = 5 [\sin \pi t + \cos \pi t]$$

$$\Rightarrow X = 5\sqrt{2} \sin \left( \pi t + \frac{\pi}{4} \right) \Rightarrow W = \pi \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \pi \Rightarrow T = 2s$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۷- در حرکت نوسانی ساده سرعت در بعد ماکزیمم برابر صفر و در بعد صفر (وضع تعادل) مقدار ماکزیمم دارد. لذا وقتی یکی از دو آونگ در بعد ماکزیمم است دیگری در بعد صفر است. بنابراین اختلاف فاز آنها برابر  $\frac{\pi}{2}$  می‌باشد و گزینه ۳ جواب صحیح است.

۸- سرعت انتشار موج به خصوصیات محیط انتشار بستگی دارد و به ویژگی‌های منبع موج بستگی ندارد. پس با تغییر شدت ارتعاشات منبع سرعت انتشار موج تغییر نمی‌کند و گزینه ۱ جواب صحیح است.

۹- فرکانس صوت اصلی تار از رابطه  $f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  بدست می‌آید، که در این رابطه  $l$ ، طول تار و  $F$ ، نیروی کشش تار

و  $\mu$  جرم واحد طول تار هستند. از آنجا که دو سیم هم جنس با قطر مقطع برابر هستند، پس  $\mu = \mu_1 = \mu_2$

$$f_1 = f_2 \quad \text{و} \quad f_2 = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{F_2}{\mu}} \quad \text{و} \quad f_1 = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{F_1}{\mu}} \Rightarrow \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{F_1}{\mu}} = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{F_2}{\mu}} \Rightarrow \sqrt{\frac{F_1}{F_2}} = \frac{l_1}{l_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \left( \frac{l_1}{l_2} \right)^2$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

۱۰- سرعت انتشار ارتعاشات عرض در تار از رابطه  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  بدست می‌آید. که  $\mu$  جرم واحد طول تار است پس:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\frac{M}{L}}} = \sqrt{\frac{FL}{M}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho v}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho \cdot A \cdot L}}$$

$$A = \pi R^2 = \pi \left( \frac{d}{2} \right)^2 = \frac{\pi d^2}{4} \quad (A \text{ سطح مقطع سیم و } \rho \text{ چگالی سیم است.})$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot \frac{\pi d^2}{4}}} = \sqrt{\frac{4F}{\pi \rho d^2}} = \frac{2}{d} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}} \quad (R \text{ شعاع مقطع سیم و } d \text{ قطر آن است.})$$

پس سرعت انتشار ارتعاشات عرضی در تار مرتعش با قطر مقطع تار نسبت عکس دارد و گزینه ۱ جواب صحیح است.

۱۱- فاصله دو نقطه متوالی که در فاز متقابلند برابر  $\frac{\lambda}{2}$  است.

$$v = \lambda f \Rightarrow 4 = \lambda \times 2 \Rightarrow \lambda = 0.2 \Rightarrow \frac{\lambda}{2} = 0.1 \text{ m}$$

پس گزینه ۱ جواب صحیح است.

۱۲- سرعت انتشار امواج عرضی در سیم از رابطه  $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  بدست می‌آید که  $F$  نیروی کشش سیم و  $\mu$  جرم واحد طول سیم است و برابر با  $\mu = \frac{M}{L}$  می‌باشد.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{\frac{F_2}{\mu_2}}}{\sqrt{\frac{F_1}{\mu_1}}} = \sqrt{\frac{F_2 \mu_1}{F_1 \mu_2}} = \sqrt{\frac{F_2 L_1 M_1}{F_1 L_2 M_2}} = \sqrt{\frac{4F_1 \times 2L_1 M_1}{F_1 L_1 \times \frac{M_1}{4}}} = \sqrt{16} = 4$$

پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۱۳- دامنه موج از ویژگیهای منبع موج است و سرعت انتشار موج در یک محیط به دامنه موج که از ویژگیهای منبع موج است بستگی ندارد. بنابراین با تغییر دامنه ارتعاشات سرعت انتشار آن تغییر نمی‌کند و گزینه ۱ جواب صحیح است.

۱۴- فرکانس صوت تار مرتعش از رابطه  $f = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{FL}{M}}$  بدست می‌آید که  $k$  تعداد شکمها،  $F$  نیروی کشش تار،

$M$  جرم تار و  $L$  طول تار است. تعداد شکمها یکی کمتر از تعداد گره ها است پس:

$$k = 4 - 1 = 3 \quad 300 = \frac{3}{(2 \times 1)} \sqrt{\frac{100 \times 1}{M}} \Rightarrow M = 2/5 \times 10^{-3} \text{ Kg} \Rightarrow M = 2/5 \text{ gr}$$

گزینه ۲ جواب صحیح است.

۱۵- می‌دانیم رابطه فرکانس (بسامد) با سرعت و طول موج بصورت  $v = \lambda f$  بیان می‌شود که در آن  $\lambda$  طول موج،  $f$  فرکانس و  $v$  سرعت انتشار موج است. چون فرکانس امواج از خصوصیات منبع موج است و به محیط انتشار بستگی ندارد. داریم:

$$v_1 = \lambda_1 f_1, \quad v_2 = \lambda_2 f_2, \quad f_1 = f_2$$

$$\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{1540}{11} = \frac{350}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 = 2/5 \text{ m}$$

که نتیجه می‌شود:

بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۱۶- فرکانس صوت اصلی تار مرتعش با طول آن نسبت معکوس و با جذر نیروی کشش نسبت مستقیم دارد یعنی

$$\frac{f}{f'} = \frac{l'}{l} \sqrt{\frac{F}{F'}} \Rightarrow \frac{f}{f'} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{F}{F'}} \Rightarrow f' = 4f$$

پس:  $f' = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{F}{F'}}$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۱۷- سرعت انتشار ارتعاش در یک طناب از رابطه  $V = \sqrt{\frac{FL}{M}}$  بدست می‌آید که  $F$  نیروی کشش طناب،  $M$  جرم طناب و  $L$  طول طناب است:

$$V = \sqrt{\frac{(500 \times 2)}{0.64}} = 125 \text{ m/s}$$

گزینه ۴ صحیح است.

۱۸- فرکانس صوت اصلی از رابطه  $f = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{FL}{\mu}}$  بدست می‌آید که در آن  $k$  تعداد شکمها،  $L$  طول تار،  $F$  نیروی

کشش تار و  $\mu$  جرم یک متر تار است. بنابراین:

$$\left(\frac{f'}{f}\right) = \frac{L}{L'} \sqrt{\frac{F'}{F}} = \frac{L}{\left(\frac{1}{2}L\right)} \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \left(\frac{f'}{f}\right) = \sqrt{2}$$

گزینه ۲ صحیح است.

۱۹- اگر فرض کنیم منبع ارتعاشی دارای معادله  $y = r \sin \omega t$  است، حرکت ارتعاشی نقطه  $M$  که به فاصله  $d$  از منبع قرار دارد پس از گذشت زمان  $t_m = \frac{d}{v}$  شروع می‌شود. یعنی حرکت ارتعاشی نقطه  $M$  در لحظه  $t$  برابر حرکت ارتعاشی منبع در لحظه  $t_m$  ثانیه قبل (یعنی  $t - t_m$ ) است.

