



نام و نام خانوادگی :

پایه تحصیلی :

نام دبیر :

نام آموزشگاه :

عنوان آزمون : بانک تست فیزیک دوازدهم

ریاضی (فصل ۳ نوسان و موج)

۱) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.4 \cos(10\pi t)$ است. در چه زمانی پس از لحظه $t = 0$ ، تندی نوسانگر برای دومین بار به مقدار بیشینه خود می‌رسد و تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی آن با انرژی پتانسیلش برابر شود؟

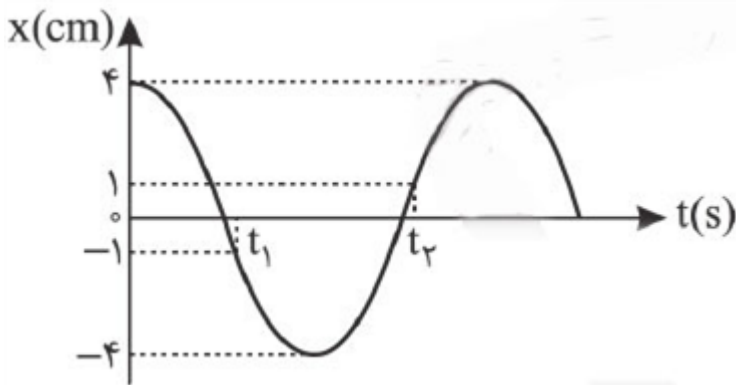
۲) $\frac{\sqrt{2}}{10} \pi \frac{m}{s}$ و $0.15s$

۱) $\frac{\sqrt{2}}{10} \pi \frac{m}{s}$ و $0.05s$

۴) $\frac{\sqrt{2}}{5} \pi \frac{m}{s}$ و $0.15s$

۳) $\frac{\sqrt{2}}{5} \pi \frac{m}{s}$ و $0.05s$

۲) نمودار مکان - زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل است. اگر تندی متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2 برابر $\frac{1}{6} \frac{m}{s}$ باشد، مکان جسم در لحظه $t = \frac{3}{8}s$ ، چند سانتی‌متر است؟



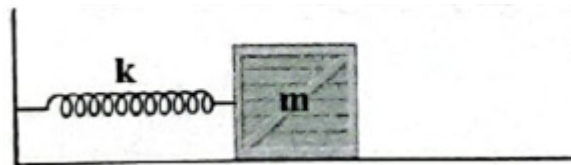
۴) $\sqrt{2}$

۳) $-\sqrt{2}$

۲) $2\sqrt{2}$

۱) $-2\sqrt{2}$

۳) مطابق شکل یک سامانه جرم و فنر در حال تعادل قرار دارد. جسم را 10 cm به سمت راست کشیده و رها می‌کنیم تا روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. اگر در لحظه t_1 جسم در مکان $x_1 = +4 \text{ cm}$ باشد، از لحظه t_1 تا $t_1 + \frac{3}{4}T$ ، تندی متوسط نوسانگر چند برابر اندازه سرعت متوسط آن است؟ (T دوره تناوب)



نوسان است.)

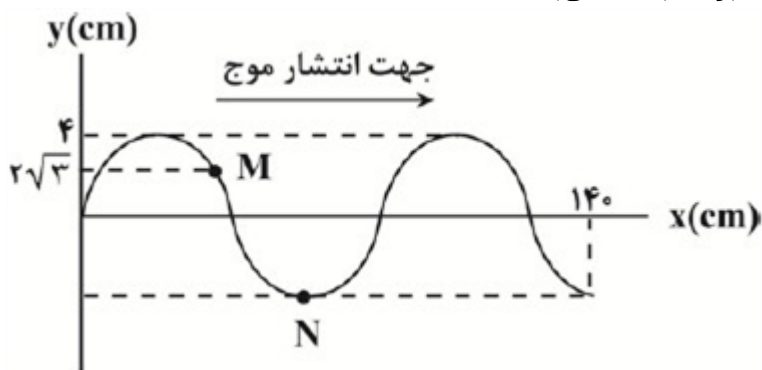
۴) ۴

۳) ۱۰

۲) ۵

۱) $7/5$

- ۴ شکل مقابل، نقش یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده را در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد که با سرعت $\frac{m}{s}$ در جهت محور x ها در حال انتشار است. تندی متوسط ذره M در بازه زمانی $t_1 = 0/02s$ و $t_2 = 0/1s$ (برحسب SI) چند برابر اندازه سرعت ذره N در لحظه $t = 0/12s$ (برحسب SI) می‌باشد؟

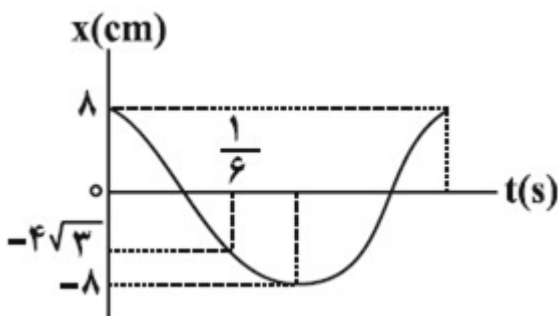


- ۱ $\frac{2}{\pi}$ ۲ $\frac{\pi}{2}$ ۳ $\frac{5}{\pi}$ ۴ $\frac{\pi}{5}$

- ۵ یک ساعت آونگ‌دار در دمای $77^\circ F$ زمان را به درستی نشان می‌دهد. اگر ضریب انبساط طولی میله آونگ این ساعت $10^{-3} \times 5/2$ واحد SI باشد، دمای آونگ را چند درجه سلسیوس و چگونه تغییر دهیم تا ساعت در هر دقیقه $20s$ عقب بماند؟ (در دمای $77^\circ F$ ، با هر نوسان کامل آونگ، ساعت $1s$ جلو می‌رود).

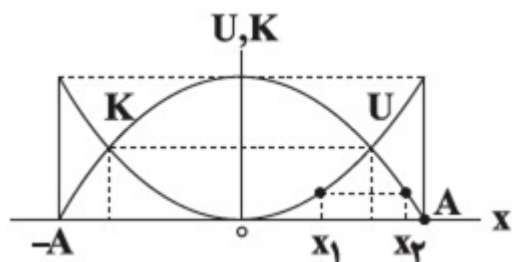
- ۱ ۲۵۰ - کاهش ۲ ۲۵۰ - افزایش ۳ ۵۰۰ - کاهش ۴ ۵۰۰ - افزایش

- ۶ نمودار مکان - زمان یک آونگ ساده که در سطح زمین نوسانات کم‌دامنه انجام می‌دهد، به صورت شکل مقابل است. اگر این آونگ را به فاصله $4R_e$ از سطح کره زمین منتقل کنیم، آونگ در هر دقیقه چند نوسان کامل خواهد داد؟ (R_e شعاع کره زمین است).



- ۱ ۳۷/۵ ۲ ۱۲/۵ ۳ ۱۵ ۴ ۳۰

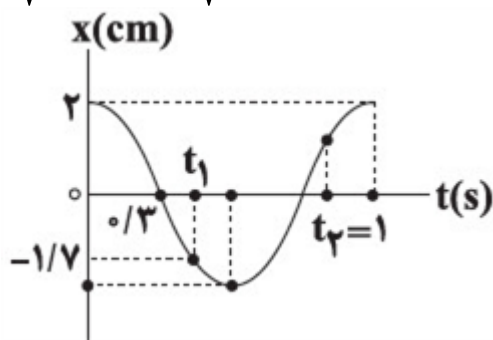
- ۷ نمودار تغییر انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگری برحسب مکان مطابق شکل مقابل است. اگر در مکان‌های x_1 و x_2 به ترتیب تندی نوسانگر $\frac{3m}{s}$ و $\frac{1m}{s}$ باشد، بیشینه تندی نوسانگر چند $\frac{m}{s}$ است؟



- ۱ $2\sqrt{3}$ ۲ ۲ ۳ $\sqrt{8}$ ۴ $\sqrt{10}$

۸) نمودار مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده مطابق شکل زیر است. تندی متوسط در این نوسانگر بین دو لحظه t_1 و t_2 چند $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ است؟

$$(\sqrt{3} = 1/7, \sqrt{2} = 1/4)$$



۴) ۶/۶

۳) ۵/۴

۲) ۶

۱) ۷/۴

۹) نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در حال نوسان بر روی پاره‌خطی می‌باشد. در لحظه‌ای که این نوسانگر در حال نزدیک شدن به نقطه تعادل است، کدام گزینه، در مورد حرکت نوسانگر الزاماً صحیح است؟ (پاره‌خط نوسان روی محور x هاست.)

