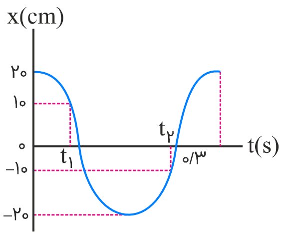
درس: فیزیک — دبیر: — مبحث: جمع بندی حرکت نوسانی

نام و نامخانوادگی:

۱ شکل زیر نمودار مکان- زمان نوسانگری را که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، نشان می‌دهد. تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ چند متر بر ثانیه است؟



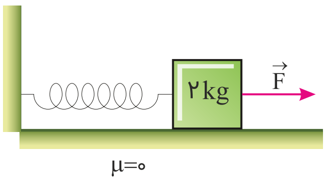
۱) ۴

۲) ۲

۳) ۴۰

۴) ۲۰

۲ در شکل زیر، مجموعه را توسط نیروی $\vec{F}$ کشیده‌ایم و وزنهٔ ۲ کیلوگرمی، روی سطح افقی در حال سکون است. نیروی $\vec{F}$ را حذف می‌کنیم و مجموعه روی سطح افقی شروع به حرکت هماهنگ ساده می‌کند. اگر در طول نوسان، کمترین و بیشترین طول فنر به ترتیب $۱۵\,\mathrm{cm}$ و $۵۵\,\mathrm{cm}$ شود، حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا فنر از حالتی که طول آن ۴۵ سانتی‌متر است، به حالتی برود که طول آن ۲۵ سانتی‌متر است؟ ($\pi^۲ = ۱۰$ و ثابت فنر را $۳۲۰\,\mathrm{N/m}$ در نظر بگیرید)



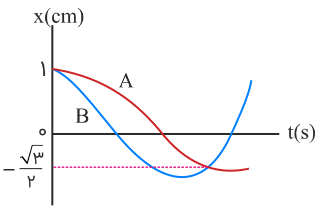
۱) $\frac{۱}{۶}$

۲) $\frac{۱}{۱۲}$

۳) $\frac{۱}{۳}$

۴) $\frac{۱}{۴}$

۳ نمودار مکان- زمان دو نوسانگر که دارای حرکت هماهنگ ساده هستند، مطابق شکل زیر است. دورهٔ تناوب نوسانگر A چندبرابر دورهٔ تناوب نوسانگر B است؟



۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) $\frac{۵}{۷}$

۳) $\frac{۷}{۵}$

۴) ۲

۴ نوسانگری بر روی یک خط راست به طول ۸ سانتی‌متر حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و تندی متوسط آن در یک بازهٔ زمانی ۲۰ ثانیه‌ای برابر با $۴\,\mathrm{cm/s}$ است. بیشینهٔ تندی این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = ۳$)

۱) ۰/۰۶

۲) ۶

۳) ۰/۱۲

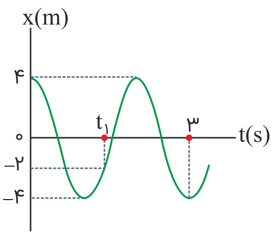
۴) ۱۲

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۵ معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر جرم و فنری در SI به‌صورت $x = A\cos\omega t$ است و ۲ ثانیه طول می‌کشد تا متحرک پس از لحظهٔ صفر برای دومین بار به نقطهٔ $x = -\frac{A}{2}$ برسد. اگر جرم وزنهٔ متصل به فنر را ۱۹ درصد کاهش دهیم، دورهٔ تناوب آن چند ثانیه خواهد شد؟

۱) ۰/۹
۲) ۲/۷
۳) ۱/۸
۴) ۵/۴

۶ نمودار مکان- زمان نوسانگری که روی محور x نوسان می‌کند، مطابق شکل زیر است. بردار شتاب نوسانگر در لحظهٔ t_1 برحسب cm/s^2 کدام است؟ $(\pi^2 = 10)$



۱) $40\vec{i}$
۲) $-40\vec{i}$
۳) $20\vec{i}$
۴) $-20\vec{i}$

۷ دو نوسانگر هماهنگ سادهٔ A و B که معادلهٔ حرکت آن‌ها در SI به‌صورت $x_A = A\cos\pi t$ و $x_B = A\cos 2\pi t$ است، به‌طور همزمان روی یک خط شروع به نوسان می‌کنند. چند ثانیه بعد از شروع نوسان، دو نوسانگر برای اولین بار به هم می‌رسند؟

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

۸ وزنه‌ای به جرم ۰/۲۵ کیلوگرم به فنر سبکی با ثابت $100\,N/m$ بسته شده و روی سطح افقی بدون اصطکاکی، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر دامنهٔ نوسان‌های آن برابر با $5\,cm$ باشد، تندی وزنه در نقطهٔ تعادل چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱
۲) ۰/۱
۳) ۱۰
۴) ۱۰۰

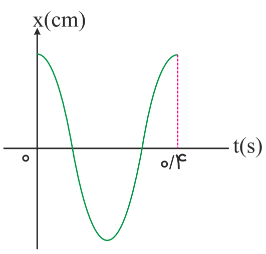
۹ در یک حرکت هماهنگ ساده، دامنهٔ نوسان $6\,cm$ و دورهٔ تناوب آن $8\,s$ است. کمینهٔ تندی متوسط نوسانگر در یک بازهٔ زمانی دلخواه ۲ ثانیه‌ای، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ $(\sqrt{2} = 1/4)$

۱) ۲/۱
۲) ۱/۸
۳) ۳/۸
۴) ۴/۲

۱۰ متحرکی روی پاره‌خطی به طول $4\,cm$ و حول مبدأ مختصات، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر مدت‌زمان دو عبور متوالی از نقطهٔ $(-1)\,cm$ برابر $0/5\,s$ باشد، دورهٔ حرکت چند ثانیه است؟

۱) ۱/۵
۲) ۳
۳) ۱/۵ یا ۰/۷۵
۴) ۱/۵ یا ۰/۶

۱۱ نمودار مکان- زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر است. اگر تندی متوسط آن در ۰/۴ ثانیهٔ اول حرکت برابر $5\,cm/s$ باشد، اندازهٔ جابه‌جایی نوسانگر در مدت‌زمان ۰/۳ ثانیهٔ اول چند سانتی‌متر است؟



۱) ۱/۵
۲) ۱
۳) ۰/۵
۴) صفر

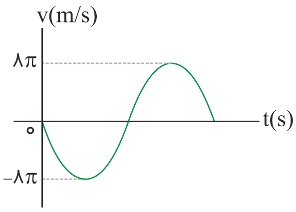
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۱۲ در یک حرکت هماهنگ ساده، اگر برای اولین‌بار مسافت طی‌شده توسط متحرک در ثانیه‌های پنجم و ششم برابر باشد، دورهٔ تناوب این حرکت چند ثانیه است؟

۱) ۵   ۲) ۱۰

۳) ۱۵   ۴) ۲۰

۱۳ نمودار سرعت- زمان سامانهٔ جرم و فنری مطابق شکل زیر بوده و در لحظهٔ $t = \frac{۳}{۸}s$، متحرک برای دومین بار از مبدأ عبور می‌کند. اگر بیشترین نیروی وارد بر فنر $۴۸۰\,N$ باشد، ثابت این فنر چند نیوتون بر متر است؟



۱) ۱۴۴۰

۲) ۹۶۰

۳) ۱۲۸۰

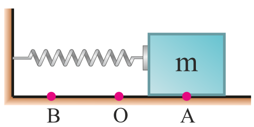
۴) ۲۴۰

۱۴ نوسانگری که در لحظهٔ $t = ۰$ در مکان بیشینهٔ خود قرار دارد، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر این نوسانگر در لحظهٔ $t = ۰/۷۵\,s$ برای اولین بار از مرکز نوسان عبور کند، در بازهٔ زمانی صفر تا $۱۰\,s$، چند ثانیه حرکت نوسانگر کندشونده است؟

۱) ۴/۷۵   ۲) ۵

۳) ۵/۲۵   ۴) ۵/۵

۱۵ همانند شکل نوسانگر جرم- فنر روی پاره‌خط AB حول نقطهٔ O حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر جرم وزنه را کاهش دهیم، کدام کمیت سامانهٔ جرم- فنر افزایش می‌یابد؟



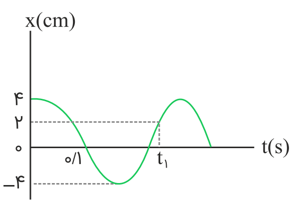
۱) مسافت طی‌شده در مدت یک دورهٔ تناوب

۲) انرژی مکانیکی

۳) بیشینهٔ تندی نوسانگر

۴) دورهٔ تناوب

۱۶ شکل زیر نمودار مکان- زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده را نشان می‌دهد. لحظهٔ $t_۱$ برحسب ثانیه مطابق با کدام گزینه است؟



۱) $\frac{۱}{۳۰}$

۲) $\frac{۱}{۳}$

۳) $\frac{۴}{۱۰}$

۴) $\frac{۱}{۱۲۰}$

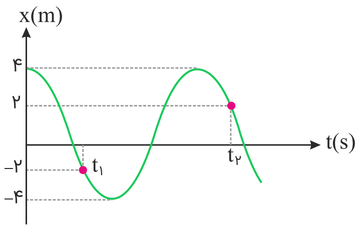
۱۷ بسامد یک نوسانگر هماهنگ ساده با دامنهٔ $۲\,cm$ برابر با $۴\,Hz$ است. مسافت طی‌شده توسط این نوسانگر در مدت ۲ ثانیه چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۶   ۲) ۶۴

۳) ۲   ۴) ۱

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۱۸ نمودار مکان- زمان نوسانگر هماهنگ سادۀ وزنه- فنری مطابق شکل زیر است. اگر ثابت فنر $۱۰\pi^۲\ \mathrm{N/m}$ و جرم وزنه $۴۰۰\,\mathrm{g}$ باشد، حاصل $t_۲ - t_۱$ برحسب ثانیه کدام است؟



۱) $\frac{۱}{۴}$

۲) $\frac{۱}{۱۵}$

۳) $\frac{۱}{۱۲}$

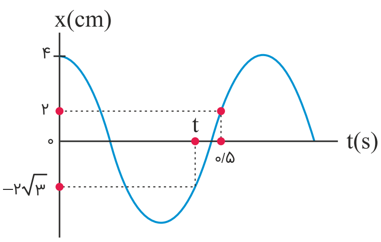
۴) $\frac{۱}{۳}$

۱۹ وزنه‌ای به جرم $۲۴۰\,\mathrm{g}$ را به فنر بدون جرمی با ثابت k وصل کرده و با دامنۀ کم در راستای افق به نوسان درمی‌آوریم. چند گرم به جرم وزنه اضافه کنیم تا دورۀ نوسانات آن ۲۵ درصد افزایش یابد؟

۱) ۳۷۵   ۲) ۶۳۵

۳) ۱۲۰۰   ۴) ۱۳۵

۲۰ نمودار مکان- زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل زیر است. شتاب این نوسانگر در لحظۀ t چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$



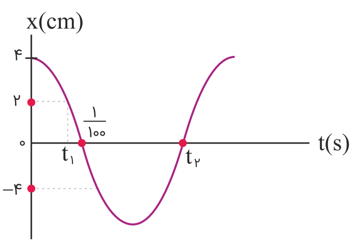
۱) $\frac{۲۰\sqrt{۳}}{۳}$

۲) $\frac{۲۰\sqrt{۳}}{۹}$

۳) $\frac{۱۰\sqrt{۳}}{۳}$

۴) $\frac{۱۰\sqrt{۳}}{۹}$

۲۱ نمودار مکان- زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط نوسانگر در بازۀ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ چند متر بر ثانیه است؟



۱) $\frac{۳}{۷}$

۲) $\frac{۶}{۷}$

۳) $\frac{۳۰}{۷}$

۴) $\frac{۶۰}{۷}$

۲۲ نوسانگری با دامنۀ A روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر دورۀ تناوب این نوسانگر برابر با ۰/۱ ثانیه باشد، حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا نوسانگر از مکان $+\frac{A}{۲}$ به مکان $-\frac{A}{۲}$ برسد؟

۱) $\frac{۱}{۳۰}$ ۲) $\frac{۱}{۶۰}$

۳) $\frac{۱}{۲۰}$ ۴) $\frac{۱}{۴۰}$

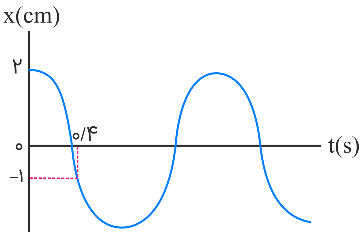
۲۳ جسمی به جرم ۹۰۰ گرم را از فنری با جرم ناچیز و ضریب سختی $۱۰۰\,\mathrm{N/m}$ در راستای قائم آویزان کرده و از طول عادی رها می‌کنیم. پس از گذشت $۱/۸\,\mathrm{s}$ مسافتی که جسم پیموده است، چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\,\mathrm{N/kg}\,,\ \pi = \sqrt{۱۰})$

۱) ۱۹۸   ۲) ۱۰۸

۳) ۲۷   ۴) ۱۸۹

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۲۴ نمودار مکان- زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل زیر است. به ترتیب از راست به چپ بیشینهٔ تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است و در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه تندی نوسانگر برای دومین بار بیشینه می‌شود؟



۱) $\frac{۲۰\pi}{۳}$، ۰/۳

۲) $\frac{\pi}{۳۰}$، ۰/۳

۳) $\frac{۲۰\pi}{۳}$، ۰/۹

۴) $\frac{\pi}{۳۰}$، ۰/۹

۲۵ 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.