$y_m$  در لحظه  $(t - t_m)$  در  $y_0$  در لحظه  $t$  (منبع را به  $O$  نشان داده‌ایم)

$$y_m = r \sin [\omega(t - t_m)] = r \sin [\omega t - \omega t_m] = r \sin \left[ \omega t - \frac{\omega d}{v} \right] \quad (I)$$

$$\left. \begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi}{T} \\ \lambda &= vT \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\omega}{v} = \frac{\left(\frac{2\pi}{T}\right)}{\left(\frac{\lambda}{T}\right)} \Rightarrow \frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (II)$$

$$(I), (II) \Rightarrow y_m = r \sin \left( \omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} \right)$$

بنابراین نقطه  $M$  به اندازه  $\frac{2\pi d}{\lambda}$  با منبع ارتعاشی اختلاف فاز دارد و گزینه ۴ صحیح است.

۲۰- می‌دانیم اگر موج به یک مانع سخت برخورد کند و بازتابیده شود، موج بازتابیده شده با موج اصلی  $\pi$  رادیان اختلاف فاز دارد و شکل آن بصورت وارونه است. همچنین می‌دانیم که قسمتی از موج که زودتر بوجود آمده باشد، زودتر هم در موقع برخورد با مانع منعکس می‌شود و شکل شماره ۱ چنین است و گزینه ۱ صحیح است.

۲۱- فرکانس  $k$  ام تارهای مرتعش از رابطه  $f = \frac{k}{\sqrt{L}} \sqrt{\frac{FL}{M}}$  بدست می‌آید که  $k$  تعداد شکمها،  $L$  طول تار و  $F$  نیروی

کشش تار و  $M$  جرم تار است. برای یک تار به ازای کشش های مختلف داریم:

$$\frac{(f')}{f} = \frac{k'}{k} \sqrt{\frac{F'}{F}}$$

$$\left. \begin{matrix} F' = 4F \\ f' = f \\ k = 2 \end{matrix} \right\} \Rightarrow 1 = \frac{k'}{2} \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow k' = 1$$

بنابراین تعداد شکمها ۱ عدد است و چون تعداد گره ها یکی بیشتر از تعداد شکمها است پس ۲ گره تشکیل شده است و گزینه ۱ صحیح است.

۲۲- فاصله میان یک برآمدگی و فرورفتگی مجاورش نصف طول موج است.

$$v = \lambda f \Rightarrow 0.5 = 25\lambda \Rightarrow \lambda = 0.02 \Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda_0} = 0.01 = 1 \text{ cm}$$

گزینه ۱ صحیح است.

۲۳- سرعت انتشار امواج عرضی در یک طناب به کشش  $F$  و طول  $L$  و جرم  $M$  از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}, \quad \mu = \frac{M}{L} = \frac{\rho v' L}{L} = \frac{(\rho \pi R^2 L)}{L} = \rho \pi R^2 \quad (v' \text{ حجم طناب است})$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\rho \pi R^2}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{F}{(\rho \pi R_1^2)}}}{\sqrt{\frac{F}{(\rho \pi R_2^2)}}} = \frac{R_2}{R_1} = 3$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{(\lambda_1 f_1)}{(\lambda_2 f_2)} = \frac{(\lambda_1 f)}{(\lambda_2 f)} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow 3 = \frac{45}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{45}{3} = 15 \text{ cm}$$

لذا گزینه ۲ صحیح است.

۲۴- فرکانس هماهنگ  $k$  ام یک تار مرتعش که دارای نیروی کشش  $F$  و جرم  $M$  و طول  $L$  است از رابطه  $f_k = \frac{k}{\sqrt{L}} \sqrt{\frac{FL}{M}}$  بدست می‌آید.

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{\left(\frac{2}{\sqrt{L}} \sqrt{\frac{FL}{M}}\right)}{\left(\frac{1}{\sqrt{L}} \sqrt{\frac{FL}{M}}\right)} \Rightarrow \frac{f_2}{f} = 2\sqrt{2} \Rightarrow f_2 = 2\sqrt{2}f$$

پس گزینه ۲ صحیح است.

۲۵- چون طناب سنگین است بنابراین کشش طناب در تمام نقاط آن یکسان نیست. در هر نقطه کشش طناب برابر وزن قسمت پایین طناب است لذا کشش در نقاط نزدیک به آویز بزرگتر است. سرعت انتشار امواج عرضی در طناب از

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{رابطه}$$

بدست می‌آید. بنابراین با افزایش  $F$  سرعت انتشار امواج افزایش می‌یابد و با توجه به رابطه

$\lambda = \frac{v}{f}$  با زیاد شدن  $v$  مقدار  $\lambda$  زیاد می‌شود. لذا طول موج در نقاط نزدیک به آویز بیشتر است و گزینه ۲ جواب صحیح است.

۲۶- وقتی تار ی هماهنگ اول خود را تولید می‌کند فاصله دوگره متوالی برابر طول تار است. اگر نیروی کشش تار را دو برابر کنیم باز هم در اثر تولید هماهنگ اول وضعیت فوق پیش می‌آید. یعنی باز هم فاصله دو گره متوالی برابر طول تار است. بنابراین نسبت فاصله دو گره متوالی در دو حالت یک است و گزینه ۲ جواب صحیح است.

۲۷- وقتی سیم بطور یکنواخت کشیده شود نازک می‌شود و طولش زیاد می‌شود در حالیکه به همان نسبت سطح مقطعش

کم می‌شود. اگر طول سیم ۴ برابر شود سطح مقطعش  $\frac{1}{4}$  می‌شود بنابراین قطرش  $\frac{1}{2}$  برابر می‌شود. چون نیروی کشش

تار تغییر نکرده است و در هر دو حالت صوت اصلی را ایجاد می‌کند پس داریم:

$$\frac{f'}{f} = \frac{D \times L}{D' \times L'} = \frac{DL}{\frac{1}{4} D \times 4L} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{1}{4}$$

پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

$$y = a \sin 100\pi t \Rightarrow \left. \begin{matrix} \omega = 100\pi \\ \omega = 2\pi f \end{matrix} \right\} \Rightarrow 100\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 50 \text{ Hz}$$

-۲۸

$$v = \lambda . f \Rightarrow 200 = 50 \lambda \Rightarrow \lambda = 4 \text{ m}$$

گزینه ۳ صحیح است.

$$۲۹- \text{ دو نقطه که در فاز متقابلند فاصلهشان از هم مضرب فردی از } \frac{\lambda}{۲} \text{ است یعنی: } \lambda_1 = \frac{۲۴}{۲k-۱} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{۲} = (۲k-۱) \Rightarrow ۱۲ = (۲k-۱)$$

$$\text{دو نقطه که هم فاز هستند فاصلهشان از هم مضرب صحیح } \lambda \text{ می باشد یعنی: } \lambda_2 = k\lambda_2 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{۱۲}{k}$$

از طرفی داریم:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{\frac{V}{\lambda_2}}{\frac{V}{\lambda_1}} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{۲۴}{۲k-۱}}{\frac{۱۲}{k}} = \frac{۲k}{۲k-۱}$$

$$\text{بر حسب اینکه } k \text{ برابر } ۱, ۲ \text{ یا } ۳ \text{ باشد } \frac{f_2}{f_1} \text{ برابر } \frac{۲}{۱}, \frac{۴}{۳} \text{ یا } \frac{۶}{۵} \text{ می شود. پس گزینه } ۴ \text{ جواب صحیح است.}$$

