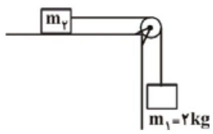
۵۲۶- متحرکی مسیر دایره‌ای شکلی را با سرعت ثابت خطی $۶\frac{m}{s}$ به‌طور یک‌نواخت طوری دور می‌زند که در هر ثانیه، بردار سرعت خطی ۳۰ درجه تغییر جهت دهد. اندازه‌ی شتاب مرکزگرای این متحرک چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(\pi = ۳)$

(۹٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۶ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۲۲ آذر ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۰ هزار نفر)

۱) ۶ ۲) ۳ ۳) ۱۲ ۴) ۹

۵۲۷- در شکل زیر، جرم نخ، قرقره و اصطکاک بین آن‌ها ناچیز است، اما بزرگی نیروی اصطکاک بین جرم $m_۲$ و سطح افقی برابر با $۵N$ است. اگر دستگاه را از حال سکون رها کنیم، پس از گذشت ۲ ثانیه، اندازه حرکت دستگاه چند واحد SI خواهد بود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

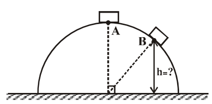
(۸٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۵ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۱۶ فروردین ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۰ هزار نفر)



۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

۵۲۸- مطابق شکل زیر، جسمی بر روی نیمکره‌ای صیقلی به شعاع $۶m$ و از نقطه‌ی A در بالاترین قسمت مسیر از حالت سکون شروع به لغزش می‌کند و در نقطه‌ی B به ارتفاع h از سطح زمین، از سطح نیم‌کره جدا می‌شود. ارتفاع h چند متر است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و از اصطکاک صرف‌نظر شود.)

(۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۲ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۴ آذر ۹۰ –شرکت کنندگان ۴۵ هزار نفر)



۱) ۴ ۲) ۵
۳) ۳ ۴) ۲

۵۲۹- در یک حرکت دایره ای یک‌نواخت، اندازه‌ی سرعت و شتاب متحرک به‌ترتیب برابر با $۶\frac{m}{s}$ و $۱۲\frac{m}{s^۲}$ است. چند ثانیه طول می کشد تا ذره از مکان زاویه‌ای ۴ رادیان به مکان زاویه ای ۷ رادیان برسد؟

(۵٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۳ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۸ مهر ۹۰ –شرکت کنندگان ۴۱ هزار نفر)

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱/۵ ۴) ۱

فصل ۳ پیش دانشگاهی	سؤال‌های نسبتاً دشوار	مبحث:حرکت نوسانی

انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۵۰۰۰ تا ۵۵۰۰ از هر ۱۰ سوال به ۳ سوال پاسخ دهند.
انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۵۵۰۰ تا ۶۲۵۰ از هر ۱۰ سوال به ۴(یا ۵) سوال پاسخ دهند.
انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۶۲۵۰ به بالا از هر ۱۰ سوال به بیش از ۶ سوال پاسخ دهند.

۵۳۰- معادله‌ی شتاب- زمان حرکت یک نوسانگر ساده در SI به‌صورت $a = -۰/۲\sin(۲۰\pi t)$ است. اگر جرم نوسانگر $۱۰۰g$ باشد، اندازه‌ی نیروی وارد بر نوسانگر در لحظه‌ی $t = \frac{۱}{۸۰}s$ چند نیوتون است و بعد از این لحظه چگونه تغییر می‌کند؟

(۳۲٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۸ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۲۲ فروردین ۹۳ –شرکت کنندگان ۳۹ هزار نفر)

۱) $\frac{۲}{۱۰۰}$، کاهش می‌یابد. ۲) $\frac{۲}{۱۰۰}$، افزایش می‌یابد.
۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰۰}$، کاهش می‌یابد. ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰۰}$، افزایش می‌یابد.

۵۳۱- معادله‌ی حرکت هماهنگ ساده‌ی نوسانگری در SI به‌صورت $x = ۰/۰۳\sin(۲/۵\pi t)$ است. چند ثانیه پس از لحظه‌ی $t = ۰$، بُعد این نوسانگر برای دومین بار برابر با $-۱/۵cm$ می‌شود؟

(۲۷٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۲۱ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۲۲ فروردین ۹۳ –شرکت کنندگان ۳۹ هزار نفر)

۱) $\frac{۱}{۱۵}$ ۲) $\frac{۷}{۱۵}$ ۳) $\frac{۱۱}{۱۵}$ ۴) $\frac{۱۴}{۱۵}$

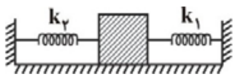
۵۳۲- در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگری با حرکت هماهنگ ساده، ۸ برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است، اندازه‌ی فاصله‌ی نوسانگر از مبدأ نوسان، چه کسری از دامنه‌ی نوسان است؟

(۲۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۲۲ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۲۲ فروردین ۹۳ –شرکت کنندگان ۳۹ هزار نفر)

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۵۳۳- مطابق شکل زیر، وزنه‌ای به جرم ۴ کیلوگرم، به دو فنر افقی با ثابت فنر یک‌سان متصل شده و بر روی سطح افقی بدون اصطکاکی با دامنه‌ی ۱۰ سانتی‌متر حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر سرعت وزنه در هنگام عبور از وضع تعادل برابر با $1\frac{m}{s}$ باشد، ثابت هر فنر چند $\frac{N}{m}$ است؟

(۲۵٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۵ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲ دی ۹۰ –شرکت کنندگان ۴۶ هزار نفر)



۱) ۴۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۵۰

۵۳۴- نوسانگر ساده‌ای با دامنه‌ی A و دوره‌ی T نوسان می‌کند. شتاب متوسط نوسانگر بین دو لحظه‌ی متوالی که سرعت نوسانگر بیشینه است، کدام است؟

(۲۵٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۷ درصد پاسخ صحیح دادند.(۸ دی ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۴ هزار نفر)

۱) صفر ۲) $\frac{4\pi A}{T^2}$ ۳) $\frac{8\pi A}{T^2}$ ۴) $\frac{16\pi A}{T^2}$

۵۳۵- نوسانگر هماهنگ ساده‌ای روی پاره‌خطی به طول d با دوره‌ی T نوسان می‌کند. بیش‌ترین سرعت متوسط نوسانگر در مدت $\frac{T}{6}$ کدام است؟

(۲۵٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۳ درصد پاسخ صحیح دادند.(۶ دی ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)

۱) $\frac{6d}{T}$ ۲) $\frac{4d}{T}$ ۳) $\frac{3d}{T}$ ۴) $\frac{2d}{T}$

۵۳۶- دوره‌ی تناوب یک آونگ ساده‌ی کم‌دامنه برابر با $6s$ است. اگر جرم آونگ را ۳ برابر و دامنه‌ی نوسان‌های آن‌را نصف نمائیم، دوره‌ی تناوب آونگ چند ثانیه می‌شود؟

(۲۴٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۴ درصد پاسخ صحیح دادند.(۱۶ فروردین ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۰ هزار نفر)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۶ ۴) ۱۲

۵۳۷- در یک حرکت نوسانی ساده، رابطه‌ی بین اندازه‌ی شتاب و اندازه‌ی سرعت نوسانگر در SI به‌صورت $|a| = 5\sqrt{1-4v^2}$ می‌باشد. دوره‌ی نوسان‌های این حرکت چند ثانیه است؟

(۲۴٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۷ درصد پاسخ صحیح دادند.(۶ دی ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)

۱) ۱۰ ۲) $\frac{\pi}{5}$ ۳) $\frac{2\pi}{5}$ ۴) $\frac{2\sqrt{5}\pi}{5}$

۵۳۸- دوره‌ی نوسان‌های آونگ ساده‌ی کم‌دامنه‌ای برابر با ۵ ثانیه است. طول آونگ را چند درصد کاهش دهیم تا دوره‌ی نوسان‌های آن برابر با ۲ ثانیه شود؟

(۲۴٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۵ درصد پاسخ صحیح دادند.(۶ دی ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۳هزار نفر)

۱) ۱۶ ۲) ۴۰ ۳) ۸۴ ۴) ۶۰

۵۳۹- طول یک آونگ ساده را ۳۶ درصد کاهش می‌دهیم. در این حالت اندازه‌ی تغییرات دوره‌ی نوسان‌های کم‌دامنه‌ی این آونگ ساده چند درصد است؟

(۲۳٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۲ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۷دی ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)

۱) ۶ ۲) ۲۰ ۳) ۸ ۴) ۸۰

۵۴۰- در یک حرکت نوسانی ساده با دوره‌ی T و دامنه‌ی A، حداکثر جابه‌جایی نوسانگر در مدت $\frac{T}{3}$ ثانیه چه کسری از دامنه است؟

(۲۳٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۶ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۲ آذر ۹۲ –شرکت کنندگان۴۰ هزار نفر)

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

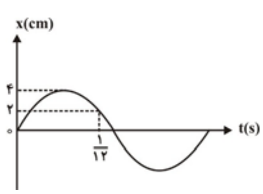
۵۴۱- نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، در لحظه‌ی t_1 در مکان $+\frac{A}{\sqrt{2}}$ و در لحظه‌ی $t_2 > t_1$ در مکان $+\frac{A}{2}$ قرار دارد. اندازه‌ی بیش‌ترین سرعت متوسط نوسانگر در بازه‌ی t_1 تا t_2 کدام است؟ (A دامنه‌ی نوسان، T دوره‌ی حرکت و در $t=0$ نوسانگر در مبدأ مختصات است.)