۲۶ وزنه‌ای به جرم m را که روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد، به فنری با ثابت k متصل کرده و به نوسان درمی‌آوریم. اگر با ثابت ماندن دامنه و ثابت فنر، جرم وزنه را نصف کنیم، اندازهٔ نیروی وارد بر نوسانگر در انتهای مسیر چندبرابر می‌شود؟

۱) ۱

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۴}$

۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۲۷ معادلهٔ مکان- زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $x = ۰/۰۲ \cos ۱۰۰\pi t$ است. در بازهٔ زمان صفر تا $\frac{۱}{۱۵۰}$ s، چند ثانیه سرعت و شتاب متحرک در خلاف جهت هم بوده‌اند؟

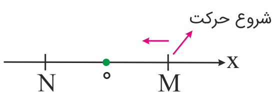
۱) $\frac{۱}{۲۰۰}$

۲) $\frac{۱}{۶۰۰}$

۳) $\frac{۱}{۳۰۰}$

۴) $\frac{۱}{۱۵۰}$

۲۸ مطابق شکل زیر نوسانگری روی پاره‌خط MN و حول مبدأ مختصات با دورهٔ حرکت T حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. در زمانی که حرکت نوسانگر کندشونده و مکان نوسانگر منفی است، نوسانگر در کدام بازهٔ زمانی قرار دارد؟



۱) صفر تا $\frac{T}{۴}$

۲) $\frac{T}{۴}$ تا $\frac{T}{۲}$

۳) $\frac{T}{۲}$ تا $\frac{۳T}{۴}$

۴) $\frac{۳T}{۴}$ تا T

۲۹ دو نوسانگر A و B با دوره‌های تناوب ۳/۶s و ۴/۸s همزمان و از یک نقطه شروع به نوسان‌های هماهنگ ساده می‌کنند. پس از چند ثانیه از شروع حرکت، نوسانگر A، ۳ نوسان کامل بیشتر از نوسانگر B انجام می‌دهد؟

۱) ۳۱/۶

۲) ۲۴/۲

۳) ۴۳/۲

۴) ۴۸/۶

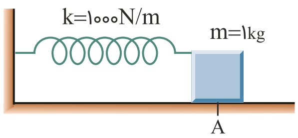
Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۳۰ ذره‌ای روی محور x و حول مبدأ مختصات با دامنهٔ $۴\,\text{cm}$ و بسامد $۰/۵\,\text{Hz}$ در حال نوسان هماهنگ ساده است. اگر این ذره در لحظهٔ $t_۱$ در مکان $x = -۴\,\text{cm}$ قرار داشته باشد، $۲\,\text{s}$ پس از این لحظه به ترتیب از راست به چپ، مسافت طی‌شده توسط ذره چند سانتی‌متر است و ذره در چه مکانی برحسب سانتی‌متر قرار دارد؟

۱) -۴ ،۸　　　۲) $+۴$ ،۸

۳) $+۴$ ،۱۶　　　۴) -۴ ،۱۶

۳۱ در شکل زیر، جسم روی سطح افقی بدون اصطکاکی در نقطهٔ A در حال سکون قرار دارد. اگر جسم را به‌اندازهٔ $۱۰\,\text{cm}$ به سمت راست کشیده و رها کنیم، بعد از لحظهٔ رها کردن، حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا جسم به نقطهٔ A برگردد؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$



۱) $\frac{۱}{۱۰}$

۲) $\frac{۱}{۱۵}$

۳) $\frac{۱}{۲۰}$

۴) $\frac{۱}{۳۵}$

۳۲ معادلهٔ حرکت متحرکی که حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد، در SI به‌صورت $x = ۰/۰۴\cos(۵\pi t)$ است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه برای دومین‌بار متحرک از مکان $x = +۲\,\text{cm}$ عبور می‌کند؟

۱) $\frac{۱}{۱۵}$　　　۲) $\frac{۱}{۱۰}$

۳) $\frac{۱}{۳}$　　　۴) $\frac{۱}{۲}$

۳۳ در یک حرکت نوسانی ساده، در مدتی که حرکت نوسانگر کندشونده است، بردارهای مکان و سرعت متحرک .... و بردارهای مکان و شتاب .... هستند.

۱) همجهت - همجهت　　　۲) خلاف جهت - خلاف جهت

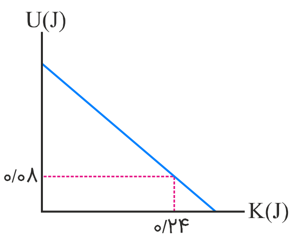
۳) همجهت - خلاف جهت　　　۴) خلاف جهت - همجهت

۳۴ نوسانگری روی پاره‌خطی به طول $۱\,\text{cm}$، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر این نوسانگر از ابتدا تا انتهای این پاره‌خط را بدون تغییر جهت در مدت $۰/۵\,\text{s}$ طی کند، تندی آن هنگام عبور از مرکز نوسان چند سانتی‌متر بر ثانیه خواهد بود؟

۱) $۰/۰۱\pi$　　　۲) π

۳) $۰/۰۲\pi$　　　۴) ۲π

۳۵ شکل زیر، نمودار تغییرات انرژی پتانسیل برحسب انرژی جنبشی یک نوسانگر هماهنگ ساده است که بر سطح بدون اصطکاکی نوسان می‌کند. اگر جرم نوسانگر $۱۰۰\,\text{g}$ و بسامد آن $۲\,\text{Hz}$ باشد، معادلهٔ حرکت این نوسانگر در SI کدام است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$



۱) $x = ۰/۲\cos(۴\pi t)$

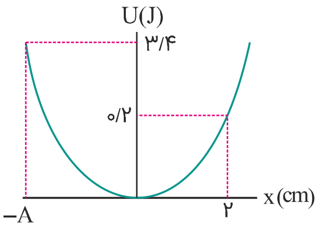
۲) $x = ۲\cos(۲۰\pi t)$

۳) $x = ۰/۲\cos(۲۰\pi t)$

۴) $x = ۲\cos(۴\pi t)$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۳۶ نمودار انرژی پتانسیل یک نوسانگر وزنه - فنر برحسب مکان آن به‌صورت شکل زیر است. اگر جرم وزنه برابر با ۴۰۰ گرم باشد، سرعت نوسانگر هنگامی‌که در مکان $x = +۲\,cm$ قرار داشته و بزرگی سرعت آن در حال کاهش است، چند متر بر ثانیه است؟ (از تمام اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود)



۱) $+۱۶$

۲) -۱۶

۳) $+۴$

۴) -۴

۳۷ دورهٔ تناوب دو آونگ سادهٔ کم‌دامنه به طول‌های $L_۱$ و $L_۲$ به ترتیب برابر با $۳\,s$ و $۴\,s$ است. دورهٔ تناوب آونگ ساده‌ای به طول $(L_۱ + L_۲)$ چند ثانیه است؟ $(g = \pi^۲ (m/s^۲))$

۱) ۳/۵

۲) ۱

۳) ۵

۴) ۷

۳۸ جسمی به جرم $۵۰۰\,g$ به فنری با ثابت k متصل است و روی پاره‌خطی به طول $۱۰\,cm$، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر این نوسانگر در مدت ۵ ثانیه ۲۰ بار طول پاره‌خط را بپیماید، اندازهٔ انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

۱) ۱۰

۲) ۰/۰۱

۳) ۱۰۰

۴) ۰/۱

۳۹ طول یک آونگ سادهٔ کم‌دامنه چگونه تغییر کند تا ۳۰ درصد بر دورهٔ نوسان‌های آن افزوده شود؟

۱) ۶۹ درصد کاهش یابد.

۲) ۶۹ درصد افزایش یابد.

۳) ۵۱ درصد افزایش یابد.

۴) ۵۱ درصد کاهش یابد.

۴۰ دورهٔ نوسان آونگ ساده‌ای در یک مکان معین برابر با ۲ ثانیه است و در مدت ۲/۶ دقیقه، n نوسان کامل انجام می‌دهد. طول آونگ را چند درصد کاهش یا افزایش دهیم تا در همان مدت و در همان مکان، $n - ۱۸$ نوسان کامل انجام دهد؟

۱) ۶۹ درصد کاهش

۲) ۶۹ درصد افزایش

۳) ۳۱ درصد کاهش

۴) ۳۱ درصد افزایش

۴۱ اگر در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای $\frac{۱}{۴}$ انرژی مکانیکی آن است، انرژی پتانسیل نوسانگر $۰/۱۸\,J$ باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

۱) ۰/۷۲

۲) ۰/۳۶

۳) ۰/۲۴

۴) ۰/۵۴

۴۲ وزنه‌ای به جرم ۲۰ گرم به فنری با ثابت $۸۰۰\,N/m$ متصل است و در راستای افقی با دامنهٔ $۴\,cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر نسبت به سرعت آن در مرکز نوسان ۲۵ درصد کاهش یافته است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چند ژول است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود)

۱) ۰/۶۲

۲) ۰/۱۷۵

۳) ۰/۲۸

۴) ۰/۳۵

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۴۳ در یک مکان معین و در بازهٔ زمانی مشخصی، تعداد نوسان‌های آونگ سادهٔ A برابر با ۱۲ نوسان و آونگ سادهٔ B برابر با ۵ نوسان است. اگر در همین مکان، آونگ ساده‌ای قرار دهیم که طول آن برابر با مجموع طول دو آونگ A و B باشد، در همان مدت‌زمان، چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

۱) ۱۳
۲) ۱۷
۳) $\frac{۶۰}{۱۳}$
۴) $\frac{۶۰}{۱۷}$

۴۴ یک ساعت دیواری آونگ‌دار در سطح زمین به‌درستی کار می‌کند. اگر این ساعت را به سطح سیاره‌ای منتقل کنیم که جرم آن ۴ برابر جرم زمین و چگالی آن $\frac{۱}{۱۶}$ برابر چگالی زمین باشد، در هر ۱۲ ساعتی که روی سطح زمین سپری می‌شود، این ساعت چه مدت‌زمانی عقب و یا جلو می‌افتد؟

۱) ۳ ساعت جلو می‌افتد.
۲) ۳ ساعت عقب می‌افتد.
۳) ۶ ساعت جلو می‌افتد.
۴) ۶ ساعت عقب می‌افتد.

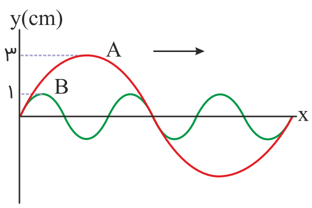
۴۵ دورهٔ تناوب آونگ ساده‌ای در سطح زمین ۲ ثانیه است. اگر طول آونگ را نصف کرده و آن را به سیارهٔ دیگری که جرم و شعاع آن، هرکدام نصف جرم و شعاع زمین است، ببریم، دورهٔ تناوب آونگ چند ثانیه خواهد شد؟

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

۴۶ آونگ‌های سادهٔ A و B را در یک مکان و از یک وضعیت به نوسان درمی‌آوریم. اگر بسامد نوسان‌های آونگ B، $\frac{۹}{۱۰}$ برابر بسامد نوسان‌های آونگ A باشد و بعد از ۳ دقیقه، آونگ A، ۱۰ نوسان بیشتر از آونگ B انجام داده باشد، دورهٔ تناوب آونگ‌های A و B به ترتیب از راست به چپ چند ثانیه است؟

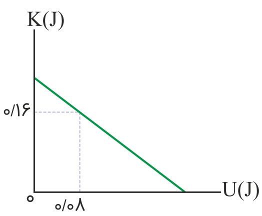
۱) ۰/۹ و ۱
۲) ۱/۸ و ۲
۳) ۲/۷ و ۳
۴) ۳/۶ و ۴

۴۷ دو موج پیش‌رونده در دو ریسمان مشابه منتشر می‌شود. اگر تصویر این دو موج در یک لحظه مطابق شکل زیر باشد و نیروی کشش دو ریسمان یکسان باشد، مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در موج B چندبرابر موج A است؟



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

۴۸ نمودار انرژی جنبشی برحسب انرژی پتانسیل نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق با شکل زیر است. اگر ثابت فنر برابر با $۳۰۰\,\mathrm{N/m}$ باشد، طی یک نوسان کامل، این نوسانگر چه مسافتی را برحسب سانتی‌متر طی می‌کند؟



۱) ۲۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۴

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۴۹ کدام‌یک از عبارت‌های زیر دربارهٔ حرکت هماهنگ ساده نادرست است؟

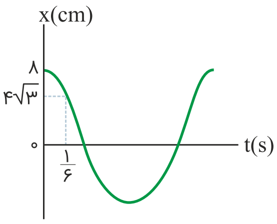
۱) نوع حرکت نوسانگر، زمانی که به مرکز نوسان نزدیک می‌شود، تندشونده است.

۲) حرکت نوسانی ساده، حرکتی با شتاب متغیر است.

۳) هرگاه مکان و سرعت نوسانگر مختلف‌العلامت باشند، حرکت نوسانگر کندشونده است.