۳۰- چون قسمتی که برآمدگی بیشتری دارد هنگام رفت جلوتر است باید هنگام برگشت نیز جلوتر باشد. از طرفی موج برگشتی از مانع سخت دارای ۱۸۰ درجه اختلاف فاز با موج اولیه است (یعنی کاملاً وارونه می شود). موج گزینه شماره ۴ هر دو ویژگی فوق را دارد پس گزینه ۴ جواب صحیح است.

$$۳۱- \text{ سرعت انتشار امواج در یک سیم از رابطه } v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ بدست می آید که در آن } F \text{ نیروی کشش سیم و } \mu \text{ جرم}$$

واحد طول سیم است. از طرفی رابطه سرعت انتشار امواج با طول آنها و فرکانس بصورت  $v = \lambda \cdot f$  می باشد. بنابراین می توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} v_A &= \sqrt{\frac{F}{\mu_A}} \Rightarrow \lambda_A \cdot f = \sqrt{\frac{F}{\mu_A}} \\ v_B &= \sqrt{\frac{F}{\mu_B}} \Rightarrow \lambda_B \cdot f = \sqrt{\frac{F}{\mu_B}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \sqrt{\frac{\mu_B}{\mu_A}} \Rightarrow \lambda_A < \lambda_B$$

$\mu_B < \mu_A$

گزینه ۱ صحیح است.

۳۲- امواج قابل انتشار در مایعات امواج طولی هستند لذا گزینه ۲ جواب صحیح است.

۳۳- تعداد نوسانهای آونگ A از زمان کل و زمان نوسان آن بدست می آید:

$$n_A = \frac{۲ \times ۶۰ + ۲۴}{۱/۸} = \frac{۱۴۴}{۱/۸} = ۸۰$$

تعداد نوسانهای آونگ A

$$n_B = n_A + ۱۰ = ۸۰ + ۱۰ = ۹۰$$

تعداد نوسانهای آونگ B

$$T_B = \frac{۱۴۴}{n_B} = \frac{۱۴۴}{۹۰} = ۱/۶ \text{ s}$$

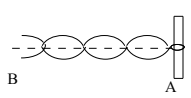
زمان نوسان آونگ B

بنابراین گزینه ۳ جواب صحیح است.

$$۳۴- \text{ ارتفاع صوت اصلی تار با نیروی کشش } F \text{ برابر است با: } f_1 = \frac{f_2}{۳} = \frac{۴۵۰}{۳} = ۱۵۰ \text{ HZ}$$

$$\frac{f'_1}{f_1} = \frac{\sqrt{\frac{F'}{\mu}}}{\sqrt{\frac{F}{\mu}}} = \sqrt{\frac{F'}{F}} = ۲ \Rightarrow f'_1 = ۲f_1 = ۲ \times ۱۵۰ = ۳۰۰ \text{ HZ}$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

$$۳۵- \text{ در نقطه B شکم ایجاد می شود و چون فاصله هر شکم از گره برابر } \frac{\lambda}{۴} \text{ است پس داریم:}$$


$$\frac{\lambda}{۴} = ۴ \text{ cm} \Rightarrow \lambda = ۱۶ \text{ cm}$$

$$l = ۳ \frac{\lambda}{۴} + \frac{\lambda}{۴} = v \times \frac{۱۶}{۴} = v \times ۴ = ۲۸ \text{ cm}$$

با توجه به شکل طول طناب برابر است با:

گزینه ۴ جواب صحیح است.

۳۶- موج ایجاد شده در تارها معمولاً عرضی و امواج صوتی در هوا به صورت طولی منتشر می شوند. لذا گزینه ۴ صحیح است.

$$۳۷- \text{ سرعت انتشار امواج عرضی در تارها از رابطه } v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ بدست می آید که } F \text{ نیروی کشش تار و } \mu \text{ جرم واحد}$$

$$\text{طول تار است. اگر طول تار نصف شود، جرم واحد طول آن تغییر نمی کند. پس داریم:}$$

$$\left. \begin{aligned} F &= F' \\ \mu &= \mu' \end{aligned} \right\} \Rightarrow v' = \sqrt{\frac{F'}{\mu'}} = \sqrt{\frac{۲F}{\mu}} = \sqrt{۲} v$$

گزینه ۲ صحیح است.

$$۳۸- \quad y_1 = ۴ \sin(\omega t + \phi + \pi) \quad y_2 = ۶ \sin(\omega t + \phi)$$

$$y = y_1 + y_2 = ۴ \sin(\omega t + \phi + \pi) + ۶ \sin(\omega t + \phi) = ۶ \sin(\omega t + \phi) - ۴ \sin(\omega t + \phi)$$

$$y = ۲ \sin(\omega t + \phi)$$

بنابراین دامنه حرکت موج برآیند ۲ می باشد و گزینه ۱ جواب صحیح است.

۳۹- فرکانس (بسامد) موج از ویژگیهای منبع موج است نه از ویژگیهای محیط انتشار موج. بنابراین با تغییر کردن محیط

انتشار موج، فرکانس آن ثابت می ماند. همچنین طبق رابطه  $\lambda = \frac{v}{f}$  با افزایش سرعت موج، طول موج افزایش می یابد

و گزینه ۴ جواب صحیح است.

۴۰- معادله ارتعاشی در هر نقطه بصورت  $y = r \sin(\omega t + \phi)$  نوشته می شود بنابراین:

$$y = 20 \sin\left(4t + \frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow \omega = 4 \Rightarrow 2\pi f = 4 \Rightarrow f = \frac{2}{\pi} \text{ (1/s)}$$

$$V = \lambda f \Rightarrow 20 = \lambda \times \frac{2}{\pi} \Rightarrow \lambda = 10\pi = 31.4 \text{ m}$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۴۱- فرکانس (بسامد، تواتر) صوت اصلی تار با طول تار نسبت معکوس و با جذر نیروی کشش نسبت مستقیم دارد یعنی:

$$\frac{f'}{f} = \frac{1}{l'} \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{1}{1} \sqrt{\frac{2F}{F}} \Rightarrow f' = \frac{\sqrt{2}}{1} f$$

پس گزینه ۱ جواب صحیح است.

۴۲- اگر C را سرعت انتشار امواج الکترومغناطیس در خلا فرض کنیم، داریم:

$$\left. \begin{aligned} f_y &= \frac{c}{\lambda_y} \\ f_y &= \frac{c}{\lambda_y} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{f_y}{f_y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_y} = \frac{6000}{0.01} = 6 \times 10^5$$

بنابراین گزینه ۴ جواب صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= 2 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right) = 2 \cos \omega t \cos \frac{\pi}{3} + 2 \sin \omega t \sin \frac{\pi}{3} \\ y_2 &= a \sin(\omega t + O) = a \sin \omega t \cos O + a \cos \omega t \sin O \end{aligned} \right\} \Rightarrow y_1 + y_2 = y \Rightarrow$$

$$\cos \omega t \left(2 \cos \frac{\pi}{3} + a \sin O\right) + \sin \omega t \left(2 \sin \frac{\pi}{3} + a \cos O\right) = \cos \omega t$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a \cos O + 2 \sin \frac{\pi}{3} = 0 \\ a \sin O + 2 \cos \frac{\pi}{3} = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = \sqrt{3} \\ O = \pi \end{cases}$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

۴۴- طول تار مرتعش مضرب درستی از  $\frac{\lambda}{4}$  است. و این مضرب تعداد هماهنگهای صوت اصلی تار را نشان می دهد. یعنی:

$$L = k \frac{\lambda}{4} \Rightarrow 45 = 3 \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 30 \text{ cm}$$

پس گزینه ۲ صحیح است.