(۲۲٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۳ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۶ دی ۹۳ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)

۱) $12(\sqrt{2}+1)\frac{A}{T}$ ۲) $\frac{12(\sqrt{2}-1)}{7}\frac{A}{T}$ ۳) $\frac{12(\sqrt{2}+1)}{7}\frac{A}{T}$ ۴) $12(\sqrt{2}-1)\frac{A}{T}$

۵۴۲- نمودار بُعد - زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، به‌صورت شکل مقابل است.اگر جرم نوسانگر برابر با $100g$ باشد، انرژی جنبشی آن در لحظه‌ی $t=\frac{1}{12}s$ برابر با چند ژول است؟ $(\pi^2=10)$

(۲۲٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۴ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۶ دی ۹۳ –شرکت کنندگان ۴۰ هزار نفر)



۱) ۶
۲) ۰/۶
۳) ۰/۰۶
۴) ۰/۰۰۶

۵۴۳- نوسانگری با دوره‌ی T و دامنه‌ی A حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. بیشینه اندازه‌ی سرعت متوسط این نوسانگر وقتی به اندازه‌ی A جابه‌جا می‌شود، کدام است؟
(۲۰٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۰ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲ دی ۹۰ –شرکت کنندگان ۴۶ هزار نفر)

۱) $\frac{6A}{T}$ ۲) $\frac{7A}{T}$ ۳) $\frac{4A}{T}$ ۴) $\frac{5A}{T}$

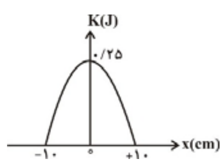
۵۴۴- بین حرکات نوسانگر هماهنگ ساده‌ی وزنه- فنری و حرکات آونگ ساده‌ی کم دامنه‌ای تشدید رخ داده است. در صورتی‌که طول آونگ را نصف کنیم، ثابت فنر نوسانگر هماهنگ ساده را چند برابر کنیم تا دوباره بین حرکات آن‌ها تشدید رخ دهد؟
(۲۰٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۲ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۹ دی ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۴ هزار نفر)

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

فصل ۳ فیزیک پیش‌دانشگاهی | **سؤال‌های دشوار** | مبحث: حرکت نوسانی

انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۵۰۰۰ تا ۵۵۰۰ از هر ۱۰ سوال به ۲ سوال پاسخ دهند.
انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۵۵۰۰ تا ۶۲۵۰ از هر ۱۰ سوال به ۳(یا ۴) سوال پاسخ دهند.
انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۶۲۵۰ به بالا از هر ۱۰ سوال به بیش از ۵ سوال پاسخ دهند.

۵۴۵- نمودار تغییرات انرژی جنبشی نوسانگر ساده‌ای برحسب مکان آن نسبت به مبدأ نوسان، مطابق شکل زیر است. در چند سانتی‌متری از مبدأ نوسان، انرژی جنبشی این نوسانگر برابر با $۰/۱۶J$ است؟
(۱۹٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۴ درصد پاسخ صحیح دادند.(۸ دی ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۴ هزار نفر)



۱) ۳/۶
۲) ۶
۳) ۶/۴
۴) $۴\sqrt{۵}$

۵۴۶- در یک حرکت هماهنگ ساده، در لحظه‌ی $t=۰/۴s$ برای اولین بار پس از شروع حرکت، انرژی جنبشی نوسانگر سه برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن می‌گردد. بسامد نوسان‌های این حرکت چند هرتز است؟
(۱۹٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۴ درصد پاسخ صحیح دادند.(۶ دی ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۴ هزار نفر)

۱) $\frac{۵}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۶}$ ۳) $\frac{۵}{۱۲}$ ۴) $\frac{۵}{۲۴}$

۵۴۷- معادله‌ی مکان- سرعت یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به‌صورت $۴x^۲+v^۲=۰/۰۴$ است. اندازه‌ی بیشینه‌ی شتاب این نوسانگر چند متر بر مجذور ثانیه است؟
(۱۹٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۴ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۷ دی ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)

۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۴

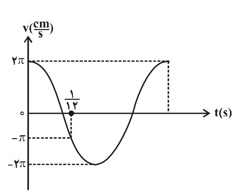
۵۴۸- در یک حرکت هماهنگ ساده، رابطه‌ی بین بُعد و سرعت نوسانگری در SI به‌صورت $x^۲+۹v^۲=۳/۶\times۱۰^{-۳}$ است. بسامد زاویه‌ای این حرکت چند رادیان بر ثانیه است؟
(۱۹٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۴ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۲ فروردین ۹۳ –شرکت کنندگان ۳۹ هزار نفر)

۱) $\frac{۱}{۹}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) ۳ ۴) ۹

۵۴۹- دوره‌ی نوسان‌های حرکت یک آونگ ساده برابر با $۲s$ است. طول این آونگ را چند سانتی‌متر کاهش دهیم تا دوره‌ی نوسان‌های آن $۰/۲s$ کاهش یابد؟ $(g=\pi^۲\frac{N}{kg})$
(۱۹٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۷ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۲ فروردین ۹۳ –شرکت کنندگان ۳۹ هزار نفر)

۱) ۲۳ ۲) ۱۹ ۳) ۱۸ ۴) ۱۴

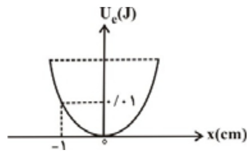
۵۵۰- نمودار سرعت- زمان نوسانگر ساده‌ای مطابق شکل زیر است. بیشینه شتاب نوسانگر تقریباً چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(\pi^۲\simeq۱۰)$
(۱۸٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۱ درصد پاسخ صحیح دادند.(۸ دی ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۴ هزار نفر)



۱) ۱
۲) ۱/۶
۳) ۲
۴) ۴

۵۵۱- نمودار انرژی پتانسیل کشسانی یک نوسانگر هماهنگ ساده به جرم $20g$ برحسب فاصله‌ی آن از مرکز نوسان مطابق با شکل زیر است. دوره‌ی نوسان‌های این حرکت چند ثانیه می‌باشد؟ $(\pi^2 \simeq 10)$

(۱۸٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۱ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۶ دی ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)



۱) ۰/۱
۲) ۰/۲
۳) ۰/۳
۴) ۰/۴

۵۵۲- معادله‌ی حرکت هماهنگ ساده‌ی یک نوسانگر، در SI به‌صورت $x = 0/05\sin(20\pi t + \frac{2\pi}{3})$ است. در فاصله‌ی چند سانتی‌متری از مبدأ مکان، انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل کشسانی آن خواهد شد؟

(۱۸٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۰ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۲ دی ۹۰ –شرکت کنندگان ۴۶ هزار نفر)

۱) $\frac{\sqrt{2}}{20}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{40}$ ۳) $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ ۴) $5\sqrt{2}$

۵۵۳- دامنه‌ی یک حرکت نوسانی ساده $10cm$ و دوره‌ی آن $\frac{1}{5}$ ثانیه است. در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر برابر با $\sqrt{6}\,\frac{m}{s}$ است و نوسانگر در مکان مثبت قرار دارد، شتاب آن تقریباً چند متر بر مجذور ثانیه خواهد بود؟ $(\pi^2 \simeq 10)$

(۱۷٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۹ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۸ دی ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۴ هزار نفر)

۱) 20π ۲) -20π ۳) 20 ۴) -20

۵۵۴- معادله‌ی سرعت نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $v = \pi\cos(\frac{50}{3}\pi t)$ است. بیش‌ترین سرعت متوسط این نوسانگر در یک بازه‌ی زمانی دلخواه ۰/۰۲ ثانیه‌ای، چند متر بر ثانیه است؟

(۱۷٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۳ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۵ دی ۹۳ –شرکت کنندگان ۴۰ هزار نفر)

۱) ۰/۳ ۲) ۳ ۳) $0/2\sqrt{3}$ ۴) $2\sqrt{3}$

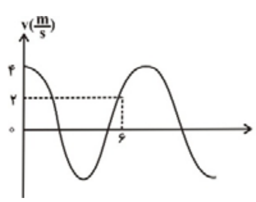
۵۵۵- یک آونگ ساده به طول l و یک نوسانگر جرم و فنر که وزن وزنه‌ی آن W و ثابت فنر آن k است، هم‌زمان به نوسان در می‌آیند. اگر دوره‌ی تناوب آونگ ساده و نوسانگر جرم و فنر یکسان باشد، کدام رابطه‌ی زیر برقرار است؟

(۱۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۳ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۲۳ دی ۹۰ –شرکت کنندگان ۴۶ هزار نفر)

۱) $W = kl$ ۲) $W = 2kl$ ۳) $W = \sqrt{2}kl$ ۴) $W = \frac{1}{2}kl$

۵۵۶- نمودار سرعت- زمان نوسانگر ساده‌ای مطابق شکل زیر است. در کدام لحظه برحسب ثانیه، برای دومین بار انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل کشسانی آن می‌شود؟

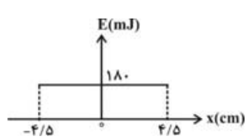
(۱۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۱ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۶ دی ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)



۱) ۰/۹
۲) ۱/۸
۳) ۲/۷
۴) ۳/۶

۵۵۷- نمودار انرژی مکانیکی برحسب بُعد نوسانگری که بر روی محور x و حول مبدأ مختصات حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر رسم شده است. اندازه‌ی بیشینه‌ی نیروی وارد بر این نوسانگر هماهنگ ساده چند نیوتون است؟

(۱۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۲ درصد پاسخ صحیح دادند.)(۲۲ فروردین ۹۳ –شرکت کنندگان ۳۹هزار نفر)



۱) ۰/۵
۲) ۴
۳) ۸
۴) به جرم نوسانگر و بسامد حرکت آن نیاز داریم.