۴) وقتی نوسانگر به انتهای مسیر نوسان نزدیک می‌شود، انرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد.

۵۰ نمودار مکان- زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل زیر است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر نصف انرژی مکانیکی آن است، تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه خواهد بود؟



۱) $16\pi \times 10^{-3}$

۲) $\frac{\sqrt{2}}{25}\pi$

۳) 16π

۴) $\frac{\sqrt{2}}{5}\pi$

۵۱ معادلهٔ حرکت ذره‌ای به جرم $20\,g$ که حرکت نوسانی هماهنگ ساده انجام می‌دهد در SI به‌صورت $x = 0/04\cos(200t)$ است. در لحظه‌ای که نوسانگر از مکان $x = +1\,cm$ می‌گذرد، انرژی مکانیکی آن چند ژول است؟

۱) ۱۶
۲) ۰/۳۲
۳) ۴۸
۴) ۰/۶۴

۵۲ دورهٔ تناوب آونگ سادهٔ کم‌دامنه‌ای در سطح سیارهٔ A برابر با $4\,s$ است. اگر چگالی سیارهٔ B، ۲ برابر چگالی سیارهٔ A و شعاع آن ۴ برابر شعاع سیارهٔ A باشد، دورهٔ تناوب این آونگ در سطح سیارهٔ B چند ثانیه است؟

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

۵۳ نوسانگری به جرم $300\,g$ به انتهای فنری با جرم ناچیز متصل شده و روی سطح افقی بدون اصطکاکی حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر در یک لحظه انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر به ترتیب $4\,mJ$ و $8\,mJ$ باشد، در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن است، تندی آن چند متر بر ثانیه است؟

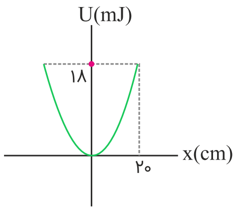
۱) $0/2$
۲) $\frac{\sqrt{2}}{15}$
۳) $\frac{2\sqrt{3}}{15}$
۴) $0/2\sqrt{2}$

۵۴ اگر طول آونگ ساده‌ای را که نوسان‌های کم‌دامنه انجام می‌دهد، $22\,cm$ افزایش دهیم، دورهٔ نوسان‌های آن ۲۰ درصد تغییر می‌کند. طول اولیهٔ آونگ چند سانتی‌متر بوده است؟

۱) ۲۰
۲) ۲۸
۳) ۵۰
۴) ۷۲

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۵۵ در شکل زیر، نمودار انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم $100\,g$ نشان داده شده است. بسامد زاویه‌ای نوسانگر در SI کدام است؟ $(\pi = 3)$



۱) ۰/۵

۲) ۳

۳) ۲

۴) ۹

۵۶ نوسانگری روی پاره‌خطی به طول $6\,cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر مسافت طی‌شده توسط نوسانگر در هر دقیقه $240\,cm$ باشد، بیشینهٔ تندی نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) 4π

۲) 18π

۳) 2π

۴) 12π

۵۷ آونگی به طول L روی سطح زمین حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر طول آونگ ۹۶ درصد افزایش یابد، دورهٔ تناوب آونگ چندبرابر می‌شود؟

۱) $\frac{49}{25}$

۲) $\frac{25}{49}$

۳) $\frac{7}{5}$

۴) $\frac{5}{7}$

۵۸ اگر در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای $\frac{1}{4}$ انرژی مکانیکی آن است، انرژی پتانسیل نوسانگر $0/18\,J$ باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

۱) ۰/۷۲

۲) ۰/۳۶

۳) ۰/۲۴

۴) ۰/۵۴

۵۹ نوسانگری حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. در لحظاتی که بردارهای مکان و سرعت نوسانگر با یکدیگر هم‌جهت هستند، اندازهٔ شتاب و انرژی جنبشی نوسانگر با گذشت زمان به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

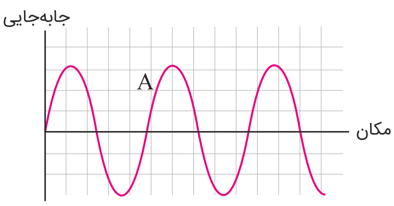
۱) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد.

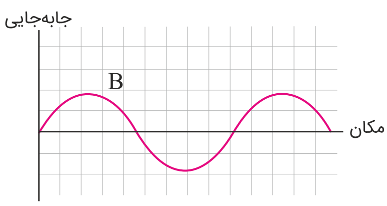
۲) کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد.

۳) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد.

۴) کاهش می‌یابد، کاهش می‌یابد.

۶۰ شکل زیر نقش دو موج عرضی را در دو طناب هم‌جنس A و B با سطح مقطع یکسان که تحت نیروهای کشش F_A و F_B قرار دارند، نشان می‌دهد. اگر بیشینهٔ تندی ذرات دو طناب با یکدیگر برابر باشد، کدام گزینه در مورد مقایسهٔ نیروی کشش و اندازهٔ بیشینهٔ شتاب ذرات دو طناب صحیح است؟





۱) $|a_{max,A}| > |a_{max,B}|\ ,\ F_A > F_B$

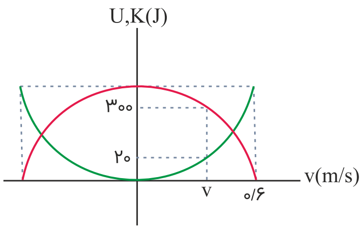
۲) $|a_{max,A}| = |a_{max,B}|\ ,\ F_A > F_B$

۳) $|a_{max,A}| = |a_{max,B}|\ ,\ F_A < F_B$

۴) $|a_{max,B}| > |a_{max,A}|\ ,\ F_A < F_B$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۶۱ نمودار انرژی پتانسیل کشسانی و جنبشی برحسب سرعت برای یک نوسانگر وزنه- فنر مطابق شکل زیر است. v چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۰/۰۵

۲) ۰/۱۵

۳) ۰/۵

۴) ۰/۷۵

۶۲ در یک ساعت کوکی از یک نوسانگر وزنه- فنر برای جلو بردن عقربهٔ ثانیه‌شمار استفاده شده است، به‌طوری‌که در هریک نوسان کامل وزنه- فنر، عقربهٔ ثانیه‌شمار یک ثانیه جلو می‌رود. کدام گزینه در مورد این ساعت درست است؟

۱) اگر جرم وزنه را افزایش دهیم، ساعت جلو می‌افتد.

۲) اگر ضریب سختی فنر را کاهش دهیم، ساعت جلو می‌افتد.

۳) اگر جرم وزنه را کاهش دهیم، ساعت عقب می‌افتد.

۴) اگر ضریب سختی فنر را کاهش دهیم، ساعت عقب می‌افتد.

۶۳ دو آونگ سادهٔ A و B در سطح زمین حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند. طول آونگ **A**، ۲ برابر طول آونگ B و بیشینهٔ نیروی وارد بر آونگ A، نصف بیشینهٔ نیروی وارد بر آونگ B است. اگر انرژی جنبشی آونگ A در هنگام عبور از وضع تعادل، ۳ برابر انرژی جنبشی آونگ B هنگام عبور از وضع تعادل باشد، بیشینهٔ شتاب آونگ A چندبرابر بیشینهٔ شتاب آونگ B است؟

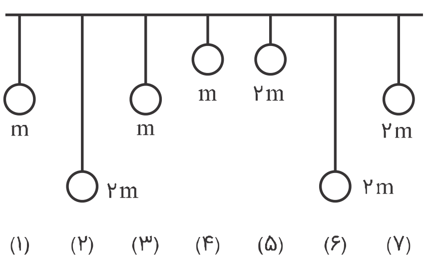
۱) $\frac{۱}{۱۲}$

۲) ۳

۳) $۶\sqrt{۲}$

۴) ۱۲

۶۴ مطابق شکل زیر، هفت آونگ از یک میلهٔ افقی آویزان شده‌اند. اگر آونگ شمارهٔ یک با دامنهٔ کم شروع به نوسان کند، کدام آونگ یا آونگ‌ها با آونگ شمارهٔ یک به حالت تشدید درمی‌آید؟



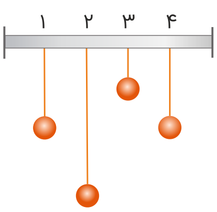
۱) آونگ‌های ۲ و ۵

۲) آونگ‌های ۶ و ۳

۳) فقط آونگ ۳

۴) آونگ‌های ۳ و ۷

۶۵ مطابق شکل چهار آونگ ساده با جرم یکسان را به یک میلهٔ افقی آویخته‌ایم. اگر آونگ (۴) را از وضع تعادل خارج کنیم، کدام گزینه درست است؟



۱) فقط آونگ (۱) به حرکت درمی‌آید.

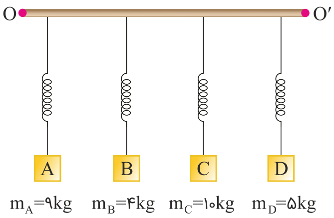
۲) هر سه آونگ (۳)، (۲) و (۱) با یک دامنه به نوسان درمی‌آیند.

۳) آونگ شمارهٔ (۲) با بیشترین دامنه و آونگ شمارهٔ (۳) با کمترین دامنه به نوسان درمی‌آیند.

۴) آونگ شمارهٔ (۱) با بیشترین دامنه به نوسان درمی‌آید.

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۶۶ مطابق شکل زیر، چهار سامانهٔ جرم- فنر با ثابت فنر یکسان $۳۶\,N/m$ به میلهٔ OO' وصل شده‌اند. اگر میله با بسامد زاویه‌ای $\omega_{OO'} = ۳\,rad/s$ در راستای قائم شروع به نوسان کند، بیشینهٔ انرژی مکانیکی ذخیره‌شده در کدام سامانه از بقیه بیشتر است؟



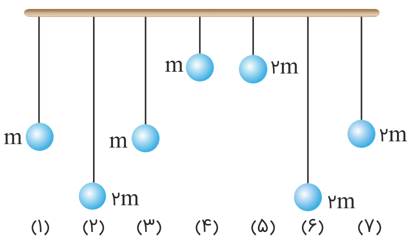
۱) D

۲) C

۳) B

۴) A

۶۷ مطابق شکل زیر، هفت آونگ از یک میلهٔ افقی آویزان شده‌اند. اگر آونگ شمارهٔ (۱) با دامنهٔ کم شروع به نوسان کند، کدام آونگ یا آونگ‌ها با آونگ شمارهٔ (۱) به حالت تشدید درمی‌آید؟



۱) آونگ‌های ۲ و ۵

۲) آونگ‌های ۶ و ۳

۳) فقط آونگ ۳

۴) آونگ‌های ۳ و ۷

۶۸ در سطح زمین، نوسانات دستگاه جرم- فنری، آونگ سادهٔ کم‌دامنه‌ای را تشدید می‌کند. اگر جرم متصل به فنر را دو برابر کنیم و هر دو دستگاه را به ارتفاع $h = ۳R_e$ از سطح زمین ببریم، طول آونگ را چندبرابر کنیم تا مجدداً تشدید رخ دهد؟ (R_e : شعاع کرهٔ زمین)

۱) $\sqrt{۲}$

۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۸}$

۴) ۸

۶۹ رابطهٔ سرعت با مکان برای یک نوسانگر ساده در SI به‌صورت $۳۶\pi^۲x^۲ + ۴v^۲ = ۴\pi^۲$ داده شده است. دورهٔ حرکت نوسانگر چند ثانیه است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) ۲

۷۰ معادلهٔ مکان- زمان نوسانگری در SI به‌صورت $x = ۰/۱\cos(\frac{۵\pi t}{۱۲})$ داده شده است. نوع حرکت این نوسانگر در ثانیهٔ سوم حرکت چگونه است؟

۱) کندشونده

۲) تندشونده

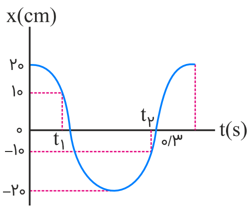
۳) اول کندشونده سپس تندشونده

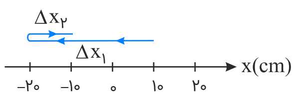
۴) اول تندشونده سپس کندشونده

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۱ گزینه ۲

مسافت طی‌شده توسط نوسانگر در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 برابر است با:





$$d = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| \Rightarrow d = |-20 - 10| + |-10 + 20| = 30 + 10 = 40\,\mathrm{cm} = 0/4\,\mathrm{m}$$

حال با استفاده از نمودار، معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{3T}{4} = 0/3 \Rightarrow T = 0/4\,\mathrm{s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0/4} = 5\pi\,\mathrm{rad/s}$$

$$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow x = 0/2\cos(5\pi t)$$

سپس زمان‌های t_1 و t_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$10 = 20\cos 5\pi t_1 \Rightarrow 5\pi t_1 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{15}\,\mathrm{s}$$

$$-10 = 20\cos 5\pi t_2 \Rightarrow 5\pi t_2 = \frac{4\pi}{3} \Rightarrow t_2 = \frac{4}{15}\,\mathrm{s}$$

درنهایت با استفاده از تعریف تندی متوسط، داریم:

$$s = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0/4}{\frac{4}{15} - \frac{1}{15}} = 2\,\mathrm{m/s}$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۲ گزینه ۲

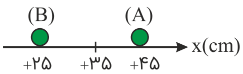
کمترین طول فنر هنگامی است که نوسانگر در $x=-A$ و بیشترین طول فنر هنگامی است که نوسانگر در $x=+A$ قرار می‌گیرد. اختلاف این دو مقدار معادل $۲A$ است، پس:

$$۲A = ۵۵ - ۱۵ = ۴۰ \Rightarrow A = ۲۰\,cm$$

همچنین وسط این دو حالت، نقطهٔ تعادل (طول آزاد فنر یا مبدأ مختصات) است، پس:

$$\text{طول آزاد فنر} = \frac{۵۵+۱۵}{۲} = ۳۵\,cm$$

هنگامی‌که طول فنر $۴۵\,cm$ است، یعنی نسبت به حالت آزاد خود (مبدأ مختصات) $۱۰\,cm$ کشیده‌تر شده (حالت (A)) و همچنین هنگامی‌که طول فنر $۲۵\,cm$ است، یعنی نسبت به حالت آزاد خود $۱۰\,cm$ فشرده‌تر شده است (حالت (B)).