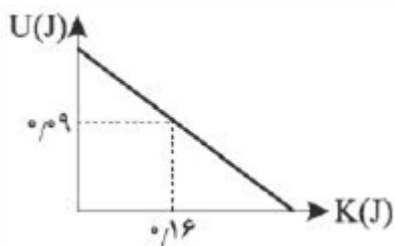
۲) بردار سرعت آن در جهت محور x ها است.

۱) در مکان‌های مثبت قرار دارد.

۴) اندازه شتاب آن در حال کاهش است.

۳) بردار شتاب آن خلاف جهت محور x ها است.

۱۰) شکل زیر نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی دستگاه وزنه - فنر را نشان می‌دهد. اگر ثابت فنر $200 \frac{N}{m}$ باشد، مسافت پیموده شده توسط نوسانگر در مدت زمان نصف دوره $\left(\frac{T}{2}\right)$ چند سانتی‌متر است؟



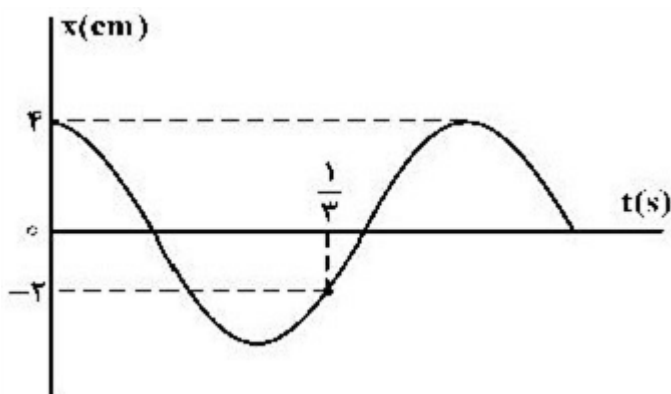
۴) ۲۰

۳) ۱۰

۲) ۵

۱) ۱۵

۱۱) نمودار مکان - زمان حرکت نوسانگری مطابق شکل است. انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه‌ی $t = \frac{3}{16} s$ چند برابر انرژی مکانیکی آن است؟



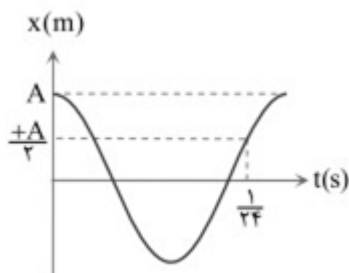
۴) ۱

۳) ۳/۴

۲) ۱/۲

۱) ۱/۴

۱۲) نمودار مکان - زمان یک نوسانگر ساده به صورت شکل مقابل است. اگر بزرگی سرعت نوسانگر در لحظه‌ی عبور از مرکز نوسان برابر $2\pi \frac{m}{s}$ باشد، معادله‌ی شتاب زمان آن در SI کدام است؟



۲) $a = -40\pi^2 \cos 20\pi t$

۱) $a = -80\pi^2 \cos 20\pi t$

۴) $a = -40\pi^2 \cos 40\pi t$

۳) $a = -80\pi^2 \cos 40\pi t$

۱۳) در حرکت نوسانی ساده چند گزاره نادرست است؟

- جابه‌جایی با زمان متناسب است.
- بیش‌ترین سرعت نوسانگر در مرکز نوسان است.
- وقتی حرکت تندشونده است، اندازه‌ی شتاب رو به کاهش است.
- اگر جرم نوسانگر در انتهای نوسان تغییر نماید، دامنه‌ی نوسان ثابت می‌ماند.

۴) ۳

۳) ۲

۲) ۱

۱) صفر

۱۴) در یک هماهنگ ساده نوسانگر در مکان $x = -\frac{\sqrt{3}}{4} A$ قرار دارد و انرژی پتانسیل آن در حال افزایش است. اگر برای

اولین بار به مکان $x = +\frac{A}{4}$ و سرعت مثبت برسد، چند گزینه نادرست است؟ (A دامنه است)

الف) پس از طی مسافت $\frac{\sqrt{3}}{4} A$ متوقف می‌شود.

ب) مدت زمان حرکت تندشونده به حرکت کندشونده برابر است با $\frac{1}{4}$

پ) مدت زمان $\frac{T}{6}$ در سوی مثبت حرکت کرده است.

ت) تندی متوسط آن در این مدت $(5 - \sqrt{3}) \left(\frac{A}{T}\right)$ است.

۴) ۴

۳) ۳

۲) ۲

۱) ۱

۱۵) کدام گزینه از گزینه‌های زیر درباره‌ی صوت درست است؟

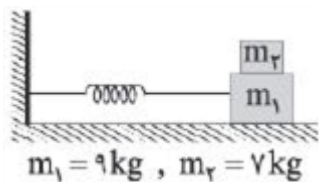
۱) در هنگام انتشار صوت مولکول‌های انتقال پیدا می‌کنند.

۲) بیشترین حساسیت گوش انسان مربوط به بسامدهای ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است.

۳) اگر با زیاد شدن صدای تلویزیون شدت صوت ۱۰۰ برابر شود، تراز شدت صوتی که می‌شنویم ۲۰ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

۴) هر چه ماده متراکم‌تر باشد، عموماً سرعت صوت کمتر می‌شود.

۱۶ در شکل زیر دستگاه دارای حرکت هماهنگ ساده است. اگر در یک انتهای مسیر، وزنه $m_2 = 7 \text{ kg}$ را از روی وزنه $m_1 = 9 \text{ kg}$ برداریم، انرژی مکانیکی و بسامد حرکت دستگاه به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟ (فرض کنید در هنگام نوسان، وزنه m_1 روی m_2 نمی‌لغزد.)



۱) $\frac{3}{4}$ برابر می‌شود - $\frac{3}{4}$ برابر می‌شود. ۲) ثابت می‌ماند - $\frac{3}{4}$ برابر می‌شود.

۳) $\frac{4}{3}$ برابر می‌شود - $\frac{4}{3}$ برابر می‌شود. ۴) ثابت می‌ماند - $\frac{4}{3}$ برابر می‌شود.

۱۷ نوسانگری روی سطح افقی بدون اصطکاک نوسان می‌کند، لحظه‌ای که جهت حرکت نوسانگر تغییر می‌کند، بزرگی شتاب آن $\frac{m}{s^2} \cdot \frac{8}{\pi}$ و لحظه‌ای که نیروی وارد بر نوسانگر صفر می‌شود، بزرگی سرعت آن به $\frac{m}{s} \cdot \frac{2}{\pi}$ می‌رسد. بزرگی شتاب نوسانگر در مکان $x = 1 \text{ cm}$ ، چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) $\frac{16}{\pi^2}$ ۲) $\frac{36}{\pi^2}$ ۳) 5π ۴) 50π

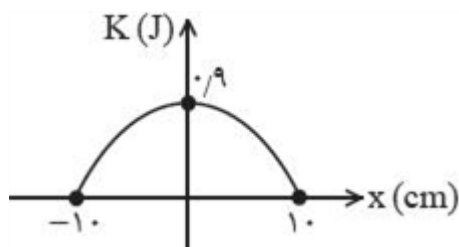
۱۸ در یک حرکت هماهنگ ساده، اگر برای اولین بار مسافت طی شده توسط متحرک در ثانیه‌های پنجم و ششم برابر باشد، دوره‌ی تناوب این حرکت چند ثانیه است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۱۹ طبق تعریف «طول موج»، چند مورد از گزینه‌های زیر صحیح است؟
الف- برای امواج عرضی فاصله بین یک قله تا دره مجاور آن است.
ب- برای امواج طولی فاصله بین دو تراکم متوالی یا دو انبساط متوالی است.
ج- برای امواج عرضی فاصله بین یک قله تا قله متوالی بعدی آن است.
د- برای امواج طولی فاصله بین یک تراکم تا انبساط بعدی است.
ه- مسافتی است که موج در مدت ۱ ثانیه طی می‌کند.
و- مسافتی است که موج در مدت ۱ دوره طی می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۰ نمودار انرژی جنبشی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم 200 g بر حسب مکان داده شده است. این نوسانگر در هر دقیقه چند بار طول پاره‌خط مسیر را طی می‌کند؟ ($\pi = 3$)



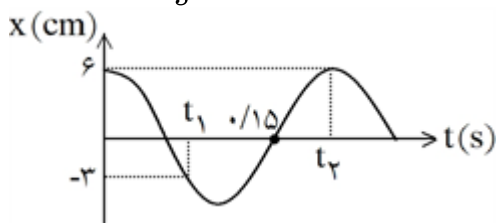
۱) ۳۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۴۰۰