۴۵- وقتی نور وارد محیط غلیظ تر می شود سرعت آن کاهش می یابد. منشور از هوا غلیظ تر است لذا وقتی نور از هوا وارد منشور می شود سرعت آن کاهش می یابد. از طرفی طبق رابطه  $v = \lambda f$  و با توجه به ثابت بودن فرکانس نور (که از خصوصیات منبع نور است نه محیط انتشار نور) با کاهش سرعت طول موج نیز کاهش می یابد و گزینه ۴ صحیح است.

۴۶- اختلاف فاز بین دو نقطه از یک محیط قابل ارتعاش که از یک منبع موج دریافت می کند برابر  $\frac{2\pi x}{\lambda}$  است که X اختلاف فاصله دو نقطه از منبع است.

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = \phi_2 - \phi_1 \Rightarrow \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$$

پس گزینه ۴ صحیح است.

توجه: نقاط دیگری از این محیط وجود دارند که همین اختلاف فاز بین آنها وجود دارد و فاصله آنها از هم  $10 + k\lambda$  (k = 1, 2, ...) می باشد. لذا ۱۰ سانتی متر کمترین فاصله است.

۴۷- اگر X حداقل فاصله دو نقطه باشد که از یک منبع موج دریافت می کند و اختلاف فاز این دو نقطه  $\phi_2 - \phi_1$  باشد

$$\phi_2 - \phi_1 = \frac{2\pi x}{\lambda} \Rightarrow \frac{2\pi}{4} = \frac{2\pi x}{\frac{v}{f}} \Rightarrow \frac{2}{4} = \frac{2xf}{v} \Rightarrow \frac{2}{4} = \frac{(2x \times 50)}{8} \Rightarrow x = 0.06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$$

داریم:

پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۴۸- اختلاف فاز بین دو نقطه از یک محیط قابل ارتعاش از رابطه  $\Delta\phi = \frac{2\pi x}{\lambda}$  بدست می آید. بنابراین داریم:

$$\frac{\pi}{4} = \frac{(2\pi \times 0.25)}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 2 \text{ m}$$

$$\omega = 120\pi \Rightarrow 2\pi v = 120\pi \Rightarrow v = 60 \text{ Hz}$$

از طرفی داریم:

$$V = \lambda v = 2 \times 60 = 120 \text{ m/s}$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

۴۹- فرکانس تار با جذر نیروی کشش متناسب و با طول تار نسبت معکوس دارد. پس:

$$\frac{f}{f'} = \frac{l'}{l} \sqrt{\frac{F}{F'}} = \frac{1}{1} \sqrt{\frac{F}{4F}} \Rightarrow \frac{f}{f'} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{f'}{f} = 2$$

سرعت صوت تار در هوا به ویژگیهای منبع صوت بستگی ندارد. لذا سرعت صوت تار در هوا تغییر نکرده است. بنابر این گزینه ۲ صحیح است.

۵۰- اگر X فاصله بین دو نقطه باشد که از یک منبع موج دریافت می کنند اختلاف فاز بین این دو نقطه از رابطه

$$\Delta\phi = \frac{2\pi x}{\lambda} \text{ بدست می آید بنابراین:}$$

$$\frac{\pi}{5} = \frac{(2\pi \times 4)}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 40 \text{ cm}$$

پس گزینه ۴ صحیح است.

۵۱- فاصله گره از نزدیکترین شکم  $\frac{\lambda}{4}$  است. سرعت انتشار موج در یک محیط مقدار ثابتی است لذا داریم:

$$x = v \cdot t \Rightarrow \frac{\lambda}{4} = v \cdot t$$

$$v = \lambda f = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{T} \cdot t \Rightarrow t = \frac{T}{4}$$

از طرفی داریم:

پس گزینه ۲ صحیح است.

۵۲- سرعت انتشار ارتعاشات عرضی در تار از رابطه  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  بدست می آید که در آن نیروی کشش تار و  $\mu$  جرم

$$\text{واحد طول آن است، پس } \mu = \frac{m}{L} \text{ است. بنابراین: } v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{50 \times 1}{0.005}} \Rightarrow v = 100 \text{ m/s}$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۵۳- فرکانس نور وقتی از محیطی به محیط دیگر وارد می شود تغییر نمی کند بلکه این سرعت و طول موج آن است که تغییر می کنند. در واقع فرکانس هر موج الکترومغناطیسی (از جمله نور) از خصوصیات منبع تولید موج است و با تغییر محیط انتشار موج تغییر نمی کند. ولی سرعت حرکت موج و در نتیجه طول موج ( $V = \lambda f$ ) از خصوصیات محیط انتشار بوده و با تغییر محیط انتشار تغییر می کنند. بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۵۴- در حالت کلی تابع موج بصورت  $y = A \sin(\omega t - kx)$  نوشته می شود که در آن  $k$  همان عدد موج و  $\omega$  سرعت زاویه ای است. پس با مقایسه با معادله موج مورد سوال، داریم:

$$\omega = 100 \Rightarrow 100 = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{50}{\pi} \text{ Hz}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 20 \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{20} = \frac{\pi}{10} \text{ m}$$

و داریم:

$$v = \lambda f \Rightarrow v = \frac{\pi}{10} \times \frac{50}{\pi} = 5 \text{ m/s}$$

پس گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$80\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{40} \text{ s} \Rightarrow f = 40 \text{ Hz}$$

۵۵- طبق معادله موج داده شده،  $\omega = 80\pi$  است، پس:

$$v = \lambda f \Rightarrow 20 = \lambda \times 40 \Rightarrow \lambda = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ m}$$

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25 \text{ m} \Rightarrow \frac{\lambda}{4} = 25 \text{ cm}$$

و فاصله بین دو نقطه متوالی در فاز متقابل  $\frac{\lambda}{4}$  است، پس:

پس گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۵۶- اگر سیمی بطول  $l$  و جرم  $m$  با نیروی  $F$  کشیده شود سرعت امواج عرضی آن از رابطه زیر بدست می آید

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

که در آن  $\mu$  جرم واحد طول است یعنی  $\mu = \frac{m}{l}$ .

$$\mu = \frac{m}{l} \Rightarrow \mu = 4 \times \frac{10^{-3}}{1} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{90}{4 \times 10^{-3}}} = \frac{3}{2} \times 10^2 = 150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۵۷- نقاطی با منبع در فاز متقابل هستند که اختلاف فاز آنها با منبع مضرب فردی از  $\pi$  باشد.  $(\pi, 3\pi, 5\pi, \dots)$  و

می دانیم اختلاف فاز بین نقطه ای به فاصله  $x$  از منبع از رابطه  $\phi = \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\omega x}{V}$  بدست می آید. پس برای اینکه  $x$

کمترین مقدار باشد،  $\phi$  (اختلاف فاز) را کمترین مقدار خود یعنی  $\pi$  قرار می دهیم:

$$\pi = \frac{\omega x}{V} \Rightarrow \pi = \frac{20\pi x}{0.5} \Rightarrow x = \frac{1}{40} \text{ m} = 2.5 \text{ cm}$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

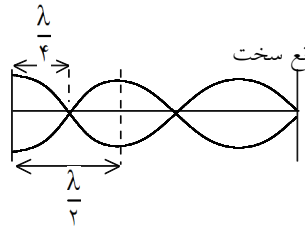
۵۸- طول تار که سه برابر می شود جرم آن هم سه برابر می شود پس جرم واحد و طول تار تغییری نمی کند و چون  $F$  هم

ثابت است طبق رابطه  $v = \sqrt{\frac{F}{M}}$  سرعت موج ثابت می ماند. اما وقتی طول تار سه برابر می شود طول موج

فرکانس اصلی که دو برابر طول تار است نیز سه برابر می شود. پس از رابطه  $f = \frac{v}{\lambda}$  می توان گفت که فرکانس  $\frac{1}{3}$

می شود. پس گزینه ۴ جواب صحیح است.