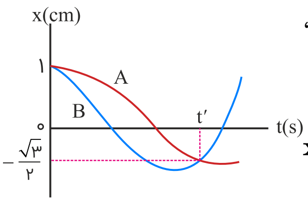


$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۳۲۰}{۲}} = \sqrt{۱۶۰} = \sqrt{۱۶\pi^۲} \Rightarrow \omega = ۴\pi\,rad/s$$

$$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{x_۱=۰/۱\,m} ۰/۱ = ۰/۲\cos(۴\pi t) \Rightarrow \cos(۴\pi t) = \frac{۱}{۲} = \cos(\frac{\pi}{۳}) \Rightarrow t_۱ = \frac{۱}{۱۲}\,s \\ \xrightarrow{x_۲=-۰/۱\,m} -۰/۱ = ۰/۲\cos(۴\pi t) \Rightarrow \cos(۴\pi t) = -\frac{۱}{۲} = \cos(\frac{۲\pi}{۳}) \Rightarrow t_۲ = \frac{۱}{۶}\,s \end{cases}$$

کمترین زمان حرکت از نقطهٔ $x_۱ = ۱۰\,cm$ تا $x_۲ = -۱۰\,cm$ معادل با $t_۲ - t_۱ = \frac{۱}{۱۲}\,s$ است.

۳ گزینه ۳



باتوجه‌به نمودار، در لحظهٔ t' متحرک A برای اولین بار و متحرک B برای دومین بار در مکان $x = \frac{-\sqrt{۳}}{۲}\,cm$ هستند، بنابراین داریم:

$$x_A = A_A\cos(\omega_A t) \Rightarrow \frac{-\sqrt{۳}}{۲} = ۱\times\cos(\omega_A t') \Rightarrow \omega_A t' = \frac{۵\pi}{۶}\,rad$$

$$x_B = A_B\cos(\omega_B t) \Rightarrow \frac{-\sqrt{۳}}{۲} = ۱\times\cos(\omega_B t') \Rightarrow \omega_B t' = \frac{۷\pi}{۶}\,rad$$

بنابراین داریم:

$$\frac{\omega_B t'}{\omega_A t'} = \frac{\frac{۷\pi}{۶}}{\frac{۵\pi}{۶}} \xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}} \frac{T_A}{T_B} = \frac{۷}{۵}$$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۴ گزینه ۱

طبق رابطهٔ تندی متوسط می‌توان نوشت:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow ۴ = \frac{\ell}{۲۰} \Rightarrow \ell = ۸۰\,\mathrm{cm}$$

ازآنجاکه در هر نوسان کامل مسافتی معادل دو برابر طول پاره‌خط نوسان (یعنی $۲ \times ۸ = ۱۶\,\mathrm{cm}$) طی می‌شود و در این بازه مسافت $۸۰\,\mathrm{cm}$ طی شده است، پس در این بازه ۵ نوسان کامل صورت گرفته است. درنتیجه داریم:

$$۲۰ = ۵T \Rightarrow T = ۴\,\mathrm{s}$$

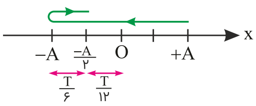
$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲ \times ۳}{۴} \Rightarrow \omega = ۱/۵\,\mathrm{rad/s}$$

$$A = \frac{L}{۲} = \frac{۸}{۲} = ۴\,\mathrm{cm} = ۴ \times ۱۰^{-۲}\,\mathrm{m}$$

$$v_{max} = A\omega = ۴ \times ۱۰^{-۲} \times ۱/۵ = ۶ \times ۱۰^{-۲}\,\mathrm{m/s}$$

۵ گزینه ۲

باتوجه‌به معادله، متحرک در لحظهٔ $t = ۰$ در $+A$ قرار دارد.



برای اینکه متحرک از A به $-A$ برسد $\frac{T}{۲}$ و از $-A$ تا $-\frac{A}{۲}$، $\frac{T}{۶}$ طول می‌کشد؛ بنابراین:

$$t = \frac{T}{۲} + \frac{T}{۶} \Rightarrow ۲ = \frac{۲T}{۳} \Rightarrow T = ۳\,\mathrm{s}$$

دورهٔ تناوب نوسانگر جرم و فنر برابر است با:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow[m_۲ = ۰/۸۱ m_۱]{k_۱ = k_۲} \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = ۰/۹$$

$$\Rightarrow T_۲ = ۰/۹ \times ۳ = ۲/۷\mathrm{s}$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۶ گزینه ۳

ابتدا دورهٔ تناوب نوسانگر را محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$T + \frac{T}{۲} = \frac{۳T}{۲} = ۳\,s \Rightarrow T = ۲\,s$$

بسامد زاویه‌ای برابر است با:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۲} = \pi\,rad/s$$

شتاب نوسانگر در هرلحظه به‌صورت زیر قابل‌محاسبه است. داریم:

$$\left.\begin{aligned} F &= ma \\ F &= -kx \end{aligned}\right\} \Rightarrow ma = -kx \Rightarrow a = \frac{-k}{m}x = -\omega^۲ x$$

در لحظهٔ $t_۱$، مکان نوسانگر برابر با $(-۲\,cm)$ است؛ بنابراین:

$$a = -\omega^۲ x \xrightarrow[x=-۲\,cm]{\omega=\pi\,rad/s} a = -\pi^۲ \times (-۲) = ۲\pi^۲ = ۲۰\,cm/s^۲$$

درنهایت چون در لحظهٔ $t_۱$، نوسانگر در مکانی منفی قرار دارد و در حال نزدیک شدن به مبدأ نوسان است، بنابراین شتاب آن مثبت است و بردار شتاب به‌صورت $\vec{a} = +۲۰\vec{i}\,cm/s^۲$ است.

۷ گزینه ۴

در لحظه‌ای که دو نوسانگر به هم می‌رسند، در یک مکان قرار می‌گیرند؛ بنابراین داریم:

$$x_A = x_B \Rightarrow A\cos\pi t = A\cos ۲\pi t$$

$$\Rightarrow \cos\pi t = \cos ۲\pi t \Rightarrow \begin{cases} \pi t = ۲\pi t \Rightarrow t = ۰ \ (\text{غ.ق.ق بعد از شروع نوسان}) \\ \pi t = ۲\pi - ۲\pi t \end{cases}$$

$$\Rightarrow ۳\pi t = ۲\pi \Rightarrow t = \frac{۲}{۳}\,s$$

۸ گزینه ۱

ابتدا بسامد زاویه‌ای را به دست می‌آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow[m=۰/۲۵\,kg=\frac{۱}{۴}\,kg]{k=۱۰۰\,N/m} \omega = \sqrt{\frac{۱۰۰}{\frac{۱}{۴}}} \Rightarrow \omega = ۲۰\,rad/s$$

چون در نقطهٔ تعادل، تندی بیشینه است، تندی بیشینهٔ وزنه را می‌یابیم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{A=۵\,cm=۰/۰۵\,m} v_{max} = ۰/۰۵ \times ۲۰ = ۱\,m/s$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۹

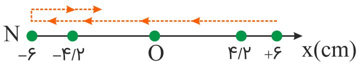
گزینه ۲

می‌دانیم کمینهٔ تندی متوسط نوسانگر در حالتی است که مسافت طی‌شده کمینه باشد؛ بنابراین چون کمترین مسافت در حالتی است که تندی نوسانگر در حال کاهش باشد، لذا باتوجه‌به اینکه در هنگام نزدیک شدن نوسانگر به نقطهٔ بازگشت (انتهای مسیر) تندی آن در حال کاهش است، کافی است مدت‌زمان $۲\,s$ را به دو بازهٔ زمانی $۱s$ تقسیم کنیم و مسافت طی‌شده را برای این دو بازهٔ زمانی که یکی قبل از رسیدن به نقطهٔ بازگشت و دیگری بعد از عبور از آن نقطه است، به دست آورده و باهم جمع کنیم. چون نوسانگر از نقطهٔ $x = +۶\,cm$ شروع به حرکت می‌کند، مکان آن در لحظهٔ $t = ۱s$ برابر است با:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \xrightarrow{T=۸\,s} \omega = \frac{۲\pi}{۸} = \frac{\pi}{۴}\,rad/s$$

$$x = A\cos\omega t \xrightarrow[t=۱s]{A=۶\,cm} x = ۶\cos\frac{\pi}{۴} \times ۱ \Rightarrow x = ۳\sqrt{۲}\,cm$$

$$\xrightarrow{\sqrt{۲}=۱/۴} x = ۳ \times ۱/۴ = ۴/۲\,cm$$



باتوجه‌به اینکه نوسانگر در لحظهٔ $t = ۰$ در مکان $x = +۶\,cm$ و در لحظهٔ $t = ۱s$ در مکان $x = ۴/۲\,cm$ قرار دارد، جابه‌جایی آن در مدت $۱s$ برابر با $\Delta x = ۶ - ۴/۲ = ۱/۸\,cm$ است. از طرف دیگر، کمترین مسافت طی‌شده در مدت ۲ ثانیه، دو برابر اندازهٔ این جابه‌جایی است؛ بنابراین کمترین مسافت برابر است با:

$$d_{min} = ۲\,|\Delta x| = ۲ \times ۱/۸ \Rightarrow d_{min} = ۳/۶\,cm$$

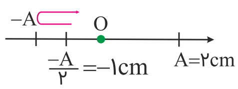
و کمینهٔ تندی متوسط برابر است با:

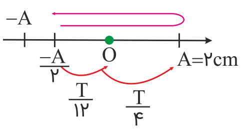
$$(s_{av})_{min} = \frac{d_{min}}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t=۲\,s} (s_{av})_{min} = \frac{۳/۶}{۲} = ۱/۸\,cm/s$$

۱۰

گزینه ۳

باتوجه‌به اینکه طول پاره‌خطی که جسم روی آن نوسان می‌کند برابر $۴\,cm$ است، دامنهٔ نوسان برابر با $۲\,cm$ است.

(۱)


(۲)


نوسانگر یکی از مسیرهای شکل (۱) یا (۲) را طی کرده است. مدت‌زمان دو عبور متوالی در شکل (۱) برابر است با:

$$۲(\frac{T}{۶}) = ۰/۵ \Rightarrow T = ۱/۵\,s$$

و در شکل (۲) برابر است با:

$$۲(\frac{T}{۱۲} + \frac{T}{۴}) = ۰/۵ \Rightarrow T = ۰/۷۵\,s$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۱۱ گزینه ۳

با استفاده از رابطهٔ تندی متوسط می‌توان نوشت:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \Rightarrow l = s_{av}\,\Delta t = ۵ \times ۰/۴ = ۲\,\text{cm}$$

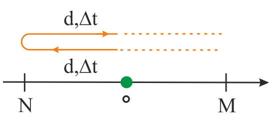
باتوجه‌به نمودار متحرک در مدت‌زمان ۰/۴ ثانیه، مسافتی به‌اندازهٔ $۴\,A$ را پیموده است. بنابراین داریم:

$$l = ۴\,A \Rightarrow ۲ = ۴\,A \Rightarrow A = ۰/۵\,\text{cm}$$

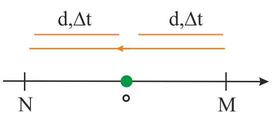
چون دورهٔ متحرک برابر با ۰/۴ ثانیه است، پس در $t = \frac{۳}{۴}T = ۰/۳\,\text{s}$ در مکان $x = ۰$ قرار دارد و اندازهٔ جابه‌جایی آن برابر با $۰/۵\,\text{cm}$ است.