۲۱ در یک زمین‌لرزه، امواج اولیه P و امواج ثانویه S به ترتیب با تندی‌های $\frac{8 \text{ km}}{\text{s}}$ ، $\frac{4 \text{ km}}{\text{s}}$ با اختلاف زمانی $\frac{1}{5}$ دقیقه به یک دستگاه لرزه‌نگار در سطح زمین می‌رسند. اگر این موج‌ها روی خط راستی منتشر شوند، در چه عمقی زلزله روی داده است؟

۱) ۳۶۰ ۲) ۳۶ ۳) ۷۲۰ ۴) ۷۲

۲۲

نمودار مکان-زمان نوسانگری به صورت زیر است. سرعت متوسط نوسانگر در بازه زمانی t_1 و t_2 چند $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ است؟



۵۴۰
۷ (۴)

۶۷/۵ (۳)

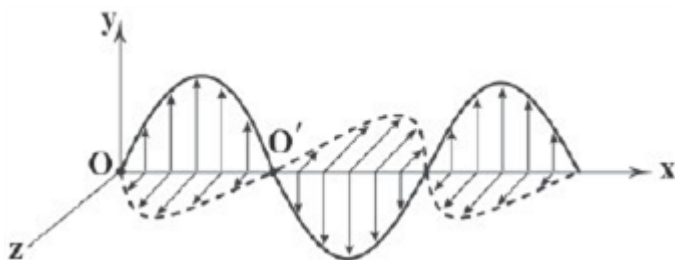
۲۲/۵ (۲)

۱۳۵ (۱)

۲۳

نمودار زیر، تصویر یک موج الکترومغناطیس با بسامد 10^8 GHz در یک محیط شفاف است. اگر تندی انتشار موج در این محیط برابر $\frac{3}{4}(\mu, \epsilon_0)^{-\frac{1}{2}}$ باشد، فاصله‌ی بین نقاط O و O' برابر چند متر است؟

($c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, ضریب تراوایی مغناطیسی و ϵ_0 : ضریب گذردهی خلا)



۱
۱۶ (۴)

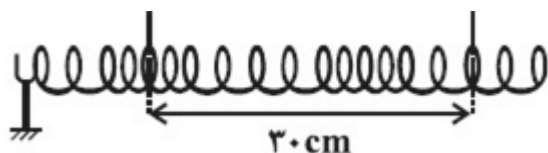
۱
۸ (۳)

۱
۴ (۲)

۱
۲ (۱)

۲۴

مطابق شکل زیر، به کمک یک دیپازون در فتری موج طولی ایجاد کرده‌ایم. اگر تندی انتشار موج طولی ایجاد شده در آن $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ باشد، بسامد نوسان‌های دیپازون چند هرتز است؟



۷۵ (۴)

۱۰۰ (۳)

۱۲۵ (۲)

۱۵۰ (۱)

۲۵

اگر دامنه و فاصله‌ی شنونده از چشمه‌ی صوتی نصف و بسامد چشمه‌ی صوتی دو برابر شود، تراز شدت صوت برای شنونده چگونه تغییر خواهد کرد؟ ($\text{Log } 2 = 0.3$)

۶ دسی‌بل کاهش (۴)

۴ دسی‌بل افزایش (۳)

۴ دسی‌بل کاهش (۲)

۶ دسی‌بل افزایش (۱)

۲۶

در یک حرکت نوسانی هماهنگ ساده:

۱ جهت سرعت همیشه به طرف مرکز نوسان است. ۲ اندازه سرعت همواره کاهش می‌یابد.

۳ تندی در مرکز نوسان صفر است. ۴ اندازه شتاب در دو انتهای مسیر حداکثر است.

۲۷

بسامد زاویه‌ای نوسانگر A ، در برابر بسامد زاویه‌ای نوسانگر B است. اگر در مدت زمان یک دقیقه، تعداد چرخه‌های طی شده توسط A ، ۲۰ دور بیش‌تر از B باشد بسامد حرکت نوسانگر B چند هرتز است؟

۱
۶ (۴)

۱
۳ (۳)

۶ (۲)

۳ (۱)

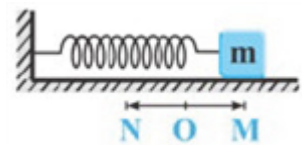
۲۸ دامنه‌ی حرکت نوسان‌گر وزنه - فنر ۵ cm است. اگر جرم وزنه ۲۰۰ گرم و ثابت فنر 200 N/m باشد، انرژی کل نوسان‌گر چند ژول است؟

- ۱) ۰/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۵ ۴) ۵۰

۲۹ دوره‌ی نوسان نوسان‌گر ساده‌ای ۶ ثانیه و دامنه‌ی حرکت آن A می‌باشد. نوسان‌گر در لحظه‌ی t در مکان $-\frac{A}{4}$ می‌باشد و سرعتش در آن لحظه مثبت است. پس از لحظه‌ی t، حداقل چند ثانیه زمان نیاز است تا نوسان‌گر به مکان $+\frac{A}{4}$ برسد؟

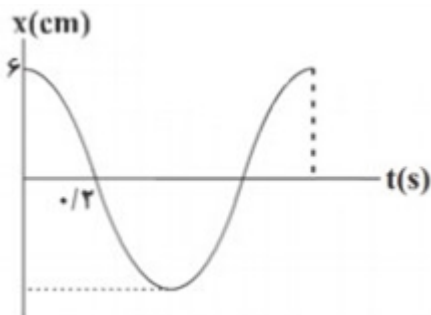
- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۰ مطابق شکل، در لحظه‌ی $t = 0$ بسته‌ای از نقطه‌ی M رها شده و حول نقطه‌ی O شروع به نوسان می‌کند. مکان این نوسان‌گر پس از گذشت مدت زمان $\frac{1}{6}$ دوره، چه کسری از دامنه‌ی آن است؟



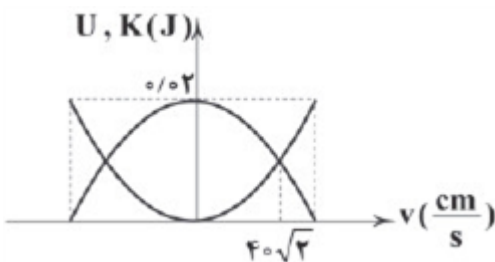
- ۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

۳۱ نوسان‌گری حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر در بازه‌ی زمانی صفر تا t، برای اولین بار تندی متوسط نوسان‌گر دو برابر بزرگی سرعت متوسط آن باشد، بزرگی شتاب نوسان‌گر در لحظه‌ی t چند متر بر مجذور ثانیه است؟



- ۱) $\frac{\pi^2}{4}$ ۲) $\frac{\pi^2}{16}$ ۳) $\frac{\pi^2}{32}$ ۴) $\frac{\pi^2}{8}$

۳۲ نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و جنبشی یک نوسان‌گر ساده بر حسب سرعت، مطابق شکل زیر است. حداکثر سرعت این نوسان‌گر چند متر بر ثانیه است؟



- ۱) ۰/۶ ۲) ۰/۸ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۳۳ در حرکت هماهنگ ساده یک آونگ سادهی کم‌دامنه در لحظه‌ای که بعد نوسان $\frac{l}{200}$ است، شتاب نوسان‌گر چند متر

بر مجذور ثانیه است؟ (ا طول نخ آونگ و $g = 10 \frac{N}{kg}$ است.)

- ۱) 0.25 ۲) 0.05 ۳) 0.075 ۴) 0.25

۳۴ در لحظه‌ای که تندی نوسانگر ساده نصف تندی بیشینه‌ی آن است، انرژی پتانسیل نوسانگر چه کسری از انرژی مکانیکی آن است؟

- ۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{3}{4}$

۳۵ نوسانگر هماهنگ ساده‌ای با دامنه‌ی A در لحظه‌ی t در مکان $\frac{A}{4} +$ به سمت مرکز نوسان در حال حرکت است و پس از

یک‌بار تغییر جهت تا مکان $A - \frac{\sqrt{2}}{4}$ می‌رود. در این بازه‌ی زمانی به ترتیب از راست به چپ در چه مدت زمانی مکان آن مثبت بوده و در چه مدت زمانی سرعت آن منفی است؟ (T دوره‌ی حرکت نوسانگر است.)