۵۹- امواج ساکن یا ایستاده از برهم نهی دو موج که در یک راستا اما در سوهلی مختلف منتشر می شوند، حاصل می شود که مانع سخت، محل تداخل دو مانع سخت موج است. پس در محل مانع سخت، همواره گره تشکیل می شود. همانطور که در شکل دیده می شود، فاصله بین سومین شکم تا مانع با توجه به اینکه فاصله بین دو شکم و گره  $\frac{\lambda}{4}$  است،  $\frac{5\lambda}{4}$  است. بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



۶۰- اگر تابع موج کلی را  $y = A \sin(\omega t - kx)$  در نظر بگیریم، فاز حرکت برای نقطه‌ای در مکان  $x_1$  برابر با  $\phi_1 = \omega t_1 + kx_1$  و فاز حرکت برای نقطه‌ای در مکان  $x_2$  برابر با  $\phi_2 = \omega t_2 - kx_2$  است که اختلاف فاز برابر خواهد شد با:

$$\Delta\phi = k\Delta x = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x$$

$$\Delta x = vt = v\left(\frac{1}{f}\right) = \frac{1}{f}vT = \frac{\lambda}{f}$$

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{\lambda}{f}\right) = \frac{2\pi}{f}$$

بنابراین گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} f = f' \Rightarrow \frac{v}{\lambda} = \frac{v'}{\lambda'} \\ \Rightarrow \frac{v}{L} = \frac{v'}{L'} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \text{در صوت اصلی تار، طول موج} \\ \text{دو برابر طول تار است} \Rightarrow \lambda = 2L, \lambda' = 2L' \\ \mu = \frac{m}{L}, v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} \\ \mu' = \frac{m}{L'}, v' = \sqrt{\frac{F'}{\mu'}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F' \cdot L'}{m}} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{\frac{F \cdot L}{m}}}{L} = \frac{\sqrt{\frac{F' \cdot L'}{m}}}{L'} \Rightarrow \frac{F}{L} = \frac{F'}{L'}$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۶۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} \\ v' = \sqrt{\frac{F'}{\mu'}} = \sqrt{\frac{F' \cdot \frac{\Delta L}{\lambda m}}{\lambda m}} \end{aligned} \right\} \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{5}{3/2}} = \sqrt{\frac{10}{6/4}} = \sqrt{\frac{100}{64}} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

۶۳- فاصله دو نقطه هم‌فاز متوالی (کوچکترین فاصله بین دو نقطه هم‌فاز) را طول موج گویند:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{20}{50} = 0.4 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 40 \text{ cm}$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۶۴- اگر منبع موج در مکان  $x = 0$ ، دارای حرکت نوسانی ساده به معادله  $U_y = A_y \sin \omega t$  باشد، حرکت نوسانی نقطه‌ای از محیط که در مکان  $x = x_1$  قرار دارد به صورت  $U_y = A_y \sin(\omega t - kx_1)$  خواهد بود که در آن  $k$  عدد موج است و داریم،  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  پس:

$$y = 0.2 \sin(2\pi t - 0.5\pi x) \Rightarrow k = 0.5\pi \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} = 0.5\pi \Rightarrow \lambda = 4 \text{ m}$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} \omega = \frac{2\pi}{T} \\ k = \frac{2\pi}{\lambda} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\omega}{k} = \frac{\lambda}{T} = v \Rightarrow k = \frac{\omega}{v} \Rightarrow k = \frac{20}{4} = 5 \text{ rad/m}$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۶۶- عدد موج ( $k$ ) برابر تغییر فاز به ازای جابجایی یک متر در جهت پیشروی موج است. و می‌دانیم:  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  که در آن  $\lambda$ ، طول موج و بر حسب متر می‌باشد. بنابراین یکای عدد موج در SI، رادیان بر متر می‌باشد. بنابراین گزینه ۳ جواب صحیح است.

۶۷- بسامد موج فوق از خصوصیات منبع موج است نه محیط انتشار موج. بنابراین بسامد موج با تغییر محیط انتشار ثابت می‌ماند. از طرفی طبق رابطه  $\lambda = vf$  با افزایش سرعت انتشار موج و ثابت ماندن بسامد مقدار طول موج افزایش می‌یابد و گزینه ۳ جواب صحیح است.

۶۸- معادله انتشار حرکات موجی در حالت کلی به صورت  $U_x = A_x \sin(\omega t - kx)$  می‌باشد که در آن  $\omega$  و  $A_x$  به ترتیب دامنه، بسامد زاویه‌ای و عدد موج می‌باشد. پس:

$$\omega = 50\pi \text{ rad/s}, k = \pi \text{ rad/s}, A_x = 0.1 \text{ m}$$

بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

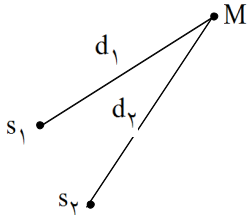
۶۹- در نقطه M از محیط انتشار، فاز موجی که از چشمه‌های هم‌فاز، هم‌دامنه و هم‌دوره  $S_1$  و  $S_2$  به نقطه M می‌رسند، به ترتیب برابر خواهند بود با:  $\phi_1 = \omega t - kd_1$  و  $\phi_2 = \omega t - kd_2$ . باید توجه داشت که با توجه به رابطه‌های  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  و  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  بسامد زاویه‌ای و عدد موج برای هر دو موج یکسان است.

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = k(d_2 - d_1)$$

اگر  $(d_2 - d_1)$  مضرب فردی از  $\frac{\lambda}{2}$  باشد، خواهیم داشت:

$$\Delta\phi = 2\pi(2n - 1)\frac{\lambda}{2} = (2n - 1)\pi\lambda$$

در این حالت، دو موج در فاز مخالفند و برهم‌نهی آنها ویرانگر است. بنابراین گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



۷۰- معادله موج در نقطه‌ای به فاصله  $x$  از مبدأ بصورت  $U = A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$  می‌باشد پس داریم:

$$\left. \begin{aligned} \frac{2\pi}{\lambda} &= \frac{2\pi}{0.5} \Rightarrow \lambda = 0.5 \\ \frac{v}{f} &= \lambda \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{v}{f} = 0.5$$

$$\omega = 200\pi \text{ Rad/s} \Rightarrow 2\pi f = 200\pi \Rightarrow f = 100 \text{ Hz}$$

$$\frac{v}{100} = 0.5 \Rightarrow v = 50 \text{ m/s}$$

از طرفی داریم:

پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۷۱- معادله موج در نقطه‌ای به فاصله  $d$  از منبع بصورت  $U = A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$  می‌باشد پس داریم:

$$\frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{12\pi d}{v} \Rightarrow v = 6\lambda \Rightarrow v = \lambda f \Rightarrow \lambda f = 6\lambda \Rightarrow f = 6 \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{6} \text{ s}$$

پس گزینه ۱ جواب صحیح است.