۱۲ گزینه ۴

در حرکت هماهنگ ساده در بازه‌های زمانی یکسان متوالی، زمانی مسافت طی‌شده یکسان است که یا در نقاط بازگشتی باشیم (حرکت به‌صورت رفت و برگشت) که مطابق شکل زیر است:



و یا اینکه هنگام عبور از نقطهٔ تعادل این اتفاق می‌افتد که مطابق شکل زیر است:



چون برای اولین‌بار مسافت طی‌شده در دو ناحیهٔ متوالی یکسان است، مطابق حالت دوم، نوسانگر در هنگام عبور از نقطهٔ تعادل است. درنتیجه در انتهای ثانیهٔ پنجم متحرک در نقطهٔ تعادل است، پس داریم:

$$\frac{T}{۴} = ۵ \Rightarrow T = ۲۰\,\text{s}$$

۱۳ گزینه ۴

نوسانگر در $t = \frac{۳T}{۴}$ برای دومین بار از مبدأ عبور می‌کند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$t = \frac{۳}{۴}T = \frac{۳}{۸} \Rightarrow T = \frac{۱}{۲}\,\text{s}$$

برای بسامد زاویه‌ای داریم:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{\frac{۱}{۲}} = ۴\pi\,\text{rad/s}$$

ازطرفی چون بیشینهٔ نیروی وارد بر فنر برابر با $mA\omega^{۲}$ است، خواهیم داشت:

$$F_{max} = mA\omega^{۲} \xrightarrow{v_{max}=A\omega} F = mv_{max}\omega$$

$$\Rightarrow ۴۸۰ = m \times ۸\pi \times ۴\pi \Rightarrow m = \frac{۱۵}{\pi^{۲}}\,\text{kg}$$

بنابراین:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow ۴\pi = \sqrt{\frac{k}{\frac{۱۵}{\pi^{۲}}}} \Rightarrow k = ۲۴۰\,\text{N/m}$$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

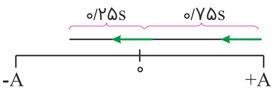
۱۴

گزینه ۱

چون نوسانگر از $+A$ حرکت هماهنگ سادهٔ خود را آغاز کرده و برای اولین بار در $t = ۰/۷۵\,s$ از مرکز نوسان عبور کرده است، داریم:

$$\frac{T}{۴} = ۰/۷۵ \Rightarrow T = ۳s$$

بازهٔ زمانی صفر تا $۱۰s$ شامل سه دورهٔ تناوب به علاوهٔ یک ثانیه است. می‌دانیم در هر دورهٔ تناوب، نصف مدت دوره، حرکت نوسانگر کندشونده (مجموع زمان‌هایی که متحرک از نقطهٔ تعادل دور می‌شود) و نصف مدت دوره، حرکت نوسانگر تندشونده (مجموع زمان‌هایی که متحرک به نقطهٔ تعادل نزدیک می‌شود) است؛ بنابراین در ۹ ثانیهٔ ابتدایی حرکت، مجموعاً ۴/۵ ثانیه حرکت نوسانگر کندشونده است.
حرکت نوسانگر در ثانیهٔ آخر مطابق با شکل زیر است:



باتوجه‌به شکل، در ثانیهٔ آخر، تنها $۰/۲۵\,s$ حرکت نوسانگر کندشونده است؛ بنابراین کل مدت‌زمانی که نوسانگر طی بازهٔ زمانی صفر تا $۱۰s$ دارای حرکت کندشونده است، برابر است با:

$$\Delta t = ۴/۵ + ۰/۲۵ \Rightarrow \Delta t = ۴/۷۵\,s$$

۱۵

گزینه ۳

۱) با کاهش جرم وزنه، دامنهٔ نوسان ثابت می‌ماند؛ بنابراین مسافت طی‌شده در یک دوره که برابر با $۴A$ است، ثابت می‌ماند.

۲) طبق رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^۲$ با کاهش جرم وزنه، چون مقدار دامنه و ثابت فنر تغییر نمی‌کند، درنتیجه انرژی مکانیکی ثابت می‌ماند.

۳) طبق رابطهٔ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ با کاهش جرم وزنه، مقدار بسامد زاویه‌ای افزایش یافته و باتوجه‌به رابطهٔ $v_{max} = A\omega$، بیشینهٔ تندی نوسانگر نیز افزایش می‌یابد.

۴) طبق رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ با کاهش جرم وزنه، دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم- فنر کاهش می‌یابد.

۱۶

گزینه ۲

باتوجه‌به نمودار داریم:

$$\frac{T}{۴} = ۰/۱s \Rightarrow T = ۰/۴\,s$$

پس می‌دانیم:

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

$$\frac{A}{۲} = A\cos\omega t$$

$$\Rightarrow \cos\omega t = \frac{۱}{۲}$$

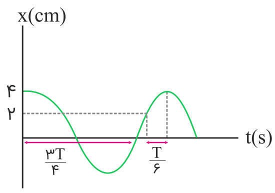
$$\Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{۳}\,rad$$

$$t = \frac{\pi}{۳\omega}$$

$$\xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}} t = \frac{\pi T}{۳ \times ۲\pi} = \frac{T}{۶}\,s$$

$$t_۱ + \frac{T}{۶} = T \Rightarrow t_۱ = \frac{۵T}{۶} \xrightarrow{T=۰/۴s} t_۱ = \frac{۱}{۳}\,s$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm



۱۷ گزینه ۲

ابتدا تعداد نوسان‌های کاملی که نوسانگر در مدت ۲ ثانیه انجام می‌دهد را به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow{f=\frac{1}{T}} n = tf \xrightarrow{t=۲\,s\,,\,f=۴\,Hz} n = ۸ \ \text{نوسان}$$

مسافتی که نوسانگر در هر نوسان کامل طی می‌کند، ۴ برابر دامنهٔ نوسان است؛ بنابراین مسافت طی‌شده توسط نوسانگر در ۸ بار نوسان کامل برابر است با:

$$\ell = ۸ \times ۴A = ۳۲A \xrightarrow{A=۲\,cm} \ell = ۶۴\,cm$$

۱۸ گزینه ۴

ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow{k=۱۰\pi^۲\,N/m} \omega = \sqrt{\frac{۱۰\pi^۲}{۰/۴}} = ۵\pi\,rad/s$$

اکنون باتوجه‌به رابطهٔ مکان- زمان، $t_۱$ و $t_۲$ را محاسبه می‌کنیم:

$$x = A\cos\omega t \xrightarrow[\omega=۵\pi\,rad/s]{A=۴\,cm} x = ۴\cos ۵\pi t$$

$$\begin{cases} \xrightarrow{x_۱=-۲\,cm} \cos ۵\pi t_۱ = -\frac{۱}{۲} \Rightarrow ۵\pi t_۱ = \frac{۲\pi}{۳} \\ \xrightarrow{x_۲=۲\,cm} \cos ۵\pi t_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow ۵\pi t_۲ = ۲\pi + \frac{\pi}{۳} \end{cases}$$

$$\Rightarrow t_۱ = \frac{۲}{۱۵}s \quad (*) \Rightarrow t_۲ = \frac{۷}{۱۵}s \quad (**)$$

$$(*)\,,\,(**) \Rightarrow t_۲ - t_۱ = \frac{۷}{۱۵} - \frac{۲}{۱۵} = \frac{۱}{۳}s$$

۱۹ گزینه ۴

باتوجه‌به اینکه دورهٔ نوسانات ۲۵ درصد افزایش می‌یابد، می‌توان نوشت:

$$T_۲ = T_۱ + \frac{۲۵}{۱۰۰}T_۱ = \frac{۵}{۴}T_۱ \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{۵}{۴}$$

با استفاده از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ و ثابت ماندن k می‌توان نوشت:

$$\frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}} \Rightarrow \frac{۵}{۴} = \sqrt{\frac{m_۲}{۲۴۰}} \Rightarrow m_۲ = ۳۷۵\,g$$

یعنی باید به‌اندازهٔ $\Delta m = ۳۷۵ - ۲۴۰ = ۱۳۵\,g$ به جرم وزنهٔ قبلی اضافه کنیم. دقت شود چون واحدها یکسان است، در نسبت‌گیری نیازی به تبدیل واحد نیست.

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۲۰ گزینه ۲

در لحظهٔ $t = 0/5\,s$، نوسانگر برای دومین بار از مکان $x = +2\,cm$ عبور می‌کند؛ بنابراین داریم:

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow 2 = 4\cos(\frac{2\pi}{T}\times 0/5)$$

$$\Rightarrow \cos(\frac{\pi}{T}) = \cos(\frac{5\pi}{3}) \Rightarrow T = 0/6\,s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0/6} \Rightarrow \omega = \frac{10\pi}{3}\,rad/s$$

بنابه قانون دوم نیوتون، داریم:

$$F = ma \Rightarrow k\,|x| = ma \Rightarrow a = \frac{k\,|x|}{m} = \omega^2\,|x|$$

$$\Rightarrow a = (\frac{10\pi}{3})^2 \times \left|\frac{-2\sqrt{3}}{100}\right| \Rightarrow a = \frac{20\sqrt{3}}{9}\,m/s^2$$

۲۱ گزینه ۳

باتوجه‌به نمودار مکان- زمان، دورهٔ تناوب برابر است با:

$$\frac{T}{4} = \frac{1}{100} \Rightarrow T = 0/04\,s$$

بنابراین لحظهٔ t_2 برابر است با:

$$t_2 = \frac{3}{4}T = \frac{3}{4}\times 0/04 \Rightarrow t_2 = \frac{3}{100}\,s$$

ازطرفی داریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0/04} \Rightarrow \omega = 50\pi\,rad/s$$

بنابراین برای محاسبهٔ لحظهٔ t_1، می‌توان نوشت:

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow 2 = 4\cos(50\pi t_1)$$

$$\Rightarrow \cos(50\pi t_1) = \cos\frac{\pi}{3} \Rightarrow 50\pi t_1 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{150}\,s$$

در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، مسافت طی‌شده توسط متحرک، برابر است با:

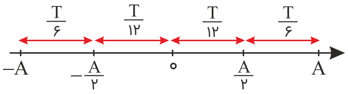
$$\ell = 2 + 4 + 4 = 10\,cm = 0/1\,m$$

بنابراین تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 برابر است با:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{0/1}{\frac{3}{100} - \frac{1}{150}} \Rightarrow s_{av} = \frac{30}{7}\,m/s$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

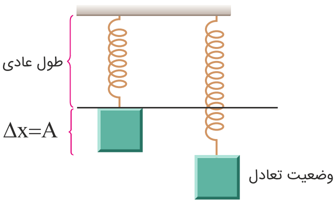
۲۲ گزینه ۲

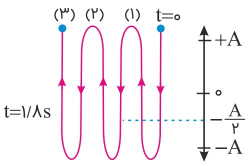


حداقل زمان لازم مربوط به حالتی است که نوسانگر بدون تغییر جهت از مکان $x=+\frac{A}{۲}$ به مکان $x=-\frac{A}{۲}$ برود. باتوجه‌به شکل، کمترین زمان لازم برای رسیدن نوسانگر از زمان $+\frac{A}{۲}$ به مکان $-\frac{A}{۲}$ برابر با $\frac{۲T}{۱۲}=\frac{۲\times ۰/۱}{۱۲}=\frac{۱}{۶۰}\,s$ است.

۲۳ گزینه ۲

اگر جسم را از طول عادی رها کنیم، $F_e = mg$ بیشترین تغییر طول فنر برابر با دامنهٔ نوسان خواهد بود.





$$\Rightarrow mg = k\Delta x \;,\; \Delta x = A \xrightarrow{\Delta x = A} ۰/۹\times ۱۰ = ۱۰۰\,A \Rightarrow A = ۹\,cm$$

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۰/۹}{۱۰۰}} = \frac{۲\pi\times ۳}{۱۰\sqrt{۱۰}} = ۰/۶\,s$$

$$\Delta t = ۱/۸\,s \xrightarrow{T=۰/۶\,s} ۱/۸ \Rightarrow ۳\,T$$

$$۳T \leftarrow \text{سه نوسان کامل} \Leftarrow \text{مسافت} = ۳\times ۴\,A$$

$$d = ۱۲\,A = ۱۲\times ۹ = ۱۰۸\,cm$$

۲۴ گزینه ۴

ابتدا با استفاده از معادلهٔ مکان- زمان، بسامد زاویه‌ای را محاسبه می‌کنیم.

$$x = A\cos(\omega t) \xrightarrow[t=۰/۴\,s\,,\,x=-۱\,cm]{A=۲\,cm} -۱ = ۲\cos(۰/۴\,\omega)$$

$$\Rightarrow \cos(۰/۴\omega) = -\frac{۱}{۲} \Rightarrow ۰/۴\omega = \frac{۲\pi}{۳} \Rightarrow \omega = \frac{۵\pi}{۳}\,rad/s$$

حال بیشینهٔ تندی نوسانگر را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$v_{max} = A\omega = ۲\times ۱۰^{-۲}\times\frac{۵\pi}{۳} \Rightarrow v_{max} = \frac{\pi}{۳۰}\,m/s$$

در حرکت هماهنگ ساده، تندی زمانی بیشینه می‌شود که نوسانگر از مبدأ نوسان عبور کند و این اتفاق برای دومین بار در لحظهٔ $t=\frac{۳}{۴}T$ رخ می‌دهد. داریم:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow \frac{۵\pi}{۳} = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = ۱/۲\,s$$

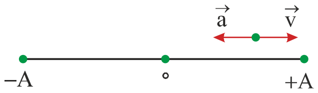
$$t = \frac{۳}{۴}T \xrightarrow{T=۱/۲\,s} t = \frac{۳}{۴}\times ۱/۲ = ۰/۹\,s$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۲۵

گزینه ۲

باتوجه‌به شکل زیر، در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر از مثبت به منفی تغییر می‌کند، نوسانگر در $x = +A$ است؛ بنابراین در این لحظه جهت شتاب به‌طرف منفی است. دقت کنید جهت شتاب نوسانگر همواره به‌طرف نقطهٔ تعادل است.