فصل ۳ فیزیک پیش‌دانشگاهی | **سؤال‌های دشوارتر** | مبحث: حرکت نوسانی

انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۵۰۰۰ تا ۵۵۰۰ از هر ۱۰ سوال به ۱ سوال پاسخ دهند.
انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۵۵۰۰ تا ۶۲۵۰ از هر ۱۰ سوال به ۲(یا ۳) سوال پاسخ دهند.
انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۶۲۵۰ به بالا از هر ۱۰ سوال به بیش از ۴سوال پاسخ دهند.

۵۵۸- دامنه‌ی نوسان‌های یک نوسانگر هماهنگ ساده‌ی وزنه- فنر بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک برابر با ۶cm است. اگر جرم وزنه ۵۰g و ثابت فنر برابر با $۵\frac{N}{m}$ باشد، در لحظه‌ای که مکان نوسانگر $x = +۳cm$ و در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان است، سرعت نوسانگر تقریباً چند برابر اندازه‌ی بیشینه‌ی سرعت آن است؟ (۱۴٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۵ درصد پاسخ صحیح دادند.(۶ دی ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)

۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $-\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۵}{۶}$ ۴) $-\frac{۵}{۶}$

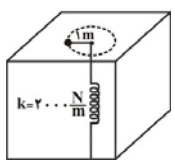
۵۵۹- در یک حرکت نوسانی هماهنگ ساده، بسامد نوسانگر ۵Hz و دامنه‌ی آن ۱۰cm است. در لحظه‌ای که اندازه‌ی سرعت نوسانگر $\sqrt{۶}\frac{m}{s}$ است و نوسانگر در مکان مثبت قرار دارد، شتاب آن چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($\pi^۲ = ۱۰$) (۱۱٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۵ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۳ دی ۹۰ –شرکت کنندگان ۴۶ هزار نفر)

۱) ۲۰π ۲) -۲۰π ۳) ۲۰ ۴) ۲۰-

۵۶۰- یک آونگ ساده که با دوره‌ی $T = ۲s$ نوسان می‌کند، از یک نخ سبک و یک گلوله‌ی آهنی تشکیل شده است. طول آونگ را به $\frac{۱}{۴}$ مقدار اولیه می‌رسانیم و توسط یک آهن‌ربا نیروی قائمی به اندازه‌ی ۳ برابر وزن گلوله به‌طرف پایین به آن وارد می‌کنیم. دوره‌ی آونگ چند ثانیه می‌شود؟ (۱۱٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۵ درصد پاسخ صحیح دادند.(۸ دی ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۴ هزار نفر)

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

۵۶۱- مطابق شکل زیر، یک سر طناب را به یک فنر قائم و طرف دیگر آن را به گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g وصل می‌کنیم. اگر این گلوله را بر روی دایره‌ای به شعاع ۱m روی سطح میز چنان به دوران درآوریم که در هر ثانیه $\frac{۵}{\pi}$ دور بزند، تغییر طول فنر از حالت طبیعی‌اش چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و از اصطکاک و جرم طناب صرف‌نظر شود.) (۷٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۴ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۴ آذر ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)



۱) ۰/۸
۲) ۱
۳) ۸
۴) ۱۰

۵۶۲- جسمی به جرم ۵۰۰g را به فنر قائم و سبکی که طول عادی آن ۴۰cm و ثابت آن $۲۰۰\frac{N}{m}$ است، متصل کرده و به نوسان در می‌آوریم. اگر بیش‌ترین طول فنر در حین نوسان برابر با ۴۴cm باشد، بزرگی سرعت جسم هنگامی که طول فنر به ۴۲cm می‌رسد، چند $\frac{m}{s}$ است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$) (۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۴ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲ دی ۹۰ –شرکت کنندگان ۴۶ هزار نفر)

۱) $۰/۱\sqrt{۲}$ ۲) $۰/۲\sqrt{۲}$ ۳) $۰/۲\sqrt{۵}$ ۴) $۰/۱\sqrt{۵}$

۵۶۳- وزنه‌ای به جرم ۴۰۰ گرم به فنر سبکی آویخته شده است و در وضع تعادل قرار دارد. اگر وزنه را به اندازه‌ی ۴cm از وضع تعادل خارج و رها کنیم، با دوره‌ی $T = ۰/۶۲۸s$ به نوسان درمی‌آید. وقتی وزنه در ۲ سانتی‌متری بالای وضع تعادل قرار دارد، انرژی پتانسیل کشسانی فنر چند ژول است؟ ($\pi = ۳/۱۴$ و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$) (۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱ درصد پاسخ صحیح دادند.(۱۸ فروردین ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۱ هزار نفر)

۱) $۱/۲۸\times۱۰^{-۲}$ ۲) ۸×۱۰^{-۳}
۳) $۱/۲۸\times۱۰^{-۱}$ ۴) ۸×۱۰^{-۲}

۵۶۴- نوسانگری در مبدأ زمان از وضع تعادل عبور کرده و پس از مدت $0/03s$ سرعت آن برای اولین بار به صفر می‌رسد. در صورتی‌که در لحظه‌ی صفر شدن سرعت، فاصله‌اش از مرکز نوسان $0/06m$ باشد، بیش‌ترین سرعت متوسط نوسانگر در یک بازه‌ی زمانی دلخواه ۰/۰۲ ثانیه‌ای، چند $\frac{m}{s}$ می‌تواند باشد؟

(۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۳ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۴ آذر ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۳ هزار نفر)

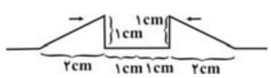
۱) ۰/۳ ۲) ۳ ۳) $۲\sqrt{۳}$ ۴) $۰/۲\sqrt{۲}$

فصل ۴ پیش دانشگاهی | سؤال‌های نسبتاً دشوار | مبحث:موج مکانیکی

انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۵۰۰۰ تا ۵۵۰۰ از هر ۱۰ سوال به ۳ سوال پاسخ دهند.
انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۵۵۰۰ تا ۶۲۵۰ از هر ۱۰ سوال به ۴(یا ۵) سوال پاسخ دهند.
انتظار داریم دانش‌آموزان ترازهای ۶۲۵۰ به بالا از هر ۱۰ سوال به بیش از۶ سوال پاسخ دهند.

۵۶۵- مطابق شکل زیر دو تپ با سرعت‌های یک‌سان $1\frac{cm}{s}$ در حال حرکت به سوی یک‌دیگر هستند. ۲ ثانیه پس از لحظه‌ای که در شکل زیر نشان داده شده است، شکل بر هم نهی دو تپ مطابق با شکل کدام گزینه خواهد بود؟

(۶۱٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۳ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۱ بهمن ۹۰ –شرکت کنندگان ۴۴ هزار نفر)



۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

۵۶۶- اگر تار همگنی را آن قدر بکشیم که با ثابت ماندن جرم، طولش دو برابر شود، بسامد صوت اصلی تار چند برابر خواهد شد؟ (نیروی کشش تار ثابت است و دو انتهای تار بسته فرض شود.)

(۵۸٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۲۵ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۳ اسفند ۹۲ –شرکت کنندگان ۳۹ هزار نفر)

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

۵۶۷- سیم همگنی به طول L که دو سر آن بین دو نقطه ثابت شده است، هماهنگ سوم خود را تولید می‌کند. اگر نیروی کشش سیم را چهار برابر کنیم، طول موج صوت اصلی آن چند برابر می‌شود؟

(۴۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۵ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۴ بهمن ۹۳ –شرکت کنندگان ۴۰ هزار نفر)

۱) ۲ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۴ ۴) ۱

۵۶۸- در یک طناب موج ایستاده تشکیل شده است. اگر طول موج برابر با $40cm$ باشد، در نقطه‌ای به فاصله‌ی $10cm$ از انتهای ثابت طناب، اختلاف فاز بین موج فرودی و موج بازتاب، چند رادیان است؟

(۳۵٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۲۳ درصد پاسخ صحیح دادند.(۹ اسفند ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۱ هزار نفر)

۱) $\frac{\pi}{۲}$ ۲) π ۳) $\frac{۳\pi}{۲}$ ۴) ۲π

۵۶۹- در سطح آب درون یک تشتک، دو چشمه‌ی موج هم‌فاز S_1 و S_2، ارتعاش‌هایی با بسامد $20Hz$ ایجاد می‌کنند. فاصله‌ی یک نقطه در سطح آب از این دو چشمه‌ی موج برابر با $d_1 = 12/5cm$ و $d_2 = 50cm$ است. اگر سرعت انتشار موج در سطح آب $5\frac{m}{s}$ باشد، در این نقطه . . .

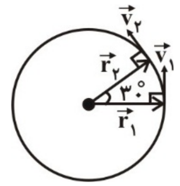
(۲۶٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۱۳ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۵ بهمن ۹۲ –شرکت کنندگان ۴۱ هزار نفر)

۱) الزاماً گره تشکیل می‌شود.
۲) الزاماً شکم تشکیل می‌شود.
۳) دامنه‌ی نوسان‌های این نقطه بین دامنه‌ی نوسان‌های گره و شکم است.
۴) اطلاعات مسأله برای اظهار نظر قطعی کافی نیست.