۷۲- در معادله  $u = A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$  با توجه به روابط  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  و  $\lambda = VT$  داریم:

$$u = A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{VT}\right) = A \sin\left(\omega t - \frac{\omega x}{v}\right)$$

$$\omega = 50\pi \text{ Rad/s}$$

$$\text{در معادله } y = 0.2 \sin(50\pi t - \pi x) \text{ داریم:}$$

$$\frac{\omega}{v} = \pi \Rightarrow \frac{50\pi}{v} = \pi \Rightarrow v = 50 \text{ m/s}$$

پس گزینه ۱ جواب صحیح است.

۷۳- بسامد نور از خصوصیات منبع نور است و با تغییر محیط انتشار تغییر نخواهد کرد. انرژی فوتون از رابطه  $E = hf$  بدست می‌آید چون بسامد ( $f$ ) ثابت مانده است لذا انرژی فوتون نیز ثابت خواهد بود. وقتی نور از هوا وارد آب می‌شود سرعت آن کاهش می‌یابد ( $v_2 < v_1 \Rightarrow n_2 > n_1$ ) و  $\left(\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}\right)$  با توجه به رابطه  $v = \lambda f$

کاهش سرعت و ثابت ماندن بسامد مقدار طول موج افزایش می‌یابد لذا گزینه ۲ جواب صحیح است.

۷۴- با توجه به معادله موج که به صورت  $u = A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$  برای نقطه‌ای به فاصله  $x$  از منبع موج می‌باشد

می‌توان گفت که برای نقطه‌ای که با فاصله ۵ سانتی‌متر از نقطه فوق قرار دارد، تابع موج بصورت  $u = A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi(x+5)}{\lambda}\right)$  می‌باشد. لذا اختلاف فاز این دو نقطه برابر است با:

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = \frac{2\pi(x+5)}{\lambda} - \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{2\pi \times 5 \times 10^{-2}}{\lambda} = \frac{10^{-1}\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{10\lambda}$$

با توجه به موجهای داده شده، می‌توان دریافت که دو موج دارای اختلاف فاز  $\frac{\pi}{8} - \frac{\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{\lambda}$  هستند، پس:

$$\frac{\pi}{10\lambda} = \frac{\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 0.1 \text{ m}$$

$$v = \lambda f = \lambda \times \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\lambda\omega}{2\pi} \Rightarrow v = \frac{0.1 \times 100\pi}{2\pi} = 5 \text{ m/s}$$

پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۷۵- طول موج از رابطه  $\lambda = \frac{v}{f}$  بدست می‌آید پس داریم:

$$\lambda = \frac{200}{400} = \frac{1}{2} \text{ m}$$

در طناب مرتعش فاصله هر گره از شکم مجاورش برابر  $\frac{\lambda}{2}$  می‌باشد. بنابراین مقدار خواسته شده برابر است با:

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{1}{2} = \frac{1}{\lambda} \text{ m} = 12/5 \text{ cm}$$

پس گزینه ۱ جواب صحیح است.

۷۶- امواج ساکن امواجی را می‌گویند که دامنه نوسان نقاط مختلف در محیط انتشار موج ثابت باشد و لذا گزینه ۴ صحیح است.

۷۷- بین اختلاف فاز دو نقطه از یک موج و فاصله دو نقطه از آن رابطه (I)  $\Delta\phi = \frac{2\pi\Delta x}{\lambda}$  برقرار است. از طرفی

می‌دانیم:

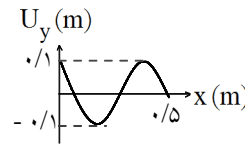
با جایگذاری در رابطه (I) داریم:

$$\Delta\phi = \frac{\omega x}{v} \Rightarrow \left[\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6}\right] = \frac{20\pi \times \Delta x}{6} \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{4} \text{ m} \Rightarrow \Delta x = 5 \text{ cm}$$

پس گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



۷۸- با توجه به شکل دامنه نوسان (بیشترین جابه‌جایی نوسانگر از وضع تعادل)



۰/۱ m است و از آنجائیکه فاصله بین هر قله موج تا وضع تعادل  $\frac{\lambda}{4}$  است با

$$\frac{\lambda}{4} = 0.1 \Rightarrow \lambda = 0.4 \text{ m}$$

توجه به شکل داریم:

بنابراین گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \frac{2\pi \times 0.25}{\lambda} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \lambda = 1.5 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = V \cdot T = T = \frac{\lambda}{V} = \frac{1.5}{300} = 5 \times 10^{-3} \text{ (s)}$$

۷۹-

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح سوال است.

۸۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = 40 \Rightarrow \lambda = \frac{\pi}{20} \Rightarrow V = \lambda v \Rightarrow V = \frac{\pi}{20} \times \frac{200}{2\pi} = 5 \text{ m/s}$$

راهمحل اول:

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = 40 \Rightarrow \frac{2\pi x}{VT} = 40 \Rightarrow \frac{\omega}{V} x = 40 \Rightarrow \frac{\omega}{V} = 40 \Rightarrow \frac{200}{V} = 40 \Rightarrow V = 5 \text{ m/s}$$

راهمحل دوم:

۸۱- می‌دانیم هر نقطه از محیط انتشار، یک نوسانگر ساده است. فاز نوسانگر ساده در هر دوره  $2\pi$  رادیان تغییر می‌کند.

بنابراین در مدت یک چهارم دوره، فاز هر نقطه از محیط انتشار موج به اندازه  $\frac{1}{4} \times 2\pi = \frac{\pi}{2}$  رادیان تغییر می‌کند

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$V = f\lambda = 1000 \times 0.3 \Rightarrow V = 300 \text{ m/s} \left. \begin{array}{l} V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \end{array} \right\} \Rightarrow 300 = \frac{150}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 0.5 \text{ s}$$

۸۲-

بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۸۳- تمام امواج الکترومغناطیسی در خلاء با سرعت  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  منتشر می‌شوند بنابراین داریم:

$$V = v\lambda \Rightarrow 3 \times 10^8 = 5 \times 10^{14} \times \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{3}{5} \times 10^{-6} = 0.6 \times 10^{-6} \text{ m} \left. \begin{array}{l} 1 \text{ m} = 10^6 \mu\text{m} \end{array} \right\} \Rightarrow \lambda = 0.6 \mu\text{m}$$

بنابراین گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۸۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر اختلاف فاز دو نقطه از محیط انتشار موج  $\Delta\phi = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$  باشد، این به آن معنی است

که اختلاف بین فاز نوسانی این دو نقطه از محیط انتشار موج در هر لحظه به صورت  $\left(2\pi n + \frac{\pi}{3}\right)2\pi n + \Delta\phi$

می‌باشد، که کمترین مقدار متصور برای اختلاف فاز نوسانی دو نقطه از محیط انتشار در این صورت  $\frac{\pi}{3} \text{ rad}$  خواهد بود.

$$\Delta\phi = K\Delta x \Rightarrow \Delta\phi_{\min} = K\Delta_{\min} \Rightarrow \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{\lambda} \times 0.5 \Rightarrow \lambda = 3 \text{ m}$$

$$V = v\lambda = 50 \times 3 = 150 \text{ m/s}$$

$$\Delta\phi = k\Delta x = \omega\Delta t = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{5} = \frac{2\pi}{5} \text{ rad}$$