۲۶

گزینه ۱

نیروی وارد بر نوسانگر در انتهای مسیر نوسان بیشینه است، بنابراین داریم:

$$F_{max} = kA \Rightarrow \frac{(F_{max})_۲}{(F_{max})_۱} = \frac{A_۲}{A_۱} \times \frac{k_۲}{k_۱} = ۱$$

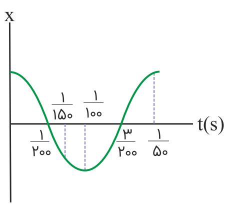
۲۷

گزینه ۲

باتوجه‌به رابطهٔ مکان- زمان در حرکت هماهنگ ساده $x = A\cos\omega t$، می‌توان نتیجه گرفت:

$$\omega = ۱۰۰\pi\ rad/s \Rightarrow \frac{۲\pi}{T} = ۱۰۰\pi \Rightarrow T = \frac{۱}{۵۰}s$$

نمودار مکان- زمان را رسم می‌کنیم:



لحظهٔ $\frac{۱}{۱۵۰}s$ در نمودار نشان داده شده است. باتوجه‌به اینکه در بازهٔ زمانی که سرعت و شتاب متحرک خلاف جهت هم باشند، حرکت کندشونده است و متحرک از مرکز نوسان دور می‌شود، این بازه برابر است با:

$$\Delta t = \frac{۱}{۱۵۰} - \frac{۱}{۲۰۰} = \frac{۱}{۶۰۰}s$$

۲۸

گزینه ۲

نوسانگر در بازهٔ زمانی $\frac{T}{۴}$ تا $\frac{۳T}{۴}$ در مکان‌های منفی قرار دارد. در بازهٔ $\frac{T}{۴}$ تا $\frac{T}{۲}$ سرعت منفی و شتاب مثبت است، پس حرکت کندشونده و مکان هم منفی است.

۲۹

گزینه ۳

اگر متحرکی n نوسان کامل را در مدت t انجام دهد، دورهٔ تناوب آن برابر است با:

$$T = \frac{t}{n} \Rightarrow n = \frac{t}{T}$$

بنابراین:

$$\Rightarrow n_A = \frac{t}{۳/۶} \quad , \quad n_B = \frac{t}{۴/۸}$$

$$\Rightarrow n_A - n_B = ۳ \Rightarrow \frac{t}{۳/۶} - \frac{t}{۴/۸} = ۳ \Rightarrow t = ۴۳/۲s$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

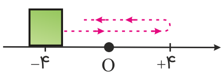
۳۰

گزینه ۴

ابتدا دورهٔ حرکت نوسان‌های ذره را محاسبه می‌کنیم:

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow 0/5 = \frac{1}{T} \Rightarrow T = 2\,s$$

نوسانگر در مدت یک دوره، چهار برابر دامنهٔ نوسان را طی می‌کند و دوباره در مکان اولیهٔ خود قرار خواهد گرفت. بنابراین مسافت طی‌شده توسط نوسانگر طی مدت ۲ ثانیه بعد از لحظهٔ t_1، برابر با $4 \times 4 = 16\,cm$ است و نوسانگر در مکان $x = -4\,cm$ قرار خواهد داشت.



۳۱

گزینه ۳

دورهٔ تناوب حرکت برابر است با:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{1000}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{10\sqrt{10}} = 0/2\,s$$

حداقل $\frac{T}{4}$ ثانیه طول می‌کشد تا فنر از حداکثر کشیدگی به نقطهٔ A برگردد، پس داریم:

$$\Delta t = \frac{T}{4} = \frac{0/2}{4} = \frac{1}{20}\,s$$

۳۲

گزینه ۳

با استفاده از معادلهٔ مکان- زمان داریم:

$$x = 0/04\cos(5\pi t) \xrightarrow{x=2\,cm=0/02\,m} 0/02 = 0/04\cos(5\pi t)$$
$$\Rightarrow \cos(5\pi t) = \frac{1}{2} \Rightarrow 5\pi t = 2n\pi \mp \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{2}{5}n \mp \frac{1}{15}$$

برای دومین بار داریم: $t = \frac{1}{3}\,s$

۳۳

گزینه ۳

در حرکت نوسانی ساده، زمانی که نوسانگر از مرکز نوسان دور می‌شود، حرکت آن کندشونده خواهد بود. در این حالت بردارهای مکان و سرعت نوسانگر هم‌جهت با یکدیگر هستند. ازطرفی در حرکت هماهنگ ساده مطابق رابطهٔ $a = -\omega^2 x$ همواره بردارهای مکان و شتاب خلاف جهت یکدیگرند.

۳۴

گزینه ۲

تندی نوسانگر هماهنگ ساده در هنگام عبور از مرکز نوسان (نقطهٔ تعادل)، بیشینه مقدار ممکن است. ازطرفی باتوجه‌به اینکه نوسانگر در هر دوره، دو بار طول پاره‌خط نوسان را به‌طور کامل می‌پیماید، دورهٔ نوسان‌های نوسانگر برابر با یک ثانیه خواهد بود؛ لذا می‌توان نوشت:

$$\frac{T}{2} = 0/5 \Rightarrow T = 1\,s$$

$$A = \frac{L}{2} = \frac{1}{2} = 0/5\,cm$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\,rad/s$$

$$v_{max} = A\omega = 0/5 \times 2\pi = \pi\,cm/s$$

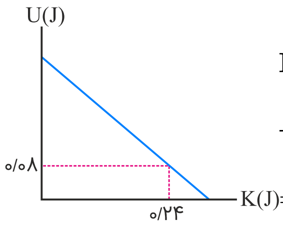
Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۳۵ گزینه ۱

برای محاسبهٔ معادلهٔ حرکت باید در رابطهٔ $x = A\cos(\omega t)$ به‌جای A و ω مقدار هریک را قرار دهیم؛ بنابراین ابتدا از رابطهٔ $E = U + K$ انرژی مکانیکی را به دست می‌آوریم:

$$E = U + K \xrightarrow[K=۰/۲۴\,J]{U=۰/۰۸\,J} E = ۰/۰۸ + ۰/۲۴ \Rightarrow E = ۰/۳۲\,J$$

سپس با استفاده از رابطهٔ $E = ۲\pi^۲ m f^۲ A^۲$ دامنهٔ نوسان را حساب می‌کنیم.



$$E = ۲\pi^۲ m f^۲ A^۲$$

$$\xrightarrow[\pi^۲=۱۰\,,\,f=۲\,Hz]{m=۱۰۰\,g=۰/۱\,kg} ۳۲ \times ۱۰^{-۲} = ۲ \times ۱۰ \times ۰/۱ \times ۴ \times A^۲$$

$$\Rightarrow A^۲ = ۴ \times ۱۰^{-۲}\,m \Rightarrow A = ۲ \times ۱۰^{-۱}\,m \Rightarrow A = ۰/۲\,m$$

درنهایت ω را حساب می‌کنیم و معادلهٔ حرکت را می‌نویسیم:

$$\omega = ۲\pi f \xrightarrow{f=۲\,Hz} \omega = ۲\pi \times ۲ \Rightarrow \omega = ۴\pi\,rad/s$$

$$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow x = ۰/۲\cos(۴\pi t)$$

۳۶ گزینه ۳

باتوجه‌به نمودار می‌توان نوشت:

$$U_{max} = E = ۳/۴J$$

هنگامی‌که جسم در مکان $x = +۲\,cm$ قرار دارد، انرژی پتانسیل آن $۰/۲\,J$ است، پس:

$$E = K + U \Rightarrow ۳/۴ = K + ۰/۲ \Rightarrow K = ۳/۲\,J$$

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۳۲ \times ۱۰^{-۱} = \frac{۱}{۲} \times ۴ \times ۱۰^{-۱} v^۲ \Rightarrow v^۲ = ۱۶ \Rightarrow |v| = ۴\,m/s$$

طبق نمودار در این لحظه، نوسانگر در مکان‌های مثبت قرار دارد و چون بزرگی سرعت آن در این لحظه در حال کاهش است، پس حرکت آن کندشونده بوده و نوسانگر در حال دور شدن از مبدأ مختصات است، پس حرکت آن در جهت محور بوده و $v > ۰$ است؛ بنابراین سرعت نوسانگر معادل $+۴\,m/s$ است.

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۳۷ گزینه ۳

روش اول:

با استفاده از رابطهٔ دورهٔ تناوب آونگ ساده، طول‌های $L_۱$ و $L_۲$ را حساب می‌کنیم.

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \begin{cases} T_۱ = ۳\,s \Rightarrow ۳ = ۲\pi\sqrt{\frac{L_۱}{g}} \Rightarrow ۹ = ۴\pi^۲ \times \frac{L_۱}{g} \Rightarrow L_۱ = ۲/۲۵\,m \\ T_۲ = ۴\,s \Rightarrow ۴ = ۲\pi\sqrt{\frac{L_۲}{g}} \Rightarrow ۱۶ = ۴\pi^۲ \times \frac{L_۲}{g} \Rightarrow L_۲ = ۴\,m \end{cases}$$

مجموع طول دو آونگ را به دست آورده و دورهٔ آونگ جدید را حساب می‌کنیم.

$$L = L_۱ + L_۲ = ۲/۲۵ + ۴ \Rightarrow L = ۶/۲۵\ m$$

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T = ۲\pi\sqrt{\frac{۶/۲۵}{g}} \Rightarrow T^۲ = ۴\pi^۲ \times \frac{۶/۲۵}{g} \Rightarrow T^۲ = ۲۵ \Rightarrow T = ۵\,s$$

روش دوم:

اگر دو آونگ به طول‌های $L_۱$ و $L_۲$ و دوره‌های تناوب $T_۱$ و $T_۲$ داشته باشیم و آونگی به طول $(L_۱ + L_۲)$ درست کنیم، دورهٔ تناوب آن از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$T = \sqrt{T_۱^۲ + T_۲^۲} \xrightarrow[T_۲ = ۴s]{T_۱ = ۳s} T = \sqrt{۹ + ۱۶} = \sqrt{۲۵} \Rightarrow T = ۵\,s$$

سعی کنید رابطهٔ فوق را اثبات کنید و آن را به خاطر بسپارید.

۳۸ گزینه ۴

نوسانگر بر روی پاره‌خطی حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و طول پاره‌خط دو برابر دامنه است.

$$L = ۲A \Rightarrow ۱۰ = ۲A \Rightarrow A = ۵\,cm$$

هرگاه نوسانگر، دو بار طول پاره‌خط را طی کند، یک نوسان کامل انجام داده است؛ بنابراین در مدت $۵\,s$، ده نوسان کامل انجام می‌دهد و داریم:

$$T = \frac{۵}{۱۰} = \frac{۱}{۲}\,s$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = ۴\pi\,rad/s$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow ۴\pi = \sqrt{\frac{k}{۰/۵}} \Rightarrow k = ۸۰\,N/m$$

از طرفی انرژی مکانیکی نوسانگر از رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^۲$ به دست می‌آید:

$$E = \frac{۱}{۲} \times ۸۰ \times \left(\frac{۵}{۱۰۰}\right)^۲ \Rightarrow E = ۰/۱\,J$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۳۹ گزینه ۲

دورهٔ یک آونگ ساده از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}}$$

$$\xrightarrow{T_۲=۱/۳T_۱} \frac{L_۲}{L_۱} = \left(\frac{T_۲}{T_۱}\right)^۲ = (۱/۳)^۲ = ۱/۶۹$$

بنابراین:

$$\text{درصد تغییرات طول آونگ} : \frac{\Delta L}{L_۱} \times ۱۰۰ = \left(\frac{L_۲}{L_۱} - ۱\right) \times ۱۰۰ = (۱/۶۹ - ۱) \times ۱۰۰ = ۶۹\%$$

۴۰ گزینه ۲

ابتدا تعداد نوسان‌های آونگ اول و دوم را با استفاده از رابطهٔ $T = \frac{t}{n}$ به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow[T=۲\,s]{t=۲/۶\,\min=۲/۶\times۶۰\,s} n = \frac{۲/۶\times۶۰}{۲} \Rightarrow n = ۷۸$$

$$n' = n - ۱۸ \xrightarrow{n=۷۸} n' = ۷۸ - ۱۸ \Rightarrow n' = ۶۰$$

اکنون دورهٔ نوسان آونگ دوم را حساب می‌کنیم:

$$T' = \frac{t'}{n'} \xrightarrow[n'=۶۰]{t'=t=۲/۶\times۶۰\,s} T' = \frac{۲/۶\times۶۰}{۶۰} \Rightarrow T' = ۲/۶\,s$$

در آخر برای محاسبهٔ تغییر طول آونگ با استفاده از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ می‌توان نوشت:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow{g=\text{ثابت}} \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}}$$

$$\xrightarrow[T=۲\,s]{T'=۲/۶\,s} \frac{۲/۶}{۲} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \Rightarrow ۱/۳ = \sqrt{\frac{L'}{L}}$$

$$\Rightarrow ۱/۶۹ = \frac{L'}{L} \Rightarrow L' = ۱/۶۹\,L$$

$$\Delta L = L' - L = ۱/۶۹L - L \Rightarrow \Delta L = ۰/۶۹\,L \Rightarrow \Delta L = ۶۹\,\%L$$

بنابراین باید طول آونگ را ۶۹ درصد افزایش دهیم.