۵۷۰- بسامد صوت اصلی تار مرتعشی که دو انتهای آن بسته است برابر با $100Hz$ می‌باشد. سیم را از حدیده عبور می‌دهیم تا طول آن دو برابر شود. اگر این تار را با نیرویی سه برابر نیروی قبلی بکشیم و آن‌را به ارتعاش در آوریم، بسامد هماهنگ سوم آن چند هرتز می‌شود؟

(۲۴٪ شرکت کنندگان به این سوال پاسخ دادند اما ۸ درصد پاسخ صحیح دادند.(۲۵ اسفند ۹۱ –شرکت کنندگان ۴۱ هزار نفر)

۱) $۳۰۰\sqrt{۶}$ ۲) $۳۰۰\sqrt{۳}$ ۳) $۱۵۰\sqrt{۶}$ ۴) $۱۵۰\sqrt{۳}$



$$\Delta\theta = ۳۰^\circ = \frac{\pi}{۶}\text{rad}$$

از طرفی $\Delta\theta = \omega\Delta t$ است و داریم:

$$\xrightarrow[\Delta t=۱s]{\Delta\theta=\frac{\pi}{۶}\text{rad}} \frac{\pi}{۶} = \omega \times ۱ \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{۶}\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

با توجه به رابطه‌ی اندازه‌ی شتاب مرکزگرا با اندازه‌ی سرعت خطی داریم:

$$a = \omega v = \frac{\pi}{۶} \times ۶ = \pi \xrightarrow{\pi=۳} a = ۳\frac{\text{m}}{\text{s}^۲}$$

۵۲۷- گزینه‌ی «۳»

با استفاده از تعریف قانون دوم نیوتون به بیان تغییر اندازه حرکت، می‌توان نوشت:

$$F_T = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow \Delta P = F_T \times \Delta t \Rightarrow P - P_\circ = (m_۱ g - f) \times \Delta t$$

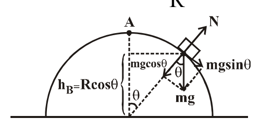
$$\Rightarrow P - \circ = (۲\times۱۰ - ۵)\times ۲ \Rightarrow P = ۳۰\frac{\text{kgm}}{\text{s}}$$

۵۲۸- گزینه‌ی «۱»

در نقطه‌ی B که جسم از سطح نیم‌کره جدا می‌شود، $N = \circ$ است و نیروی مرکزگرای حرکت جسم را $mg\cos\theta$ تأمین می‌کند و می‌توان نوشت:

$$mg\cos\theta - N = \frac{mv_B^۲}{R} \xrightarrow{N=\circ} v_B^۲ = Rg\cos\theta \quad (۱)$$

از طرف دیگر، بنا بر قانون پایستگی انرژی، اگر سطح زمین را مبدأ پتانسیل گرانشی در نظر بگیریم، داریم:



$$U_A + K_A = U_B + K_B$$

$$\Rightarrow mgR + \circ = mg(R\cos\theta) + \frac{۱}{۲}mv_B^۲$$

$$\xrightarrow{(۱)} gR = gR\cos\theta + \frac{۱}{۲}(Rg\cos\theta) \Rightarrow \cos\theta = \frac{۲}{۳}$$

$$\Rightarrow h_B = R\cos\theta = ۶ \times \frac{۲}{۳} = ۴\text{m}$$

۵۲۹- گزینه‌ی «۳»

در حرکت دایره‌ای یکنواخت، شتاب رو به مرکز است و داریم:

$$a = \frac{v^۲}{r} = \frac{v}{r} \times v \Rightarrow a = \omega v$$

پس سرعت زاویه‌ای متحرک برابر است با: $۱۲ = \omega \times ۶ \Rightarrow \omega = ۲\frac{\text{rad}}{\text{s}}$

و با استفاده از رابطه‌ی تغییر زاویه با گذشت زمان در حرکت دایره‌ای یکنواخت، می‌توان نوشت:

$$\Delta\theta = \omega\Delta t \Rightarrow ۷ - ۴ = ۲\Delta t \Rightarrow \Delta t = ۱/۵\text{s}$$

پاسخ حرکت نوسانی

۵۳۰- گزینه‌ی «۴»

$$a = -۰/۲\sin(۲۰\pi t)$$

$$F = ma \xrightarrow{m=۰/۱kg} F = -۰/۰۲\sin(۲۰\pi t)$$

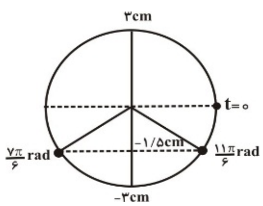
$$\xrightarrow{t=\frac{۱}{۸۰}s} F = -۰/۰۲\sin(\frac{۲۰\pi}{۸۰}) = -۰/۰۲ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

$$\Rightarrow |F| = \frac{\sqrt{۲}}{۱۰۰}\text{N}$$

چون در لحظه‌ی $t = \frac{۱}{۸۰}s$، فاز حرکت نوسانگر برابر با $\varphi = ۲۰\pi \times \frac{۱}{۸۰} = \frac{\pi}{۴}\text{rad}$ است، نوسانگر در ناحیه‌ی اول دایره‌ی مرجع قرار دارد و به‌طرف انتهای مسیر می‌رود، بنابراین اندازه‌ی نیروی وارد بر آن در حال افزایش است.

۵۳۱- گزینه‌ی «۳»

با استفاده از معادله‌ی بُعد- زمان نوسانگر و دایره‌ی مرجع داریم:



$$\sin\varphi = \frac{x}{A} \xrightarrow[A=۰/۰۳m]{x=-۱/۵\times۱۰^{-۲}m} \sin\varphi = \frac{-۱/۵\times۱۰^{-۲}}{۰/۰۳} = -\frac{۱}{۲}$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{۷\pi}{۶}\text{rad}, \frac{۱۱\pi}{۶}\text{rad}, \cdots$$

هنگامی‌که متحرک برای دومین بار به مکان $-۱/۵\text{cm}$ می‌رسد، دارای فاز $\frac{۱۱\pi}{۶}\text{rad}$ است.

$$\Delta\varphi = \omega t \Rightarrow \frac{۱۱\pi}{۶} = ۲/۵\pi t \Rightarrow t = \frac{۱۱}{۱۵}\text{s}$$

لذا گزینه‌ی «۳» پاسخ صحیح سؤال است.

۵۳۲- گزینه‌ی «۳»

با توجه به رابطه‌های انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی یک نوسانگر هماهنگ ساده و همچنین رابطه‌ی مستقل از زمان در حرکت نوسانی ساده، می‌توان نوشت:

$$K = ۸U \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ = ۸\times\frac{۱}{۲}m\omega^۲x^۲ \xrightarrow{v^۲=\omega^۲(A^۲-x^۲)}$$

$$A^۲ - x^۲ = ۸x^۲ \Rightarrow (\frac{x}{A})^۲ = \frac{۱}{۹} \Rightarrow \frac{|x|}{A} = \frac{۱}{۳}$$

۵۳۳- گزینه‌ی «۲»

در هنگام عبور وزنه از وضع تعادل، سرعت آن به بیشینه مقدار خود می‌رسد که از رابطه‌ی $v_{max} = A\omega$ محاسبه می‌شود، بنابراین با داشتن دامنه‌ی نوسان

(A)، می‌توان بسامد زاویه‌ای (ω) آن‌را محاسبه کرد و سپس از رابطه‌ی $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$، ثابت معادل فنرها را به‌دست آورد.

$$v_{max}=A\omega \Rightarrow ۱=۰/۱\times\omega \Rightarrow \omega=۱۰\frac{rad}{s}$$

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow ۱۰=\sqrt{\frac{k}{۴}} \Rightarrow k=۴۰۰\frac{N}{m}$$

از طرف دیگر، چون تغییر طول فنرها با هم برابر است، اتصال آن‌ها موازی می‌باشد، بنابراین ثابت هر فنر برابر است با:

$$k=k_۱+k_۲ \xrightarrow{k_۱=k_۲} ۴۰۰=۲k_۱ \Rightarrow k_۱=k_۲=۲۰۰\frac{N}{m}$$

۵۳۴- گزینه‌ی «۳»

در دو لحظه‌ی متوالی که سرعت بیشینه است، اندازه‌ی سرعت $v_{max}=A\omega$ و در دو جهت مخالف و فاصله‌ی زمانی بین این دو لحظه $\frac{T}{۲}$ است. با استفاده از تعریف شتاب متوسط داریم:

$$\bar{a}=\frac{|\Delta\vec{v}|}{\Delta t}=\frac{۲v_{max}}{\frac{T}{۲}}=\frac{۲A\omega}{\frac{T}{۲}}=\frac{۴A\times۲\pi}{T^۲}=\frac{۸\pi A}{T^۲}$$

۵۳۵- گزینه‌ی «۳»

بیش‌ترین سرعت متوسط در این بازه‌ی زمانی، مربوط به بیش‌ترین جابه‌جایی در این بازه‌ی زمانی است. بنابراین جابه‌جایی باید حول مرکز نوسان باشد. تغییر فاز متحرک در این مدت برابر است با:

$$\Delta\varphi=\omega\Delta t=\frac{۲\pi}{T}\times\frac{T}{۶} \Rightarrow \Delta\varphi=\frac{\pi}{۳}rad$$

بنابراین بیش‌ترین جابه‌جایی در این مدت برابر است با:

$$\Delta\varphi'=\frac{\frac{\pi}{۳}}{۲}=\frac{\pi}{۶}rad \Rightarrow \Delta x=\frac{d}{۲}\sin\frac{\pi}{۶}=\frac{d}{۴}$$

در نتیجه با استفاده از تعریف سرعت متوسط می‌توان نوشت:

$$\Delta x_{max}=۲\times\frac{d}{۴}=\frac{d}{۲}$$

$$\bar{v}_{max}=\frac{\Delta x_{max}}{\Delta t}=\frac{\frac{d}{۲}}{\frac{T}{۶}}=\frac{۳d}{T}$$

۵۳۶- گزینه‌ی «۳»

طبق رابطه‌ی $T=۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$، دوره‌ی تناوب یک آونگ ساده‌ی کم‌دامنه تنها به طول آونگ و شتاب گرانش در محل آونگ بستگی دارد و از جرم و دامنه‌ی نوسان‌های آن مستقل است. بنابراین دوره‌ی تناوب آونگ ساده‌ی کم‌دامنه تغییری نخواهد کرد.