۸۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۸۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{200}{5 \times 10^{-3}}} = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۸۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta\phi = K \cdot \Delta x = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x \Rightarrow \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{\lambda} \times 2 \Rightarrow \lambda = 12 \text{ m}$$

۸۸- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در قسمت دوم تست نیز چون فاصله‌ی دو نقطه تغییر نکرده پس اختلاف فازشان نیز ثابت است.

$$\Delta x = Vt \Rightarrow 0.2 = V \times 0.2 \Rightarrow V = 10 \text{ (m/s)}$$

۸۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta\phi = \frac{\omega x}{V} \Rightarrow \Delta\phi = \frac{\omega}{V} x \Rightarrow \omega = 50\pi \text{ (Rad/s)}$$

$$\omega = 2\pi v = 50\pi \Rightarrow v = 25 \text{ Hz}$$

$$\text{تعداد نوسانات در یک ثانیه} = 25 \times 60 = 1500$$

$$\omega = 2\pi v = 2\pi \times 20 = 40\pi \text{ (Rad/s)}$$

۹۰- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta\phi = \frac{\omega x}{V} \Rightarrow \pi = \frac{40\pi x}{4} \Rightarrow x = 0.1 \text{ m}$$

$$\Delta\phi = \frac{\omega x}{V} \Rightarrow 4\pi x = \frac{100\pi x}{V} \Rightarrow V = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۹۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\omega = 60\pi \Rightarrow 2\pi v = 60\pi \Rightarrow v = 30 \text{ Hz}$$

۹۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\lambda = \frac{V}{v} = \frac{12}{30} = 0.4 \text{ m}$$

$$\text{فاصله‌ی } M \text{ تا انتهای طناب} = \frac{3\lambda}{4} = 3 \times \frac{0.4}{4} = 0.3 \text{ m}$$

۹۳- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\lambda = VT \Rightarrow 4 \times 0.1 = 4 \times T \Rightarrow T = 0.1 \text{ s}$$

$$w = \frac{2\pi}{T} = 20\pi$$

با توجه به شکل  $\theta$  برای نقطه‌س  $M$ ،  $\frac{-\pi}{4}$  می‌باشد.

$$U_M = A \sin(Wt + \theta) \Rightarrow U_M = 1 \times \sin\left(20\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \Rightarrow V_M = 20\pi \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$V_M(0.025) = 20\pi \cos\left(20 \times \pi \times 0.025 - \frac{\pi}{4}\right) = 20\pi \cos(0) = 20\pi$$

راه دوم: با توجه به این که  $\frac{t}{T}$  برابر  $\frac{1}{4}$  می‌باشد،  $\Delta\theta$  نیز برابر  $\frac{\pi}{4}$  می‌شود. یعنی از فاز  $\frac{-\pi}{4}$  به صفر می‌رسد در فاز صفر سرعت بیشترین مقدار را دارد و مثبت است.

۹۴- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$U_y = A \sin(\omega t + kx + \theta), K = \frac{\omega}{V} = \frac{40\pi}{12}$$

$$U_y = 2 \times 10^{-2} \sin\left(40\pi t + \frac{40\pi}{12}x + \frac{\pi}{6}\right)$$

$$x = 0.25m \Rightarrow y = 2 \times 10^{-2} \sin(40\pi t - \pi) = -2 \times 10^{-2} \sin 40\pi t$$

۹۵- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\lambda = \frac{1}{5} m = 0.2m = 20cm$$

فاصله‌ی دو گرمی متوالی برابر است با نصف طول موج یعنی  $10cm$

۹۶- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با دولا کردن سیم  $L$  به  $\frac{L}{4}$  تبدیل می‌شود

$$v = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt[n]{\frac{F}{Lm}} \Rightarrow v \propto \frac{1}{\sqrt{L}}$$

۹۷- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$v = 20 \text{ Hz} \Rightarrow \omega = 2\pi v = 2\pi \times 20 = 40\pi \text{ rad/s}$$

$$K = \frac{\omega}{V} \Rightarrow 40\pi = \frac{40\pi}{V} \Rightarrow V = 1 \text{ m/s}$$

۹۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$y = 0.04 \sin\left(10\pi t - \frac{\omega x}{V}\right)$$

$$y = 0.04 \sin\left(10\pi t - \frac{10\pi \times 0.1}{1}\right) \rightarrow y = 0.04 \sin\left(10\pi t - \frac{\pi}{1}\right) \rightarrow y = 0.04 \sin\left(10\pi \times \frac{1}{20} - \frac{\pi}{1}\right) = 0$$

۹۹- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$n = 5 - 1 = 4 \rightarrow v = \frac{nV}{2L} \rightarrow 400 = \frac{4 \times V}{2 \times 0.4} \rightarrow V = 80m/s$$

۱۰۰- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بسامد در آب و هوا ثابت است.

$$\lambda = \frac{V}{v} \rightarrow 6 \times 10^{-7} = \frac{3 \times 10^8}{v} \rightarrow v = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

۱۰۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$K = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow 10\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{1}{5} m = 0.2m$$

$$n \frac{\lambda}{4} = n \times \frac{0.2}{4} = 0.1n$$

۱۰۲- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ذرات محیط در راستای محور  $y$  ها نوسان می‌کنند و موج در جهت مثبت محور  $x$  ها

$$K = 50\pi = \frac{\omega}{V} \rightarrow 50\pi = \frac{500}{V} \rightarrow V = \frac{10}{\pi} \left(\frac{m}{s}\right)$$

منتشر می‌شود، پس موج عرضی است.

۱۰۳- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\sin \phi_A = \frac{y}{r} = 1 \Rightarrow \phi_A = \frac{\pi}{2}$$

$$\sin \phi_B = \frac{1}{r} \Rightarrow \phi_B = \frac{5\pi}{6}$$

$$\Delta\phi = \phi_B - \phi_A = \frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{3}$$

۱۰۴- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\mu = \rho \cdot A = 8000 \times (1 \times 10^{-6}) = 8 \times 10^{-3}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{80}{0.008}} = \sqrt{10000} = 100 \frac{m}{s}$$

۱۰۵- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. کافی است بدانیم فاز نوسان چه قدر تغییر کرده‌است.

$$\Delta t = 0.125 \text{ s} \Rightarrow \Delta\theta = 4\pi \Delta t = 4 \times \pi \times 0.125 = \frac{\pi}{2}$$

پس  $\sin \theta$  برای فاز جدید با  $\cos \theta$  برای فاز قبلی مساوی است.

$$r = 5 \sin \theta_1 \Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{r}{5} \Rightarrow \cos \theta_1 = \frac{4}{5}$$

$$y_A = 5 \sin \theta_2 = 5 \times \frac{4}{5} = 4 \text{ cm}$$

۱۰۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\lambda = \frac{V}{v} = \frac{3 \times 10^8}{300 \times 10^6} = 1 \text{ m}$$

۱۰۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فاصله بین دو قله متوالی موج، برابر طول موج است.

$$\lambda = \frac{V}{\nu} = \frac{0.5}{2.5} = \frac{1}{5} \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

۱۰۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حرکت نوسانی اختلاف فاز بین دو نقطه در لحظات مختلف، یکسان می‌باشد. یعنی