- ۱) صفر، صفر ۲) $\frac{T}{2}, \frac{T}{6}$ ۳) $\frac{T}{6}, \frac{T}{12}$ ۴) $\frac{T}{3}, \frac{T}{12}$

۳۶ نوسانگری روی خط راست نوسان می‌کند. در لحظه‌ی t_1 ثانیه، سرعت نوسانگر صفر می‌شود. اگر اندازه‌ی جابه‌جایی از لحظه‌ی t_1 تا $t_2 = t_1 + 1$ ثانیه برابر x و از لحظه‌ی t_1 تا $t_3 = t_2 + 1$ ثانیه برابر $3x$ باشد، دامنه‌ی نوسانات چقدر است؟

- ۱) x ۲) $2x$ ۳) $3x$ ۴) $4x$

۳۷ یک آونگ ساده درون یک آسانسور که با شتاب a حرکت می‌کند، در حال نوسان است. اگر جهت شتاب حرکت عوض شود، دوره‌ی تناوب ۲ برابر می‌شود. شتاب حرکت چند برابر شتاب گرانش است؟

- ۱) 0.2 ۲) 0.3 ۳) 0.4 ۴) 0.6

۳۸ دوره‌ی نوسان آونگ ساده‌ای در یک مکان معین، برابر ۲ ثانیه است و در مدت $\frac{2}{6}$ دقیقه N نوسان کامل انجام می‌دهد. طول آونگ را چند درصد کاهش یا افزایش دهیم تا در همان مدت و در همان مکان، $N - 18$ نوسان کامل انجام دهد؟

- ۱) ۶۹ درصد کاهش ۲) ۶۹ درصد افزایش ۳) ۳۱ درصد کاهش ۴) ۳۱ درصد افزایش

۳۹ در حرکت یک نوسانگر ساده، در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر از مثبت به منفی تغییر علامت می‌دهد، شتاب نوسانگر چگونه است؟

- ۱) مثبت است. ۲) منفی است.

- ۳) از مثبت به منفی تغییر علامت می‌دهد. ۴) از منفی به مثبت تغییر علامت می‌دهد.

۴۰ طول آونگ ساده‌ای را ۳۶٪ کاهش می‌دهیم. دوره‌ی تناوب آن چند درصد کاهش می‌یابد؟

- ۱) ۲۵٪ ۲) ۴۶٪ ۳) ۶٪ ۴) ۲۰٪

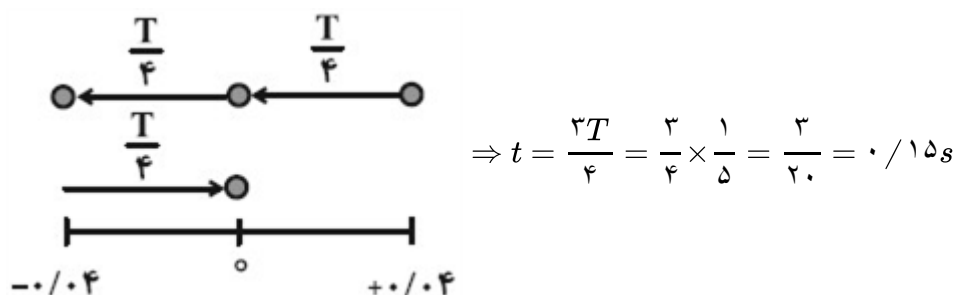
۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} x &= 0.04 \cos(10\pi t) \\ x &= A \cos(\omega t) \end{aligned} \right\} \xrightarrow{\text{مقایسه}} \left\{ \begin{aligned} A &= 0.04 \text{ m} \\ \omega &= 10\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s} \end{aligned} \right.$$

تندی نوسانگر در مرکز نوسان بیشینه است. مطابق شکل زیر، در لحظه $\frac{3T}{4}$ نوسانگر برای دومین بار به مرکز نوسان

رسیده است:



از رابطه انرژی مکانیکی نوسانگر، تندی نوسانگر را در حالیکه $K = U$ شود، می‌یابیم:

$$E = K + U \xrightarrow{K=U} K + K = 2K \Rightarrow \frac{1}{2}kA^2 = 2 \times \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{k=m\omega^2}$$

$$\frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = mv^2 \Rightarrow v = \frac{\sqrt{2}}{2} A\omega = \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{4}{100} \times 10\pi = \frac{\sqrt{2}}{5} \pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گام اول: در بازه t_1 تا t_2 ، مکان و سرعت جسم قرینه شده‌اند و می‌توان دریافت $\frac{T}{4} = t_2 - t_1$ است. مسافت طی شده

$$L = 2 + 4 + 2 = 8 \text{ cm}$$

در این بازه و سپس مدت زمان این بازه را حساب می‌کنیم.

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{8}{160} = \frac{1}{20} \text{ s}$$

$$\frac{T}{4} = \frac{1}{20} \Rightarrow T = 0.2 \text{ s} \quad \text{چون } \Delta t = \frac{T}{4} \text{ است، پس داریم:}$$

گام دوم: معادله حرکت نوسانگر را می‌نویسیم و لحظه موردنظر را در معادله قرار می‌دهیم:

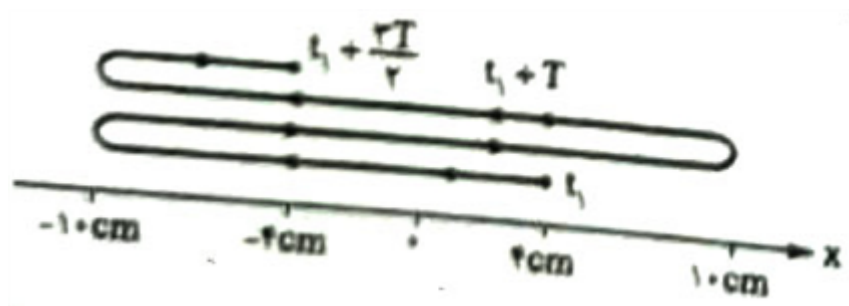
$$x = A \cos(\omega t) \Rightarrow x = 0.04 \cos \frac{2\pi}{0.2} t$$

$$x = 0.04 \cos(20\pi t) \xrightarrow{t = \frac{3}{20} \text{ s}} x = 0.04 \cos \frac{20\pi \times 3}{20}$$

$$x = 0.04 \cos \frac{3\pi}{1} = 0.04 \times \left(-\frac{\sqrt{2}}{2} \right) = -0.02\sqrt{2} \text{ m} = -2\sqrt{2} \text{ cm}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا در مدت T ، نوسانگر یک نوسان کامل انجام می‌دهد و سپس در مدت $\frac{T}{4}$ ، نیمی از یک

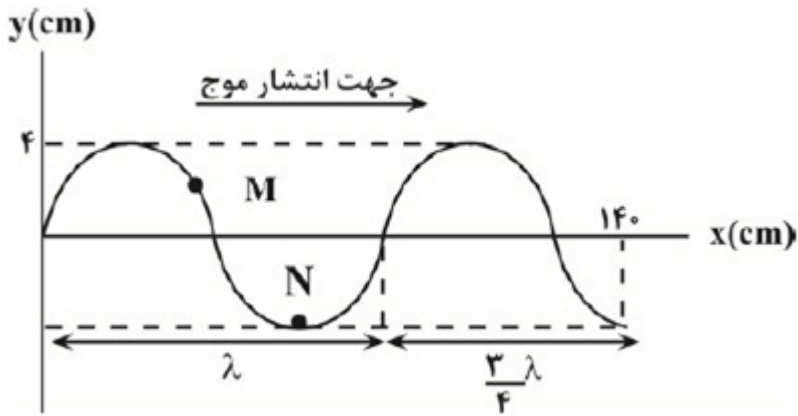
نوسان کامل را انجام می‌دهد.



جابه‌جایی: $\Delta x = -4 - 4 = -8 \text{ cm}$

مسافت: $l = 14 + 20 + 20 + 6 = 60 \text{ cm} \Rightarrow \frac{s_{av}}{|v_{av}|} = \frac{l}{|\Delta x|} = \frac{60}{8} = 7.5$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک طول موج و سرعت انتشار موج، دوره تناوب موج که همان دوره تناوب نوسانات ذرات M و N است را به دست می‌آوریم:



$$\lambda + \frac{3\lambda}{4} = 140 \text{ cm} \Rightarrow \frac{7\lambda}{4} = 140$$

$$\Rightarrow \lambda = 80 \text{ cm}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{80}{16} = 5 \text{ s}$$

$$\frac{\Delta t_M}{T} = \frac{0.1 - 0.2}{0.16} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2}$$

با بررسی مقدار $\frac{\Delta t_M}{T}$ برای ذره M داریم:

نوسانگر M در این مدت زمان به اندازه $2A$ مسافت طی می‌کند، بنابراین تندی متوسط آن به صورت زیر به دست

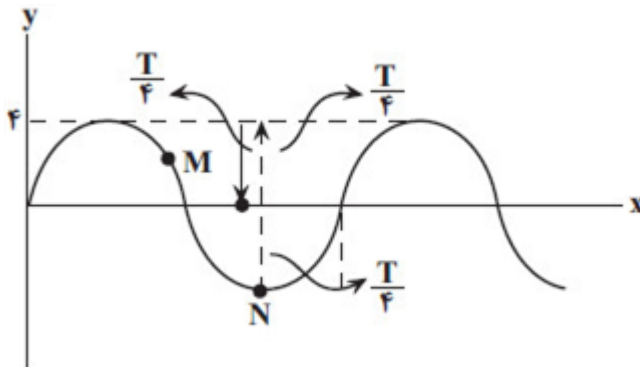
$$M: \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{2} \\ L = 2A \end{cases} \Rightarrow s_{avM} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{2 \times 0.04}{0.08} = 1 \frac{m}{s}$$

می‌آید:

$$\frac{\Delta t_N}{T} = \frac{0.12 - 0}{0.16} = \frac{3}{4} \Rightarrow \Delta t_N = \frac{3T}{4}$$

با بررسی $\frac{\Delta t_N}{T}$ برای ذره N داریم:

با توجه به جهت انتشار موج و مکان اولیه ذره N می‌توان نتیجه گرفت این ذره در این زمان مسیری به اندازه $3A$ مطابق



شکل مقابل را طی می‌کند:

با توجه به شکل می‌توان دریافت که ذره N در حال عبور از مبدأ و جهت حرکت آن در خلاف جهت محور y هاست بنابراین اندازه سرعت آن برابر است با:

$$|v_N| = |A\omega| = \left| A \times \frac{2\pi}{T} \right| = \left| \frac{4}{100} \times \frac{2\pi}{\frac{16}{100}} \right| = \frac{\pi}{2} \frac{m}{s}$$

$$\frac{s_{avM}}{v_N} = \frac{1}{\frac{\pi}{2}} = \frac{2}{\pi}$$

بنابراین داریم:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای این که ساعت عقب بماند، باید دوره تناوب آن افزایش یابد تا کندتر نوسان کند. طبق سؤال به ازای هر نوسان کامل، ساعت ۱ s جلو می‌رود. حال برای آنکه ساعت در هر دقیقه ۲۰ s عقب بیافتد، باید به جای ۶۰ نوسان، ۴۰ نوسان انجام دهد ($60 - 20 = 40$) در نتیجه دوره تناوب آن $\frac{60}{40}$ برابر می‌گردد:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \xrightarrow{\frac{T'}{T} = \frac{60}{40} = \frac{3}{2}} \frac{3}{2} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \Rightarrow \frac{L'}{L} = \frac{9}{4}$$

$$L' - L = L\alpha\Delta\theta \Rightarrow L' = L(1 + \alpha\Delta\theta)$$

از فصل ۴ فیزیک دهم به یاد داریم که:

طبق رابطه انبساط طولی داریم:

$$\frac{L'}{L} = 1 + \alpha\Delta\theta \xrightarrow[\alpha = 2/5 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}]{\frac{L'}{L} = \frac{9}{4}} \frac{9}{4} = 1 + 2/5 \times 10^{-5} \Delta\theta \Rightarrow \frac{5}{4} = 2/5 \times 10^{-5} \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = 500^\circ C$$

با توجه به $\frac{L'}{L} = \frac{9}{4}$ ، طول میله آونگ افزایش یافته است و در نتیجه تغییرات دما افزایشی است. توجه کنید دمای اولیه میله آونگ تأثیری در حل سؤال نداشت.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا دوره نوسان‌های آونگ در سطح زمین را به دست می‌آوریم. با توجه به نمودار مکان - زمان $A = 8 \text{ cm}$ و در لحظه $t = \frac{1}{6} \text{ s}$ مکان نوسانگر برابر $x = -4\sqrt{3} \text{ cm}$ و از نقطه تعادل در حال دور شدن است. بنابراین داریم:

$$x = A \cos \omega t \xrightarrow[A = 8 \text{ cm}, t = \frac{1}{6} \text{ s}]{x = -4\sqrt{3} \text{ cm}} -4\sqrt{3} = 8 \cos \left(\omega \times \frac{1}{6} \right)$$

$$\Rightarrow \cos \left(\omega \times \frac{1}{6} \right) = -\frac{\sqrt{3}}{2} \xrightarrow[\frac{\Delta\pi}{6} = -\frac{\sqrt{3}}{2}]{\cos} \omega \times \frac{1}{6} = \frac{\Delta\pi}{6} \Rightarrow \omega = \Delta\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \Delta\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 0.4 \text{ s}$$

اکنون اگر آونگ به فاصله 4 Re از سطح زمین منتقل شود، فاصله آن از مرکز زمین برابر با 5 Re با $r_1 = 4 \text{ Re} + \text{Re} = 5 \text{ Re}$ خواهد شد و می‌توان نوشت:

$$g = \frac{GM_e}{r^2} \Rightarrow \frac{g_1}{g_2} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \xrightarrow{r_1 = R_e, r_2 = 5R_e} \frac{g_1}{g_2} = \left(\frac{R_e}{5R_e} \right)^2 = \frac{1}{25}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{1}{25}} \Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{5} \Rightarrow \omega_1 = 5\omega_2$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \xrightarrow{\omega_1 = 5\omega_2} \frac{T_2}{0.4/5} = \frac{5\omega_2}{\omega_2} \Rightarrow T_2 = 2 \text{ s}$$

بنابراین آونگ در فاصله 4 Re از سطح کره زمین در هر ۲ ثانیه یک نوسان کامل انجام می‌دهد، لذا در مدت یک دقیقه

$$T = \frac{t}{n} \xrightarrow[t = 60 \text{ s}]{t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}} 2 = \frac{60}{n} \Rightarrow n = 30$$

تعداد نوسانات آن برابر است با:

۷

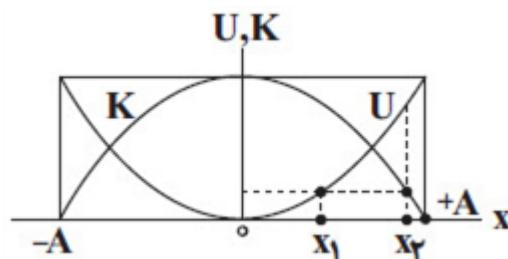
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار داده شده، در انرژی پتانسیل نوسانگر مکان x_1 و انرژی جنبشی نوسانگر

در مکان x_2 با هم برابر است. $(U_2 = K_1, U_1 = K_2)$ بنابراین با توجه به این که $E = U + K$ و

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 \text{ می توان نوشت:}$$

$$x_2 \text{ مکان: } U_2 + K_2 = E \xrightarrow{U_2=K_1} E = K_1 + K_2 \xrightarrow{E=K_{\max}=\frac{1}{2}mv_{\max}^2}$$

$$\frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{1}{2}m(v_1^2 + v_2^2) \xrightarrow[v_2=\frac{1}{2}\frac{m}{s}}{v_1=\frac{3}{2}\frac{m}{s}} v_{\max}^2 = 3^2 + 1^2 = 10 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{10} \frac{m}{s}$$



۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای تعیین تندی متوسط باید مکان نوسانگر در لحظه t_1 و مکان نوسانگر در لحظه t_2

(یعنی x_2) را بیابیم. برای این منظور، یکی را راه حل ها، استفاده از معادله حرکت است. بنابراین ابتدا معادله حرکت را

$$\frac{T}{4} = 0.5 \Rightarrow T = 1/2 s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1/2} \Rightarrow \omega = \frac{4\pi}{1} \text{ rad/s} \text{ می نویسیم:}$$

$$\Rightarrow x = A \cos \omega t \xrightarrow{A=2 \text{ cm}} x = 2 \cos \frac{4\pi}{1} t$$

با داشتن معادله حرکت، لحظه t_1 را می یابیم. چون نوسانگر در لحظه t_1 در مکان $x = -1/2 \text{ cm}$ است، داریم:

$$x = 2 \cos \frac{4\pi}{1} t \Rightarrow -1/2 = 2 \cos \frac{4\pi}{1} t_1 \xrightarrow{1/2=\sqrt{3}} \cos \frac{4\pi}{1} t_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos \frac{5\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{4\pi}{1} t_1 = \frac{5\pi}{6} \Rightarrow t_1 = \frac{5}{8} s$$

برای محاسبه مکان نوسانگر در لحظه $t_2 = 1 s$ می توان نوشت:

$$x_2 = 2 \cos \frac{4\pi}{1} t_2 \xrightarrow{t_2=1 s} x_2 = 2 \cos \frac{4\pi}{1} \times 1 \xrightarrow{\cos \frac{4\pi}{1} = \frac{1}{2}} x_2 = 2 \times \frac{1}{2} \Rightarrow x_2 = 1 \text{ cm}$$

اکنون مسافت طی شده در بازه زمانی t_1 تا t_2 را پیدا می کنیم. با توجه به نمودار، نوسانگر ابتدا از مکان $-1/2 \text{ cm}$ به

مکان -2 cm در خلاف جهت محور جابه جا شده است و سپس از مکان -2 cm به مکان 1 cm رفته است؛ بنابراین

$$L = 0.5 + 2 = 2.5 \text{ cm}$$

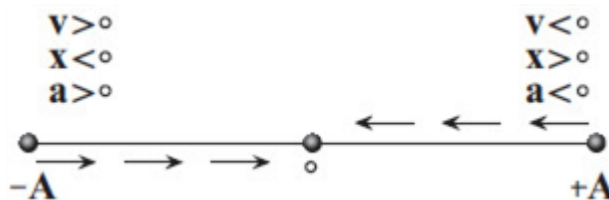
مسافت طی شده در مجموع برابر است با:

در نهایت تندی متوسط برابر است با:

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=L/2.5 \text{ cm}]{\Delta t=t_2-t_1=1-\frac{5}{8}=\frac{3}{8} s} S_{av} = \frac{2.5}{\frac{3}{8}} \Rightarrow S_{av} = \frac{20}{3} \frac{\text{cm}}{s}$$

۹

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل مقابل، نوسانگر در مکان‌های مثبت، با شتاب منفی و سرعت منفی و در مکان‌های منفی، با سرعت مثبت و شتاب مثبت، می‌تواند به مرکز نوسان نزدیک شود. بنابراین، گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ نمی‌تواند الزاماً درست باشند. اما از آنجایی که اندازه شتاب در دو انتهای مسیر بیشینه و در مرکز نوسان کمینه می‌باشد، لذا با نزدیک شدن نوسانگر به مرکز نوسان، الزاماً اندازه شتاب آن کاهش می‌یابد. یا می‌توان گفت، بنا به رابطه $a = -\omega^2 x$ ، با نزدیک شدن نوسانگر به نقطه تعادل، اندازه x کاهش می‌یابد، لذا اندازه a نیز کاهش خواهد یافت.



۱۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

با توجه به رابطه محاسبه انرژی مکانیکی می‌توان نوشت:

$$E = U + K \Rightarrow E = 0.09 + 0.16 = 0.25 J$$

از طرفی:

$$E = \frac{1}{2} K A^2 \Rightarrow 0.25 = \frac{1}{2} \times 200 \times A^2$$

$$\Rightarrow A^2 = \frac{1}{200} \Rightarrow A = \frac{1}{\sqrt{200}} m = 5 \text{ cm}$$

نوسانگر در مدت زمان $\frac{T}{4}$ ، مسافتی برابر طول پاره خط نوسان را می‌پیماید در این صورت داریم:

$$I = 2A = 10 \text{ cm}$$

۱۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$x = -\frac{A}{2} \text{ تند شوند} \Rightarrow \phi = \frac{4\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{2T}{3} = \frac{1}{3} \Rightarrow T = \frac{1}{2} s$$

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{2}{16}}{\frac{1}{2}} \Rightarrow t = \frac{2}{8} T \Rightarrow \phi = \frac{3\pi}{4}$$

$$\frac{U}{E} = \cos^2 \phi = \cos^2 \frac{3\pi}{4} = \frac{1}{2}$$

۱۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. معادله مکان نوسانگر $x = A \cos \omega t$ است و در لحظه $t = \frac{1}{24} s$ مکان برای بار دوم برابر $+\frac{A}{2}$ شده است.

$$+\frac{A}{2} = A \cos \left(\omega \times \frac{1}{24} \right) \rightarrow \cos \left(\frac{\omega}{24} \right) = +\frac{1}{2}$$

$$\rightarrow \frac{\omega}{24} = \overbrace{\frac{\pi}{3}}^{\text{بار اول}}, \overbrace{\frac{5\pi}{3}}^{\text{بار دوم}}, \dots$$

$$\text{بار دوم} \rightarrow \frac{\omega}{24} = \frac{5\pi}{3} \rightarrow \omega = \frac{24 + 5\pi}{3} = 40\pi$$

$$\text{سرعت عبور از مرکز} = A\omega = 2\pi \rightarrow A \times 40\pi = 2\pi \rightarrow A = \frac{2}{40} = \frac{1}{20} m$$

معادله شتاب نوسانگر:

$$a = -\omega^2 x = -A\omega^2 \cos \omega t = -\frac{1}{20} \times 40^2 \pi^2 \cos 40\pi t \Rightarrow a = -80\pi^2 \cos 40\pi t$$

۱۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

گزاره اول نادرست است زیرا در حرکت نوسانی ساده، معادله مکان-زمان کسینوسی است.

گزاره دوم صحیح است، در مرکز نوسان انرژی پتانسیل کشسانی صفر است، بنابراین انرژی جنبشی حداکثر است و بیشترین سرعت در مرکز نوسان است.

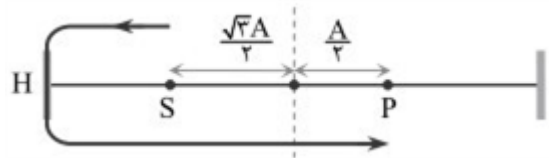
گزاره سوم صحیح است، وقتی حرکت تندشونده است، به مرکز نزدیک می‌شود، پس مکان در حال کاهش است.

$$a = -\omega^2 x$$

پس شتاب در حال کاهش است.

گزاره چهارم صحیح است، در انتهای نوسان، انرژی مکانیکی از رابطه $E = \frac{1}{2} K A^2$ به دست می‌آید، با کاهش جرم انرژی

تغییری نمی‌کند، پس دامنه ثابت می‌ماند.

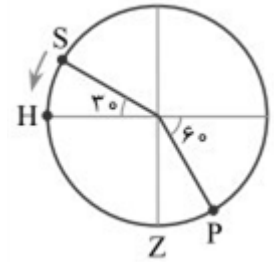


نادرستی گزینه «۱»: پس از طی $\left(A - \frac{\sqrt{3}}{2} A\right)$ متوقف می‌شود.

$$\frac{\Delta t_{\text{تند}}}{\Delta t_{\text{کند}}} = \frac{\frac{T}{4}}{\frac{T}{12} + \frac{T}{12}} = \frac{3}{2}$$

نادرستی گزینه «۲»:

نادرستی گزینه «۳»: وقتی از H به P حرکت می‌کند در سوی مثبت حرکت کرده است.



$$\bar{S} = \frac{\left(A - \frac{\sqrt{3}}{2} A\right) + A + \frac{A}{2}}{\frac{T}{12} + \frac{T}{4} + \frac{T}{12}}$$

درستی گزینه «۴»:

$$\bar{S} = \frac{\frac{2A - \sqrt{3}A + 2A + A}{2}}{\frac{5T}{12}} = \left(\frac{6}{5}\right) \left(\frac{A}{T}\right) (5 - \sqrt{3})$$

نادرستی گزینه «۱»: در هنگام انتشار صوت ذرات فقط در جای خود مرتعش می‌شوند.

نادرستی گزینه «۲»: اگر چه گوش انسان بسامدهای ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را می‌شنود ولی گوش انسان به بسامدهای ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز حساس‌تر است.

$$\beta_2 - \beta_1 = \Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1} - 10 \log \frac{I_1}{I_1}$$

درستی گزینه «۳»:

$$= 10 \log \frac{I_2}{I_1} = 10 \log 10^2 = 20$$

نادرستی گزینه «۴»: هر چه ماده متراکم‌تر باشد عموماً سرعت انتشار صوت در آن بیشتر می‌شود.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه انرژی مکانیکی $E = \frac{1}{2} k A^2$ با برداشتن وزن m_2 ، k و A تغییر نمی‌کند،

بنابراین انرژی مکانیکی E ثابت می‌ماند.

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\begin{cases} m = m_1 + m_2 = 16 \text{ kg} \\ m = m_1 = 9 \text{ kg} \end{cases} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \sqrt{\frac{m}{m'}} = \sqrt{\frac{16}{9}} = \frac{4}{3}$$

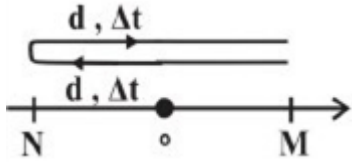
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۱۷

$$a_m = A\omega^2 = v_m \omega \Rightarrow \omega / \pi = W \cdot \omega / \pi \Rightarrow W = \pi \frac{\text{rad}}{s}$$

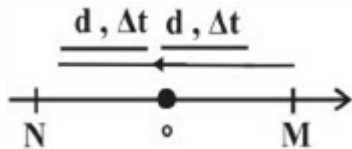
$$v_m = A\omega$$

$$a = W^2 x = \pi^2 \times \frac{1}{100} = \pi^2$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در حرکت هماهنگ ساده در بازه‌های زمانی یکسان متوالی، زمانی مسافت طی شده یکسان است که یا در نقاط بازگشتی باشیم (حرکت به صورت رفت و برگشت) که مطابق شکل زیر است:



و یا این که هنگام عبور از نقطه‌ی تعادل این اتفاق می‌افتد که مطابق شکل روبه‌رو است:



چون برای اولین بار مسافت طی شده در دو ناحیه‌ی متوالی یکسان است، مطابق حالت دوم، نوسانگر در هنگام عبور از نقطه‌ی تعادل است. در نتیجه در انتهای ثانیه‌ی پنجم متحرک در نقطه‌ی تعادل است، پس داریم:

$$\frac{T}{4} = 5 \Rightarrow T = 20s$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. موارد «ب»، «ج» و «و» درست بوده و سایر موارد غلط است. ۱۹

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۲۰

$$k_{\max} = \frac{1}{2} m v_m^2 \xrightarrow{v_m = A\omega} \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{100} \omega^2$$

$$\omega^2 = 900 \Rightarrow \omega = 30 \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 30 \xrightarrow{\pi=3} T = \frac{1}{5} s$$

$$N = \frac{t}{T} = \frac{60}{\frac{1}{5}} = 300 \text{ تعداد نوسان ها}$$

در هر نوسان دوبار طول پاره‌خط طی می‌شود. $N' = 2N = 600$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۲۱

$$\Delta t = t_s - t_p \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v_s} - \frac{\Delta x}{v_p} \Rightarrow 90 = \frac{\Delta x}{4} - \frac{\Delta x}{8}$$

$$\Rightarrow 90 = \Delta x \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right) \Rightarrow \Delta x = 720 \text{ km}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار دوره تناوب و بسامد زاویه‌ای را به دست می‌آوریم:

$$\frac{3}{4}T = \frac{15}{100} \Rightarrow T = 0.2s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 10\pi \frac{\text{rad}}{s}$$

محاسبه لحظه t_1 :

$$x = 6 \cos(10\pi t) \Rightarrow -3 = 6 \cos(\omega t_1) \Rightarrow \cos(\omega t_1) = -\frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases} \omega t_1 = \frac{2\pi}{3} & \text{قابل قبول} \\ \omega t_1 = \frac{4\pi}{3} & \text{غیرقابل قبول} \end{cases}$$

چون لحظه t_1 در ربع دوم نمودار واقع است، پاسخ $\frac{2\pi}{3}$ برای شناسه کسینوس درست است:

$$10\pi t_1 = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{15}(s)$$

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6 - (-3)}{\frac{1}{10} - \frac{1}{15}} = \frac{9}{\frac{1}{30}} = 270 \frac{\text{cm}}{s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گام اول: همان‌طور که می‌دانیم تندی انتشار نور در خلأ از رابطه $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ به دست

می‌آید. بنابراین در این سؤال، تندی انتشار موج برابر است با:

$$v = \frac{3}{4}(\mu_0 \epsilon_0)^{-\frac{1}{2}} = \frac{3}{4} \left(\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \right) = \frac{3}{4} \times (3 \times 10^8) = \frac{9}{4} \times 10^8 \frac{\text{m}}{s}$$

↓

$$c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{\frac{9}{4} \times 10^8}{1/8 \times 10^9} = \frac{1}{\lambda} m$$

گام دوم: بنابراین طول موج برابر است با:

در ادامه فاصله‌ی بین نقاط O و O' برابر $\frac{\lambda}{2} = \frac{1}{16} m$ است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانیم فاصله بین دو تراکم (جمع‌شدگی) یا دو انبساط (بازشدگی) متوالی

برابر با طول موج (λ) است. همچنین فاصله بین مرکز یک تراکم با مرکز انبساط مجاور آن برابر با نصف طول موج $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$

است. با این توضیحات فاصله مشخص شده در شکل برابر است با:

$$\lambda + \frac{\lambda}{2} = \frac{3\lambda}{2} \Rightarrow \frac{3\lambda}{2} = 30 \Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm}$$

حال طبق رابطه تندی انتشار موج داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{v=30 \frac{\text{km}}{h} \div 3/6 = 20 \frac{\text{m}}{s}} \cdot 1/2 = \frac{20}{f} \Rightarrow f = \frac{20}{0.2} = 100 \text{ Hz}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم شدت صوت با مجذور بسامد و دامنه رابطه‌ی مستقیم اما با مجذور فاصله شنونده

۲۵

تا چشمه‌ی صوت رابطه‌ی عکس دارد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \text{Log} \frac{I_2}{I_1} = 10 \cdot \text{Log} \left[\left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \times \left(\frac{f_2}{f_1} \right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \right] \xrightarrow{r_2 = \frac{1}{2} r_1}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \text{Log} \left[\left(\frac{1}{2} \right)^2 \times 2^2 \times 2^2 \right]$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \text{Log} 2^2 = 20 \cdot \text{Log} 2 = 20 \times 0.3 = 6 \text{ dB}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۲۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۲۷

$$\omega_A = 2\omega_B \Rightarrow f_A = 2f_B \quad f_B = ?$$

$$n_A = n_B + 20 \xrightarrow{n=2f} \text{tf}_A = \text{tf}_B + 20 \Rightarrow 120 \cdot f_A = 120 \cdot f_B + 20$$

$$120(2f_B) = 120 \cdot f_B + 20 \Rightarrow 120 \cdot f_B = 20 \Rightarrow f_B = \frac{20}{120} = \frac{1}{6} \text{ Hz}$$

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} (0.2)(0.05)^2 \left(\frac{200}{0.2} \right) = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ J}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۲۸

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۲۹

$$x = -\frac{A}{2} \Rightarrow x = A \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = -\frac{1}{2} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{T}{6}$$

$$x = 0 : \cos \omega t = 0 \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{T}{4} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{4} - \frac{T}{6} = \frac{T}{12}$$

$$\text{مدت زمان مورد نیاز} = 2\Delta t = 2 \left(\frac{T}{12} \right) = \frac{T}{6} = 1 \text{ s}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ۳۰

$$\left. \begin{array}{l} x = A \cos \omega t \\ \omega = \frac{2\pi}{T} \end{array} \right\} \Rightarrow t = \frac{1}{6} T : x = A \cos \left(\frac{\pi}{3} \right) = \frac{A}{2}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۳۱

$$\left. \begin{array}{l} \text{سرعت متوسط} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{x - \hat{x}}{t} \\ \text{تندی متوسط} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \Delta x_4}{\Delta t} = \frac{\hat{x} + \hat{x} + \hat{x} + x}{t} \\ x = A \cos \omega t \\ \text{شتاب } a = A\omega \cos \omega t \end{array} \right\} \Rightarrow a = \frac{\pi^2}{\lambda} \frac{m}{s^2}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در نقطه‌ای که دو نمودار یکدیگر را قطع می‌کنند، انرژی جنبشی و پتانسیل با هم برابر می‌شوند.

توجه کنید: انرژی مکانیکی برابر با بیشینه‌ی انرژی جنبشی است.

$$U + K = E \xrightarrow{U=K} 2K = E \Rightarrow K = \frac{1}{2}E \xrightarrow[\substack{K=\frac{1}{2}mv^2 \\ E=\frac{1}{2}mv_{\max}^2}]{\substack{K=\frac{1}{2}mv^2 \\ E=\frac{1}{2}mv_{\max}^2}} \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

$$\Rightarrow v = \frac{\sqrt{2}}{2}v_{\max} \xrightarrow{v=40\sqrt{2}\frac{\text{cm}}{\text{s}}} 40\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}v_{\max} \Rightarrow v_{\max} = 80\frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0.8\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر دوره‌ی تناوب T و ثابت نوسان‌گر k فرض شود، داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = \frac{mg}{L} \quad (۱)$$

$$\left. \begin{array}{l} F = kx \\ F = ma \end{array} \right\} \xrightarrow{(۱)} ma = \frac{mg}{L} \cdot x \Rightarrow a = \frac{g}{L} \cdot x \Rightarrow a = \frac{xg}{l} \Rightarrow x = \frac{al}{g} \Rightarrow \frac{l}{200} = \frac{al}{10}$$

$$\Rightarrow a = 5 \times 10^{-2} = 0.05 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به روابط انرژی‌های جنبشی و مکانیکی نوسانگر ساده می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} E = K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 \\ K = \frac{1}{2}mv^2 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{K}{E} = \left(\frac{v}{v_{\max}} \right)^2$$

$$\frac{v}{v_{\max}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{K}{E} = \left(\frac{1}{2} \right)^2 \Rightarrow K = \frac{1}{4}E$$

به کمک رابطه‌ی انرژی مکانیکی، نسبت $\frac{U}{E}$ را به دست می‌آوریم:

$$E = K + U \Rightarrow E = \frac{1}{4}E + U \Rightarrow U = \frac{3}{4}E$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی نوسانگر در مکان $x = +\frac{A}{2}$ است، می‌توان گفت:

$$\cos \theta_1 = \frac{x_1}{A} \Rightarrow \cos \theta_1 = \frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases} \theta_1 = \frac{\pi}{3} \text{ rad} \\ \theta_1 = \frac{5\pi}{3} \text{ rad} \end{cases}$$

با توجه به این‌که در این مسئله عنوان شده است که در آن لحظه نوسانگر در حال حرکت به طرف مرکز نوسان است، پس $\theta_1 = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ می‌باشد و برای θ_2 داریم:

$$\cos \theta_2 = \frac{x_2}{A} \Rightarrow \cos \theta_2 = \frac{-\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \begin{cases} \theta_2 = \frac{3\pi}{4} \text{ rad} \\ \theta_2 = \frac{5\pi}{4} \text{ rad} \end{cases}$$

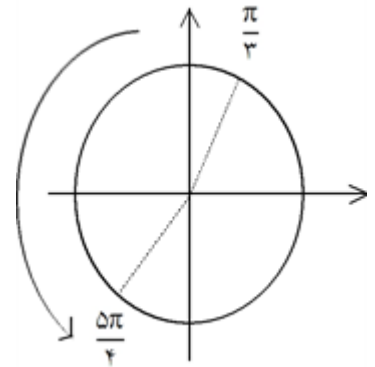
و از آن‌جا که نوسانگر یک‌بار تغییر جهت داده است، پس $\theta_2 = \frac{5\pi}{4} \text{ rad}$ می‌باشد. با توجه به دایره‌ی مثلثاتی شکل

مقابل، در بین دو فاز θ_1, θ_2 ، فقط در بازه‌ی فازهای $\frac{\pi}{3} \text{ rad}$ تا $\frac{\pi}{4} \text{ rad}$ مکان متحرک مثبت است. پس داریم:

$$\Delta\theta = \omega t \Rightarrow \frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{T} \Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{T}{12}$$

همچنین فقط در بازه‌ی $\frac{\pi}{3} \text{ rad}$ تا $\pi \text{ rad}$ سرعت نوسانگر منفی می‌باشد. بنابراین زمان سپری شده برابر است با:

$$\Delta t_2 = \frac{\Delta\theta}{\omega} = \frac{\pi - \frac{\pi}{4}}{\frac{2\pi}{T}} = \frac{3\pi}{4\pi} \times T = \frac{3}{4}T$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. لحظه‌ی $t_1 = 0$ که سرعت برای اولین بار صفر می‌شود.

$$t_1 = t_1 + 1 = 0 + 1$$

$$t_2 = t_1 + 1 = +2$$

$$x = A \cos(\omega t)$$

$$t = t_1 \Rightarrow x(t_1) = A \cos\left(\frac{\omega \pi}{T}(0)\right) = A$$

$$t = t_1 \Rightarrow x(t_1) = A \cos\left(\frac{\omega \pi}{T}(1)\right) = A \cos(\omega)$$

$$t = t_2 \Rightarrow x(t_2) = A \cos\left(\frac{\omega \pi}{T}(2)\right) = A \cos(2\omega)$$

$$|\Delta x_{[t_1, t_2]}| = \Delta x \Rightarrow x(t_1) - x(t_2) = x$$

$$\Rightarrow A - A \cos(\omega) = x \Rightarrow \cos(\omega) = \frac{A-x}{A} \quad \text{رابطه‌ی (۱)}$$

$$|\Delta x_{[t_1, t_2]}| = x \Rightarrow x(t_1) - x(t_2) = \Delta x$$

$$A - A \cos(2\omega) = \Delta x \Rightarrow \cos(2\omega) = \frac{A-\Delta x}{A} \quad \text{رابطه‌ی (۲)}$$

نکته: رابطه‌ی مثلثاتی مهم زیر را به خاطر داریم، $\cos 2\theta = 2 \cos^2 \theta - 1$

$$\cos(2\omega) = 2 \cos^2(\omega) - 1 \xrightarrow{(1)} \frac{A-\Delta x}{A} = 2 \left(\frac{A-x}{A} \right)^2 - 1 \xrightarrow{\times A^2} A(A-\Delta x)$$

$$= 2(A^2 - 2Ax + x^2) - A^2$$

$$\Rightarrow A^2 - 2Ax = 2A^2 - 4Ax + 2x^2 - A^2 \Rightarrow Ax = 2x^2 \Rightarrow A = 2x$$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. دوره‌ی تناوب یک آونگ ساده از رابطه‌ی $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ به دست می‌آید. این رابطه در

آسانسور در حال حرکت به شکل زیر در می‌آید.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

g' شتاب گرانش ظاهری در آسانسور است که برای آن خواهیم داشت:

$$g' = g \pm a \quad \oplus \text{ شتاب رو به بالا} \quad \ominus \text{ شتاب رو به پایین}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} \Rightarrow 2 = \sqrt{\frac{g+a}{g-a}} \Rightarrow \frac{g+a}{g-a} = 4 \Rightarrow g+a = 4g-4a \Rightarrow 5a = 3g$$

$$\Rightarrow a = \frac{3}{5}g = 0.6g$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} N &= \frac{v \times \Delta t}{v} = 26 \times 3 = 78 \text{ دور کامل} & \text{آونگ اول:} \\ N' &= N - 18 = 78 - 18 = 60 \text{ دور کامل} & \text{آونگ دوم:} \\ T' &= \frac{t'}{N'} = \frac{v \times \Delta t}{60} \Rightarrow T' = 2/6 \text{ s} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \Rightarrow \left(\frac{2/6}{2} \right)^2 = \frac{L'}{L} \Rightarrow 1/3^2 = \frac{L'}{L} \Rightarrow L' = 1/9 L$$

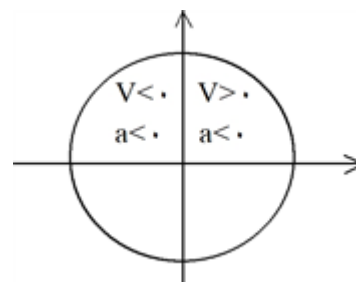
$$\Delta L = 0.89 L \quad \text{یعنی افزایش طول برابر ۸۹\% است.}$$

۳۹

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. روش اول: با استفاده از دایره‌ی مرجع، در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر از مثبت به منفی تغییر علامت می‌دهد، نوسانگر از ربع اول وارد ربع دوم می‌شود و چون همواره جهت شتاب به سمت مرکز نوسان است، پس علامت شتاب نوسانگر که منفی است، منفی باقی می‌ماند.

روش دوم: شتاب برابر با تغییرات سرعت نسبت به زمان است و چون حرکت نوسانی یک مسیر مستقیم است، بنابراین می‌توان به جای استفاده از رابطه‌ی برداری، از رابطه‌ی نرده‌ای استفاده کرد و فقط با توجه به جهت مثبت، علامت سرعت و شتاب را در نظر گرفت. بنابراین برای لحظه‌ای که علامت سرعت از مثبت به منفی تبدیل می‌شود، می‌توان نوشت:

$$a = \frac{V_2 - V_1}{\Delta t} \xrightarrow[v_1 > 0]{v_2 < 0} a < 0$$



۴۰

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \sqrt{\frac{\frac{64}{100}L}{L_1}} = \frac{8}{10} \rightarrow T_2 = 0.8T_1 \rightarrow \Delta T = -0.2T_1 = -20\%$$

1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
11	1	2	3	4
12	1	2	3	4
13	1	2	3	4
14	1	2	3	4
15	1	2	3	4
16	1	2	3	4
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	3	4
31	1	2	3	4
32	1	2	3	4

33	1	2	3	4
34	1	2	3	4
35	1	2	3	4
36	1	2	3	4
37	1	2	3	4
38	1	2	3	4
39	1	2	3	4
40	1	2	3	4