۵۳۷- گزینه‌ی «۲»

می‌دانیم در حرکت نوسانی ساده، وقتی سرعت صفر است، شتاب بیشینه و وقتی شتاب صفر است، سرعت بیشینه است؛ بنابراین با استفاده از رابطه‌ی بین اندازه‌ی شتاب و اندازه‌ی سرعت می‌توان مقادیر بیشینه‌ی آن‌ها را به‌دست آورد:

$$|a|=۵\sqrt{۱-۴v^۲} \xrightarrow{v=۰} a_{max}=۵\frac{m}{s^۲}$$

$$|a|=۵\sqrt{۱-۴v^۲} \xrightarrow{a=۰} v_{max}=\frac{۱}{۲}\frac{m}{s}$$

از طرفی داریم:

$$\left.\begin{array}{l} a_{max}=A\omega^۲ \\ v_{max}=A\omega \end{array}\right\} \Rightarrow a_{max}=\omega v_{max} \Rightarrow ۵=\omega\times\frac{۱}{۲}$$

$$\Rightarrow \omega=۱۰\frac{rad}{s} \Rightarrow \omega=\frac{۲\pi}{T} \Rightarrow ۱۰=\frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T=\frac{\pi}{۵}s$$

۵۳۸- گزینه‌ی «۳»

با استفاده از رابطه‌ی دوره‌ی تناوب نوسان‌های آونگ ساده‌ی کم‌دامنه می‌توان نوشت:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{l_۲}{l_۱}} \xrightarrow[T_۱=۵s]{T_۲=۲s} \frac{۲}{۵}=\sqrt{\frac{l_۲}{l_۱}} \Rightarrow \frac{l_۲}{l_۱}=\frac{۴}{۲۵}$$

بنابراین درصد تغییرات طول آونگ ساده‌ی کم‌دامنه برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات طول آونگ}=\frac{\Delta l}{l_۱}\times۱۰۰=(\frac{l_۲}{l_۱}-۱)\times۱۰۰=(\frac{۴}{۲۵}-۱)\times۱۰۰$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات طول آونگ}=\frac{-۲۱}{۲۵}\times۱۰۰=-۸۴٪$$

علامت منفی نشان دهنده‌ی کاهش طول آونگ است.

۵۳۹- گزینه‌ی «۲»

با استفاده از رابطه‌ی دوره‌ی نوسان‌های کم‌دامنه‌ی یک آونگ ساده می‌توان نوشت:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{l_۲}{l_۱}} \xrightarrow{l_۲=l_۱-۰/۳۶l_۱=۰/۶۴l_۱}$$

$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{۰/۶۴l_۱}{l_۱}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=۰/۸ \Rightarrow T_۲=۰/۸T_۱$$

$$\Delta T=T_۲-T_۱ \Rightarrow \Delta T=۰/۸T_۱-T_۱ \Rightarrow \Delta T=-۰/۲T_۱$$

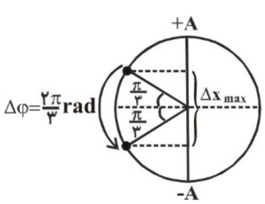
$$\Rightarrow \frac{\Delta T}{T_۱}=-٪۲۰$$

بنابراین دوره‌ی نوسان‌های کم‌دامنه‌ی این آونگ ساده ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

۵۴۰- گزینه‌ی «۴»

اختلاف فاز طی شده توسط متحرک در مدت $\frac{T}{۳}$ ثانیه برابر $\frac{۲\pi}{۳}$ رادیان است.

$$\Delta\phi=\omega\Delta t=\frac{۲\pi}{T}\times\frac{T}{۳}=\frac{۲\pi}{۳}rad$$



اگر این اختلاف فاز توسط نوسانگر به گونه‌ای طی شود که متحرک در دو طرف مرکز نوسان باشد، جابه‌جایی آن نیز بیش‌ترین خواهد بود، بنابراین با توجه به شکل داریم:

$$\Delta x_{max} = ۲(A\sin\frac{\pi}{۳}) = ۲A\times\frac{\sqrt{۳}}{۲} = \sqrt{۳}A \Rightarrow \frac{\Delta x_{max}}{A} = \sqrt{۳}$$

۵۴۱- گزینه‌ی «۴»

سرعت متوسط در مسیر مستقیم از رابطه‌ی $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید. پس باید Δx و Δt را بیابیم. در این تست بیش‌ترین سرعت متوسط خواسته شده است.چون Δx ثابت است، پس بایدکم‌ترین زمان این جابه‌جایی را بیابیم. داریم:

$$\Delta x = x_۲ - x_۱ = \frac{A}{۲} - \frac{A}{\sqrt{۲}} = A(\frac{۱}{۲} - \frac{\sqrt{۲}}{۲}) = A\frac{(۱-\sqrt{۲})}{۲}$$

$$\Rightarrow |\Delta x| = A(\frac{\sqrt{۲}-۱}{۲})$$

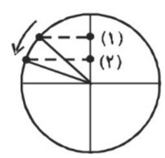
دقت کنید در این جا اندازه‌ی سرعت متوسط مطلوب مسئله است.

برای یافتن حداقل زمان (Δt)، از دایره‌ی مرجع کمک می‌گیریم، تغییر فاز را می‌یابیم و از رابطه‌ی $\Delta\varphi = \omega\Delta t$، Δt را محاسبه می‌کنیم. برای استفاده از دایره‌ی مرجع، زوایایی را می‌یابیم که مکان‌های مورد نظر را روی قطر عمودی به‌دست می‌دهند:

$$\text{موقعیت (۱)}: x_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}A \Rightarrow \sin\varphi_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \varphi_۱ = \frac{۳\pi}{۴}rad$$

$$\text{موقعیت (۲)}: x_۲ = \frac{۱}{۲}A \Rightarrow \sin\varphi_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \varphi_۲ = \frac{۵\pi}{۶}rad$$

حداقل زمان هنگامی رخ می‌دهد که ذره بدون تغییر جهت از موقعیت (۱) به (۲) برود. تغییر فاز برابر است با:



$$\Delta\varphi = \frac{۵\pi}{۶} - \frac{۳\pi}{۴} = \frac{\pi}{۱۲}rad$$

$$\Delta\varphi = \frac{۲\pi}{T}\Delta t \Rightarrow \frac{\pi}{۱۲} = \frac{۲\pi}{T}\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۲۴}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = A(\frac{\sqrt{۲}-۱}{۲})\times\frac{۲۴}{T} = ۱۲(\sqrt{۲}-۱)\frac{A}{T}$$

۵۴۲- گزینه‌ی «۳»

ابتدا تغییر فاز نوسانگر را از لحظه‌ی شروع حرکت تا لحظه‌ی $t = \frac{۱}{۱۲}s$ محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$x = x_{max}\sin(\varphi) \Rightarrow ۲ = ۴\sin(\varphi) \Rightarrow \sin\varphi = \frac{۱}{۲}$$

$$\xrightarrow{\frac{\pi}{۲}rad<\varphi<\pi rad} \varphi = \frac{۵\pi}{۶}rad$$

برای محاسبه بسامد زاویه‌ای حرکت، می‌توان نوشت:

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \Rightarrow \frac{۵\pi}{۶} = \omega\times\frac{۱}{۱۲} \Rightarrow \omega = ۱۰\pi\frac{rad}{s}$$

با استفاده از رابطه‌ی بُعد- زمان و سرعت- زمان یک نوسانگر که حرکت نوسانی هماهنگ ساده انجام می‌دهد، می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} x = x_{max}\sin\varphi \Rightarrow \frac{x}{x_{max}} = \sin\varphi \\ v = v_{max}\cos\varphi \Rightarrow \frac{v}{v_{max}} = \cos\varphi \end{array}\right\} \Rightarrow (\frac{x}{x_{max}})^۲ + (\frac{v}{v_{max}})^۲ = ۱$$

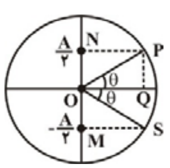
$$\Rightarrow (\frac{۲}{۴})^۲ + (\frac{v}{v_{max}})^۲ = ۱ \Rightarrow (\frac{v}{v_{max}})^۲ = \frac{۳}{۴} \Rightarrow v^۲ = \frac{۳}{۴}v_{max}^۲$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۳}{۴}\times\frac{۱}{۲}mv_{max}^۲ \xrightarrow{v_{max}=A\omega} K = \frac{۳}{۴}\times\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲$$

$$\Rightarrow K = \frac{۳}{۴}\times\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۱۰}\times(۴\times۱۰^{-۲})^۲\times(۱۰\pi)^۲ \Rightarrow K = ۰/۰۶J$$

۵۴۳- گزینه‌ی «۱»

هر چه نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک‌تر باشد، سرعتش بیش‌تر است، از طرفی بیش‌ترین سرعت متوسط نوسانگر در حالتی به‌دست می‌آید که برای یک جابه‌جایی مشخص، مدت زمان آن کم‌ترین مقدار را داشته باشد، یعنی حالتی که جسم در حول و حوش مرکز نوسان باشد. بنابراین وقتی جسم از $(-\frac{A}{۲})$ به $\frac{A}{۲}$ می‌رود (و یا برعکس)، جابه‌جایی آن برابر با A و مدت زمان آن کم‌ترین است. از طرف دیگر می‌دانیم زمانی‌که طول می‌کشد تا نوسانگر از ۰ تا $\frac{A}{۲}$ جابه‌جا شود برابر با $\frac{T}{۱۲}$ است، بنابراین زمان کل حرکت از $(-\frac{A}{۲})$ تا $\frac{A}{۲}$ برابر با $\frac{T}{۶}$ می‌باشد و می‌توان نوشت:



$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{A}{\frac{T}{۶}} = \frac{۶A}{T}$$

برای اثبات این‌که مدت زمان حرکت متحرک از ۰ تا $\frac{A}{۲}$ برابر با $\frac{T}{۱۲}$ است، می‌توان نوشت:

$$\overset{\Delta}{OPQ} \Rightarrow \sin\theta = \frac{\frac{A}{۲}}{A} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{۶}rad$$

$$\Delta\theta = \omega\Delta t \Rightarrow \frac{\pi}{۶} = \frac{۲\pi}{T}\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{۱۲}$$

۵۴۴- گزینه‌ی «۱»

برای آن‌که بین دو حرکت تشدید رخ دهد، باید بسامد و یا دوره‌ی حرکات آن‌ها با هم یکسان باشد. دوره‌ی نوسان‌های آونگ ساده‌ی کم دامنه برابر

با $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ است، در نتیجه با نصف کردن طول آن، دوره‌ی نوسان‌های آن $\frac{\sqrt{2}}{2}$ برابر خواهد شد.

دوره‌ی نوسان‌های نوسانگر ساده‌ی وزنه- فنر برابر با $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ است، بنابراین برای این که بعد از نصف کردن طول آونگ، دوباره تشدید رخ دهد، باید دوره‌ی نوسان‌های نوسانگر ساده‌ی وزنه- فنر نیز $\frac{\sqrt{2}}{2}$ برابر شود و در نتیجه باید در این نوسانگر از فنری با ثابت $2k$ استفاده کنیم.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{k}{k'}} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{\frac{k}{k'}} \Rightarrow k' = 2k$$

۵۴۵- گزینه‌ی «۲»

در نوسانگر هماهنگ ساده، انرژی مکانیکی ثابت است و برابر با مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل کشسانی نوسانگر در هر لحظه است. با استفاده از نمودار داریم:

$$E = K + U \xrightarrow{U=0} E = K_{max} = 0/25J$$

از طرفی با توجه به رابطه‌ی انرژی پتانسیل کشسانی با مکان نوسانگر، داریم:

$$U = \frac{1}{2}kx^2, E = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow \frac{U}{E} = (\frac{x}{A})^2$$

$$\xrightarrow{U=E-K} \frac{E-K}{E} = (\frac{x}{A})^2 \Rightarrow \frac{0/25 - 0/16}{0/25} = (\frac{x}{10})^2$$

$$\Rightarrow \frac{0/3}{0/5} = \frac{x}{10} \Rightarrow x = 6cm$$

۵۴۶- گزینه‌ی «۴»

با استفاده از تعریف انرژی جنبشی و پتانسیل کشسانی نوسانگر هماهنگ ساده، داریم:

$$\xrightarrow[K=E\cos^2(\omega t)]{U=E\sin^2(\omega t)} \frac{U}{K} = \tan^2(\omega t) \xrightarrow{K=3U} \tan^2(\omega t) = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \tan(\omega t) = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \tan(\omega t) = \tan(\frac{\pi}{6})$$

$$\xrightarrow{t=0/4s} \omega \times 0/4 = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \omega = \frac{5\pi}{12} \Rightarrow 2\pi f = \frac{5\pi}{12}$$

$$\Rightarrow f = \frac{5}{24}Hz$$

۵۴۷- گزینه‌ی «۴»

در مرکز نوسان $(x=0)$ سرعت نوسانگر بیشینه است و در انتهای مسیر نوسان $(x=A)$ سرعت صفر است. لذا داریم:

در مرکز نوسان $\xrightarrow[v=v_{max}]{x=0} 4(0)^2 + v_{max}^2 = 0/04$

$$\Rightarrow v_{max} = 0/2\frac{m}{s}$$

در انتهای مسیر نوسان $\xrightarrow[v=0]{x=A} 4(A)^2 + 0 = 0/04 \Rightarrow A = 0/1m$

از طرفی داریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow[v_{max}=0/2\frac{m}{s}]{A=0/1m} 0/2 = 0/1\omega \Rightarrow \omega = 2\frac{rad}{s}$$

بنابراین اندازه‌ی بیشینه شتاب نوسانگر برابر است با:

$$a_{max} = A\omega^2 = 0/1 \times 2^2 = 0/4\frac{m}{s^2}$$

۵۴۸- گزینه‌ی «۲»

در حرکت هماهنگ ساده، رابطه‌ی بین بُعد و سرعت نوسانگر به‌صورت $(\frac{x}{A})^2 + (\frac{v}{A\omega})^2 = 1$ می‌باشد. بنابراین داریم:

$$x^2 + 9v^2 = 3/6 \times 10^{-3} \Rightarrow (\frac{x}{0/06})^2 + (\frac{v}{0/02})^2 = 1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = 0/06m \\ A\omega = 0/02 \xrightarrow{A=0/06m} \omega = \frac{1}{3}\frac{rad}{s} \end{cases}$$

۵۴۹- گزینه‌ی «۲»

با استفاده از رابطه‌ی دوره‌ی نوسان‌های حرکت یک آونگ ساده‌ی کم‌دامنه، می‌توان نوشت:

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

$$\xrightarrow{T_1=2s} 2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \xrightarrow{\pi^2=g} l_1 = 1m = 100cm$$

$$\xrightarrow{T_2=1/8s} 1/8 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \xrightarrow{\pi^2=g} l_2 = 0/81m = 81cm$$

$$\Delta l = l_2 - l_1 = 81 - 100 \Rightarrow \Delta l = -19cm$$

۵۵۰- گزینه‌ی «۲»

در لحظه‌ی $t=0$، سرعت بیشینه است $(v = v_{max})$ و $\varphi_1 = \omega t_1 = 0$ می‌باشد. برای محاسبه‌ی تغییر فاز در مدت $\frac{1}{12}$ ثانیه می‌توان نوشت:

$$\cos\varphi_2 = \frac{v_2}{v_{max}} = \frac{-\pi}{2\pi} = -\frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{2\pi}{3}rad$$

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \Rightarrow \varphi_2 - \varphi_1 = \omega\Delta t \Rightarrow \frac{2\pi}{3} - 0 = \omega \times \frac{1}{12} \Rightarrow \omega = 8\pi\frac{rad}{s}$$

بیشینه‌ی شتاب نوسانگر برابر است با:

$$a_{max} = A\omega^2 \xrightarrow{v_{max}=A\omega} a_{max} = v_{max}\omega = 0/02\pi \times 8\pi$$

$$\Rightarrow a_{max} = 0/16\pi^2\frac{m}{s^2} \xrightarrow{\pi^2 \simeq 10} a_{max} \simeq 1/6\frac{m}{s^2}$$

۵۵۱- گزینه‌ی «۲»

ابتدا با استفاده از نمودار داده شده و رابطه‌ی مربوط به انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در یک نوسانگر هماهنگ ساده، بسامد زاویه‌ای حرکت را محاسبه کرده و سپس دوره‌ی حرکت را تعیین می‌کنیم. داریم:

$$U_e = \frac{۱}{۲}m\omega^{۲}x^{۲} \Rightarrow ۰/۰۱ = \frac{۱}{۲}\times ۰/۲\times \omega^{۲}\times (۰/۰۱)^{۲}$$

$$\Rightarrow \omega^{۲} = ۱۰۰۰ \xrightarrow{\pi^{۲}=۱۰} \omega^{۲} = ۱۰۰\pi^{۲}$$

$$\Rightarrow \omega = ۱۰\pi \frac{rad}{s}$$

$$\Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow ۱۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = ۰/۲s$$

۵۵۲- گزینه‌ی «۳»

با توجه به رابطه‌ی انرژی مکانیکی نوسانگر، می‌توان نوشت:

$$E = K + U \xrightarrow{K=U} E = ۲U \Rightarrow \frac{۱}{۲}kA^{۲} = ۲(\frac{۱}{۲}kx^{۲})$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}A^{۲} = x^{۲} \Rightarrow (\frac{x}{A})^{۲} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow |\frac{x}{A}| = \frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

$$\xrightarrow{A=۰/۰۵m} |x| = \frac{\sqrt{۲}}{۲}\times ۰/۰۵ = \frac{\sqrt{۲}}{۴۰}m \Rightarrow |x| = \frac{\sqrt{۲}}{۴۰}\times ۱۰۰ = \frac{۵\sqrt{۲}}{۲}cm$$

۵۵۳- گزینه‌ی «۲»

روش اول: ابتدا با استفاده از رابطه‌ی $v = \pm\omega\sqrt{A^{۲} - x^{۲}}$، مکان نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \xrightarrow{T=\frac{۱}{۵}s} \omega = \frac{۲\pi}{\frac{۱}{۵}} = ۱۰\pi \frac{rad}{s}$$

$$v = \pm\omega\sqrt{A^{۲} - x^{۲}} \Rightarrow v^{۲} = \omega^{۲}(A^{۲} - x^{۲}) \xrightarrow[A=۰/۱m]{v=\sqrt{۶}\frac{m}{s}}$$

$$۶ = ۱۰۰\pi^{۲}(۰/۰۱ - x^{۲}) \xrightarrow{\pi^{۲}\simeq ۱۰} x \simeq \frac{۲}{۱۰\sqrt{۱۰}}m \simeq \frac{۲}{۱۰\pi}m$$

حال با توجه به رابطه‌ی $a = -\omega^{۲}x$، چون مکان نوسانگر مثبت است، بنابراین شتاب آن منفی است و داریم:

$$a = -(۱۰\pi)^{۲}\times \frac{۲}{۱۰\pi} \simeq -۲۰\pi \frac{m}{s^{۲}}$$

روش دوم: با استفاده از رابطه‌ی $a = \pm\omega\sqrt{v_{max}^{۲} - v^{۲}}$، داریم:

$$v_{max} = A\omega \Rightarrow v_{max} = ۰/۱\times ۱۰\pi = \pi \frac{m}{s}$$

$$a = \pm ۱۰\pi\sqrt{\pi^{۲} - (\sqrt{۶})^{۲}} \xrightarrow{\pi^{۲}\simeq ۱۰} a \simeq \pm ۱۰\pi\sqrt{۱۰ - ۶} = \pm ۲۰\pi \frac{m}{s^{۲}}$$

$$\xrightarrow{\text{مکان نوسانگر مثبت است}} a \simeq -۲۰\pi \frac{m}{s^{۲}}$$

۵۵۴- گزینه‌ی «۲»

با توجه به معادله‌ی سرعت نوسانگر، معادله‌ی مکان نوسانگر برابر خواهد بود با:

$$v = \pi\cos(\frac{۵۰}{۳}\pi t)$$

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow[v_{max}=\pi\frac{m}{s}]{\omega=\frac{۵۰\pi}{۳}\frac{rad}{s}} \pi = \frac{۵۰\pi}{۳}A \Rightarrow A = ۰/۰۶m$$

$$x = A\sin(\omega t) \Rightarrow x = ۰/۰۶\sin(\frac{۵۰\pi}{۳}t)$$

چون سرعت نوسانگر در اطراف وضعیت تعادل بیش‌ترین مقدار است، بنابراین در یک بازه‌ی معین، سرعت متوسط نیز در این محدوده بیش‌ترین مقدار خواهد بود. با توجه به تعریف سرعت متوسط، برای تعیین جابه‌جایی متحرک در مدت Δt، مکان متحرک را در زمان $\frac{\Delta t}{۲}$ بعد از شروع حرکت محاسبه کرده و دو برابر می‌کنیم. داریم:

$$\xrightarrow{\frac{\Delta t}{۲}=۰/۰۱s} x_{۱} = ۰/۰۶\sin(\frac{۵۰\pi}{۳}\times ۰/۰۱) \Rightarrow x_{۱} = ۰/۰۳m$$

$$\overline{v}_{max} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰/۰۳\times ۲}{۰/۰۲} \Rightarrow \overline{v}_{max} = ۳\frac{m}{s}$$

۵۵۵- گزینه‌ی «۱»

دوره‌ی تناوب حرکت نوسانی ساده یک آونگ ساده از رابطه‌ی $T_{۱} = ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ و دوره‌ی تناوب نوسانگر جرم- فنر از رابطه‌ی $T_{۲} = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ به‌دست می‌آید. شرط تشدید بین دو نوسانگر، برابر بودن بسامد یا دوره‌ی آن‌ها می‌باشد، بنابراین داریم:

$$T_{۱} = T_{۲} \Rightarrow ۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{l}{g} = \frac{m}{k}$$

$$\Rightarrow mg = kl \Rightarrow W = kl$$

۵۵۶- گزینه‌ی «۳»

در لحظه‌ی $t = ۰$، نوسانگر از مبدأ مکان با فاز $\varphi_{۱} = ۰$ عبور می‌کند و در لحظه‌ی $t = ۶s$ فاز نوسانگر برابر با $\varphi = \frac{۵\pi}{۳}rad$ است.

$$v = v_m\cos\varphi_{۲} \Rightarrow \cos\varphi_{۲} = \frac{۲}{۴} = \frac{۱}{۲}$$

$$\xrightarrow{\text{نوسانگر در ناحیه‌ی چهارم است}} \varphi_{۲} = \frac{۵\pi}{۳}rad$$

هنگامی‌که انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر برای دومین بار برابر شوند، باید فاز نوسانگر برابر $\frac{۳\pi}{۴}$ رادیان شود. پس داریم:

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \Rightarrow \frac{\Delta\varphi}{\Delta\varphi'} = \frac{\Delta t}{\Delta t'} \Rightarrow \frac{\frac{۵\pi}{۳}}{\frac{۳\pi}{۴}} = \frac{۶}{\Delta t'}$$

$$\Delta t' = \frac{۹\times ۶}{۲۰} \Rightarrow \Delta t' = ۲/۷s$$

۵۵۷-گزینه‌ی «۳»

همان‌طورکه بر روی نمودار مشاهده می‌شود، انرژی مکانیکی یک نوسانگر هماهنگ ساده در همه‌ی زمان‌ها و همه‌ی بُعدها مقدار ثابتی است و برابر است با:

$$E=\frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲}\qquad (۱)$$

از سوی دیگر اندازه‌ی بیشینه‌ی نیروی وارد بر نوسانگر ساده برابر است با:

$$F_{max}=ma_{max}\xrightarrow{a_{max}=A\omega^{۲}}F_{max}=mA\omega^{۲}\qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)}\frac{F_{max}}{E}=\frac{۲}{A}\Rightarrow F_{max}=\frac{۲E}{A}$$

$$\xrightarrow[A=۴/۵\times۱۰^{-۲}m]{E=۱۸۰mJ=۱/۸\times۱۰^{-۱}J}F_{max}=\frac{۲\times۱/۸\times۱۰^{-۱}}{۴/۵\times۱۰^{-۲}}=۸N$$

لذا گزینه‌ی «۳» پاسخ صحیح است و همان‌طور که ملاحظه می‌شود به جرم نوسانگر و بسامد حرکتش نیازی نداریم.

۵۵۸-گزینه‌ی «»

ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{۵}{۵۰\times۱۰^{-۳}}}=۱۰\frac{rad}{s}$$

اندازه‌ی بیشینه سرعت نوسانگر برابر است با:

$$|v_{max}|=A\omega=۶\times۱۰^{-۲}\times۱۰=۰/۶\frac{m}{s}$$

سرعت نوسانگر در لحظه‌ای که نوسانگر در $x=+۳cm$ قرار دارد، برابر است با:

$$v=\pm\omega\sqrt{A^{۲}-x^{۲}}=\pm۱۰\times\sqrt{(۰/۰۶)^{۲}-(۰/۰۳)^{۲}}\simeq\pm۰/۵\frac{m}{s}$$

چون مکان نوسانگر مثبت و در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان است، سرعت آن منفی است و داریم:

$$\frac{v}{|v_{max}|}\simeq\frac{-۰/۵}{۰/۶}\simeq-\frac{۵}{۶}$$

۵۵۹- گزینه‌ی «۲»

ابتدا بسامد زاویه‌ای و بیشینه‌ی سرعت نوسانگر را محاسبه می‌کنیم:

$$\omega=۲\pi f\xrightarrow{f=۵Hz}\omega=۱۰\pi\frac{rad}{s}$$

$$v_{max}=A\omega\xrightarrow[\omega=۱۰\pi\frac{rad}{s}]{A=۰/۱m}v_{max}=۰/۱\times۱۰\pi=\pi\frac{m}{s}$$

برای محاسبه‌ی شتاب از رابطه‌ی مستقل از زمان، داریم:

$$a=\pm\omega\sqrt{v_{max}^{۲}-v^{۲}}\xrightarrow[v_{max}=\pi\frac{m}{s},|v|=\sqrt{۶}\frac{m}{s}]{\omega=۱۰\pi\frac{rad}{s}}a=\pm۱۰\pi\sqrt{۱۰-۶}=\pm۲۰\pi$$

برای تعیین علامت شتاب باید توجه کرد که سوی شتاب همواره به‌طرف مرکز نوسان است و بنابراین علامت آن و علامت مکان حرکت نوسانگر مخالف هم‌اند. در این جا چون مکان ذره مثبت است، بنابراین شتاب منفی است، یعنی:

$$a=-۲۰\pi\frac{m}{s^{۲}}$$

۵۶۰- گزینه‌ی «۲»

رابطه‌ی دوره‌ی تناوب آونگ به‌صورت $T=۲\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ است. هنگامی‌که به گلوله‌ی آونگ علاوه بر نیروی گرانش، نیروی قائم دیگری به‌طرف پایین وارد شود، شتاب ظاهری گرانش آن برابر با $g'=g+\frac{F}{m}$ می‌شود و می‌توان نوشت:

$$\frac{T_{۲}}{T_{۱}}=\sqrt{\frac{l_{۲}}{l_{۱}}\times\frac{g}{g+\frac{F}{m}}}=\sqrt{\frac{۱}{۴}\times\frac{g}{g+۳g}}\Rightarrow\frac{T_{۲}}{T_{۱}}=\sqrt{\frac{۱}{۱۶}}=\frac{۱}{۴}$$

$$\xrightarrow{T_{۱}=۲s}T_{۲}=\frac{۱}{۲}s$$

۵۶۱- گزینه‌ی «۲»

در این‌جا، نیروی کشش طناب وارد بر گلوله، نیروی مرکزگرای لازم جهت چرخش آن را تأمین می‌کند و برابر با نیروی کشسانی فنر است و می‌توان نوشت:

$$f=\frac{۵}{\pi}Hz\Rightarrow\omega=۲\pi f=۲\pi\times\frac{۵}{\pi}=۱۰\frac{rad}{s}$$

$$T=mr\omega^{۲}\xrightarrow[\omega=۱۰\frac{rad}{s}]{r=۱m\ ,m=۰/۲kg}T=۰/۲\times۱\times(۱۰)^{۲}=۲۰N$$

$$T=F_{فنر}=kx\xrightarrow{k=۲۰۰۰\frac{N}{m}}۲۰=۲۰۰۰\times x\Rightarrow x=۰/۰۱m=۱cm$$

۵۶۲- گزینه‌ی «۲»

ابتدا افزایش طول فنر ناشی از اتصال جسم ۵۰۰ گرمی به آن‌را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta x=\frac{mg}{k}=\frac{۰/۵\times۱۰}{۲۰۰}=۲/۵\times۱۰^{-۲}m=۲/۵cm$$

بنابراین دامنه‌ی نوسان جسم و فنر در راستای قائم برابر است با:

طول فنر در نقطه‌ی تعادل $=۴۰+۲/۵=۴۲/۵cm$

دامنه‌ی نوسان: $A=۴۴-۴۲/۵=۱/۵cm$

حال بسامد زاویه‌ای نوسان و فاصله‌ی نقطه‌ی مورد نظر از وضع تعادل را به‌دست آورده و اندازه‌ی سرعت جسم را در آن نقطه محاسبه می‌کنیم:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{۲۰۰}{۰/۵}}=۲۰\frac{rad}{s}\ ,\ x=۴۲/۵-۴۲=۰/۵cm$$

$$|v|=\omega\sqrt{A^{۲}-x^{۲}}=۲۰\times\sqrt{(۱/۵)^{۲}-(۰/۵)^{۲}}=۲۰\sqrt{۲}\frac{cm}{s}$$

۵۶۳- گزینه‌ی «۳»

ابتدا ثابت فنر را به‌دست می‌آوریم و سپس تغییر طول فنر از حالتی که فنر طول طبیعی خود را دارد تا نقطه‌ی تعادل را محاسبه کرده و در نهایت انرژی پتانسیل کشسانی فنر را تعیین می‌کنیم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\xrightarrow[m=۰/۴kg]{T=۶۲۸\times۱۰^{-۳}s}۶۲۸\times۱۰^{-۳}=۲\times۳/۱۴\times\sqrt{\frac{۰/۴}{k}}$$

$\Rightarrow k = 40\frac{N}{m}$

$$d = \frac{mg}{k} = \frac{0/4\times 10}{40} = 0/1m = 10cm$$

تغییر طول فنر از حالت طبیعی‌اش در لحظه‌ی مورد نظر برابر است با:

$$\Delta d = d - x = 10 - 2 = 8cm = 8\times 10^{-2}m$$

و انرژی پتانسیل کشسانی فنر برابر است با:

$$U = \frac{1}{2}k(\Delta d)^2 = \frac{1}{2}\times 40\times(8\times 10^{-2})^2 = 1/28\times 10^{-1}J$$

۵۶۴- گزینه‌ی «۲»

با توجه به این‌که سرعت نوسانگر در مرکز نوسان بیشینه و در انتهای مسیر برابر با صفر است، بنابراین متحرک در مدت $0/03s$، $\frac{T}{4}$ دوره‌ی حرکت را طی کرده است و داریم:

$$\frac{T}{4} = 0/03s \Rightarrow T = 0/12s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0/12} = \frac{50\pi}{3}\frac{rad}{s}$$

اکنون معادله‌ی مکان- زمان نوسانگر را تعیین می‌کنیم:

$$x = A\sin\omega t \xrightarrow[A=0/06m]{\omega=\frac{50\pi}{3}\frac{rad}{s}} x = 0/06\sin\frac{50\pi}{3}t$$

سرعت متوسط در بازه‌ی زمانی Δt در اطراف وضعیت تعادل بیش‌ترین مقدار است، چون سرعت متحرک در این منطقه بیش‌ترین مقدار است، برای تعیین بیش‌ترین جابه‌جایی متحرک در مدت Δt، مکان متحرک را در زمان $\frac{\Delta t}{2}$ تا رسیدن به مبدأ و $\frac{\Delta t}{2}$ بعد از گذشتن از مبدأ تعیین می‌کنیم:

$$x_1 = 0/06\sin\frac{50\pi}{3}t \xrightarrow{t=\frac{1}{100}s} x_1 = 0/06\sin\frac{50\pi}{3}\times\frac{1}{100} = 0/03m$$

$$x_2 = -0/03m$$

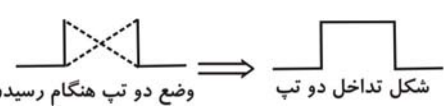
$$|\Delta x| = |x_2 - x_1| = |-0/03 - 0/03| = 0/06m$$

$$\overline{v}_{max} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \overline{v}_{max} = \frac{0/06}{0/02} = 3\frac{m}{s}$$

پاسخ موج مکانیکی

۵۶۵- گزینه‌ی «۲»

در لحظه‌ی مورد نظر در مکانی که دو موج به هم می‌رسند، تداخل سازنده‌ای مطابق شکل زیر انجام می‌دهند.



۵۶۶- گزینه‌ی «۳»

با دو برابر کردن طول تار و ثابت ماندن جرم آن، جرم واحد طول تار $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود و مطابق رابطه‌ی $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، سرعت انتشار موج عرضی در تار $\sqrt{2}$ برابر خواهد شد. از طرف دیگر، بسامد صوت اصلی یک تار دو انتها بسته از رابطه‌ی $f_1 = \frac{v}{2L}$ به‌دست می‌آید و می‌توان نوشت:

$$\frac{f_1'}{f_1} = \frac{v'}{v}\times\frac{L}{L'} \xrightarrow[L'=2L]{v'=\sqrt{2}v} \frac{f_1'}{f_1} = \sqrt{2}\times\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{f_1'}{f_1} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۵۶۷- گزینه‌ی «۴»

طبق رابطه‌ی $L = n\frac{\lambda_n}{2}$، طول موج صوت اصلی $(n=1)$ برابر با $\lambda_1 = 2L$ می‌شود. بنابراین طول موج صوت اصلی فقط به طول سیم بستگی دارد و با تغییر نیروی کشش سیم، تغییری نمی‌کند.

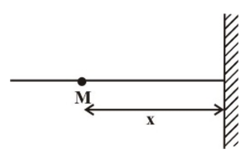
۵۶۸- گزینه‌ی «۴»

روش اول: نقطه‌ی M را به فاصله‌ی x از مانع سخت در نظر بگیرید. اگر فاز موج تابش در نقطه‌ی M را φ در نظر بگیریم، تا رسیدن به مانع، فاز به اندازه‌ی kx، پس از برخورد به مانع به اندازه‌ی π رادیان و سپس در بازگشت و رسیدن به نقطه‌ی M مجدداً به اندازه‌ی kx اختلاف فاز ایجاد می‌شود، بنابراین اختلاف فاز موج تابش و بازتاب در نقطه‌ی M برابر است با:

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

$$\Delta\varphi = 2kx + \pi$$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = 2\times 5\pi\times\frac{1}{10} + \pi = 2\pi\ rad$$



روش دوم: فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متر معادل با $\frac{\lambda}{4}$ بوده که محل تشکیل شکم است، بنابراین اختلاف فاز موج تابش و بازتاب در این نقطه مضرب صحیحی از 2π است.

۵۶۹- گزینه‌ی «۱»

ابتدا اختلاف راه موج‌هایی را که از دو منبع هم‌فاز و هم‌بسامد به این نقطه می‌رسند، محاسبه می‌کنیم:

$$\delta = d_2 - d_1 = 50 - 12/5 = 37/5cm$$

طول موج ارتعاش‌هایی که در سطح آب منتشر می‌شوند، برابر است با:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow[f=20Hz]{v=5\frac{m}{s}} \lambda = \frac{5}{20} = 0/25m \Rightarrow \lambda = 25cm$$

با توجه به این‌که اختلاف راه دو موجی که به این نقطه می‌رسند، مضرب فردی از نصف طول موج است $(37/5 = 3\times\frac{25}{2})$، بنابراین دو موج در این نقطه در فاز مخالف هستند و برهم‌نهی ویرانگری خواهند داشت و در نتیجه در این نقطه الزاماً گره تشکیل خواهد شد.