۴۱ گزینه ۳

طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر، $\frac{۱}{۴}$ انرژی مکانیکی آن است، انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر $\frac{۳}{۴}$ انرژی مکانیکی آن خواهد بود؛ بنابراین داریم:

$$U = \frac{۳}{۴}E \xrightarrow{U=۰/۱۸\,J} ۰/۱۸ = \frac{۳}{۴}E \Rightarrow E = ۰/۲۴\,J$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۴۲ گزینه ۳

سرعت نوسانگر در مرکز نوسان بیشینهٔ سرعت است و از رابطهٔ $v_{max} = A\omega$ به دست می‌آید:

$$v_{max} = A\omega = A\sqrt{\frac{k}{m}} = ۰/۰۴ \times \sqrt{\frac{۸۰۰}{۰/۰۲}} = ۸\, m/s$$

در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر نسبت به v_{max} به‌اندازهٔ ۲۵ درصد کاهش یافته است، داریم:

$$E = K + U \quad , \quad E = K_{max}$$

بنابراین از پایستگی انرژی مکانیکی می‌توان نوشت:

$$U = K_{max} - K = \frac{۱}{۲}m(v_{max}^{۲} - v^{۲})$$

$$\Rightarrow U = \frac{۱}{۲} \times ۰/۰۲ \times (۶۴ - ۳۶) = ۰/۲۸\, J$$

۴۳ گزینه ۳

اگر بازهٔ زمانی مشخص را t فرض کنیم، تعداد نوسان‌های کامل هر آونگ برابر است با:

$$N = \frac{t}{T} \Rightarrow T = \frac{t}{N} \Rightarrow \begin{cases} T_A = \frac{t}{۱۲} \\ T_B = \frac{t}{۵} \end{cases}$$

حال با استفاده از رابطهٔ دورهٔ تناوب آونگ ساده داریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{T^{۲}g}{۴\pi^{۲}} \Rightarrow \begin{cases} L_A = \frac{T_A^{۲}g}{۴\pi^{۲}} \\ L_B = \frac{T_B^{۲}g}{۴\pi^{۲}} \end{cases}$$

$$T' = ۲\pi\sqrt{\frac{L_A + L_B}{g}} = ۲\pi\sqrt{\frac{\frac{T_A^{۲}g}{۴\pi^{۲}} + \frac{T_B^{۲}g}{۴\pi^{۲}}}{g}} \Rightarrow T' = \sqrt{T_A^{۲} + T_B^{۲}}$$

$$\Rightarrow T' = \sqrt{(\frac{t}{۱۲})^{۲} + (\frac{t}{۵})^{۲}} \Rightarrow T' = \frac{۱۳t}{۶۰}$$

بنابراین تعداد نوسان‌های کامل آونگ جدید برابر است با:

$$N' = \frac{t}{T'} = \frac{۶۰}{۱۳}$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۴۴ گزینه ۴

با استفاده از رابطهٔ چگالی داریم:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{۴}{۳}\pi R^{۳}} \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho_e} = \frac{M'}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{R'}\right)^{۳}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۱۶} = ۴ \times \left(\frac{R_e}{R'}\right)^{۳} \Rightarrow \frac{R_e}{R'} = \frac{۱}{۴}$$

حال با استفاده از رابطهٔ شتاب گرانشی، داریم:

$$g = G\frac{M}{R^{۲}} \Rightarrow \frac{g'}{g_e} = \frac{M'}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{R'}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{g'}{g} = ۴ \times \left(\frac{۱}{۴}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{۱}{۴}$$

درنهایت با استفاده از رابطهٔ دورهٔ تناوب یک آونگ ساده، داریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{۴} \Rightarrow \frac{T'}{T} = ۲$$

دورهٔ تناوب آونگ ساعت در سطح کرهٔ موردنظر، دو برابر دورهٔ تناوب آن در سطح زمین است؛ بنابراین در هر یک ساعت روی سطح زمین، این ساعت به‌اندازهٔ ۰/۵ ساعت عقب می‌افتد. درنتیجه در هر ۱۲ ساعت روی سطح زمین، این ساعت به‌اندازهٔ ۶ ساعت عقب خواهد ماند.

۴۵ گزینه ۲

ابتدا شتاب گرانش را در سطح سیارهٔ موردنظر محاسبه می‌کنیم. سیارهٔ موردنظر را x و سیارهٔ زمین را e می‌نامیم. داریم:

$$g = G\frac{M}{r^{۲}} \Rightarrow \frac{g_x}{g_e} = \frac{M_x}{M_e} \times \left(\frac{r_e}{r_x}\right)^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۲^{۲} \Rightarrow \frac{g_x}{g_e} = ۲$$

اکنون به کمک رابطهٔ دورهٔ تناوب آونگ داریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_x}{T_e} = \sqrt{\frac{L_x}{L_e} \times \frac{g_e}{g_x}} = \sqrt{\frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲}} \Rightarrow \frac{T_x}{۲} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow T_x = ۱s$$

۴۶ گزینه ۲

اگر تعداد نوسان‌های آونگ A در مدت ۳ دقیقه را با n_A و آونگ B را با n_B نشان دهیم، داریم:

$$n_A - n_B = ۱۰ \Rightarrow \frac{t}{T_A} - \frac{t}{T_B} = ۱۰ \Rightarrow \frac{۳ \times ۶۰}{T_A} - \frac{۳ \times ۶۰}{T_B} = ۱۰$$
$$\Rightarrow \frac{۱}{T_A} - \frac{۱}{T_B} = \frac{۱}{۱۸} \qquad (۱)$$

از طرفی داریم:

$$f_B = \frac{۹}{۱۰}f_A \xrightarrow{f=\frac{۱}{T}} \frac{۱}{T_B} = \frac{۹}{۱۰}\frac{۱}{T_A} \Rightarrow T_A = \frac{۹}{۱۰}T_B \qquad (۲)$$

بنابراین:

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{۱۰}{۹T_B} - \frac{۱}{T_B} = \frac{۱}{۱۸} \Rightarrow T_B = ۲s \xrightarrow{(۲)} T_A = ۱/۸s$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۴۷

گزینه ۱

می‌دانیم مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در یک موج سینوسی با مربع بسامد و مربع دامنه نسبت مستقیم دارد ($P_{av} \propto f^۲ \times A^۲$)؛ بنابراین کافی است دامنه و بسامد دو موج را تعیین کنیم. باتوجه‌به شکل $A_A = ۳\,cm$، $A_B = ۱\,cm$ و $\frac{\lambda_B}{۲} = ۳ \times \frac{\lambda_A}{۲}$ است. چون نیروی کشش در دو ریسمان مشابه یکسان است، طبق رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، تندی انتشار موج در ریسمان‌های A و B یکسان خواهد بود؛ بنابراین داریم:

$$\Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{v_A}{v_B} \times \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \xrightarrow[\lambda_A = ۳\lambda_B]{v_A = v_B} \frac{f_A}{f_B} = ۱ \times \frac{\lambda_B}{۳\lambda_B} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{۱}{۳}$$

در آخر داریم:

$$P_{av} \propto f^۲ \times A^۲ \Rightarrow \frac{P_{av_B}}{P_{av_A}} = \left(\frac{f_B}{f_A} \times \frac{A_B}{A_A}\right)^۲ = \left(۳ \times \frac{۱}{۳}\right)^۲ \Rightarrow \frac{P_{av_B}}{P_{av_A}} = ۱$$

۴۸

گزینه ۳

در هر حرکت نوسانی هماهنگ ساده، مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل در هر نقطه ثابت و برابر با انرژی مکانیکی مجموعه است. داریم:

$$E = K + U = ۰/۱۶ + ۰/۰۸ \Rightarrow E = ۰/۲۴\,J$$

از طرفی داریم:

$$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \Rightarrow ۰/۲۴ = \frac{۱}{۲} \times ۳۰۰ \times A^۲ \Rightarrow A = ۴ \times ۱۰^{-۲}\,m = ۴\,cm$$

طی یک نوسان کامل، نوسانگر به‌اندازهٔ $۴A$ مسافت طی می‌کند، بنابراین:

$$d = ۴A = ۴ \times ۴ = ۱۶\,cm$$

۴۹

گزینه ۳

در مرکز نوسان، نوسانگر دارای بیشترین تندی است؛ بنابراین هنگامی‌که نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود، حرکت آن تندشونده خواهد بود. چون نیروی وارد بر نوسانگر هماهنگ ساده متغیر است ($F_e = kx$)، بنابراین حرکت نوسانی ساده، حرکتی با شتاب متغیر است. هرگاه مکان و سرعت نوسانگر مختلف‌العلامت باشند، نوسانگر در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان است و حرکت آن تندشونده است. وقتی نوسانگر به انتهای مسیر نوسان نزدیک می‌شود، چون تندی آن کاهش می‌یابد، بنابراین انرژی جنبشی آن نیز کاهش خواهد یافت.

۵۰

گزینه ۲

با استفاده از معادلهٔ نوسان داریم:

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow ۴\sqrt{۳} = ۸\cos\omega t \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \cos\omega t$$

$$\Rightarrow \cos\frac{\pi}{۶} = \cos\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow t = \frac{T}{۱۲} \xrightarrow{t = \frac{۱}{۶}s} \frac{۱}{۶} = \frac{T}{۱۲} \Rightarrow T = ۲\,s$$

$$f = \frac{۱}{T} \Rightarrow f = ۰/۵\,Hz$$

در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر نصف انرژی مکانیکی آن است، داریم:

$$E = K + U \xrightarrow{U = \frac{E}{۲}} K = \frac{E}{۲} \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲}(۲\pi^۲ mA^۲ f^۲)$$

$$\Rightarrow v = \pi A f\sqrt{۲} = \pi \times ۰/۰۸ \times ۰/۵\sqrt{۲} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{۲}}{۲۵}\pi\,m/s$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۵۱

گزینه ۴

در حرکت نوسانی هماهنگ ساده، انرژی مکانیکی همواره ثابت است، بنابراین داریم:

$$E = \frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲}$$

$$\xrightarrow[A=۰/۰۴\,m\,,\,\omega=۲۰۰\,rad/s]{m=۲۰\,g=۲\times ۱۰^{-۲}\,kg} E = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^{-۲} \times ۱۶ \times ۱۰^{-۴} \times ۴ \times ۱۰^{۴} = ۰/۶۴\,J$$

۵۲

گزینه ۱

با استفاده از رابطهٔ دورهٔ تناوب آونگ سادهٔ کم‌دامنه و همچنین اندازهٔ شتاب گرانشی در سطح یک سیاره، می‌توان نوشت:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow[M=\rho(\frac{۴}{۳}\pi r^{۳})]{g=G\frac{M}{r^{۲}}} T = ۲\pi\sqrt{\frac{۳L}{۴\pi\rho G r}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}} \times \sqrt{\frac{r_A}{r_B}} \Rightarrow \frac{T_B}{۴} = \sqrt{\frac{۱}{۲}} \times \sqrt{\frac{۱}{۴}} \Rightarrow T_B = \sqrt{۲}\,s$$

۵۳

گزینه ۱

با استفاده از رابطهٔ انرژی مکانیکی نوسانگر می‌توان نوشت:

$$E = K + U = ۴ + ۸ = ۱۲\,mJ$$

برای هنگامی‌که انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر با یکدیگر برابر هستند، داریم:

$$E = K' + U' \xrightarrow{K'=U'} E = ۲K' \Rightarrow ۱۲ = ۲K'$$

$$\Rightarrow K' = ۶\,mJ = ۶ \times ۱۰^{-۳}\,J$$

و در نهایت با استفاده از رابطهٔ انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$K' = \frac{۱}{۲}mv'^{۲} \Rightarrow ۶ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۳v'^{۲} \Rightarrow v' = ۰/۲\,m/s$$

۵۴

گزینه ۳

باتوجه‌به رابطهٔ دورهٔ نوسان‌های آونگ ساده‌ای که نوسان‌های کم‌دامنه انجام می‌دهد ($T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$)، با افزایش طول آونگ، دورهٔ نوسان‌ها افزایش می‌یابد؛ بنابراین:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_{۲}}{T_{۱}} = \sqrt{\frac{L_{۲}}{L_{۱}}}$$

$$\xrightarrow[T_{۲}=۱/۲T_{۱}]{L_{۲}=L_{۱}+۲۲\,(cm)} ۱/۲ = \sqrt{\frac{L_{۱}+۲۲}{L_{۱}}} \Rightarrow L_{۱} = ۵۰\,cm$$

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۵۵ گزینه ۲

باتوجه‌به نمودار:

$$\begin{cases} A = ۲۰\,\text{cm} = ۰/۲\,\text{m} \\ U_{max} = ۱۸ \times ۱۰^{-۳}\,\text{J} \Rightarrow U_{max} = \frac{۱}{۲} m\omega^۲ A^۲ \\ m = ۰/۱\,\text{kg} \end{cases}$$

$$\Rightarrow ۱۸ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۱ \times \omega^۲ \times ۰/۰۴$$

$$\omega^۲ = ۹ \Rightarrow \omega = ۳\,\text{rad/s}$$

۵۶ گزینه ۳

ابتدا دامنهٔ نوسان نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$\ell = ۶\,\text{cm} \xrightarrow{A=\frac{\ell}{۲}} A = ۳\,\text{cm}$$