اختلاف فاز خواسته شده در لحظه  $\frac{T}{6}$  با اختلاف فاز در لحظه نشان داده شده ( $t = 0$ ) یکسان است.

$$\begin{cases} y_A = +1 \rightarrow \sin \phi_A = \frac{1}{1} \rightarrow \phi_A = \frac{\pi}{6} \\ y_B = 0 \rightarrow \sin \phi_B = 0 \rightarrow \phi_B = 0 \end{cases} \Rightarrow \Delta \phi = \frac{\pi}{6}$$

در لحظه  $t = 0$  که در شکل نشان داده شده

۱۰۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\lambda}{2} = 10 \rightarrow \lambda = 20 \text{ cm} \rightarrow L = (2n-1)\frac{\lambda}{4} \rightarrow 45 = (2n-1) \times \frac{20}{4} \rightarrow 2n-1 = \frac{180}{20}$$

تعداد گره ها  $n = 5 \rightarrow$  شماره هماهنگ  $2n-1 = 9 \rightarrow$

۱۱۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل  $\lambda = 1$  متر می‌باشد بنابراین:  $\lambda = VT \rightarrow 1 = 10T \rightarrow T = \frac{1}{10}$

زمان  $\frac{T}{6}$  برابر  $\frac{1}{60}$  است که در این مدت نقطه A در جهت منفی به بعد ماکزیمم می‌رسد در نتیجه بعد حرکت A در این لحظه  $2 \text{ cm}$  می‌باشد.

۱۱۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta \phi = k \cdot \Delta x \rightarrow \frac{\pi}{4} = k \times \frac{25}{100} \rightarrow k = \frac{\frac{\pi}{4}}{\frac{25}{100}} = \pi \text{ (Rad/m)} \rightarrow k = \frac{\omega}{V} \rightarrow \pi = \frac{12\pi}{V} \rightarrow V = 12 \text{ m/s}$$

۱۱۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow 0.8 = \frac{20}{f} \rightarrow f = 25 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 25 = 50\pi \text{ (Rad/s)}$$

۱۱۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\mu = \frac{M}{L} = \frac{10 \times 10^{-3}}{1} = 10^{-2} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right)$$

$$f_n = \frac{nV}{2L} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow f = \frac{2}{2 \times 1} \sqrt{\frac{100}{10^{-2}}} = 100 \text{ Hz}$$

۱۱۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\theta = \Delta \phi = \frac{\omega x}{V} = \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{2\pi \times 0.4}{2} = 0.4\pi = \frac{2\pi}{5} \text{ (Rad)}$$

۱۱۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ارتعاش روی محور Xها و انتشار در جهت Y+ است. پس موج عرضی است.

۱۱۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فاز اولیه حرکت صفر است. معادله مکان - زمان را می‌نویسیم. سپس مشتق گرفته تا سرعت - زمان به دست آید. چون  $\phi_0 = 0$  است. پس:

$$\omega = 2\pi f = 40\pi$$

$$y_0 = A \sin \omega t \rightarrow y_0 = 0.2 \sin 40\pi t$$

$$\sin \phi_M = \frac{y \cdot M}{A} = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \phi_0 = \frac{2\pi}{3}$$

$$y_M = 0.2 \sin \left( 40\pi t + \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$V_M = 0.8\pi \cos \left( 40\pi t + \frac{2\pi}{3} \right)$$

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

$$t_2 = \frac{1}{24} \rightarrow V_2 = 0.8\pi \cos \left( 40\pi \times \frac{1}{24} + \frac{2\pi}{3} \right) = 0.8\pi \cos \left( \frac{5\pi}{3} + \frac{2\pi}{3} \right) =$$

$$= 0.8\pi \cos \left( \frac{7\pi}{3} - \frac{\pi}{3} \right) = 0.4\pi$$

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

۱۱۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\mu = \frac{M}{L} = \frac{\rho V}{L} = \frac{\rho AL}{L} = \rho A \Rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{4}{6/4 \times 10^3 \times 10^{-6}}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\mu = \frac{M}{L} = \frac{0.16}{0.8} = \frac{1}{5} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right)$$

۱۱۸- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{20}{\frac{1}{5}}} = \sqrt{100} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۱۱۹- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\varphi_{\text{O}} = \frac{\Delta\pi}{\epsilon} = \text{فاز اولیه چشمه موج}$$

$$|\Delta\varphi| = \left| -\pi - \frac{\Delta\pi}{\epsilon} \right| = \frac{11\pi}{\epsilon} = \text{اندازه اختلاف فاز چشمه موج و نقطه } x = \frac{11}{30} \text{m}$$

$$|\Delta\varphi| = K |\Delta x| \longrightarrow K = \frac{|\Delta\varphi|}{|\Delta x|} = \frac{\frac{11\pi}{\epsilon}}{\frac{11}{30}} = \Delta\pi \left( \frac{\text{Rad}}{\text{m}} \right)$$

$$K = \frac{\omega}{v} \longrightarrow \omega = k \cdot v = \Delta\pi \times 30 = 100\pi$$

$$U_y = A \sin(\omega t + \varphi_0 - Kx) = 0.4 \sin\left(100\pi t + \frac{\Delta\pi}{\epsilon} - \Delta\pi x\right) = \text{تابع موج}$$

۱۲۰- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} \times (10^{-3})^2 = \frac{3}{4} \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\mu = \lambda \times 10^{-3} \times \frac{3}{4} \times 10^{-6} = \epsilon \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.1}{0.2} = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = \mu V^2 = \epsilon \times 10^{-3} \times 0.5^2 = 0.125 \text{ N}$$

۱۲۱- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا معادله‌ی نوسان آن ذره را می‌یابیم.  $\frac{1}{4} \text{m}$  را جایگذاری می‌کنیم.

$$U = 0.2 \sin\left(10\pi t - 4\pi \times \frac{1}{4}\right) = 0.2 \sin 2\pi(\Delta t - 1)$$

$$V = 0.2 \times 2\pi \times 5 \cos 2\pi(\Delta t - 1) = 0.2\pi \cos 2\pi(\Delta t - 1)$$

$$V_t = \frac{1}{30} = \frac{2}{10} \pi \times \cos 2\pi\left(\frac{5}{30} - 1\right) = \frac{2}{10} \pi \times \cos\left(2\pi \times \frac{5}{6}\right)$$

$$= \frac{2}{10} \pi \times \cos\left(2\pi \times \frac{5}{6}\right) = \frac{2}{10} \times \pi \times \cos \frac{5\pi}{3} = \frac{2}{10} \pi \times \left(-\frac{1}{2}\right) = -\frac{\pi}{10} \frac{\text{m}}{\text{s}} = -0.1\pi \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

۱۲۲- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$x = 0.5, u_y = \frac{A}{4} \Rightarrow \theta = 150^\circ$$

$$\frac{180}{150} = \frac{\lambda}{0.5 \times 2} \Rightarrow \lambda = \frac{\epsilon}{5} \text{m}$$

برای این که  $M$  به سمت بالا برود نقشی موج باید به سمت چپ حرکت کند.

۱۲۳- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$k = \frac{\omega}{V} \Rightarrow 20\pi = \frac{10\pi}{V} \Rightarrow V = \frac{1}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$x = Vt \Rightarrow \frac{125}{1000} = \frac{1}{2} \times t \Rightarrow t = \frac{4 \times 125}{1000} = 0.5 \text{ s}$$