باتوجه‌به اینکه نوسانگر در هر دقیقه مسافتی به‌اندازهٔ ۲۴۰ را طی کرده است، ازطرفی در هر نوسان کامل نوسانگر مسافتی به‌اندازهٔ $۴A$ را می‌پیماید، بنابراین تعداد نوسان کاملی که توسط نوسانگر در هر دقیقه انجام می‌شود برابر است با:

$$n = \frac{d}{۴A} \xrightarrow[A=۳\,\text{cm}]{d=۲۴۰\,\text{cm}} n = \frac{۲۴۰}{۱۲} = ۲۰\,\text{نوسان}$$

بنابراین دورهٔ تناوب نوسان برابر است با:

$$T = \frac{t}{n} \xrightarrow[t=۶۰\,\text{s}]{n=۲۰} T = ۳\,\text{s}$$

باتوجه‌به رابطهٔ بیشینهٔ تندی نوسانگر داریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow[A=۳\,\text{cm}]{\omega=\frac{۲\pi}{T},\, T=۳\,\text{s}} v_{max} = ۲\pi\,\text{cm/s}$$

۵۷ گزینه ۳

مطابق رابطهٔ دورهٔ تناوب آونگ داریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} \xrightarrow{L_۲=۱/۹۶L_۱} \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{۱/۹۶} = ۱/۴ = \frac{۷}{۵}$$

۵۸ گزینه ۳

طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی، در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر $\frac{۱}{۴}$ انرژی مکانیکی آن است، انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر $\frac{۳}{۴}$ انرژی مکانیکی آن خواهد بود، بنابراین داریم:

$$U = \frac{۳}{۴}E \xrightarrow{U=۰/۱۸\,\text{J}} ۰/۱۸ = \frac{۳}{۴}E \Rightarrow E = ۰/۲۴\,\text{J}$$

۵۹ گزینه ۱

باتوجه‌به رابطهٔ $a = -\omega^۲ x$ بردار مکان و شتاب خلاف جهت یکدیگرند؛ بنابراین در لحظه‌هایی که بردار سرعت و مکان نوسانگر با یکدیگر هم‌جهت هستند، بردار سرعت و شتاب خلاف جهت یکدیگرند و لذا نوع حرکت نوسانگر کندشونده و در حال دور شدن از مرکز نوسان است؛ بنابراین انرژی جنبشی آن در این لحظه‌ها، با گذشت زمان کاهش می‌یابد و مطابق رابطهٔ $|a| = |-\omega^۲ x|$ با افزایش x اندازهٔ شتاب نوسانگر افزایش می‌یابد.

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۶۰ گزینه ۴

باتوجه‌به شکل صورت سؤال داریم: $A_B < A_A \ , \ \lambda_B > \lambda_A$

مطابق رابطهٔ بیشینهٔ تندی ذرات خواهیم داشت:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{(v_{max})_A=(v_{max})_B} A_A\omega_A = A_B\omega_B$$

$$\xrightarrow[A_B<A_A]{\omega=۲\pi f} \frac{f_A}{f_B} = \frac{A_B}{A_A} < ۱ \Rightarrow f_A < f_B$$

اکنون باتوجه‌به رابطهٔ تندی انتشار موج داریم:

$$v = \lambda f \xrightarrow[f_A<f_B]{\lambda_A<\lambda_B} v_A < v_B \xrightarrow[\mu_A=\mu_B]{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}} F_A < F_B$$

همچنین برای مقایسهٔ اندازهٔ بیشینهٔ شتاب باتوجه‌به رابطهٔ آن داریم:

$$a_{max} = A\omega^۲ \xrightarrow{v_{max}=A\omega} a_{max} = v_{max}\omega \xrightarrow[\omega_A<\omega_B]{v_{max,A}=v_{max,B}} |a_{max,A}| < |a_{max,B}|$$

۶۱ گزینه ۲

باتوجه‌به نمودار، حداکثر سرعت نوسانگر $v_{max} = ۰/۶\,m/s$ است و در سرعت v، انرژی جنبشی $۲۰\,J$ و انرژی پتانسیل $۳۰۰\,J$ است.

$$E = U + K \Rightarrow E = ۳۰۰ + ۲۰ = ۳۲۰\,J$$

$$\frac{K}{E} = \frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{\frac{۱}{۲}mv_{max}^۲} \Rightarrow \frac{۲۰}{۳۲۰} = \left(\frac{v}{۰/۶}\right)^۲ \Rightarrow v = \frac{۰/۶}{۴} = ۰/۱۵\,m/s$$

۶۲ گزینه ۴

در یک ساعت اگر عقربه کندتر از حالت معمول حرکت کند، ساعت عقب می‌افتد و اگر عقربه تندتر از حالت معمول حرکت کند، ساعت جلو می‌افتد.

اگر دورهٔ نوسان‌های وزنه- فنر کاهش یابد، نوسان سریع‌تر انجام می‌شود؛ بنابراین عقربهٔ ثانیه‌شمار تندتر حرکت می‌کند و ساعت جلو می‌افتد.

اگر دورهٔ نوسان‌های وزنه- فنر افزایش یابد، نوسان کندتر انجام می‌شود؛ بنابراین عقربهٔ کندتر حرکت می‌کند و ساعت عقب می‌افتد.

در نوسانگر وزنه- فنر $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ است؛ بنابراین:

گزینهٔ "۱"غلط است؛ m افزایش یابد ⇐ ساعت عقب می‌افتد.

گزینهٔ "۲" غلط است؛ k کاهش یابد ⇐ ساعت عقب می‌افتد.

به همین ترتیب گزینهٔ "۳" غلط است و گزینهٔ "۴" صحیح است.

۶۳ گزینه ۲

انرژی جنبشی آونگ هنگام عبور از وضع تعادل برابر با انرژی مکانیکی آونگ است.

$$E = \frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲ \xrightarrow[F_{max}=ma_{max}]{a_{max}=A\omega^۲} E = \frac{۱}{۲}F_{max}A$$

$$\Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{(F_{max})_A}{(F_{max})_B} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow[E_A=۳E_B]{(F_{max})_A=\frac{۱}{۲}(F_{max})_B} ۳ = \frac{۱}{۲} \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = ۶$$

اکنون باتوجه‌به رابطهٔ شتاب بیشینه داریم:

$$a_{max} = A\omega^۲ \Rightarrow \frac{(a_{max})_A}{(a_{max})_B} = \frac{A_A}{A_B} \times \left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^۲ \xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{g}{\ell}}} \frac{(a_{max})_A}{(a_{max})_B} = \frac{A_A}{A_B} \times \left(\frac{\ell_B}{\ell_A}\right)$$

$$\xrightarrow[A_A=۶A_B]{\frac{\ell_B}{\ell_A}=\frac{۱}{۲}} \frac{(a_{max})_A}{(a_{max})_B} = ۶ \times \frac{۱}{۲} = ۳$$

Edited with the demo version of Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm

۶۴

گزینه ۴

آونگ‌هایی با آونگ یک تشدید می‌کنند که دوره یا به‌عبارت‌دیگر بسامد زاویه‌ای برابر با بسامد زاویه‌ای آونگ یک داشته باشند، باتوجه‌به اینکه $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ است و g برای تمامی آونگ‌ها یکسان است. فقط آونگ‌هایی با آونگ یک تشدید می‌شوند که طولی برابر با طول آن داشته باشند. یعنی آونگ‌های ۳ و ۷. دقت کنید که جرم آونگ تأثیری در دورهٔ نوسان‌های کم‌دامنهٔ آن ندارد.

۶۵

گزینه ۴

با نوسان آونگ شمارهٔ (۴) به هر سه آونگ انرژی منتقل می‌شود. می‌دانیم بیشترین انرژی در حالت تشدید به نوسانگر منتقل می‌شود و چون آونگ‌های (۱) و (۴) هم‌طول هستند، لذا طبق رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ هم‌دوره هستند و پدیدهٔ تشدید در آونگ (۱) رخ می‌دهد.

۶۶

گزینه ۳

بسامد زاویه‌ای طبیعی هریک از سامانه‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\omega_A = \sqrt{\frac{k_A}{m_A}} = \sqrt{\frac{۳۶}{۹}} = ۲\,\mathrm{rad/s}$$

$$\omega_B = \sqrt{\frac{k_B}{m_B}} = \sqrt{\frac{۳۶}{۴}} = ۳\,\mathrm{rad/s}$$

$$\omega_C = \sqrt{\frac{k_C}{m_C}} = \sqrt{\frac{۳۶}{۱۰}} = \sqrt{۳/۶}\,\mathrm{rad/s}$$

$$\omega_D = \sqrt{\frac{k_D}{m_D}} = \sqrt{\frac{۳۶}{۵}} = \sqrt{۷/۲}\,\mathrm{rad/s}$$

تنها سامانه‌ای که با نوسان میله دچار تشدید می‌شود، B است؛ بنابراین جسم B با دامنه‌ای خیلی بزرگ‌تر از سه جسم دیگر نوسان می‌کند. درنتیجه طبق رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^۲$، انرژی مکانیکی ذخیره‌شده در آن از بقیه بیشتر است.

۶۷

گزینه ۴

آونگ‌هایی با آونگ (۱) تشدید می‌کنند که دوره یا به‌عبارت‌دیگر بسامد زاویه‌ای برابر با بسامد زاویه‌ای آونگ (۱) داشته باشند. باتوجه‌به اینکه $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ است و g برای تمامی آونگ‌ها یکسان است، فقط آونگ‌هایی با آونگ (۱) تشدید می‌شوند که طولی برابر با طول آن داشته باشند، یعنی آونگ‌های (۳) و (۷). دقت کنید که جرم آونگ تأثیری در دورهٔ نوسان‌های کم‌دامنهٔ آن ندارد.

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

۶۸ گزینه ۳

ابتدا تغییرات شتاب گرانشی را محاسبه می‌کنیم.

$$g = G\frac{M_e}{r^۲} \Rightarrow \frac{g'}{g} = (\frac{R_e}{R_e + h})^۲ \xrightarrow{h=۳R_e} \frac{g'}{g} = (\frac{R_e}{۴R_e})^۲ = \frac{۱}{۱۶} \quad (۱)$$

دورهٔ تناوب دستگاه جرم- فنر را با $T_۱$ و دورهٔ تناوب آونگ را با $T_۲$ نمایش می‌دهیم. دورهٔ تناوب دستگاه جرم- فنر در مکان جدید برابر است با:

$$\text{دورهٔ تناوب جرم- فنر} : T'_۱ = ۲\pi\sqrt{\frac{m'}{k}} \xrightarrow{m'=۲m} T'_۱ = \sqrt{۲}T_۱$$

شرط تشدید هر دو دستگاه این است که دورهٔ تناوب دستگاه جرم- فنر و آونگ ساده در محل جدید باهم برابر باشد؛ بنابراین داریم:

$$\text{دورهٔ آونگ} : T'_۲ = \sqrt{۲}T_۲ \Rightarrow \frac{T'_۲}{T_۲} = \sqrt{۲} \xrightarrow{T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} \frac{T'_۲}{T_۲} = \sqrt{\frac{L'}{L} \times \frac{g}{g'}}$$

$$\xrightarrow{(۱)} \sqrt{۲} = \sqrt{\frac{L'}{L} \times ۱۶} \Rightarrow \frac{L'}{L} = \frac{۱}{۸} \Rightarrow L' = \frac{۱}{۸}L$$

۶۹ گزینه ۲

نکتهٔ ۱: در حرکت هماهنگ ساده، وقتی $x = ۰$ است)یعنی نوسانگر از نقطهٔ تعادل می‌گذرد(اندازهٔ سرعت بیشینه است.

نکتهٔ ۲: وقتی نوسانگر در $x = \pm A$ است، سرعت آن برابر با صفر است.

باتوجه‌به این نکات برای رابطهٔ داده شده داریم:

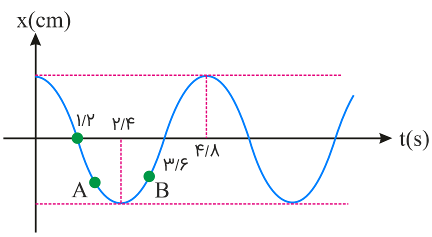
$$۳۶\pi^۲x^۲ + ۴v^۲ = ۴\pi^۲$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = ۰ \ , \ v = v_{max} \Rightarrow ۴v_{max}^۲ = ۴\pi^۲ \Rightarrow v_{max} = \pi \xrightarrow{v_{max}=A\omega} A\omega = \pi \qquad (۱) \\ v = ۰ \ , \ x = A \Rightarrow ۳۶\pi^۲A^۲ = ۴\pi^۲ \Rightarrow A = \frac{۱}{۳}m \qquad (۲) \end{cases}$$

$$(۱) : \ A\omega = \pi \xrightarrow{(۲)} \frac{۱}{۳} \times \frac{۲\pi}{T} = \pi \Rightarrow T = \frac{۲}{۳}s$$

۷۰ گزینه ۳

$$\omega = \frac{۵\pi}{۱۲} = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲۴}{۵} = ۴/۸\,s \Rightarrow \frac{T}{۴} = ۱/۲\,s$$



ثانیهٔ سوم بازهٔ زمانی $۲ \le t \le ۳$ است که طبق شکل نوسانگر در لحظات $t = ۲$ و $t = ۳$ در مکان‌های A و B قرار دارد. در بازهٔ $۲ \le t \le ۲/۴$ حرکت کندشونده و از $۲/۴ \le t \le ۳$ حرکت تندشونده است؛ یعنی حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor
To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm