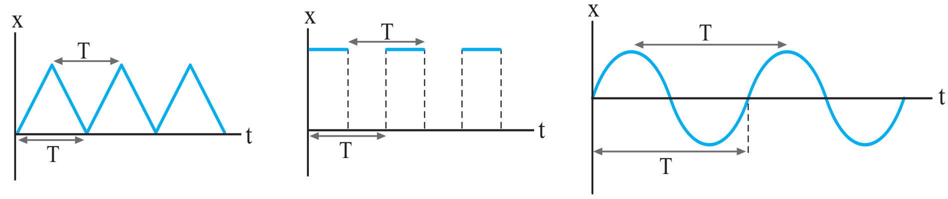
بررسی کمیت‌های اصلی حرکت هماهنگ ساده

حرکت دوره‌ای ◄ نوسان‌هایی را که هر چرخهٔ آن در دوره‌های دیگر تکرار شود، نوسان دوره‌ای می‌نامند.

دورهٔ تناوب (پریود) ◄ مدت زمان طی کردن یک چرخه، دورهٔ تناوب (پریود) حرکت نامیده می‌شود و آن را با T نشان می‌دهند. دورهٔ تناوب از جنس زمان می‌باشد و یکای آن در SI برابر ثانیه (s) است.

شکل‌های زیر نوسان‌های دوره‌ای با رسم نمودار مکان- زمان آنها را نشان می‌دهد. در شکل سمت راست، نوسان به طور سینوسی رخ داده است.



بسامد (فرکانس) ◄ بسامد یک نوسان، تعداد نوسان‌های انجام شده (تعداد چرخه) در واحد زمان است و آن را با f نشان می‌دهند. بسامد عکس دورهٔ تناوب است، یعنی $f=\frac{۱}{T}$ می‌باشد.

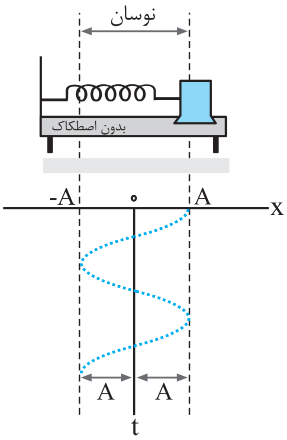
یکای بسامد در SI، هرتز (Hz) است.

$۱\,Hz =$ چرخه بر ثانیه $۱ = ۱\,s^{-۱}$

حرکت هماهنگ ساده ◄ به نوسان‌های سینوسی، حرکت هماهنگ ساده گفته می‌شود.

در حرکت هماهنگ ساده، نوسانگر روی محور x بین $x=-A$ و $x=+A$ به جلو و عقب می‌رود که در آن A دامنهٔ حرکت است.

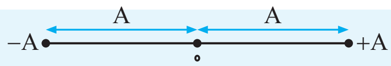
در شکل مقابل، جسم متصل به فنر روی سطح افقی بدون اصطکاک به جلو و عقب نوسان می‌کند.



دامنهٔ حرکت ◄ بیشینهٔ جابه‌جایی نسبت به نقطهٔ تعادل را دامنهٔ حرکت می‌نامند.

توجه

نقطهٔ تعادل، نقطه‌ای وسط پاره‌خط مسیر نوسان است.



تذکر

دامنه برابر نصف طول پاره‌خط مسیر نوسان است. اگر پاره‌خط مسیر نوسان MN باشد دامنه برابر است با:

$$A=\frac{MN}{۲}$$

نکته

دورهٔ تناوب یا بسامد نوسانگر صرفاً به ویژگی‌های فیزیکی و ساختمانی نوسانگر وابسته است و به دامنهٔ نوسان بستگی ندارد.

وقتی نوسانگر روی پاره‌خطی حرکت نوسانی انجام می‌دهد، هر بار که طول پاره‌خط را طی می‌کند، معادل نصف نوسان کامل را انجام می‌دهد. بنابراین، اگر در مدت Δt، تعداد N بار طول پاره‌خط را طی کند، تعداد $n=\frac{N}{۲}$ نوسان کامل انجام می‌دهد. در ضمن برای هر نصف نوسان باید نوسانگر یک بار از مرکز نوسان عبور کند.

نکته

اگر نوسانگری در مدت زمان t، تعداد n نوسان کامل انجام دهد، دورهٔ تناوب نوسانگر یا بسامد آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$T=\frac{t}{n}\xrightarrow{f=\frac{۱}{T}} f=\frac{n}{t}$$

بسامد زاویه‌ای ◄ یکی از کمیت‌هایی است که برای توصیف حرکت هماهنگ ساده به کار می‌رود و به دورهٔ تناوب یا بسامد بستگی دارد و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\omega=۲\pi f=\frac{۲\pi}{T}$$

یکای بسامد زاویه‌ای در SI برابر رادیان بر ثانیه (rad/s) است.

مثال نوسانگری در مدت $۵۰s$، تعداد ۲۰۰ بار طول پاره‌خط نوسان را طی می‌کند. دورهٔ تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟

۱) ۰/۲۵　　۲) ۰/۵

۳) ۲　　۴) ۴

حل گزینهٔ «۲». هر بار که نوسانگر طول پاره‌خط را طی می‌کند، معادل نصف یک نوسان کامل را انجام می‌دهد. بنابراین، چون در مدت ۵۰ ثانیه، ۲۰۰ بار طول پاره‌خط را طی می‌کند، در این مدت ۱۰۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. در این حالت دورهٔ تناوب برابر است با:

$$T=\frac{t}{n}\xrightarrow[n=۱۰۰]{t=۵۰s}T=\frac{۵۰}{۱۰۰}=۰/۵s$$

مثال دو نوسانگر سادهٔ A و B به ترتیب با دوره‌های تناوب $T_A=۲s$ و $T_B=۳s$ همزمان از $x=+A$ شروع به نوسان می‌کنند. پس از چند ثانیه، نوسانگر A تعداد ۶ نوسان کامل بیشتر از نوسانگر B انجام می‌دهد؟

۱) ۶　　۲) ۱۸

۳) ۳۶　　۴) ۳۰

حل گزینهٔ «۳». با استفاده از رابطهٔ $T=\frac{t}{n}$ و با توجه به این‌که $n_A=n_B+۶$ است، t را می‌یابیم:

$$n_A=n_B+۶\xrightarrow{n=\frac{t}{T}}\frac{t}{T_A}=\frac{t}{T_B}+۶\Rightarrow\frac{t}{۲}=\frac{t}{۳}+۶\Rightarrow\frac{t}{۲}-\frac{t}{۳}=۶\Rightarrow\frac{۳t-۲t}{۶}=۶\Rightarrow t=۳۶s$$

ویژگی‌ها و بررسی کیفی حرکت نوسانگر

۱- حرکتی رفت و برگشتی است که روی پاره‌خط راستی حول نقطه‌ای واقع بر وسط مسیر به نام نقطهٔ تعادل انجام می‌گیرد.

۲- نیروی وارد بر جسم نوسان کننده متغیر بوده و جهت آن همواره به طرف نقطهٔ تعادل است.

تذکر می‌توان با توجه به قانون دوم نیوتون $(\vec{F}=m\vec{a})$ این استنباط را داشت که شتاب نوسانگر همسو با نیروی وارد بر نوسانگر (همواره رو به نقطهٔ تعادل) و متناسب با آن است.

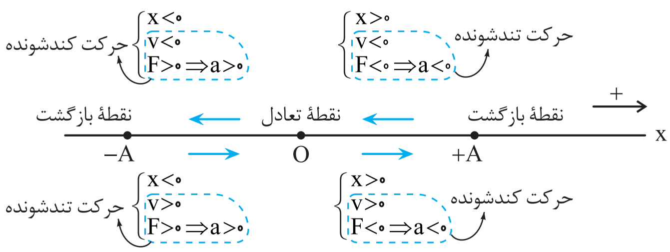
۳- حرکت هماهنگ ساده، حرکتی شتابدار با شتاب متغیر است و نوسانگر در بازه‌های زمانی یکسان الزاماً جابه‌جایی‌های مساوی ندارد.

تذکر در حرکت هماهنگ ساده نمی‌توان از روابط حرکت با شتاب ثابت استفاده نمود.

۴- در این نوع حرکت، تبدیل انرژی پتانسیل به جنبشی و بالعکس، به‌طور پیوسته انجام می‌گیرد.

بررسی کیفی حرکت هماهنگ ساده به کمک تعیین علامت

علامت مکان و سرعت نوسانگر مستقل از یکدیگرند. به عنوان مثال، اگر نوسانگردر مکانی مثبت باشد، سرعت آن می‌تواند مثبت (جهت حرکت در جهت محور) یا منفی (جهت حرکت در خلاف جهت محور) باشد. همین اتفاق می‌تواند در جهت منفی رخ دهد. در شکل زیر، علامت کمیت‌های مکان، سرعت، نیرو، شتاب و وضعیت حرکت یک نوسانگر در یک نوسان کامل روی پاره‌خط MN به مرکز O در چهار ربع مسیر مطابق شکل زیر است. در این شکل، سوی مثبت محور را به طرف راست در نظر گرفته‌ایم.



با توجه به این شکل درمی‌یابیم:

۱- علامت x صرفاً به مکان نوسانگر روی محور بستگی دارد، اما علامت سرعت به جهت حرکت وابسته است.

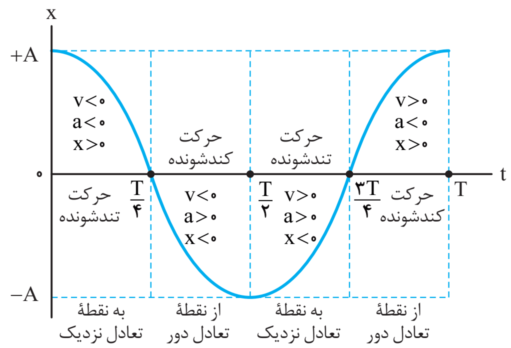
۲- اگر نوسانگر به نقطهٔ تعادل نزدیک شود، تندی آن افزایش می‌یابد، بنابراین حرکت آن شتاب‌دار تندشونده است.

۳- اگر نوسانگر از نقطهٔ تعادل دور شود و به نقطه‌های بازگشت (انتهای مسیر) نزدیک گردد، تندی آن کاهش می‌یابد، بنابراین حرکت آن شتاب‌دار کندشونده است.

نکته جهت نیرو و شتاب همواره به طرف نقطهٔ تعادل است. علامت شتاب را با توجه به نوع حرکت نیز می‌توان تعیین کرد. با توجه به اینکه در حرکت تندشونده، سرعت و شتاب هم علامت و در حرکت کندشونده، مختلف العلامت اند، با داشتن علامت سرعت که از روی جهت حرکت تعیین می‌شود، به آسانی می‌توان علامت شتاب را تعیین نمود. به عنوان مثال، اگر متحرک در جهت محور، حرکتش تندشونده باشد، چون سرعت مثبت است، شتابش نیز مثبت است.

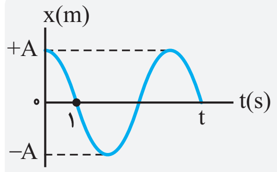
نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده و بررسی کیفی کمیت‌ها از روی آن

شکل زیر، نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، می‌توان نوع حرکت و علامت کمیت‌های مکان (x)، سرعت (v) و شتاب (a) نوسانگر را تعیین نمود.



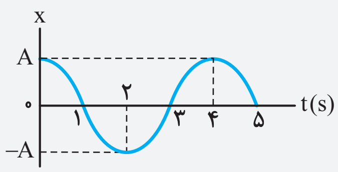
تذکر اگر نمودار مکان - زمان نزولی باشد، سرعت منفی و اگر صعودی باشد، سرعت مثبت است.

مثال نمودار مکان-زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای به صورت شکل زیر است. از لحظهٔ شروع حرکت تا لحظهٔ t، چند ثانیه حرکت نوسانگر شتاب‌دار کندشونده بوده است؟



۱) ۲ ۲) ۳
۳) ۴ ۴) ۵

حل گزینهٔ «۱». با توجه به نمودار درمی‌یابیم $t = 5s$ است و می‌دانیم در لحظه‌هایی که نوسانگر از نقطهٔ تعادل دور می‌شود و به نقطهٔ بازگشت نزدیک می‌گردد، تندی نوسانگر در حال کاهش و نوع حرکت آن شتابدار کندشونده است. همان‌طور که از نمودار پیداست، در بازه‌های زمانی(۱s تا ۲s) و (۳s تا ۴s)، نوسانگر از نقطهٔ تعادل دور می‌شود. بنابراین در مجموع نوسانگر به مدت ۲s که در حال دور شدن از نقطهٔ تعادل است، حرکتش کندشونده می‌باشد.



روش دوم: چون در بازه‌های زمانی (۱s تا ۲s) و (۳s تا ۴s) شیب خط مماس بر نمودار در حال کاهش است، تندی نوسانگر نیز در حال کاهش می‌باشد؛ لذا حرکت آن در این بازه‌های زمانی کندشونده است. بنابراین در مجموع به مدت ۲s حرکتش کندشونده بوده است.

مثال در یک حرکت هماهنگ ساده، در لحظه‌ای که مکان نوسانگر منفی و حرکت کندشونده است، علامت سرعت و شتاب، چگونه است؟

۱) سرعت مثبت و شتاب منفی است. ۲) سرعت منفی و شتاب مثبت است.
۳) هر دو مثبت‌اند. ۴) هر دو منفی‌اند.

حل گزینهٔ «۲». چون حرکت نوسانگر کندشونده است، الزاماً سرعت و شتاب هم‌علامت نیستند. در این صورت، گزینه‌های (۳) و (۴) حذف می‌شوند. از طرف دیگر، چون نوسانگر در مکان منفی دارای حرکت کندشونده است، سرعت آن در حال کاهش است، لذا به طرف نقطهٔ بازگشتی $x = -A$ می‌رود. یعنی علامت سرعت منفی است. در این حالت باید علامت شتاب مثبت باشد.

دقت کنید، در قسمت‌های بعدی می‌بینیم که، همواره علامت x و a مخالف هم‌اند. یعنی، چون $x < 0$ است، الزاماً باید $a > 0$ باشد.

پیمانهٔ ۵۱

۱۰ سؤال

مفاهیم حرکت هماهنگ ساده

فیزیک ۳ صفحه‌های ۵۴ تا ۵۶ کتاب درسی

۵۸۱ اگر دامنهٔ حرکت یک نوسانگر ساده دو برابر شود، دورهٔ تناوب آن چه تغییری می‌کند؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۴، مکمل و مرتبط با متن درس)

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

۵۸۲ یک نوسانگر ساده به طور مرتب در هر ثانیه ۸ بار از نقطهٔ تعادل عبور می‌کند. دورهٔ تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۴، مکمل و مرتبط با متن درس)

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{1}{8}$

۵۸۳ اگر نوسانگری که روی پاره‌خطی حرکت نوسانی ساده دارد، در هر دقیقه ۲۰ بار این پاره‌خط را بپیماید، دورهٔ آن چند ثانیه است؟

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۴، مکمل و مرتبط با متن درس)

۱) $\frac{1}{6}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) ۳ ۴) ۶

۵۸۴ چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد یک حرکت نوسانی ساده درست است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با شکل ۳-۵)

آ) جهت سرعت همیشه به طرف نقطهٔ تعادل است.

ب) سرعت در نقطهٔ تعادل صفر است.

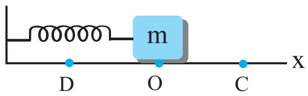
پ) مقدار سرعت همواره کاهش می‌یابد.

ت) مقدار سرعت در نقطه‌های بازگشت صفر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۸۵ مطابق شکل مقابل، یک نوسانگر وزنه- فنر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک، حول نقطهٔ O حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد حرکت این نوسانگر نادرست است؟

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با شکل ۳-۴)



۱) در حرکت از نقطهٔ C به نقطهٔ O، علامت سرعت نوسانگر منفی است.

۲) در حرکت از نقطهٔ O به نقطهٔ D، علامت سرعت نوسانگر منفی است.

۳) حرکت نوسانگر از نقطهٔ C به نقطهٔ O، تندشونده است.

۴) حرکت نوسانگر از نقطهٔ O به نقطهٔ D، تندشونده است.

۵۸۶ در حرکت هماهنگ ساده، در بازه‌ای از زمان که سرعت نوسانگر درحال کاهش است، .... (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با شکل ۳-۵)

۱) الزاماً سرعت مثبت است. ۲) الزاماً سرعت منفی است. ۳) الزاماً شتاب مثبت است. ۴) ممکن است شتاب منفی باشد.

۵۸۷ نوسانگر ساده‌ای حول نقطهٔ تعادل روی محور x در حال نوسان است. در لحظه‌ای که شتاب نوسانگر مثبت باشد، علامت‌های مکان و سرعت آن به‌ترتیب از راست به چپ چگونه است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با شکل ۳-۵)

۱) مثبت- مثبت یا منفی ۲) منفی- مثبت یا منفی ۳) مثبت یا منفی- منفی ۴) مثبت یا منفی- مثبت

۵۸۸ کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد حرکت نوسانی ساده، درست است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲)

۱) نوسانگر در بازه‌های زمانی مساوی، جابه‌جایی‌های مساوی دارد. ۲) حرکتی شتاب‌دار با شتاب ثابت است.

۳) نوسانگر در بازه‌های زمانی مساوی، تغییر شناسهٔ (فاز) مساوی دارد. ۴) هرگاه مکان و سرعت نوسانگر هم‌علامت باشند، حرکت تندشونده است.

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

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با شکل ۳-۵) (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۰)

۱) مثبت است. ۲) منفی است.

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

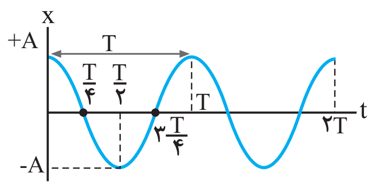
۵۹۰ در یک حرکت هماهنگ ساده، در کدام‌یک از موارد زیر، مکان نوسانگر الزاماً مثبت است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با شکل ۳-۵)

۱) سرعت مثبت باشد. ۲) سرعت منفی باشد.

۳) سرعت مثبت و اندازهٔ آن زیاد شود. ۴) سرعت مثبت و اندازهٔ آن کم شود.

درسنامه معادلهٔ مکان – زمان نوسانگر

فیزیک ۳ صفحه‌های ۵۵ و ۵۶ کتاب درسی



اگر در لحظهٔ $t = ۰$، نوسانگر در بیشترین فاصلهٔ خود، یعنی $x = +A$ باشد، مکان آن (یا جابه‌جایی آن نسبت به نقطهٔ تعادل) که با $x(t)$ نشان می‌دهیم از تابع کسینوسی زیر به‌دست می‌آید: $x(t) = A\cos\omega t$

در این رابطه A دامنهٔ نوسان و ωt شناسهٔ تابع کسینوس برحسب رادیان است. گاهی شناسهٔ تابع را به صورت $\varphi = \omega t$ نیز نشان می‌دهیم.

◂ نمودار مکان- زمان برای حرکت هماهنگ ساده مطابق شکل مقابل است:

حل مسئله یا تعیین کمیت‌های حرکت هماهنگ ساده از روی معادلهٔ حرکت

در سوال‌هایی که معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده معلوم باشد، می‌توان از روی معادله، کمیت‌های دامنه (A)، بسامد زاویه‌ای (ω)، بسامد (f) و دورهٔ تناوب (T) را تعیین کرد. همچنین، می‌توان مکان نوسانگر در هر لحظه و یا لحظهٔ بودن نوسانگر در هر مکان را مشخص نمود.

مثال معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت، $x = ۰/۲\cos ۵\pi t$ است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، نوسانگر پس از شروع حرکت برای بار دوم از مکان $x = +۰/۱m$ عبور می‌کند؟

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۱۵}$ ۳) $\frac{۱}{۳۰}$ ۴) $\frac{۱}{۵}$

حل گزینهٔ «۱». کافی است در معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده، به جای x مقدار آن را قرار دهیم و t را بیابیم.

$$x = ۰/۲\cos ۵\pi t \xrightarrow{x=۰/۱m} ۰/۱ = ۰/۲\cos ۵\pi t \Rightarrow \cos ۵\pi t = \frac{۰/۱}{۰/۲} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow ۵\pi t = \frac{\pi}{۳} \text{ یا } (۲\pi - \frac{\pi}{۳})$$

برای بار دوم داریم:

$$۵\pi t = ۲\pi - \frac{\pi}{۳} \Rightarrow ۵\pi t = \frac{۵\pi}{۳} \Rightarrow t = \frac{۱}{۳}s$$

تعیین معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده

بنا به رابطهٔ $x(t) = A\cos\omega t$، برای نوشتن معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده باید به جای کمیت‌های ثابت A (دامنه) و ω (بسامد زاویه‌ای)، مقدار هر یک را قرار دهیم.

توجه دامنه را از نصف طول پاره‌خط نوسان $(A = \frac{MN}{۲})$ و بسامد زاویه‌ای را از رابطه‌های $\omega = \frac{۲\pi}{T}$ یا $\omega = ۲\pi f$ به‌دست می‌آوریم. در بعضی از سؤال‌ها ممکن است مجبور باشیم T یا f را از رابطهٔ $T = \frac{t}{n}$ یا $f = \frac{n}{t}$ (n تعداد نوسان‌های کامل در مدت زمان t است) بیابیم.

کانون فرهنگی آموزش

مثال ذره‌ای روی پاره‌خطی به طول $۱۰\,cm$، در مبدأ زمان $(t=۰)$ از مکان $x=+A$ شروع به نوسان می‌کند. اگر این ذره در مدت $۴s$، طول پاره‌خط را ۴۰ بار طی نماید، معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ آن در SI کدام است؟

۱) $x=۰/۰۵\cos ۱۰\pi t$ ۲) $x=۰/۱\cos ۱۰\pi t$ ۳) $x=۰/۰۵\cos ۲۰\pi t$ ۴) $x=۰/۱\cos ۲۰\pi t$

حل گزینهٔ «۱». می‌دانیم دامنهٔ نوسان برابر نصف طول پاره‌خطی است که نوسان بر روی آن انجام می‌گیرد. بنابراین دامنهٔ نوسان برابر است با:

$$A=\frac{MN}{۲}=\frac{۱۰}{۲}\Rightarrow A=۵cm=۰/۰۵m$$

از طرف دیگر، چون هر بار طی کردن طول پاره‌خط برابر نصف نوسان کامل است، بنابراین تعداد نوسانات کامل برابر $n=\frac{۴۰}{۲}=۲۰$ و دورهٔ تناوب برابر است با:

$$T=\frac{t}{n}\xrightarrow[n=۲۰]{t=۴s}T=\frac{۴}{۲۰}=\frac{۱}{۵}s$$

و بسامد زاویه‌ای برابر است با:

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{\frac{۱}{۵}}\Rightarrow \omega=۱۰\pi\, rad/s$$

در نهایت معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده برابر است با:

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow x=۰/۰۵\cos ۱۰\pi t$$

مسافت طی شده در حرکت هماهنگ ساده

- نوسانگر، در هر دورهٔ تناوب (یک نوسان کامل) مسافتی به اندازهٔ ۴ برابر دامنهٔ نوسان (۲ برابر طول پاره‌خط نوسان) را طی می‌کند.

مسافت طی شده در مدت یک دورهٔ تناوب $=\ell=۴A$

نکته چون نوسانگر در هر دورهٔ تناوب، چهار برابر دامنهٔ نوسان مسافت طی می‌کند، برای تعیین مسافت طی شده در مدت Δt، ابتدا باید مشخص کنیم، Δt چه کسری از دورهٔ تناوب است و سپس با یک تناسب ساده، مسافت طی شده را بیابیم.

مثال نوسانگری در $t=۰$ از مکان $x=+A$ شروع به نوسان می‌کند و بعد از مدت $\frac{۱}{۳}s$ برای بار دوم از مکان $x=-۴cm$ عبور می‌کند. اگر این نوسانگر پس از شروع نوسان در مدت نصف دورهٔ تناوب، مسافت $۱۶cm$ را طی نماید، معادلهٔ مکان - زمان آن در SI کدام است؟

۱) $x=۰/۰۸\cos ۲\pi t$ ۲) $x=۰/۰۸\cos ۴\pi t$ ۳) $x=۰/۰۴\cos ۲\pi t$ ۴) $x=۰/۰۴\cos ۴\pi t$

حل گزینهٔ «۲». ابتدا دامنهٔ نوسان را می‌یابیم. چون نوسانگر در هر دورهٔ تناوب، ۴ برابر دامنه، مسافت طی می‌کند، بنابراین در مدت نصف دورهٔ تناوب، ۲ برابر دامنه، مسافت طی خواهد کرد. در این حالت می‌توان نوشت:

$$\ell=۲A\xrightarrow{\ell=۱۶cm}۱۶=۲A\Rightarrow A=۸cm=۰/۰۸m$$

اکنون بسامد زاویه‌ای (ω) را می‌یابیم. چون نوسانگر در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۳}s$ در مکان $x=-۴cm$ قرار دارد، با استفاده از معادلهٔ مکان - زمان ω را پیدا می‌کنیم:

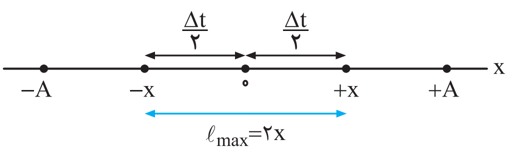
$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[t=\frac{۱}{۳}s]{x=-۴cm\ ,\ A=۸cm}-۴=۸\cos\omega\times\frac{۱}{۳}\Rightarrow\cos\frac{\omega}{۳}=-\frac{۱}{۲}\Rightarrow\frac{\omega}{۳}=\frac{۲\pi}{۳}rad,\frac{۴\pi}{۳}rad,....$$

چون نوسانگردر لحظهٔ $t=\frac{۱}{۳}s$، برای بار دوم از مکان $x=-۴cm$ عبور می‌کند، $\frac{\omega}{۳}=\frac{۴\pi}{۳}$ قابل قبول است. بنابراین $\omega=۴\pi\frac{rad}{s}$ و معادلهٔ مکان-زمان برابر است با:

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[A=۰/۰۸m]{\omega=۴\pi\ rad/s}x=۰/۰۸\cos ۴\pi t$$

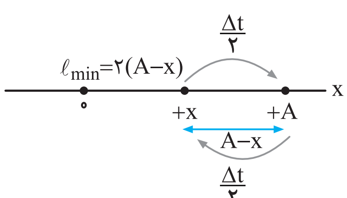
تعیین کمترین و بیشترین مسافت طی شده توسط نوسانگر

- بیشترین مسافت: با توجه به این که سرعت نوسانگر در مرکز نوسان بیشتر است، برای پیدا کردن بیشترین مسافت طی شده باید حوالی مرکز نوسان جابه‌جا شویم به گونه‌ای که بازهٔ زمانی Δt را نصف می‌کنیم و $\frac{\Delta t}{۲}$ آن را قبل از مرکز نوسان و $\frac{\Delta t}{۲}$ دیگر را بعد از مرکز نوسان در نظر می‌گیریم. (شکل ۱)



(شکل ۱)

- کمترین مسافت ◄ با توجه به اینکه تندی نوسانگر در نقطهٔ بازگشت (انتهای مسیر) صفر است، برای پیدا کردن کمترین مسافت طی شده، باید حوالی نقطهٔ بازگشت مسافت را در نظر بگیریم، به گونه‌ای که بازهٔ زمانی Δt را نصف کرده و $\frac{\Delta t}{۲}$ آن را قبل از نقطهٔ بازگشت و $\frac{\Delta t}{۲}$ دیگر را بعد از نقطهٔ بازگشت در نظر می‌گیریم. (شکل ۲)



(شکل ۲)

مثال در یک حرکت هماهنگ ساده، در مدت دلخواه $\frac{1}{6}$ دورهٔ تناوب، کمترین مسافتی که نوسانگر طی می‌کند، چند برابر دامنهٔ نوسان است؟ $(\sqrt{3}=1/7)$

۱) ۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۱۵

حل گزینهٔ «۳». با توجه به نکتهٔ فوق، ابتدا بازه‌های زمانی موردنظر را می‌یابیم:

$$\Delta t_1=\Delta t_2=\frac{\Delta t}{2}\xrightarrow{\Delta t=\frac{T}{6}}\Delta t_1=\Delta t_2=\frac{\frac{T}{6}}{2}=\frac{T}{12}$$

اکنون باید مشخص کنیم، نوسانگر در مدت $\frac{T}{12}$ از مکان $x_1=+A$ به چه مکانی جابه‌جا می‌شود:

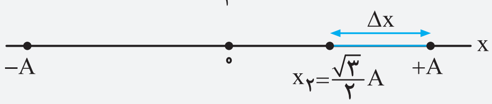
$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[t=\frac{T}{12}]{\omega=\frac{2\pi}{T}}x_2=A\cos(\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{12})\Rightarrow x_2=A\cos\frac{\pi}{6}\xrightarrow{\cos\frac{\pi}{6}=\frac{\sqrt{3}}{2}}x_2=\frac{\sqrt{3}}{2}A$$

می‌بینیم نوسانگر از مکان $x_1=+A$ به مکان $x_2=+\frac{\sqrt{3}}{2}A$ می‌رود. یعنی، جابه‌جایی نوسانگر برابر است با:

$$\Delta x=x_2-x_1=+\frac{\sqrt{3}}{2}A-A\Rightarrow\Delta x=(\frac{\sqrt{3}}{2}-1)A$$

از طرف دیگر، کمترین مسافت طی شده، دو برابر اندازهٔ این جابه‌جایی است. بنابراین داریم:

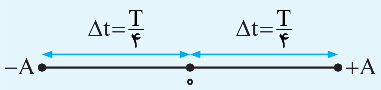
$$\ell_{min}=2|\Delta x|=2|(\frac{\sqrt{3}}{2}-1)A|\Rightarrow\ell_{min}=|\sqrt{3}-2|A=|1/7-2|A\Rightarrow\ell_{min}=0/3A$$



حل مسئله با رسم مسیر حرکت نوسانگر

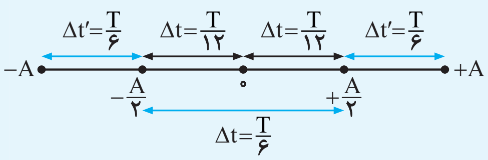
نکته در بعضی از سؤال‌ها برای تعیین بازهٔ زمانی جابه‌جایی بین دو مکان مشخص، از الگوهای زیر برای به‌دست آوردن سریع‌تر پاسخ استفاده می‌کنیم.

۱) اگر نوسانگر از $x=\pm A$ تا $x=0$ (نقطهٔ تعادل) و یا بالعکس جابه‌جا شود، مدت زمان این جابه‌جایی برابر $\Delta t=\frac{T}{4}$ است.



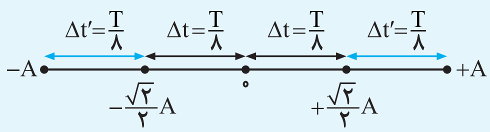
۲) اگر نوسانگر از $x=\pm\frac{A}{2}$ (وسط دامنه) تا $x=0$ (نقطهٔ تعادل) و یا بالعکس جابه‌جا شود، مدت زمان این جابه‌جایی برابر $\Delta t=\frac{T}{12}$ است.

بدیهی است، در جابه‌جایی از $x=\frac{A}{2}$ تا $x=A$، مدت زمان این جابه‌جایی برابر $\Delta t'=\frac{T}{6}$ خواهد بود. دقت کنید، $\Delta t'=\frac{T}{4}-\frac{T}{12}=\frac{T}{6}$ است.



◂ با توجه به نکتهٔ (۲)، حداقل زمان برای جابه‌جایی از $x=+\frac{A}{2}$ تا $x=-\frac{A}{2}$ و یا بالعکس، برابر $\Delta t=\frac{T}{6}$ است.

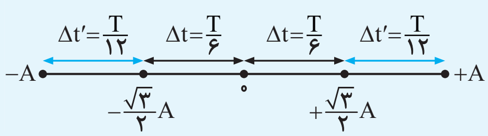
۳) اگر نوسانگر از $x=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}A$ تا $x=0$ (نقطهٔ تعادل) و یا بالعکس جابه‌جا شود، مدت زمان این جابه‌جایی برابر $\Delta t=\frac{T}{8}$ است.



بدیهی است در جابه‌جایی از $x=\frac{\sqrt{2}}{2}A$ تا $x=A$، مدت زمان این جابه‌جایی برابر $\Delta t'=\frac{T}{8}$ است.

سؤال: اگرچه در جابه‌جایی‌های فوق، بازه‌های زمانی یکسان است، چرا در این بازه‌ها جابه‌جایی‌ها یکسان نیست؟

۴) اگر نوسانگر از $x=\pm\frac{\sqrt{3}}{2}A$ تا $x=0$ (نقطهٔ تعادل) و یا بالعکس جابه‌جا شود، مدت زمان این جابه‌جایی برابر $\Delta t=\frac{T}{6}$ است. بدیهی است در جابه‌جایی از $x=\frac{\sqrt{3}}{2}A$ تا $x=A$، مدت زمان این جابه‌جایی برابر $\Delta t'=\frac{T}{12}$ است.



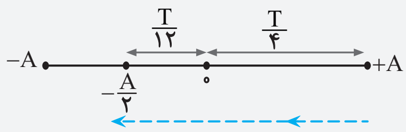
کانون فرهنگی آموزش

مثال در یک حرکت نوسانی دورهٔ تناوب برابر $۲/۴s$ و دامنهٔ نوسان A می‌باشد و جسم در مبدأ زمان در مکان $+A$ است. در این حرکت کمترین زمانی که طول می‌کشد تا بعد حرکت برابر $-\frac{A}{۲}$ شود، چند ثانیه است؟

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۶

حل گزینهٔ «۳». کمترین زمان در حالتی به‌دست می‌آید که نوسانگر بدون تغییر جهت از مکان $+A$ به مکان $-\frac{A}{۲}$ برود. بنابراین با توجه به شکل مقابل، کمترین زمان برابر $\Delta t = \frac{T}{۴} + \frac{T}{۱۲} = \frac{T}{۳}$ است و می‌توان نوشت:

$$\Delta t = \frac{T}{۳} \xrightarrow{T=۲/۴s} \Delta t = \frac{۲/۴}{۳} = ۰/۸s$$



پیمانهٔ ۵۲ و ۵۳

۱۰ سؤال ۱۰ سؤال

معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر | فیزیک ۳ صفحه‌های ۵۵ و ۵۶ کتاب درسی

۵۹۱ معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = ۰/۰۸\cos ۲۰\pi t$ است. در لحظهٔ $\frac{۱}{۴۰}$ ثانیه، فاصلهٔ نوسانگر از نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) چند سانتی‌متر است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲)

۱) صفر ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

۵۹۲ معادلهٔ حرکت نوسانگری در SI به صورت $x = ۰/۰۲\cos ۵\pi t$ است. به ترتیب از راست به چپ این نوسانگر در هر ثانیه چند نوسان انجام می‌دهد و بیشترین فاصلهٔ آن از نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) چند سانتی‌متر است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲)

۱) $\frac{۵}{۲}, ۲$ ۲) $\frac{۵}{۲}, ۰/۰۲$ ۳) $\frac{۵}{۲\pi}, ۲$ ۴) $\frac{۵}{۲\pi}, ۰/۰۲$

۵۹۳ معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = ۰/۰۲\cos ۴\pi t$ است. در بازهٔ زمانی $t_۱ = \frac{۱}{۱۲}s$ تا $t_۲ = \frac{۷}{۶}s$، حرکت نوسانگر، چند ثانیه تندشونده است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲) (سراسری تجربی ـ تیر ۱۴۰۱)

۱) $\frac{۵}{۶}$ ۲) $\frac{۷}{۶}$ ۳) $\frac{۷}{۱۲}$ ۴) $\frac{۱۳}{۲۴}$

۵۹۴ معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $x = A\cos ۴۰\pi t$ است. در بازهٔ زمانی $t = ۰$ تا $t = \frac{۱۱}{۱۶۰}s$، جهت حرکت نوسانگر چند بار عوض می‌شود؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۶، مکمل و مشابه تمرین ۳-۲) (سراسری ریاضی- ۸۹ با تغییر جزئی)

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۵۹۵ معادله‌های مکان- زمان دو نوسانگر ساده در SI به‌صورت $x_۱ = A\cos \pi t$ و $x_۲ = A\cos ۲\pi t$ است و هم‌زمان شروع به نوسان می‌کنند. چند ثانیه بعد از شروع نوسان برای اولین بار از کنار هم می‌گذرند؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲)

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

۵۹۶ نوسانگری در هر ۴ ثانیه، ۱۲ بار طول یک مسیر ۲۰ سانتی‌متری را طی می‌کند. معادلهٔ مکان- زمان این نوسانگر در SI کدام است؟ (در $t = ۰$ نوسانگر در $x = +A$ قرار دارد.) (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مشابه تمرین ۴)

۱) $x = ۰/۲\cos ۳\pi t$ ۲) $x = ۰/۲\cos ۶\pi t$ ۳) $x = ۰/۱\cos ۳\pi t$ ۴) $x = ۰/۱\cos ۶\pi t$

۵۹۷ دورهٔ یک حرکت سینوسی ۴ ثانیه و دامنهٔ حرکت آن ۵ سانتی‌متر است. مکان آن ۳ ثانیه بعد از آغاز حرکت چند سانتی‌متر است؟ (نوسانگر در لحظهٔ $t = ۰$ در $x = +A$ قرار دارد.) (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مشابه تمرین ۴)

۱) ۵- ۲) ۵ ۳) صفر ۴) ۲/۵

۵۹۸ جرمی متصل به یک فنر با بسامد $۰/۲Hz$ و دامنهٔ $۶cm$ به طور هماهنگ در امتداد قائم نوسان می‌کند. پس از گذشت $\frac{۵}{۶}s$ از رها شدن جرم از بالاترین نقطه ممکن، جابه‌جایی این جرم نسبت به نقطهٔ تعادل چند متر است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۶، مکمل و مشابه مثال ۳-۱)

۱) ۳ ۲) $۳\sqrt{۳}$ ۳) $۰/۰۳\sqrt{۳}$ ۴) ۰/۰۳

۵۹۹ نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده دارد، در هر دورهٔ تناوب مسافتی برابر $۴۰cm$ طی می‌کند. اگر این نوسانگر در مدت ۲۰ ثانیه، ۱۰۰ بار در طول پاره‌خط مسیر نوسان را طی نماید، معادلهٔ حرکت آن در SI کدام است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مشابه تمرین ۴)

۱) $x = ۰/۱\cos ۱۰\pi t$ ۲) $x = ۰/۲\cos ۱۰\pi t$ ۳) $x = ۰/۲\cos ۵\pi t$ ۴) $x = ۰/۱\cos ۵\pi t$

۶۰۰ نوسانگری روی یک پاره‌خط با دورهٔ تناوب $۳s$ حرکت نوسانی انجام می‌دهد. اگر این نوسانگر در مدت ۴ ثانیهٔ اول حرکت مسافت $۱۱۰cm$ را طی نماید، طول پاره‌خط چند سانتی‌متر است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مشابه تمرین ۴)

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۱/۲۵

۶۰۱ معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = ۰/۰۶\cos(\frac{\pi}{۳}t)$ است. این نوسانگر در بازهٔ زمانی $۰ < t < ۳s$ چند سانتی‌متر مسافت را پیموده است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۶، مکمل و مشابه مثال ۳-۱) (سراسری تجربی- ۸۵ با تغییر جزئی)

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

۶۰۲ معادلهٔ حرکت نوسانگری در SI به‌صورت $x = ۰/۰۴\cos ۴\pi t$ است. مسافتی که نوسانگر در بازهٔ $t_۱ = ۰/۱s$ تا $t_۲ = ۱/۳۵s$ طی می‌کند، چند متر است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۶، مکمل و مشابه مثال ۳-۱) (سراسری خارج از کشور ریاضی ـ تیر ۱۴۰۱)

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

۶۰۳ در یک حرکت هماهنگ ساده، در مدت دلخواه $\frac{۱}{۴}$ دورهٔ تناوب، کمترین مسافتی که نوسانگر طی می‌کند چند برابر دامنه است؟ $(\sqrt{۲} = ۱/۴)$
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲) (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۳)

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۷ ۴) ۱/۴

۶۰۴ ذره‌ای روی پاره خطی به طول ۸ سانتی‌متر حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. این ذره در یک بازهٔ زمانی دلخواه $\frac{۱}{۴}$ دورهٔ تناوب، بیشترین جابه‌جایی که ممکن است داشته باشد، چند سانتی‌متر است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲) (سراسری خارج از کشور تجربی- ۹۷)

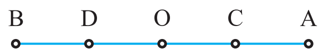
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) $۴\sqrt{۲}$

۶۰۵ در شکل زیر، اگر متحرکی بین دو نقطهٔ A و A′ حرکت هماهنگ ساده انجام دهد و فاصلهٔ OB را در مدت $\frac{۱}{۳۰۰}$ ثانیه طی کند، بسامد نوسان چند هرتز است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲) (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۵)

$OB = BA = OB' = B'A'$

۱) ۲۵ ۲) ۳۷/۵
۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۶۰۶ متحرکی روی پاره‌خط AB نوسان هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر $AC = CO = OD = DB$ باشد و متحرک فاصلهٔ CD را در $t_۱$ ثانیه و فاصلهٔ DB را در $t_۲$ ثانیه طی کند، نسبت $\frac{t_۱}{t_۲}$ چقدر است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲) (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۶)



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

۶۰۷ نوسانگر ساده‌ای با دامنهٔ A نوسان می‌کند. اگر کمترین زمان لازم برای آن که مکان آن از $+\frac{A}{۲}$ به $-\frac{A}{۲}$ برسد، برابر ۰/۱ ثانیه باشد، دورهٔ تناوب حرکت چند ثانیه است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲)

۱) ۰/۶ ۲) ۱ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

۶۰۸ معادلهٔ حرکت نوسانگری در SI به‌صورت $x = ۰/۰۴\cos\frac{۴\pi}{۳}t$ است. حداقل بازهٔ زمانی دو عبور متوالی از مکان $x = ۲cm$ چند ثانیه است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲) (سراسری تجربی - تیر ۱۴۰۲)

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۶۰۹ x و A به‌ترتیب، مکان و دامنهٔ یک نوسانگر ساده هستند. در لحظهٔ $t_۱$، $x = \frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ است و جهت حرکت نوسانگر در آن لحظه به سمت مرکز نوسان است. اگر یک ثانیه بعد، نوسانگر برای اولین بار دوباره به همان مکان برسد، دورهٔ تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲) (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۲)

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۶ ۳) ۲/۴ ۴) ۳/۶

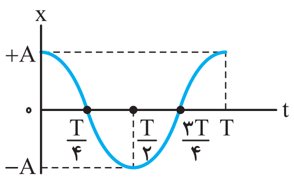
۶۱۰ جرمی متصل به فنر با بسامد ۵Hz روی پاره‌خطی به طول ۸cm در سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. نوسانگر در لحظهٔ $t_۱$ از یک سانتی‌متری نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) عبور می‌کند و حرکتش در این لحظه کندشونده است. از لحظهٔ $t_۱$ حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا نوسانگر از یک سانتی‌متری طرف دیگر نقطهٔ تعادل عبور کند؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲) (سراسری خارج از کشور تجربی-۹۹)

۱) $\frac{۱}{۴۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲۰}$ ۳) $\frac{۱}{۱۰}$ ۴) $\frac{۱}{۵}$

درسنامه نمودار مکان – زمان نوسانگر

فیزیک ۳ صفحه‌های ۵۵ و ۵۶ کتاب درسی

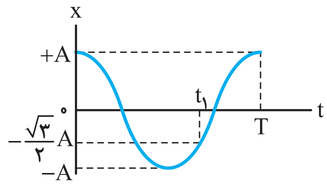
در سوال‌هایی که نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده داده می‌شود، از روی نمودار، کمیت‌های دامنه (A) و دورهٔ تناوب (T) را می‌یابیم و سپس کمیت مجهول را به‌دست می‌آوریم. بدیهی است، با تعیین دورهٔ تناوب از روی نمودار، می‌توان کمیت‌هایی مانند، بسامد زاویه‌ای $(\omega = \frac{۲\pi}{T})$، بسامد $(f = \frac{۱}{T})$، تعداد نوسان‌ها $(n = \frac{t}{T})$، مسافت طی شده و ... را به‌دست آورد.



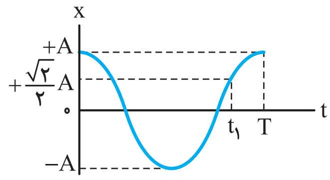
◄ اگر زمان داده شده برای مکان‌های $x = ۰$ یا $x = \pm A$ باشد، به سادگی دورهٔ تناوب را می‌یابیم.

◄ اگر زمان داده شده برای مکان‌های خاص $x=\pm\frac{A}{۲}$، $x=\pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ و $x=\pm\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ داده شود، علاوه بر معادلهٔ $x = A\cos\omega t$، می‌توان از الگوهایی که در درس‌نامه قبل گفته شده است، استفاده کنیم.

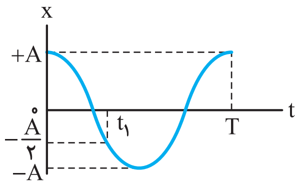
برای سه مورد پرکاربرد، شکل‌های آن را رسم و زمان را مشخص می‌کنیم.



$t_۱ = \frac{T}{۲} + \frac{T}{۱۲} = \frac{۲T}{۳}$

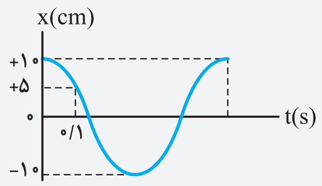


$t_۱ = \frac{۳T}{۴} + \frac{T}{۸} = \frac{۷T}{۸}$



$t_۱ = \frac{T}{۴} + \frac{T}{۱۲} = \frac{T}{۳}$

مثال در شکل زیر، نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای رسم شده است. این نوسانگر در مدت ۱/۸s چند سانتی‌متر مسافت طی می‌کند؟



۱) ۳۰

۲) ۱۸

۳) ۲۰

۴) ۱۲۰

حل گزینهٔ «۴». با توجه به شکل، نوسانگر در لحظهٔ $t=۰/۱s$ در مکان $x=+۵cm$ است. بنابراین، ابتدا به صورت زیر، دورهٔ تناوب را می‌یابیم:

$$x = A\cos\omega t \xrightarrow[x=+۵cm,A=۱۰cm]{\omega=\frac{۲\pi}{T},t=۰/۱s} ۵ = ۱۰\cos(\frac{۲\pi}{T}\times\frac{۱}{۱۰}) \Rightarrow \cos\frac{\pi}{۵T} = \frac{۱}{۲} = \cos\frac{\pi}{۳} \Rightarrow \frac{\pi}{۵T} = \frac{\pi}{۳} \Rightarrow T = ۰/۶s$$

برای محاسبهٔ مسافت طی شده، باید مشخص کنیم ۱/۸s، چه کسری از T است. چون ۱/۸s سه برابر $T=۰/۶s$ است، مسافت طی شده در این مدت برابر $\ell = ۳\times۴A$ می‌باشد.

$$\ell = ۳\times۴A \xrightarrow{A=۱۰cm} \ell = ۳\times۴\times۱۰ = ۱۲۰cm$$

روش دوم: برای محاسبهٔ دورهٔ تناوب بدون استفاده از معادلهٔ مکان - زمان، می‌توان گفت، چون نوسانگر از مکان $A=۱۰cm$ به مکان $\frac{A}{۲}=۵cm$ جابه‌جا شده است، زمان جابه‌جایی آن برابر $\frac{T}{۶}$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{T}{۶} = ۰/۱ \Rightarrow T = ۰/۶s$$

ادامه حل سوال مانند روش اول است.

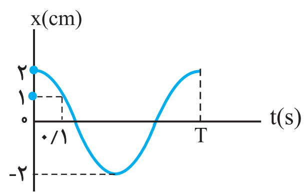
پیمانهٔ ۵۴

۱۰ سؤال

نمودارمکان- زمان نوسانگر | فیزیک ۳ صفحه‌های ۵۵ و ۵۶ کتاب درسی

۶۱۱ در شکل زیر، نمودار مکان - زمان نوسانگری رسم شده است. بسامد نوسانگر چند هرتز می‌باشد؟

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۵)



۱) $\frac{۳}{۵}$

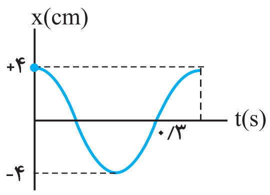
۲) $\frac{۶}{۵}$

۳) $\frac{۵}{۳}$

۴) $\frac{۵}{۶}$

۶۱۲ در شکل زیر، نمودار مکان - زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده دارد، رسم شده است. معادلهٔ حرکت این نوسانگر در SI کدام است؟

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴)



۱) $x = ۰/۰۴\cos ۵\pi t$

۲) $x = ۰/۰۴\cos ۱۰\pi t$

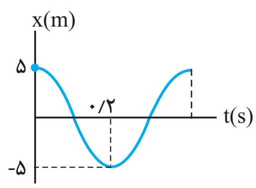
۳) $x = ۴\cos ۵\pi t$

۴) $x = ۴\cos ۱۰\pi t$

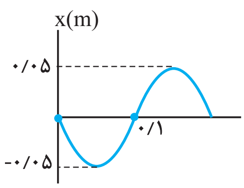
۶۱۳ معادلهٔ مکان - زمان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت زیر $x = ۰/۰۵\cos ۱۰\pi t$ است. نمودار مکان - زمان این نوسانگر مطابق کدام گزینه است؟

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴)

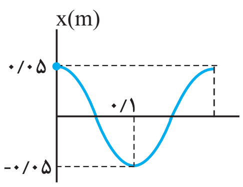
۱)



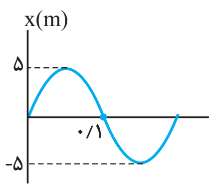
۲)



۳)

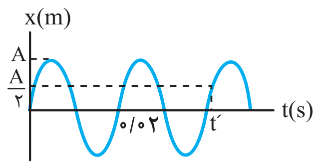


۴)



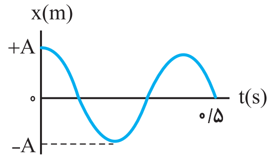
۶۱۴ نمودار یک حرکت هماهنگ ساده مطابق شکل مقابل است. t' چند ثانیه است؟

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴) (سراسری ریاضی- ۷۸)



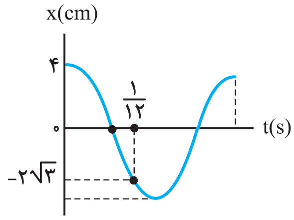
۱) $\frac{۱}{۲۴}$ ۲) $\frac{۹}{۲۰}$ ۳) $\frac{۷}{۵۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۲۰}$

۶۱۵ نمودار مکان- زمان نوسانگر ساده‌ای به‌صورت مقابل است. بیشینه زمانی‌که در دورهٔ تناوب اول از مکان $+\frac{A}{۲}$ به مکان $+\frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ می‌رود، چند ثانیه است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴)



۱) $\frac{۱}{۳۰}$ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۳ ۴) $\frac{۱}{۱۵}$

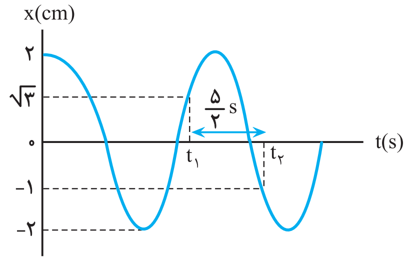
۶۱۶ نمودار مکان- زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل روبه‌رو است. در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۱۰}s$ مکان نوسانگر برحسب سانتی‌متر کدام است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴)



۱) ۴
۲) $۲\sqrt{۳}$
۳) صفر
۴) -۴

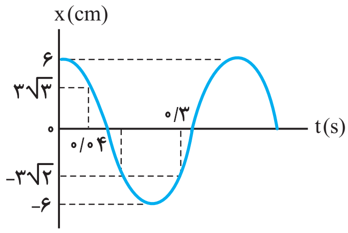
۶۱۷ نمودار مکان- زمان نوسانگری مطابق شکل روبه‌رو است. فاصلهٔ نوسانگر از نقطهٔ تعادل در لحظهٔ $t=۱s$، چند سانتی‌متر است؟

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴) (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۸۷)



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

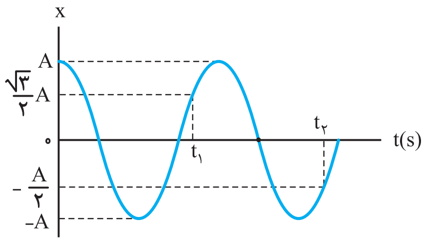
۶۱۸ نمودار مکان- زمان نوسانگری مطابق شکل مقابل است، این نوسانگر در مدت ۱/۹۲ ثانیه چند سانتی‌متر مسافت طی می‌کند؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴)



۱) ۲۴
۲) ۹۶
۳) ۱۰۰
۴) ۳۶

۶۱۹ در نمودار روبه‌رو که مربوط به یک حرکت هماهنگ ساده است، نسبت $\frac{t_۲}{t_۱}$ کدام است؟

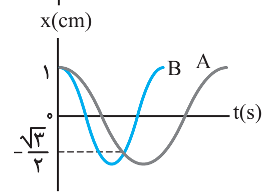
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴)



۱) $\frac{۲۰}{۱۱}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱۹}{۱۱}$ ۴) ۲/۲

۶۲۰ نمودار مکان- زمان دو نوسانگر که دارای حرکت هماهنگ ساده هستند، مطابق شکل مقابل است. دورهٔ تناوب نوسانگر A چند برابر دورهٔ تناوب نوسانگر B است؟

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴) (آزمون کانون- ۹۷)



۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۵}{۷}$ ۳) $\frac{۷}{۵}$ ۴) ۲

درسنامه سرعت نوسانگر

فیزیک ۳ صفحه‌های ۵۵ و ۵۹ کتاب درسی

چون حرکت هماهنگ ساده یک حرکت شتاب‌دار است، سرعت آن پیوسته در حال تغییر می‌باشد. وقتی نوسانگر در مکان $x=\pm A$ است، سرعت آن برابر با صفر است. به نقطه‌های $+A$ و $-A$ نقطه‌های بازگشت حرکت می‌گویند.

همچنین، وقتی نوسانگر در مکان $x=۰$ باشد (یعنی نوسانگر از نقطهٔ تعادل می‌گذرد) اندازهٔ سرعت بیشینه است. بسته به این‌که جسم در جهت $+x$ یا $-x$ در حرکت باشد سرعت نوسانگر مثبت یا منفی خواهد بود.

بیشینهٔ سرعت (تندی) نوسانگر از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید:

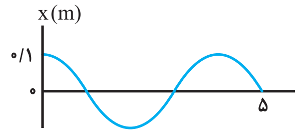
$$v_{max}=A\omega$$

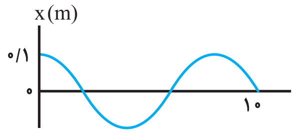
در این رابطه A دامنهٔ نوسان و ω بسامد زاویه‌ای است.

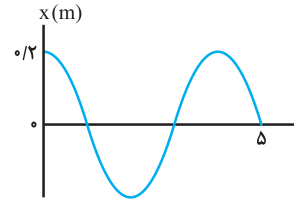
۹۲۱ یک نوسانگر هماهنگ ساده با دامنهٔ A نوسان می‌کند. این نوسانگر در مبدأ زمان در مکان $x=+A$ قرار دارد و بعد از یک ثانیه مسافتی برابر C و در ثانیهٔ دوم مسافتی برابر B را در همان جهت طی می‌کند. در این‌صورت دامنهٔ نوسان کدام است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴)

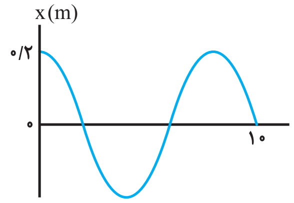
۱) $\frac{۲C^۲}{۳C-B}$
۲) $\frac{۳C-B}{۲C}$
۳) $\frac{۲B^۲}{۲B-C}$
۴) $\frac{۲B-C}{۲B^۲}$

۹۲۲ معادلهٔ سرعت- مکان نوسانگری در SI به‌صورت $v^۲=\frac{\pi^۲}{۴۰۰}-\frac{\pi^۲}{۴}x^۲$ است. نمودار مکان- زمان آن کدام است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴) (سراسری ریاضی- ۹۵ با تغییر جزئی)

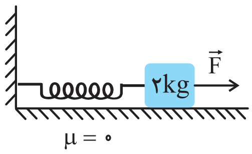
۱)


۲)


۳)


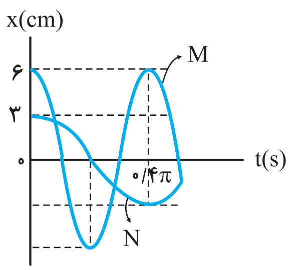
۴)


۹۲۳ 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 ۱۵cm و ۵۵cm 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 ۳۲۰N/m در نظر بگیرید.)
(فیزیک ۳- صفحه‌های ۵۵ و ۵۷، مرتبط با رابطه‌های ۳-۲ و ۳-۵)



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

۹۲۴ نمودار مکان- زمان دو نوسانگر هماهنگ سادهٔ M و N مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t_۱$ شتاب دو نوسانگر با یکدیگر برابر باشد، کدام‌یک از روابط زیر برقرار است؟
(فیزیک ۳، صفحه‌های ۵۵ و ۹۲، مرتبط با رابطهٔ ۳-۳ و تمرین ۳۱) (آزمون کانون- ۹۷)



۱) $\frac{\cos ۵t_۱}{\cos ۲/۵t_۱}=\frac{۱}{۴}$
۲) $\frac{\cos ۵t_۱}{\cos ۲/۵t_۱}=۴$
۳) $\frac{\cos ۵t_۱}{\cos ۲/۵t_۱}=\frac{۱}{۸}$
۴) $\frac{\cos ۵t_۱}{\cos ۲/۵t_۱}=۸$

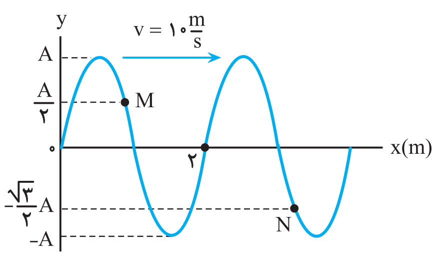
۹۲۵ بیشینه نیروی وارد بر یک نوسانگر ساده ۴N و دامنهٔ آن برابر ۴cm است. در لحظه‌ای که تندی نوسانگر نصف تندی آن در نقطهٔ تعادل است، انرژی پتانسیل نوسانگر چند ژول است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۹، مکمل و مرتبط با تمرین ۴)

۱) ۰/۰۴
۲) ۰/۰۲
۳) ۰/۰۶
۴) ۰/۰۸

۹۲۶ یک ساعت آونگ‌دار درون یک آسانسور ساکن با دورهٔ تناوب ۱s نوسان می‌کند. اگر آسانسور با شتاب ثابت تندشونده به سمت پایین حرکت کند، در هر ۱۰۰ ثانیه، ساعت ۵۰ ثانیه عقب می‌افتد. شتاب حرکت آسانسور چند $m/s^۲$ است؟ ($g=۱۰m/s^۲$) (فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۹، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۸)

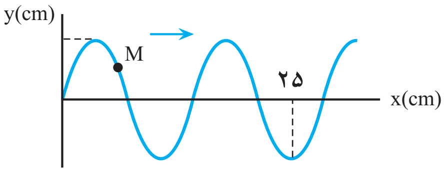
۱) ۲/۵
۲) ۵
۳) ۱/۵
۴) ۷/۵

۹۲۷ تصویر یک موج عرضی در ریسمانی در لحظهٔ $t=۰$ مطابق شکل است. در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۳۰}s$، مکان ذرات M و N به ترتیب از راست به چپ کدام است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۹۰، مکمل و مرتبط با تمرین ۱۴) (سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۳)



۱) صفر، $+\frac{A}{۲}$
۲) صفر، صفر
۳) $+A$، $+\frac{A}{۲}$
۴) $+A$، صفر

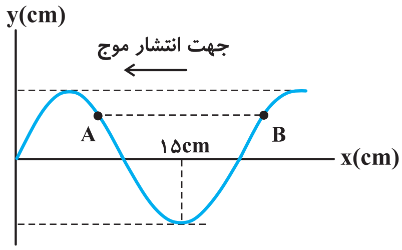
۹۲۸ شکل مقابل نقش یک موج عرضی که در جهت مثبت محور xها در حال انتشار است را در لحظهٔ $t=0$ نشان می‌دهد. اگر موج مسافت $50\,cm$ را در مدت زمان $1/4\,s$ طی کند، در کدام‌یک از لحظات زیر نوع حرکت جزء M تندشونده و جهت حرکت آن به سمت بالا است؟



(فیزیک ۳– صفحهٔ ۹۰، مکمل و مرتبط با تمرین ۱۵ و ۱۶) (آزمون کانون– ۹۹)

۱) $0/5\,s$ ۲) $0/4\,s$
۳) $0/7\,s$ ۴) $0/2\,s$

۹۲۹ شکل زیر نقش یک موج عرضی ایجاد شده در طنابی با چگالی $0/4\,g/cm^3$ و قطر مقطع $2\,cm$ که تحت نیروی $75\,N$ کشیده شده را نشان می‌دهد. بسامد این موج چند هرتز است و درست بعد از این لحظه که در شکل نشان داده شده است، کدام یک از نقاط مشخص شده حرکت کندشونده خواهد داشت؟ $(\pi \simeq 3)$



(فیزیک ۳– صفحهٔ ۹۰، مکمل و مرتبط با تمرین ۱۵ و ۱۶) (آزمون کانون– ۱۴۰۲)

۱) ۲۵۰، A   ۲) ۲۵۰، B
۳) ۱۲۵، A   ۴) ۱۲۵، B

۹۳۰ در شکل زیر، چگالی خطی جرم در یک سیم که میان دو نقطه بسته شده است، یکنواخت نبوده بلکه $\mu_A > \mu_B$ است. یک‌طرف سیم به ارتعاش درآمده و نوسان به سر دیگر منتقل می‌شود. اگر طول‌موج در حوالی نقطهٔ A را λ_A و در حوالی نقطهٔ B را λ_B بنامیم، کدام گزینه درست است؟

(فیزیک ۳– صفحهٔ ۶۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳–۱۰) (سراسری تجربی– ۷۰)

۱) $\lambda_B > \lambda_A$
۲) $\lambda_B = \lambda_A$
۳) $\lambda_B < \lambda_A$
۴) داده‌های مسئله کافی نیست.

۹۳۱ یک موج الکترومغناطیسی در حال انتشار در خلاف جهت محور y است. اگر در لحظهٔ $t=0$ در نقطه‌ای از فضا جهت میدان مغناطیسی در جهت مثبت محور xها و مقدار آن نصف بیشینه مقدارش و اندازهٔ آن در حال کاهش باشد، در لحظهٔ $t=\frac{T}{4}$، میدان الکتریکی در همان نقطه در جهت .... و اندازهٔ آن در حال .... است. (T دورهٔ نوسان موج است.)

(فیزیک ۳– صفحهٔ ۶۷، مکمل و مرتبط با پرسش ۳–۵) (آزمون کانون– ۹۷)

۱) مثبت محور z– کاهش   ۲) منفی محور z– افزایش   ۳) مثبت محور z– افزایش   ۴) منفی محور z– کاهش

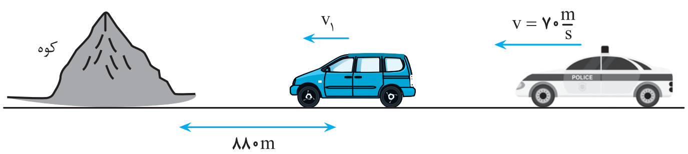
۹۳۲ اگر فاصله از چشمهٔ صوت ۴۰ درصد افزایش و بسامد چشمهٔ صوت ۴۴ درصد کاهش یابد، تراز شدت صوت چگونه تغییر می‌کند؟ $(\log 2 = 0/3)$

(فیزیک ۳– صفحهٔ ۹۲، مکمل و مشابه تمرین ۲۹)

۱) ۸ دسی‌بل کاهش می‌یابد.   ۲) ۸ دسی‌بل افزایش می‌یابد.   ۳) ۴ دسی‌بل افزایش می‌یابد.   ۴) ۴ دسی‌بل کاهش می‌یابد.

۹۳۳ مطابق شکل مقابل، یک ماشین پلیس در تعقیب یک خودرو است که با سرعت v_1 در جلوی آن حرکت می‌کند. وقتی فاصلهٔ ماشین پلیس از خودرو $900\,m$ است، پلیس به سمت لاستیک خودرو شلیک می‌کند و اولین صدای صوت حاصل از شلیک بعد از ۳ ثانیه به گوش رانندهٔ خودرو می‌رسد. اگر تندی صوت در هوای محیط $340\,m/s$ باشد، دومین صدا که حاصل از بازتاب صوت از کوه است بعد از چند ثانیه به گوش راننده می‌رسد؟

(فیزیک ۳– صفحهٔ ۹۳، مکمل و مشابه تمرین ۳۳)



۱) ۶
۲) ۷
۳) ۵
۴) ۹

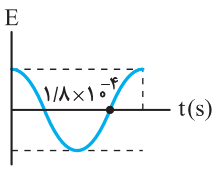
۹۳۴ در یک آینهٔ تخت، پرتوی تابش با سطح آینه زاویهٔ 20° می‌سازد. با ثابت نگه‌داشتن پرتوی تابش، آینه را 15° دوران می‌دهیم. پرتوی تابش و بازتابش در حالت جدید، چه زاویه‌ای با هم می‌سازند؟

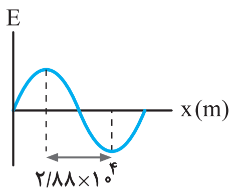
(فیزیک ۳– صفحهٔ ۸۰، مکمل و مرتبط با شکل ۳–۳۷)

۱) 170° یا 110° ۲) 160° یا 100°
۳) 55° یا 85° ۴) 80° یا 50°

۹۳۵ نمودارهای زیر مربوط به میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی در یک محیط شفاف است. ضریب شکست این محیط چقدر است؟ $(c = 3\times10^8\,m/s)$

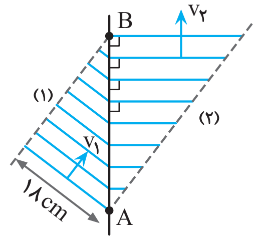
(فیزیک ۳– صفحهٔ ۸۳، مرتبط با رابطهٔ ۳–۱۳)





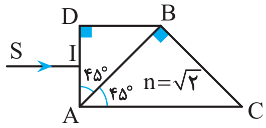
۱) ۱/۲
۲) ۱/۲۵
۳) ۱/۳
۴) ۱/۴

۹۳۶ مطابق شکل، موج تختی از محیط (۱) با ضریب شکست $\frac{۵}{۴}$ وارد محیط هوا می‌شود. اگر تندی انتشار موج در هوا $۱۰\,cm/s$ باشد، چند ثانیه طول می‌کشد تا این موج پس از رسیدن به سطح جدا کنندهٔ دو محیط به طور کامل وارد هوا شود؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۳، مرتبط با رابطهٔ ۳-۱۳)



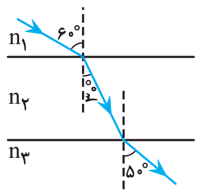
۱) ۱/۵ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۲/۵

۹۳۷ در شکل زیر، منشور متساوی‌الساقین ABC با زاویهٔ رأس ۹۰° و ضریب شکست $\sqrt{۲}$ مفروض است. منشور ABD روی وجه AB قرار داده شده است. پرتو نور SI به صورت عمود از هوا به وجه AD می‌تابد. ضریب شکست این منشور چقدر باشد تا پرتو نور به موازات پرتو ورودی از وجه BC خارج شود؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۹۴، مکمل تمرین‌های ۴۵ و ۴۶)



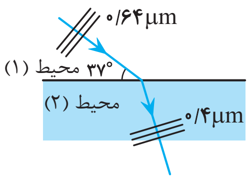
۱) ۲ ۲) $\sqrt{۳}$
۳) $\sqrt{۲}$ ۴) $\sqrt{۵}$

۹۳۸ در شکل زیر، سطح جدایی محیط‌های شفاف با هم موازی‌اند. اگر مسیر پرتوی نور مطابق شکل زیر باشد، کدام رابطه بین تندی نوردر محیط‌ها برقرار است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۵، مکمل مثال ۳-۱۱)



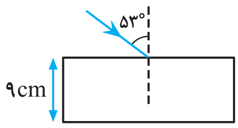
۱) $v_۱ > v_۲ > v_۳$
۲) $v_۱ > v_۳ > v_۲$
۳) $v_۲ = v_۳ > v_۱$
۴) $v_۲ > v_۳ > v_۱$

۹۳۹ در شکل زیر جبهه‌های موج و پرتو یک موج الکترومغناطیسی تک بسامد در عبور از یک محیط به محیط دیگر نشان داده شده است. پرتو در این شکست چند درجه منحرف شده است؟
$(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸\,,\ \sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۹۴، مکمل تمرین ۴۴)



۱) ۷ ۲) ۲۳
۳) ۳۰ ۴) ۱۶

۹۴۰ مطابق شکل زیر، پرتوی نوری از هوا با زاویهٔ تابش ۵۳° به سطح یک تیغهٔ شیشه‌ای به ضخامت $۹\,cm$ می‌تابد. اگر ضریب شکست شیشه ۱/۶ باشد، فاصلهٔ پرتوی نور خروجی از تیغه با امتداد پرتوی تابش، روی وجه تیغهٔ شیشه‌ای چند سانتی‌متر است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶\,,\ \sqrt{۳} = ۱/۷)$
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۸، مکمل تمرین ۳-۱۱) (آزمون کانون- ۹۷)



۱) ۴/۹ ۲) ۶/۹
۳) ۵/۶ ۴) ۷/۵

آزمون جمع‌بندی پایان فصل- آزمون ۶

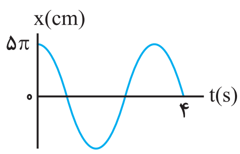
۹۴۱ معادلهٔ مکان- زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = ۰/۰۴\cos ۲۰\pi t$ است. در بازهٔ زمانی $t = ۰$ تا $t = \frac{۱}{۲۴}s$، چند ثانیه سرعت و شتاب نوسانگر هم‌جهت‌اند؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲)(سراسری خارج از کشور تجربی- ۹۲ با تغییر جزئی)

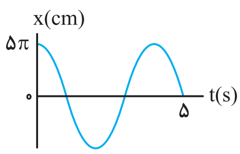
۱) $\frac{۱}{۳۰}$ ۲) $\frac{۱}{۴۰}$ ۳) $\frac{۱}{۶۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۲}$

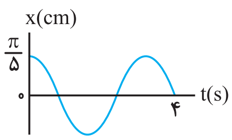
۹۴۲ نوسانگر ساده‌ای روی پاره‌خط MN در دو طرف نقطهٔ تعادل C نوسان می‌کند.اگر طول MA برابر AC باشد و نوسانگر طول MA را در مدت ۰/۲ ثانیه بپیماید، دورهٔ تناوب نوسانگر چند ثانیه است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲) (سراسری ریاضی- ۷۷)

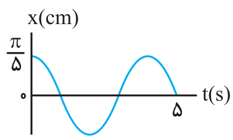
۱) ۰/۶ ۲) ۰/۸
۳) ۱/۲ ۴) ۱/۶

۹۴۳ معادلهٔ شتاب- مکان نوسانگری در SI به صورت $a = -\frac{\pi^۲}{۴}x$ و بیشینهٔ تندی آن $\frac{\pi^۲}{۱۰}$ است. نمودار مکان- زمان نوسانگر کدام است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۲)

۱)


۲)


۳)


۴)


۹۴۴ نوسانگری به جرم $۱۰۰g$ به انتهای فنری که ثابت آن $۴۰N/m$ است، بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر انرژی مکانیکی نوسانگر $۸mJ$ باشد، لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است، سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۸، مکمل و مرتبط با متن درس و رابطهٔ ۳-۶) (سراسری ریاضی-۹۸)

۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۵}$ ۳) $۱۰\sqrt{۲}$ ۴) $۲۰\sqrt{۲}$

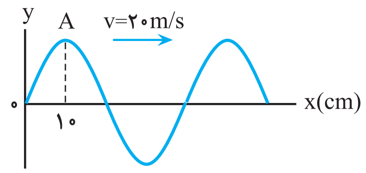
۹۴۵ یک آونگ ساده به طول L و یک نوسانگر جرم- فنر که وزن وزنهٔ آن W و ثابت فنر آن k است، هم‌زمان به نوسان درمی‌آیند. اگر دورهٔ تناوب آونگ ساده و نوسانگر جرم- فنر یکسان باشد، کدام رابطهٔ زیر برقرار است؟
(فیزیک ۳- صفحه‌های ۵۷ و ۵۹، مکمل و مرتبط با رابطه‌های ۳-۴ و ۳-۸)

۱) $W = kL$ ۲) $W = ۲kL$ ۳) $W = \sqrt{۲}kL$ ۴) $W = \frac{۱}{۲}kL$

۹۴۶ آونگ ساده‌ای به طول $۴۰cm$ با دامنهٔ کم به صورت هماهنگ ساده نوسان می‌کند. اگر جرم گلولهٔ آونگ $۸۰g$ و بیشینهٔ اندازهٔ تکانهٔ آن ۴×۱۰^{-۳} واحد SI باشد، دامنهٔ نوسان این آونگ چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰N/kg)$
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۵۹، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۸) (آزمون کانون- ۱۴۰۲)

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۰۱
۳) ۲ ۴) ۱

۹۴۷ نمودار جابه‌جایی- مکان یک موج عرضی در لحظهٔ $t = ۰$ مطابق شکل است. در بازهٔ زمانی صفر تا $\frac{۱}{۸۰}$ ثانیه، ذرهٔ A چند بار از نقطهٔ تعادل عبور می‌کند؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۹۰، مکمل و مرتبط با تمرین‌های ۱۴ و ۱۶)
(سراسری خارج از کشور تجربی- ۹۰ با تغییر جزئی)

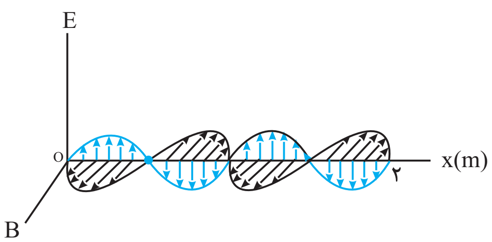


۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

۹۴۸ چگالی خطی جرم (جرم واحد طول) در یک سیم که در ساز موسیقی به کار رفته $۴\times۱۰^{-۳}kg/m$ است و این سیم بین دو نقطه با نیروی $۲۵۰N$ کشیده شده است. اگر بسامد صوت حاصل از ساز $۳۱۲/۵Hz$ باشد، طول‌موج ایجاد شده در آن چند متر است؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۶۵، مکمل و مرتبط با رابطهٔ ۳-۱۰)(سراسری ریاضی-۹۸)

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۲۵

۹۴۹ نمودار میدان الکترومغناطیسی برحسب مکان یک موج الکترومغناطیسی که در خلأ منتشر می‌شود، مطابق شکل روبه‌رو است. کدام مورد با توجه به نمودار درست است؟ $(c = ۳\times۱۰^{۸} m/s)$
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۶۶، مکمل و مرتبط با شکل ۳-۲۰) (سراسری ریاضی- ۹۷ با تغییرجزئی)



۱) طول‌موج ۰/۵ متر است.
۲) دورهٔ تناوب موج یک ثانیه است.
۳) دامنه $۲m$ است.
۴) بسامد موج $۳\times۱۰^{۸}Hz$ است.

۹۵۰ یک دستگاه لرزه‌نگار، موج‌های P (طولی) و S (عرضی) حاصل از زمین‌لرزه را ثبت می‌کند. اگر نخستین امواج P، ۳/۵ دقیقه پیش از نخستین امواج S دریافت شوند و این موج‌ها روی خط راستی حرکت کنند، زمین لرزه در فاصلهٔ چند کیلومتری از محل لرزه نگار رخ داده است؟ (تندی موج‌های S برابر $۴/۵km/s$ و تندی موج‌های P برابر $۸km/s$ است.)
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۷۰، مکمل و مشابه با مثال ۳-۸)

۱) ۳۶ ۲) ۲۱۶ ۳) ۳۶۰ ۴) ۲۱۶۰

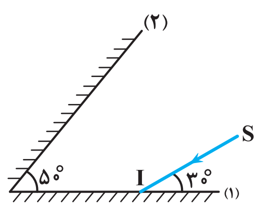
۹۵۱ اگر شدت صوتی را ۱۶ برابر کنیم، تراز شدت آن ۵ برابر می‌شود. اگر $I_{۰} = ۱۰^{-۱۲}W/m^{۲}$ باشد، شدت اولیهٔ صوت چند وات بر مترمربع است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۹۲، مکمل و مشابه تمرین ۲۹) (سراسری تجربی- ۹۱)

۱) ۲×۱۰^{-۱۲} ۲) $۳/۲\times۱۰^{-۱۲}$ ۳) ۴×۱۰^{-۱۲} ۴) ۵×۱۰^{-۱۲}

۹۵۲ یک چشمهٔ صوت که امواجی با بسامد و توان ثابت پخش می‌کند، با تندی ثابت به یک شنونده ساکن نزدیک می‌شود. در این حالت بسامد دریافتی توسط شنونده و شدت صوتی که دریافت می‌کند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۷۵، مکمل و مرتبط با شکل ۳-۲۷)

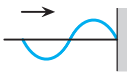
۱) افزایش- افزایش ۲) ثابت- افزایش ۳) افزایش- ثابت ۴) ثابت- ثابت

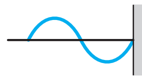
۹۵۳ مطابق شکل مقابل، پرتو نور SI به آینهٔ (۱) می‌تابد و پس از بازتاب از آینهٔ (۲)، دوباره به آینهٔ (۱) می‌تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI، زاویهٔ چند درجه می‌سازد؟
(فیزیک ۳- صفحهٔ ۹۳، مکمل و مشابه تمرین ۳۶)(سراسری تجربی-۹۸)

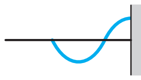


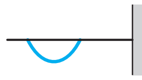
۱) ۱۲۰
۲) ۱۴۰
۳) ۱۶۰
۴) ۱۸۰

۹۵۴ مطابق شکل مقابل، موجی با طول‌موج ۲۰cm و تندی ۲/۵cm/s در یک محیط کشسان، منتشر می‌شود و به انتهای ثابت برخورد می‌کند. پس از گذشت ۶ ثانیه از لحظهٔ نشان داده شده در شکل، بازتاب این موج به کدام صورت زیر است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۷۷، مرتبط با شکل ۳-۳۱)



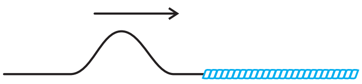
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۹۵۵ در شکل مقابل، یک موجِ سینوسی به طول‌موج ۳۰cm از قسمت نازک یک طناب دو قسمتی به قسمت ضخیم آن وارد می‌گردد. با فرض عدم تغییر نیروی کشش طناب، اگر چگالی خطی جرم قسمت ضخیم ۱/۴۴ برابر چگالی خطی جرم قسمت نازک باشد، طول‌موج موجِ عبوری از قسمت ضخیم چند سانتی‌متر خواهد بود؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۲، مرتبط با شکل ۳-۴۰)

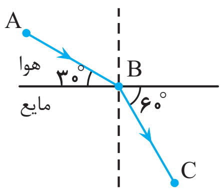


۱) ۲۰/۸۳
۲) ۲۵
۳) ۳۵
۴) ۴۳/۲

۹۵۶ ضریب شکست یک محیط شفاف نسبت به هوا $\sqrt{۳}$ است. یک دسته پرتوی نور تک رنگ تحت زاویهٔ تابش $\hat{i}$ از هوا بر سطح این محیط شفاف می‌تابند. قسمتی از این دسته پرتو بازتابش و قسمت دیگر شکست پیدا می‌کند. اگر زاویهٔ شکست ۳۰ درجه باشد، زاویهٔ بین پرتوی بازتابیده و پرتوی شکسته چند درجه است؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۵، مرتبط با شکل ۳-۴۶) (آزمون کانون- ۹۶)

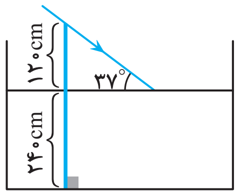
۱) ۶۰
۲) ۱۲۰
۳) ۹۰
۴) ۳۰

۹۵۷ در شکل زیر، $\overline{AB} = \overline{BC}$ است. اگر پرتو نور از A تا B را در مدت Δt_1 طی کند، مسافت BC را در چه مدت زمانی طی خواهد کرد؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۹۴، مکمل و مرتبط با تمرین ۴۴)



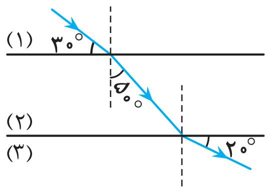
۱) Δt_1
۲) $۲\Delta t_1$
۳) $\sqrt{۳}\Delta t_1$
۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}\Delta t_1$

۹۵۸ مطابق شکل زیر، تیری به طول ۳۶۰ سانتی‌متر به طور قائم بر کف استخر آبی نصب شده، به گونه‌ای که ۱۲۰ سانتی‌متر از آن، بیرون از آب است. اگر پرتوهای خورشید به صورت موازی و با زاویهٔ °۳۷ نسبت به افق بر سطح آب بتابند، طول سایه‌ای از تیر که بر کف استخر می‌افتد، چند سانتی‌متر خواهد شد؟ (ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ است و $\sin ۳۷° = \frac{۳}{۵}$) (فیزیک ۳- صفحهٔ ۹۴، مکمل و مرتبط با تمرین ۴۴)



۱) ۱۸۰
۲) ۲۷۰
۳) ۳۴۰
۴) ۴۸۰

۹۵۹ در شکل زیر، یک پرتو نور تک‌رنگ از سه محیط شفاف متوالی عبور می‌کند. اگر مرزهای جدایی این سه محیط شفاف با هم موازی باشند، در کدام گزینه ضریب شکست محیط‌ها به درستی با هم مقایسه شده‌اند؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۵، مکمل و مرتبط با مثال ۳-۱۱)



۱) $n_۲ < n_۱ < n_۳$
۲) $n_۳ < n_۱ < n_۲$
۳) $n_۱ < n_۳ < n_۲$
۴) $n_۲ < n_۳ < n_۱$

۹۶۰ در میان مؤلفه‌های رنگی نور سفید، کوچک‌ترین ضریب شکست و بیشترین انحراف به ترتیب از راست به چپ مربوط به کدام رنگ‌هاست؟ (فیزیک ۳- صفحهٔ ۸۷، مکمل و مرتبط با متن درس)

۱) قرمز ـ بنفش
۲) قرمز ـ قرمز
۳) بنفش ـ بنفش
۴) بنفش ـ قرمز

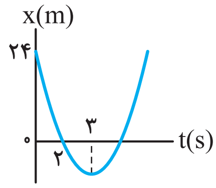
کانون فرهنگی آموزش

کنکور سراسری ریاضی – اردیبهشت ۱۴۰۳

۱- اگر لوتسیم $({}^{۱۷۶}_{۷۱}Lu)$ با گسیل بتای منفی پرتوزایی کند، هستهٔ دختر کدام است؟

۱) ${}^{۱۷۶}_{۷۲}Hf$ ۲) ${}^{۱۷۵}_{۷۲}Hf$ ۳) ${}^{۱۷۶}_{۶۹}Tm$ ۴) ${}^{۱۷۷}_{۶۹}Tm$

۲- نمودار مکان- زمان متحرکی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط متحرک در ۷ ثانیهٔ اول چند برابر اندازهٔ سرعت متوسط آن در این مدت است؟

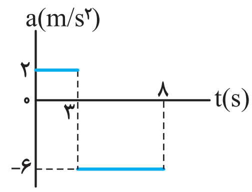


۱) $\frac{۲۵}{۸}$ ۲) $\frac{۲۵}{۷}$ ۳) $\frac{۲۳}{۸}$ ۴) $\frac{۲۳}{۷}$

۳- معادلهٔ مکان- زمان متحرکی در SI به‌صورت $x = ۲t^۲ - ۱۲t + ۸$ است. بعد از لحظهٔ $t = ۰$، چند ثانیه فاصلهٔ متحرک تا مبدأ محور، کوچک‌تر یا برابر ۸ متر است؟

۱) ۲   ۲) ۳   ۳) ۴   ۴) ۶

۴- شکل زیر نمودار شتاب- زمان متحرکی است که در لحظهٔ $t = ۰s$ با سرعت $\vec{v} = +(۸m/s)\vec{i}$ حرکت کرده است. تندی متوسط متحرک در این ۸ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۱۲   ۲) ۱۵   ۳) $\frac{۴۳}{۴}$ ۴) $\frac{۵۳}{۶}$

۵- متحرکی در لحظهٔ $t = ۰s$ با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. جابه‌جایی این متحرک در n ثانیهٔ سوم، چند برابر جابه‌جایی در n ثانیهٔ دوم است؟

۱) $\frac{۵}{۳}$ ۲) $\frac{۹}{۴}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $۲n$

۶- جسمی از نخی آویزان است و با شتاب رو به پایین $۰/۸g$ در راستای قائم حرکت می‌کند. بزرگی نیروی کشش نخ چند برابر وزن جسم است؟

۱) $\frac{۹}{۵}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۴}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۵}$

۷- جسم ساکنی به جرم $۱۰kg$ روی سطح افقی قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح $۰/۵$ و $۰/۲۵$ است. اگر به جسم نیروی افقی $۵۵N$ وارد شود، نیروی خالص وارد بر جسم چند نیوتون است؟

۱) ۱۵   ۲) ۲۰   ۳) ۳۰   ۴) ۵

۸- معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $x = A\cos\frac{۱۶\pi}{۳}t$ است. در $۰/۵$ ثانیهٔ اول حرکت، تندی متوسط نوسانگر چند برابر بزرگی سرعت متوسط آن است؟

۱) $\frac{۱۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱۱}{۶}$ ۳) $\frac{۲۲}{۳}$ ۴) ۶

۹- وزنهٔ m به فنری بسته شده است و این سیستم با دامنهٔ A حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و انرژی مکانیکی آن $۸J$ است. اگر وزنهٔ $\frac{m}{۲}$ را به همان فنر ببندیم و با همان دامنهٔ A به نوسان درآوریم، انرژی مکانیکی این سیستم چند ژول می‌شود؟

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

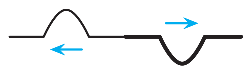
۱۰- چشمهٔ صوتی در یک فضای باز امواج صوتی پخش می‌کند و تراز شدت صوت در مکانی به فاصلهٔ ۵۰ متری از این چشمه ۹۰ دسی‌بل است. در این مکان، آهنگ متوسط انتقال انرژی صوتی از هر سانتی‌متر مربع از سطحی که عمود بر مسیر انتشار صوت باشد، چند میکرووات است؟ $(I_۰ = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲)$

۱) $۱۰^{-۱}$ ۲) $۱۰^{-۲}$ ۳) $۱۰^{-۳}$ ۴) $۱۰^{-۴}$

۱۱- در یک طناب کشیده شده که قسمتی از آن نازک و قسمت دیگر ضخیم است، مطابق شکل یک تپ در طناب نازک به سمت مقابل در حرکت است. کدام شکل، وضعیت بعدی طناب را درست نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

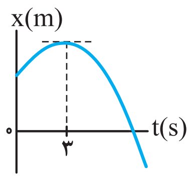
۱۲- در طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ پاشن $(n' = ۳)$، طول‌موج اولین خط طیفی چند برابر طول‌موج دومین خط طیفی این رشته است؟

۱) $\frac{۲۵}{۶۴}$ ۲) $\frac{۶۴}{۲۵}$ ۳) $\frac{۱۷۵}{۲۷۶}$ ۴) $\frac{۲۵۶}{۱۷۵}$

۱۳ جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظهٔ $t_1 = 4s$ در مکان $x_1 = 8m$ و در لحظهٔ $t_2 = 10s$ در مکان $x_2 = 26m$ باشد، معادلهٔ مکان – زمان آن در SI کدام است؟

۱) $x = 3t + 4$　۲) $x = 3t - 4$　۳) $x = 2t + 4$　۴) $x = 2t - 4$

۱۴ نمودار مکان – زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر بزرگی شتاب برابر $2m/s^2$ باشد، مسافت طی‌شده در چهار ثانیهٔ اول چند برابر مسافت طی‌شده در چهار ثانیهٔ دوم است؟

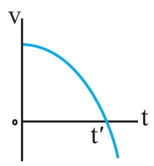


۱) $\frac{1}{3}$　۲) $\frac{1}{4}$　۳) $\frac{3}{4}$　۴) $\frac{5}{12}$

۱۵ رانندهٔ خودرویی که با سرعت اولیهٔ v_0 در حال حرکت روی خط راست است، ترمز می‌کند و پس از ۲۰s متوقف می‌شود. ابتدا در مدت t_1 ثانیهٔ اول با شتابی به بزرگی $2m/s^2$ و سپس با شتابی به بزرگی $1m/s^2$ حرکت می‌کند تا بایستد. اگر در t_1 ثانیهٔ اول مسافتی که طی می‌کند، ۴ برابر باقیماندهٔ مسیر باشد، در ۵ ثانیهٔ پایانی مسافتی که طی می‌کند، چند متر است؟

۱) ۱۲/۵　۲) ۲۵　۳) ۵۰　۴) ۱۰۰

۱۶ نمودار سرعت – زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر سرعت متحرک v و شتاب آن a باشد، در بازهٔ زمانی صفر تا t' کدام مورد درست است؟

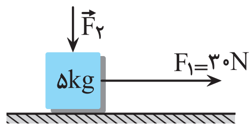


۱) $v > 0$ و $a > 0$　۲) $v < 0$ و $a > 0$
۳) $v > 0$ و $a < 0$　۴) $v < 0$ و $a < 0$

۱۷ فنری به جرم ناچیز به طول ۳۰cm و ثابت $400N/m$ از سقف آسانسوری آویزان است. اگر وزنهٔ ۲kg را از فنر آویزان کنیم و آسانسور با شتاب رو به پایین $2m/s^2$ حرکت کند، طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(g = 10m/s^2)$

۱) ۲۶　۲) ۲۸　۳) ۳۲　۴) ۳۴

۱۸ مطابق شکل، نیروی افقی $F_1 = 30N$ و نیروی قائم $F_2 = 10N$ به جسم وارد می‌شود و حرکت جسم با شتاب ثابت $2m/s^2$ به سمت راست تندشونده است. نیروی F_2 را چند نیوتون افزایش دهیم تا در ادامهٔ حرکت، جسم با شتاب ثابت $2m/s^2$ کندشونده حرکت کند؟ $(g = 10m/s^2)$

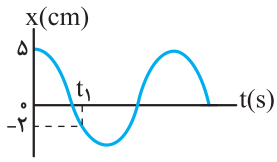


۱) ۳۰　۲) ۶۰
۳) ۲۰　۴) ۴۰

۱۹ کامیونی به جرم ۵ تُن با یک خودرو به جرم ۲ تُن از روبه‌رو برخورد می‌کند و در مدت ۰/۵s سرعت سرنشین خودرو از $\vec{v}_1 = (144km/h)\vec{i}$ به $\vec{v}_2 = -(36km/h)\vec{i}$ می‌رسد. بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر سرنشین خودرو به جرم ۶۰kg در مدت برخورد چند نیوتون است؟

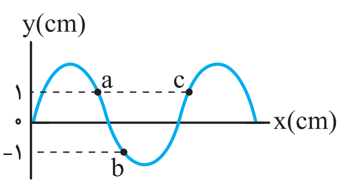
۱) 2×10^5　۲) $1/2 \times 10^5$　۳) 6×10^3　۴) $3/6 \times 10^3$

۲۰ نمودار مکان – زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده که دورهٔ حرکت آن T است، مطابق شکل است. چه مدت پس از لحظهٔ t_1 نوسانگر برای اولین بار از مکان $x = +2cm$ عبور می‌کند؟



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

۲۱ شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد و موج در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. کدام مورد دربارهٔ ذرات a، b و c درست است؟



۱) تندی ذرات a و b با هم برابر است.
۲) حرکت ذرات a و c تندشونده است.
۳) فاصلهٔ a و c برابر طول‌موج است.
۴) فاصلهٔ a و b برابر نصف طول‌موج است.

۲۲ تندی صوت در یک فلز خاص برابر v_1 است. به یک سر لولهٔ توخالی بلندی به طول L از جنس این فلز ضربهٔ محکمی می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می‌شنود. یکی ناشی از موجی که از دیوارهٔ لوله می‌گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله با تندی v_2 عبور می‌کند. بازهٔ زمانی بین این دو صدا در گوش شنونده کدام است؟

۱) $\frac{(v_2 + v_1)L}{2v_1 v_2}$　۲) $\frac{(v_2 + v_1)L}{v_1 v_2}$　۳) $\frac{(v_1 - v_2)L}{v_1 v_2}$　۴) $\frac{(v_1 - v_2)L}{2v_1 v_2}$

۲۳ کدام مورد درست است؟

۱) قانون بازتاب عمومی برای امواج صوتی برقرار نیست.
۲) از امواج الکترومغناطیسی برای مکان‌یابی پژواکی و تعیین تندی خودروها استفاده می‌شود.
۳) از امواج فروسرخ تندی شارش خون را با استفاده از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر اندازه‌گیری می‌کنند.
۴) خفاش فورانی از امواج فروسرخ از دهان خود گسیل می‌کند و با استفاده از مکان‌یابی پژواکی طعمهٔ خود را شکار می‌کند.

۲۴ بسامد نوری در خلأ $5\times10^{14}\,Hz$ است و طول‌موج آن در مایعی $\frac{9}{20}\mu m$ است. ضریب شکست آن مایع چقدر است؟ $(c=3\times10^{8}\,m/s)$

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

۲۵ طبق مدل اتمی بور در نمودار ترازهای الکترون برای اتم هیدروژن، کدام مورد درست <u>نیست</u>؟

۱) بالاترین تراز انرژی مربوط به $n=\infty$ است.
۲) پایین‌ترین تراز انرژی مربوط به $n=1$ است.
۳) در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت برانگیخته قرار دارد.
۴) با افزایش n، انرژی‌های حالت برانگیخته به هم نزدیک و نزدیک‌تر می‌شوند.

۲۶ در اتم هیدروژن الکترون در تراز $n=5$ قرار دارد. فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n=1$ مجاز باشند. در این صورت اختلاف انرژی مربوط به فوتون‌هایی که بلندترین و کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی را دارند، چند ژول است؟ ($E_R=13/6eV$ و $e=1/6\times10^{-19}C$)

۱) $1/58\times10^{-18}$ ۲) $1/63\times10^{-18}$ ۳) $1/74\times10^{-18}$ ۴) $2/08\times10^{-18}$

۲۷ طول‌موج چهارمین خط کدام رشته برابر $1102/5nm$ است؟ ($R=0/01(nm)^{-1}$)

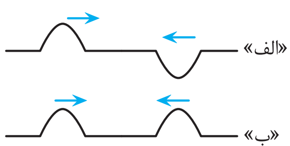
۱) پفوند $(n'=5)$ ۲) براکت $(n'=4)$ ۳) پاشن $(n'=3)$ ۴) بالمر $(n'=2)$

کنکور سراسری ریاضی – تیر ۱۴۰۳

۲۸ در پرتوزایی طبیعی سه نوع ذرهٔ آلفا، بتا و گاما تولید می‌شود. درکدام مورد، به‌ترتیب از راست به چپ، قدرت نفوذ ذرات بیشتر می‌شود؟

۱) آلفا، گاما و بتا ۲) آلفا، بتا و گاما ۳) گاما، آلفا و بتا ۴) بتا، گاما و آلفا

۲۹ شکل زیر انتشار دو تپ موج در ریسمان را نشان می‌دهد. در تداخل این دو تپ، در طناب «الف» تداخل .... و در طناب «ب» تداخل .... ایجاد می‌شود و بعد از همپوشانی، هر تپ .... حرکت اولیه، ادامهٔ مسیر می‌دهد.



۱) ویرانگر ـ سازنده ـ در خلاف جهت
۲) سازنده ـ ویرانگر ـ در خلاف جهت
۳) ویرانگر ـ سازنده ـ در جهت
۴) سازنده ـ ویرانگر ـ درجهت

۳۰ اگر در یک سامانهٔ وزنه ـ فنر، جرم بسته شده به فنر را دو برابر کنیم، با ثابت ماندن دامنهٔ نوسان، انرژی مکانیکی سامانه چند برابر می‌شود؟

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

۳۱ کدام موارد درست است؟

الف) یک جسم جامد، در هر دمایی تابش گرمایی گسیل می‌کند.
ب) در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فرابنفش قرار دارد.
پ) تابش گرمایی، فقط از اجسام داغ گسیل می‌شود.
ت) طیف گسیلی گازها، خطی است.

۱) «ب» و «ت» ۲) «ب» و «پ» ۳) «الف» و «ت» ۴) «الف» و «پ»

۳۲ کدام موارد درست است؟

الف) اندازه‌گیری‌های دقیق نشان داده است که جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل دهندهٔ هسته، اندکی بیشتر است.
ب) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته را انرژی بستگی هسته‌ای می‌نامند.
پ) در هسته‌های پایدار، هر چه هسته سنگین‌تر می‌شود، نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون افزایش می‌یابد.

۱) «الف»، «ب» و «پ» ۲) «الف» و «پ» ۳) «الف» و «ب» ۴) «ب» و «پ»

۳۳ معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $x=\frac{2}{3}t^2-6t+15$ است. بعد از لحظهٔ $t=0$، کمترین فاصلهٔ متحرک تا مبدأ محور چند متر است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۳ ۳) ۴/۵ ۴) ۶

۳۴ متحرکی روی محور x، ۱۵ ثانیه با شتاب $4m/s^2$ حرکت می‌کند و در ادامه ۵ ثانیه با شتاب $-4m/s^2$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. شتاب متوسط متحرک در این 20s، چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۵۸۱. گزینهٔ ۱

دورهٔ تناوب به ویژگی‌های فیزیکی نوسانگر بستگی دارد و به عواملی مانند دامنهٔ حرکت بستگی ندارد.

۵۸۲. گزینهٔ ۳

چون نوسانگر در هر ثانیه ۸ بار از نقطهٔ تعادل می‌گذرد، تعداد ۴ نوسان کامل انجام می‌دهد. زیرا، وقتی نوسانگر از $x=+A$ به $x=-A$ می‌رود یک بار از نقطهٔ تعادل می‌گذرد و در این حالت $\frac{1}{2}$ نوسان انجام می‌دهد. بنابراین با استفاده از رابطهٔ $T=\frac{t}{n}$، دورهٔ تناوب را حساب می‌کنیم.

$$T=\frac{t}{n}\xrightarrow[n=4]{t=1s}T=\frac{1}{4}s$$

۵۸۳. گزینهٔ ۴

وقتی نوسانگر روی پاره‌خطی حرکت نوسانی انجام می‌دهد، هر بار که طول پاره‌خط را طی می‌کند معادل نصف یک نوسان کامل را انجام می‌دهد. بنابراین، چون در هر دقیقه ۲۰ بار طول پاره‌خط را می‌پیماید، یعنی در مدت ۶۰s، تعداد ۱۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. در این حالت با استفاده از رابطهٔ $T=\frac{t}{n}$، دورهٔ تناوب نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$T=\frac{t}{n}\xrightarrow[n=10]{t=1min=60s}T=\frac{60}{10}\Rightarrow T=6s$$

۵۸۴. گزینهٔ ۱

به بررسی تک‌تک موارد می‌پردازیم:

آ) نادرست: چون نوسانگر حرکت رفت و برگشت انجام می‌دهد، پس باید جهت سرعت آن تغییر نماید.

ب) نادرست: درنقطهٔ تعادل سرعت بیشینه است.

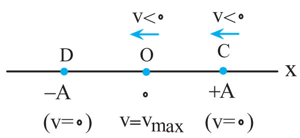
پ) نادرست: وقتی نوسانگر به طرف نقطهٔ تعادل در حرکت است، سرعت آن رو به افزایش است. بنابراین سرعت آن همواره کاهش نمی‌یابد.

ت) درست: در نقطه‌های بازگشت (دو انتهای مسیر) اندازهٔ سرعت همیشه صفر است.

بنابراین یک مورد درست است.

۵۸۵. گزینهٔ ۴

در حرکت از نقطهٔ O به نقطهٔ D، چون متحرک به طرف نقطهٔ بازگشت (انتهای مسیر) در حال حرکت است، سرعت آن در حال کاهش است، لذا حرکت آن کندشونده می‌باشد. بنابراین گزینهٔ «۴» نادرست می‌باشد.



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌های «۱» و «۲»: در حرکت از نقطهٔ C به طرف نقطهٔ O و از نقطهٔ O به طرف نقطهٔ D، چون نوسانگر در خلاف جهت محور حرکت می‌کند، علامت سرعت آن منفی است. بنابراین گزینه‌های «۱» و «۲» درست‌اند.

گزینهٔ «۳»: در حرکت از نقطهٔ C به طرف نقطهٔ O، چون متحرک به مرکز نوسان (یعنی نقطهٔ تعادل) نزدیک می‌شود، سرعت آن در حال افزایش است، لذا حرکت آن تندشونده می‌باشد. بنابراین، گزینهٔ «۳» درست است.

۵۸۶. گزینهٔ ۴

چون سرعت در حال کاهش است، نوسانگر به طرف نقطهٔ بازگشت (انتهای مسیر) در حال حرکت است. بنابراین، سرعت می‌تواند مثبت یا منفی باشد. (حذف گزینه‌های «۱» و «۲») همچنین چون سرعت در حال کاهش است، حرکت شتاب‌دار کندشونده است، لذا علامت سرعت و شتاب مخالف یکدیگرند. چون علامت سرعت نامشخص است، لذا نمی‌توان قطعاً علامت شتاب را تعیین کرد. بنابراین ممکن است شتاب منفی باشد.

۵۸۷. گزینهٔ ۲

چون جهت شتاب همواره به طرف نقطهٔ تعادل است، وقتی شتاب نوسانگر مثبت است، قطعاً نوسانگر در مکان منفی می‌باشد. در این مکان نوسانگر می‌تواند در جهت مثبت $(v>0)$ و یا در جهت منفی $(v<0)$ در حرکت باشد.

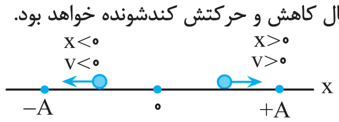
۵۸۸. گزینهٔ ۳

بنابه رابطهٔ $\Delta\varphi=\omega\Delta t$، چون ω ثابت است، $\Delta\varphi\propto\Delta t$ می‌باشد. یعنی در بازه‌های زمانی مساوی، تغییر شناسهٔ (فاز) نوسانگر با هم برابر است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ «۱» نادرست است. چون تندی نوسانگر، ثابت نیست، بنابه رابطهٔ $\Delta x=v\Delta t$، در بازه‌های زمانی مساوی، نمی‌تواند جابه‌جایی‌های مساوی داشته باشد.

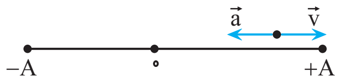
گزینهٔ «۲» نادرست است. چون اندازه و جهت شتاب نوسانگر (همان شیب خط مماس بر نمودار سرعت-زمان) در حال تغییر است، شتاب نوسانگر ثابت نخواهد بود.

گزینهٔ «۴» نادرست است. هرگاه مکان و سرعت نوسانگر، هم‌علامت باشند، نوسانگر به طرف نقطهٔ بازگشت $(x=\pm A)$ در حال حرکت است، بنابراین، سرعت آن در حال کاهش و حرکتش کندشونده خواهد بود.



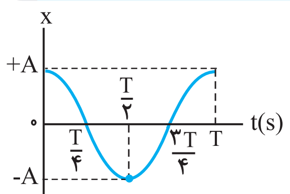
۵۸۹. گزینهٔ ۲

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



۵۹۰. گزینهٔ ۴

روش اول: ابتدا نمودار مکان- زمان نوسانگر را رسم می‌کنیم و سپس با توجه به آن، گزینه‌ها را بررسی می‌نماییم.



گزینهٔ «۱» نادرست است. در بازهٔ زمانی $\frac{T}{2}$ تا T، که شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان مثبت است، سرعت مثبت می‌باشد، اما در این بازهٔ زمانی، مکان نوسانگر ابتدا منفی (از $\frac{T}{2}$ تا $\frac{3T}{4}$) و سپس مثبت (از $\frac{3T}{4}$ تا T) است.

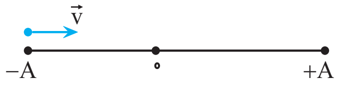
گزینهٔ «۲» نادرست است. در بازهٔ زمانی صفر تا $\frac{T}{2}$ که شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان منفی است، سرعت منفی می‌باشد، اما در این بازهٔ زمانی، مکان نوسانگر ابتدا مثبت (از صفر تا $\frac{T}{4}$) و سپس منفی (از $\frac{T}{4}$ تا $\frac{T}{2}$) است.

گزینهٔ «۳» نادرست است. در بازهٔ زمانی $\frac{T}{2}$ تا $\frac{3T}{4}$ که شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان مثبت است، سرعت نیز مثبت می‌باشد و چون نوسانگر به نقطهٔ تعادل نزدیک می‌شود، اندازهٔ سرعت آن در حال افزایش است، اما نوسانگر در مکان منفی قرار دارد.

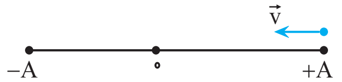
گزینهٔ «۴» درست است. در بازهٔ زمانی $\frac{3T}{4}$ تا T، که شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان مثبت است، سرعت نیز مثبت می‌باشد و در این بازه، چون نوسانگر از نقطهٔ تعادل دور می‌شود، اندازهٔ سرعت کاهش می‌یابد.

روش دوم:

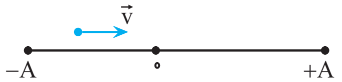
گزینهٔ «۱» نادرست است. وقتی نوسانگر از $x=-A$ شروع به حرکت می‌کند تا لحظه‌ای که به $x=+A$ برسد سرعت آن مثبت است. اما مکان آن می‌تواند منفی یا مثبت باشد.



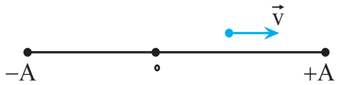
گزینهٔ «۲» نادرست است. وقتی نوسانگر از مکان $x=+A$ شروع به حرکت می‌کند تا لحظه‌ای که به $x=-A$ برسد سرعت آن منفی است. اما مکان آن می‌تواند مثبت یا منفی باشد.



گزینه «۳» نادرست است. وقتی سرعت مثبت و اندازهٔ آن زیاد می‌شود که نوسانگر در مکان منفی باشد و به نقطهٔ تعادل نزدیک شود.



گزینهٔ «۴» درست است. وقتی سرعت مثبت و اندازهٔ آن کم شود، الزاماً مکان نوسانگر مثبت است و از نقطهٔ تعادل دور می‌شود.



۵۹۱. گزینهٔ ۱

کافی است در معادلهٔ حرکت به جای t مقدار آن را قرار دهیم تا فاصلهٔ نوسانگر از نقطهٔ تعادل به‌دست آید:

$$x=۰/۰۸\cos ۲۰\pi t \xrightarrow{t=\frac{۱}{۴۰}s} x=۰/۰۸\cos ۲۰\pi\times\frac{۱}{۴۰}$$

$$\Rightarrow x=۰/۰۸\cos\frac{\pi}{۲} \xrightarrow{\cos\frac{\pi}{۲}=۰} x=۰/۰۸\times۰ \Rightarrow x=۰$$

۵۹۲. گزینهٔ ۱

می‌دانیم بیشترین فاصله از نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) برابر دامنه و تعداد نوسان‌ها در هر ثانیه برابر بسامد می‌باشد. بنابراین به صورت زیر A و f را تعیین می‌کنیم:

$$\begin{cases}x=A\cos\omega t\\ x=۰/۰۲\cos ۵\pi t\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}A=۰/۰۲m\Rightarrow A=۲cm\\ \omega=۵\pi\frac{rad}{s}\end{cases}$$

$$\omega=۲\pi f\Rightarrow ۵\pi=۲\pi f\Rightarrow f=\frac{۵}{۲}Hz$$

۵۹۳. گزینهٔ ۴

ابتدا دورهٔ نوسان را می‌یابیم:

$$x=۰/۰۲\cos ۴\pi t\Rightarrow \omega=۴\pi=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{۱}{۲}s=\frac{۶}{۱۲}s$$

اکنون مشخص می‌کنیم، بازهٔ زمانی موردنظر چه کسری از دورهٔ تناوب است:

$$\begin{cases}t_1=\frac{۱}{۱۲}s=\frac{T}{۶}\\ t_2=\frac{۷}{۶}s=\frac{۷T}{۳}\end{cases}\Rightarrow \Delta t=\frac{۷T}{۳}-\frac{T}{۶}=\frac{۱۳T}{۶}=۲T+\frac{T}{۶}$$

می‌بینیم، بازهٔ زمانی موردنظر $۲T+\frac{T}{۶}$ است. با توجه به اینکه در هر دورهٔ تناوب به مدت $\frac{T}{۲}$ حرکت تندشونده است، لذا در مدت دو دورهٔ تناوب $(۲T)$ به اندازهٔ یک دورهٔ تناوب، دارای حرکت تندشونده می‌باشد. بنابراین با توجه به اینکه نوسانگر در لحظهٔ $t_1=\frac{۱}{۱۲}s$ در مکان $+\frac{A}{۲}$ می‌باشد، می‌توان گفت در مجموع به مدت $\Delta t=T+\frac{T}{۱۲}=\frac{۱۳T}{۱۲}$ دارای حرکت تندشونده بوده است:

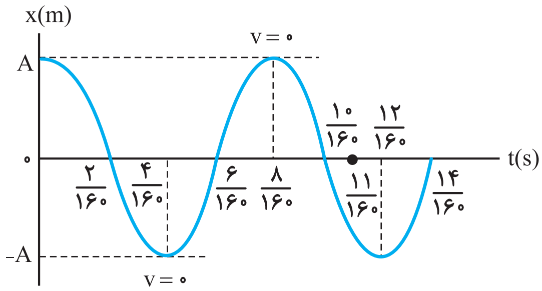
$$\Delta t=\frac{۱۳T}{۱۲}\xrightarrow{T=\frac{۱}{۲}s}\Delta t=\frac{۱۳\times\frac{۱}{۲}}{۱۲}=\frac{۱۳}{۲۴}s$$

۵۹۴. گزینهٔ ۳

ابتدا دورهٔ تناوب نوسانگر را می‌یابیم:

$$x=A\cos ۴۰\pi t\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}=۴۰\pi\Rightarrow T=\frac{۱}{۲۰}s\Rightarrow T=\frac{۸}{۱۶۰}s$$

اکنون نمودار مکان- زمان نوسانگر را برای مدت $\Delta t=\frac{۱۱}{۱۶۰}s$ رسم می‌کنیم.



به تعداد دفعاتی که سرعت نوسانگر صفر می‌شود، جهت حرکت آن عوض می‌شود. بنابراین با توجه به نمودار، در بازهٔ زمانی صفر تا $\frac{۱۱}{۱۶۰}s$، دو بار سرعت صفر شده است، لذا دو بار جهت حرکت نوسانگر عوض می‌شود.

۵۹۵. گزینهٔ ۳

شرط آنکه دو نوسانگر از کنار هم بگذرند آن است که مکان آن‌ها یکسان باشد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$x_1=x_2\xrightarrow[x_2=A\cos۲\pi t]{x_1=A\cos\pi t}A\cos\pi t=A\cos۲\pi t$$

$$\Rightarrow\cos\pi t=\cos۲\pi t\Rightarrow ۲\pi t=۲\pi-\pi t\Rightarrow ۳\pi t=۲\pi\Rightarrow t=\frac{۲}{۳}s$$

۵۹۶. گزینهٔ ۳

بنابه رابطهٔ $x=A\cos\omega t$، برای نوشتن معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر باید به جای مقادیر ثابت A (دامنه) و ω (بسامد زاویه‌ای) مقدار هر یک را قرار دهیم. بنابراین ابتدا باید A و ω را بیابیم. می‌دانیم دامنهٔ نوسان برابر نصف طول پاره‌خطی است که نوسانگر بر روی آن حرکت نوسانی انجام می‌دهد. بنابراین دامنهٔ نوسان برابر است با:

$$A=\frac{AA'}{۲}=\frac{۲۰}{۲}\Rightarrow A=۱۰\,cm\Rightarrow A=۰/۱m$$

از طرف دیگر، چون نوسانگر در مدت ۴ ثانیه، ۱۲ بار طول مسیر نوسان را طی کرده است، در این مدت ۶ نوسان کامل انجام داده است. زیرا یک رفت و برگشت کامل طول مسیر حرکت برابر یک نوسان کامل است. بنابراین با استفاده از رابطهٔ $T=\frac{t}{n}$، دورهٔ نوسان برابر است با:

$$T=\frac{t}{n}\xrightarrow[n=۶]{t=۴s}T=\frac{۴}{۶}=\frac{۲}{۳}s$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{\frac{۲}{۳}}\Rightarrow\omega=۳\pi\frac{rad}{s}$$

و معادلهٔ مکان- زمان برابر است با:

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[\omega=۳\pi\,rad/s]{A=۰/۱m}x=۰/۱\cos۳\pi t$$

۵۹۷. گزینهٔ ۳

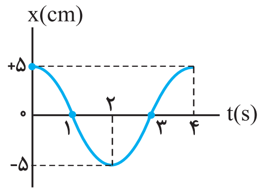
برای به‌دست آوردن مکان نوسانگر در لحظهٔ $t=۳s$، ابتدا باید معادلهٔ مکان نوسانگر را به‌دست آوریم. بنابراین با توجه به رابطهٔ $x=A\cos\omega t$، می‌توان نوشت:

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

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[t=۳s]{A=۵cm}x=۵\cos\frac{\pi}{۲}\times ۳$$

$$\Rightarrow x=۵\cos\frac{۳\pi}{۲}\xrightarrow{\cos\frac{۳\pi}{۲}=۰}x=۰$$

روش دوم: اگر نمودار مکان- زمان نوسانگر را رسم کنیم، می‌بینیم مکان نوسانگر در لحظهٔ $t=۳s$ برابر $x=۰$ است.



۵۹۸. گزینهٔ ۴

برای به‌دست آوردن جابه‌جایی جرم متصل به فنر باید از رابطهٔ $x=A\cos\omega t$ استفاده کنیم، اما چون ω مجهول است، ابتدا با استفاده از رابطهٔ $\omega=۲\pi f$، بسامد زاویه‌ای (ω) را به‌دست می‌آوریم:

$$\omega=۲\pi f\xrightarrow{f=۰/۲Hz}\omega=۲\pi\times ۰/۲\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{۵}rad/s$$

اکنون جابه‌جایی نوسانگر (جرم متصل به فنر) را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید، چون جابه‌جایی بر حسب متر خواسته شده است، باید دامنه (A) را به متر تبدیل کنیم.

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[t=\frac{۵}{۶}s\ ,\ \omega=\frac{۲\pi}{۵}rad/s]{A=۶cm=۰/۰۶m}$$

$$x=۰/۰۶\cos\frac{۲\pi}{۵}\times\frac{۵}{۶}\Rightarrow x=۰/۰۶\cos\frac{\pi}{۳}$$

$$\xrightarrow{\cos\frac{\pi}{۳}=\frac{۱}{۲}}x=۰/۰۶\times\frac{۱}{۲}\Rightarrow x=۰/۰۳m$$

۵۹۹. گزینهٔ ۴

ابتدا دامنهٔ نوسان‌ها را حساب می‌کنیم. چون نوسانگر در هر دوره ۴ برابر دامنه، مسافت طی می‌کند، می‌توان نوشت:

$$d=۴A\xrightarrow{d=۴۰cm}۴۰=۴A\Rightarrow A=۱۰cm$$

$$\Rightarrow A=۰/۱m$$

وقتی نوسانگر ۱۰۰ بار طول پاره‌خط را طی کند، تعداد ۵۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. بنابراین دورهٔ نوسان برابر است با:

$$T=\frac{t}{n}\xrightarrow[n=۵۰]{t=۲۰s}T=\frac{۲۰}{۵۰}=۰/۴s$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۴}\Rightarrow\omega=۵\pi\frac{rad}{s}$$

با داشتن A و ω به صورت زیر معادلهٔ حرکت را حساب می‌کنیم:

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[\omega=۵\pi rad/s]{A=۰/۱m}x=۰/۱\cos ۵\pi t$$

۶۰۰. گزینهٔ ۳

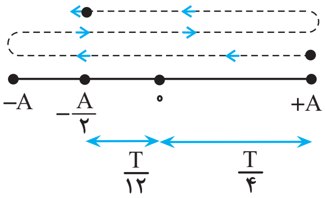
می‌دانیم طول پاره‌خط نوسان دو برابر دامنهٔ نوسان است. از طرف دیگر، نوسانگر در هر دورهٔ تناوب چهار برابر دامنهٔ نوسان مسافت طی می‌کند. بنابراین، ابتدا باید دامنهٔ نوسان را پیدا کنیم. چون دورهٔ تناوب $T=۳s$ است، در این مدت نوسانگر به اندازهٔ $۴A$ مسافت طی می‌کند و به نقطهٔ شروع حرکت می‌رسد. در مدت زمان باقیمانده $\Delta t=۴-۳=۱s$ که معادل $\Delta t=\frac{T}{۴}+\frac{T}{۱۲}=\frac{T}{۳}$ است، نوسانگر از نقطهٔ شروع به نصف دامنهٔ منفی می‌رسد. بنابراین می‌توان نوشت.

$$\ell=۴A+A+\frac{A}{۲}\xrightarrow{\ell=۱۱۰cm}$$

$$۱۱۰=\frac{۱۱A}{۲}\Rightarrow A=۲۰cm$$

بنابراین طول پاره‌خط برابر است با:

طول پاره‌خط $=۲A=۲\times ۲۰=۴۰cm$



۶۰۱. گزینهٔ ۴

می‌دانیم در حرکت هماهنگ ساده، نوسانگر در هر دورهٔ تناوب ۴ برابر دامنه، مسافت طی می‌کند. بنابراین در این سوال، ابتدا دورهٔ تناوب نوسانگر و دامنهٔ آن را از روی معادلهٔ مکان نوسانگر به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}x=۰/۰۶\cos\frac{\pi}{۳}t\\ x=A\cos\omega t\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}A=۰/۰۶m=۶cm\\ \omega=\frac{\pi}{۳}\ rad/s\end{cases}$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\frac{\pi}{۳}=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=۶s$$

با توجه به اینکه دورهٔ تناوب ۶s است و در این سوال، مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ اول خواسته شده است، می‌توان گفت در $\frac{۱}{۴}$ اول دورهٔ تناوب $(\frac{T}{۴}=۱/۵s)$، نوسانگر از نقطهٔ انتهای مسیر به نقطهٔ تعادل می‌رسد و به اندازهٔ یک دامنه $(A=۶cm)$ مسافت طی می‌کند و در $\frac{۱}{۴}$ دوم دورهٔ تناوب (۱/۵ ثانیهٔ دوم) نوسانگر از نقطهٔ تعادل به انتهای مسیر می‌رسد و به اندازهٔ یک دامنهٔ دیگر $(A=۶cm)$ مسافت طی خواهد کرد. بنابراین کل مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ اول $d=۶+۶=۱۲cm$ خواهد بود.

روش دوم: چون $\Delta t=۳s$ برابر نصف دورهٔ تناوب است، بنابراین در این مدت، نوسانگر، $\frac{۱}{۲}$ نوسان کامل انجام می‌دهد که مسافت طی شده دو برابر دامنهٔ نوسان است. یعنی:

$$d=|۲A|\xrightarrow{A=۶cm}d=۲\times ۶\Rightarrow d=۱۲cm$$

۶۰۲. گزینهٔ ۲

ابتدا با توجه به معادلهٔ حرکت نوسانگر، دورهٔ حرکت آن را می‌یابیم:

$$\begin{cases}x=A\cos\omega t\\ x=۰/۰۴\cos ۴\pi t\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}A=۰/۰۴m=۴cm\\ \omega=۴\pi\Rightarrow\frac{۲\pi}{T}=۴\pi\Rightarrow T=\frac{۱}{۲}s\end{cases}$$

حال محاسبه می‌کنیم که بازهٔ زمانی $t_1=۰/۱s$ تا $t_2=۱/۳۵s$ چند برابر دورهٔ نوسانگر است:

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۱/۳۵-۰/۱}{۰/۵}=\frac{۱/۲۵}{۰/۵}=۲/۵\Rightarrow\Delta t=۲/۵T$$

می‌دانیم که نوسانگر طی یک دورهٔ تناوب، مسافتی معادل چهار برابر دامنه $(۴A)$ طی می‌کند. بنابراین مسافتی که متحرک در مدت زمان $۲/۵T$ طی می‌کند برابر است با:

$$\ell=۲/۵\times(۴A)=۱۰A\xrightarrow{A=۰/۰۴m}\ell=۱۰\times ۰/۰۴=۰/۴m$$

۶۰۳. گزینهٔ ۲

چون کمترین مسافت حوالی نقطهٔ بازگشت است، کافی است مدت زمان داده شده در سوال را به دو بازهٔ زمانی مساوی تقسیم کنیم و مسافت طی شده را برای این دو بازهٔ زمانی که، یکی قبل از رسیدن به نقطهٔ بازگشت و دیگری بعد از عبور از آن نقطه است، به‌دست آورده و با هم جمع نماییم. ابتدا، بازه‌های زمانی موردنظر را حساب می‌کنیم:

$$\Delta t_1=\Delta t_2=\frac{\Delta t}{۲}\xrightarrow{\Delta t=\frac{T}{۴}}\Delta t_1=\Delta t_2=\frac{\frac{T}{۴}}{۲}\Rightarrow\Delta t_1=\Delta t_2=\frac{T}{۸}$$

کانون فرهنگی آموزش

اکنون جابه‌جایی نوسانگر را در مدت $\Delta t=\frac{T}{8}$، که از نقطهٔ M به نقطهٔ N می‌رود، می‌یابیم. به همین منظور، ابتدا فاصلهٔ نقطهٔ O تا N را محاسبه نموده و از فاصلهٔ OM که برابر دامنه (A) است، کم می‌کنیم.

اکنون مکان نوسانگر در لحظهٔ $t=\frac{T}{8}$ را به‌دست می‌آوریم:

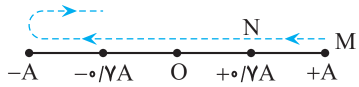
$$x=A\cos\omega t\xrightarrow{t=\frac{T}{8}}x=A\cos\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{8}$$

$$\Rightarrow x=A\cos\frac{\pi}{4}\xrightarrow{\cos\frac{\pi}{4}=\frac{\sqrt{2}}{2}}x=A\times\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\xrightarrow{\sqrt{2}=1/4}x=0/7A$$

چون نوسانگر در لحظهٔ $t=0$ در مکان $x=+A$ و در لحظهٔ $t=\frac{T}{8}$ در مکان $x=+0/7A$ قرار دارد، جابه‌جایی این متحرک در بازهٔ زمانی $\Delta t=\frac{T}{8}$ برابر است با: $\Delta x=0/7A-A=-0/3A$

از طرف دیگر، کمترین مسافت طی شده دو برابر اندازهٔ این جابه‌جایی است. بنابراین داریم:

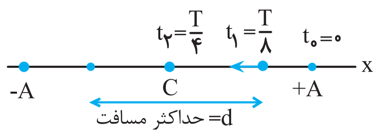


$$d_{min}=2|\Delta x|=2\times|-0/3A|\Rightarrow d_{min}=0/6A$$

دقت کنید، این محاسبه برای نقطهٔ بازگشت تا مکان $+0/7A$ انجام شده است. اگر از $+0/7A$ تا نقطهٔ بازگشت $(x=+A)$ نیز انجام شود به همین نتیجه می‌رسیم.

۶۰۴. گزینهٔ ۴

چون بیشترین مسافت حوالی نقطهٔ تعادل است، کافی است، مدت زمان داده شده در سوال را به دو بازهٔ زمانی مساوی تقسیم کنیم و جابه‌جایی طی شده را برای این دو بازهٔ زمانی، که یکی قبل از رسیدن به نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) و دیگری بعد از عبور از آن نقطه است، به‌دست آورده و با هم جمع کنیم. دقت کنید، اگر زمان $\frac{T}{4}$ طوری انتخاب شود که نصف آن، یعنی $\frac{T}{8}$، در یک طرف نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) و نصف دیگر آن ($\frac{T}{8}$ دوم) در طرف دیگر نقطهٔ تعادل باشد، مسافت طی شده در مدت $\frac{T}{8}$ را به‌دست می‌آوریم و آن را دو برابر می کنیم تا مسافت طی شده در مدت $\frac{T}{4}$ به‌دست آید. با توجه به شکل زیر، کافی است مکان نوسانگر در لحظه‌های $\frac{T}{8}$ و $\frac{T}{4}$ را به‌دست آوریم و اختلاف این دو مکان را حساب نموده و آن را دو برابر کنیم. دقت کنید، دامنهٔ نوسان برابر نصف طول پاره‌خط یعنی $A=\frac{8}{2}=4cm$ است.



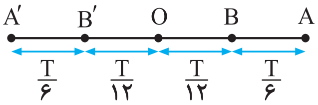
$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[A=4cm]{\omega=\frac{2\pi}{T}}x=4\cos\frac{2\pi}{T}t$$

$$\Rightarrow\begin{cases}t_1=\frac{T}{8}\Rightarrow x_1=4\cos\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{8}=4\cos\frac{\pi}{4}\\ \Rightarrow x_1=4\times\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow x_1=2\sqrt{2}\,cm\\ t_2=\frac{T}{4}\Rightarrow x_2=A\cos\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{4}=A\cos\frac{\pi}{2}=0\end{cases}$$

$$\Delta x_{max}=2(|x_2-x_1|)=2\times|0-2\sqrt{2}|\Rightarrow\Delta x_{max}=4\sqrt{2}\,cm$$

۶۰۵. گزینهٔ ۱

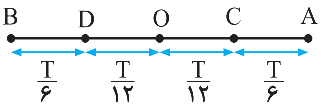
چون $A'B'=B'O=OB=BA$ است، نقطه‌های B' و B وسط دامنه‌اند، بنابراین متحرک هر یک از فاصله‌های OB و OB' را در مدت $\frac{T}{12}$ طی می‌کند. در این حالت داریم:



$$\frac{T}{12}=\frac{1}{300}\Rightarrow T=\frac{1}{25}s\Rightarrow f=\frac{1}{T}=\frac{1}{\frac{1}{25}}\Rightarrow f=25Hz$$

۶۰۶. گزینهٔ ۱

چون نقطهٔ D و C وسط دامنه‌اند، متحرک هر یک از فاصله‌های BD و CD را در مدت $\frac{T}{6}$ و هر یک از فاصله‌های DO و OC را در مدت $\frac{T}{12}$ طی می‌کند. بنابراین می‌توان نوشت:

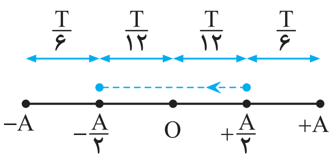


$$t_1=t_{CD}=\frac{T}{12}+\frac{T}{12}\Rightarrow t_1=\frac{T}{6}\quad,\quad t_2=t_{DB}=\frac{T}{6}$$

$$\frac{t_1}{t_2}=\frac{\frac{T}{6}}{\frac{T}{6}}\Rightarrow\frac{t_1}{t_2}=1$$

۶۰۷. گزینهٔ ۱

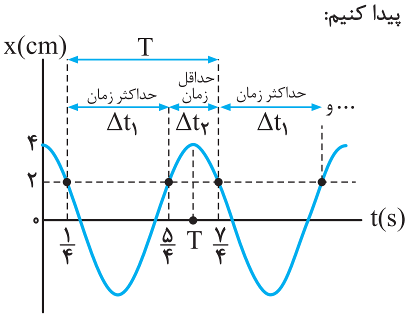
کمترین زمان لازم در حالتی است که نوسانگر بدون تغییر جهت، از مکان $+\frac{A}{2}$ به مکان $-\frac{A}{2}$ برود. از طرف دیگر با توجه به شکل زیر، نوسانگر این جابه‌جایی را در مدت $\frac{T}{6}$ طی می‌کند. بنابراین می‌توان نوشت:



$$\frac{T}{12}+\frac{T}{12}=0/1\Rightarrow\frac{T}{6}=0/1\Rightarrow T=0/6s$$

۶۰۸. گزینهٔ ۱

روش اول: در هر دورهٔ تناوب، نوسانگر از هر نقطه دو بار عبور می‌کند، بنابراین برای یافتن کمترین زمان عبور متوالی از مکان $x=2cm$ کافی است، سه جواب اول معادلهٔ زیر را پیدا کنیم:



$$x=0/04\cos\frac{4\pi}{3}t\xrightarrow{x=2cm=0/02m}0/02=0/04\cos\frac{4\pi}{3}t$$

$$\Rightarrow\cos\frac{4\pi}{3}t=\frac{1}{2}\xrightarrow{\cos\frac{\pi}{3}=\frac{1}{2}}\frac{4\pi}{3}t=2k\pi\pm\frac{\pi}{3}$$

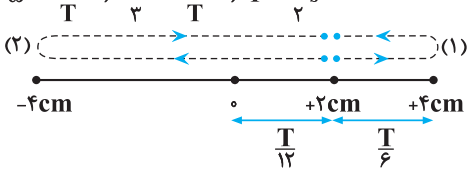
$$\Rightarrow \begin{cases} k=0 \Rightarrow \frac{4\pi}{3}t_1 = 0+\frac{\pi}{3} \Rightarrow t_1=\frac{1}{4}s \\ k=1 \Rightarrow \frac{4\pi}{3}t_2 = 2\pi-\frac{\pi}{3}\Rightarrow t_2=\frac{5}{4}s \\ k=1\Rightarrow \frac{4\pi}{3}t_3=2\pi+\frac{\pi}{3}\Rightarrow t_3=\frac{7}{4}s\end{cases}$$

بنابراین بیشترین زمان عبور متوالی از مکان $x=2cm$ برابر $(\frac{5}{4}-\frac{1}{4})1s$ و کمترین زمان عبور متوالی از آن برابر $(\frac{7}{4}-\frac{5}{4})0/5s$ است.

روش دوم: با توجه به شکل زیر، حداقل بازهٔ زمانی عبور متوالی از مکان $x=2cm$ در هنگامی است که نوسانگر مسیر (۱) را طی کند که مدت زمان آن برابر $t_{min}=\frac{T}{6}+\frac{T}{6}=\frac{T}{3}$ است. بدیهی است، برای مسیر (۲) حداکثر زمان دو عبور متوالی از مکان $x=2cm$ به‌دست می‌آید. بنابراین، کافی است دورهٔ تناوب را بیابیم:

$$x=0/04\cos\frac{4\pi}{3}t \Rightarrow \begin{cases}A=0/04m=4cm\\ \omega=\frac{4\pi}{3}rad/s\end{cases}$$

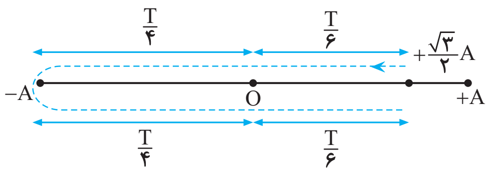
$$\omega=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow\frac{4\pi}{3}=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{3}{2}s$$



$$t_{min}=\frac{T}{6}+\frac{T}{6}=\frac{T}{3}\Rightarrow t_{min}=\frac{\frac{3}{2}}{3}=\frac{1}{2}=0/5s$$

۶۰۹. گزینهٔ ۱

چون نوسانگر در لحظهٔ t_1 در مکان $x_1=\frac{\sqrt{3}}{2}A$ قرار دارد، از این نقطه تا مرکز نوسان را در مدت $\frac{T}{6}$ طی می‌کند. با توجه به این‌که نوسانگر از نقطهٔ تعادل تا نقطهٔ بازگشت را در مدت $\frac{T}{4}$ طی می‌کند، مطابق شکل زیر زمان رفت و برگشت به همان مکان $+\frac{\sqrt{3}}{2}A$ برابر $\Delta t=2\left(\frac{T}{6}+\frac{T}{4}\right)$ است. بنابراین می‌توان نوشت:



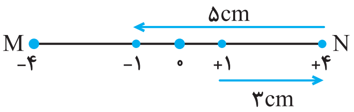
$$\Delta t=2\left(\frac{T}{6}+\frac{T}{4}\right)\xrightarrow{\Delta t=1s}1=2\times\frac{5T}{12}\Rightarrow T=1/2s$$

۶۱۰. گزینهٔ ۳

با توجه به اینکه از لحظهٔ t_1، حرکت نوسانگر کندشونده است، الزاماً، نوسانگر به طرف یکی از نقطه‌های برگشتی (نقطه‌های دو انتهای مسیر) در حال حرکت است. بنابراین با توجه به شکل زیر، چون دامنهٔ نوسان $A=\frac{8}{2}=4cm$ است، نوسانگر، ابتدا از $+1cm$ به $+4cm$ می‌رود و سپس از $+4cm$ به مکان $-1cm$ خواهد رفت و زمان طی این جابه‌جایی برابر $\Delta t=\frac{T}{2}$ است. بنابراین با محاسبهٔ T، زمان جابه‌جایی را می‌یابیم، دقت کنید، چون مسافت طی شده توسط این نوسانگر برابر $L=8cm$ است و از طرف دیگر، مسافت طی شده در نصف دورهٔ تناوب برابر $2A=8cm$ می‌باشد، لذا، جابه‌جایی از لحظهٔ t_1 تا لحظهٔ موردنظر $\Delta t=\frac{T}{2}$ خواهد بود.

$$T=\frac{1}{f}\xrightarrow{f=5Hz}T=\frac{1}{5}s$$

$$\Delta t=\frac{T}{2}=\frac{\frac{1}{5}}{2}\Rightarrow\Delta t=\frac{1}{10}s$$



۶۱۱. گزینهٔ ۳

با توجه به نمودار مکان- زمان در لحظهٔ $t=0/1s$ نوسانگر از مکان $x=1cm$ عبور می‌کند و دامنهٔ نوسان $A=2cm$ است. بنابراین ابتدا با استفاده از رابطهٔ $x=A\cos\omega t$، بسامد زاویه‌ای (ω) را حساب می‌کنیم:

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[A=2cm]{x=1cm,t=0/1s}1=2\cos\omega\times0/1$$

$$\Rightarrow\cos\frac{\omega}{10}=\frac{1}{2}\xrightarrow{\cos\frac{\pi}{3}=\frac{1}{2}}\frac{\omega}{10}=\frac{\pi}{3}\Rightarrow\omega=\frac{10\pi}{3}\frac{rad}{s}$$

اکنون بسامد نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$\omega=2\pi f\xrightarrow{\omega=\frac{10\pi}{3}\frac{rad}{s}}\frac{10\pi}{3}=2\pi f\Rightarrow f=\frac{5}{3}Hz$$

۶۱۲. گزینهٔ ۱

با توجه به رابطهٔ $x=A\cos\omega t$، برای نوشتن معادلهٔ حرکت باید A و ω را به‌دست آوریم. با توجه به نمودار مکان- زمان $A=4cm$ و $\frac{3T}{4}=0/3$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{3T}{4}=0/3\Rightarrow T=0/4s$$

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

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow{A=4cm=0/04m}x=0/04\cos5\pi t$$

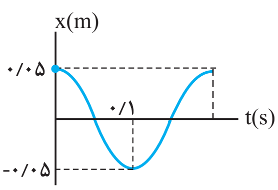
۶۱۳. گزینهٔ ۳

با توجه به معادلهٔ $x=0/05\cos10\pi t$، نمودار باید کسینوسی باشد. بنابراین گزینهٔ «۲» و «۴» خط می‌خورند. برای تعیین نمودار، باید دورهٔ تناوب و دامنهٔ آن را داشته باشیم. بنابراین ابتدا T و A را به‌دست می‌آوریم:

$$x=0/05\cos10\pi t\Rightarrow\begin{cases}A=0/05m\\ \omega=10\pi t\end{cases}$$

$$\omega=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow10\pi=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=0/2s$$

در نمودار گزینهٔ «۳» $\frac{T}{2}=0/1s$ است، بنابراین $T=0/2s$ می‌باشد و این گزینه درست می‌باشد.



۶۱۴. گزینهٔ ۱

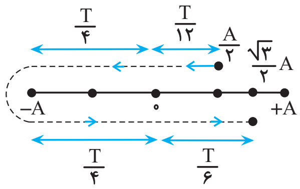
با کمی دقت در شکل ملاحظه می‌شود که t' از زمان دو نوسان کامل $(2T)$ قدری بیشتر است. این مقدار اضافی معادل زمانی است که ذره از مبدا تا نصف دامنه جابه‌جا می‌شود که برابر $\frac{T}{12}$ است. بنابراین با توجه به شکل سؤال، $T=0/02s$ است، می‌توان نوشت:

$$t' = 2T + \frac{T}{12} \Rightarrow t' = \frac{25T}{12} \xrightarrow{T=0/02s}$$

$$t' = \frac{25\times 0/02}{12} = \frac{50}{1200} \Rightarrow t' = \frac{1}{24}s$$

۶۱۵. گزینهٔ ۳

ابتدا دورهٔ تناوب را پیدا می‌کنیم. با توجه به نمودار $\frac{5T}{4} = 0/5s$ است. بنابراین دورهٔ تناوب برابر $T = 0/4s$ است. از طرف دیگر، با توجه به شکل زیر وقتی نوسانگر از مکان $x = +\frac{A}{2}$ در جهت منفی محور x حرکت کند و با یک بار تغییر جهت به مکان $+\frac{\sqrt{3}}{2}A$ برود، بیشینه زمان را در یک دورهٔ تناوب طی کرده است. بنابراین داریم:



$$\Delta t = \frac{T}{12} + \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{6} = \frac{3T}{4} \xrightarrow{T=0/4s} \Delta t = \frac{3\times 0/4}{4}$$

$$\Rightarrow \Delta t = 0/3s$$

۶۱۶. گزینهٔ ۴

ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسانگر را پیدا می‌کنیم. با توجه به نمودار مکان- زمان، در لحظهٔ $t = \frac{1}{12}s$ نوسانگر در مکان $x = -2\sqrt{3}\,cm$ و دامنهٔ نوسان آن برابر $x = 4cm$ است. بنابراین داریم:

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow -2\sqrt{3} = 4\cos\omega\times\frac{1}{12} \Rightarrow \cos\omega\times\frac{1}{12} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\xrightarrow{\cos\frac{5\pi}{6} = -\frac{\sqrt{3}}{2}} \frac{\omega}{12} = \frac{5\pi}{6} \Rightarrow \omega = 10\pi\frac{rad}{s}$$

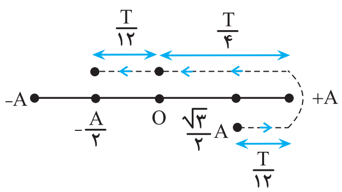
اکنون مکان نوسانگر را در لحظهٔ $t = \frac{1}{10}s$ می‌یابیم:

$$x = A\cos\omega t \xrightarrow{t=\frac{1}{10}s} x = 4\cos(10\pi\times\frac{1}{10}) \Rightarrow x = 4\cos\pi$$

$$\xrightarrow{\cos\pi=-1} x = -4cm$$

۶۱۷. گزینهٔ ۱

ابتدا باید معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر را پیدا کنیم. با توجه به نمودار، نوسانگر در مدت $\frac{5}{2}s$ با یک بار تغییر جهت از مکان $x = \sqrt{3}\,cm$ به مکان $x = -1\,cm$ می‌رود. با توجه به اینکه $A = 2cm$ است، می‌توان گفت، نوسانگر جابه‌جایی از مکان $+\frac{\sqrt{3}}{2}A$ به مکان $-\frac{A}{2}$ را در مدت $\frac{5T}{12}$ طی کرده است. بنابراین داریم:



$$\frac{T}{12} + \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{5}{2} \Rightarrow \frac{5T}{12} = \frac{5}{2} \Rightarrow T = 6s$$

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

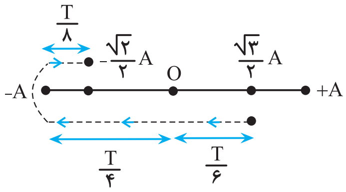
اکنون مکان نوسانگر را در لحظهٔ $t = 1s$ پیدا می‌کنیم.

$$.\ x = A\cos\omega t \xrightarrow[A=2cm]{t=1s} x = 2\cos(\frac{\pi}{3}\times 1) \xrightarrow{\cos\frac{\pi}{3}=\frac{1}{2}}\ .$$

$$x = 2\times\frac{1}{2} = 1cm$$

۶۱۸. گزینهٔ ۲

چون نوسانگر در هر دورهٔ تناوب ۴ برابر دامنهٔ نوسان، مسافت طی می‌کند، ابتدا باید دورهٔ تناوب را پیدا کنیم. با توجه به نمودار، نوسانگر در بازهٔ زمانی $\Delta t = \frac{3}{10} - \frac{4}{100} = \frac{26}{100}s$، از مکان $x = 3\sqrt{3}\,cm$ با یک بار تغییر جهت به مکان $x = -3\sqrt{2}\,cm$ می‌رود. با توجه به اینکه $A = 6cm$ است، می‌توان گفت، نوسانگر جابه‌جایی از مکان $+\frac{\sqrt{3}}{2}A$ به مکان $-\frac{\sqrt{2}}{2}A$ را در مدت $\frac{13T}{24}$ طی کرده است. بنابراین داریم:



$$\frac{T}{6} + \frac{T}{4} + \frac{T}{8} = \frac{26}{100} \Rightarrow \frac{13T}{24} = \frac{26}{100} \Rightarrow T = 0/48\,s$$

اکنون مشخص می‌کنیم $1/92s$ برابر چند دورهٔ تناوب است. چون دورهٔ تناوب برابر $0/48s$ است، می‌توان گفت $1/92s$ برابر $4T$ است. با توجه به اینکه در هر دورهٔ تناوب مسافت طی شده چهار برابر دامنه است، داریم:

$$\ell = 4(4A) \xrightarrow{A=6cm} \ell = 16\times 6 = 96cm$$

روش ساده‌تر محاسبهٔ دورهٔ تناوب: نوسانگر در مدت $\frac{T}{12} = 0/04s$ از مکان $A = 6cm$ به مکان $\frac{\sqrt{3}}{2}A = 3\sqrt{3}cm$ می‌رود بنابراین دورهٔ تناوب برابر است با:

$$\frac{T}{12} = 0/04 \Rightarrow T = 0/48s$$

۶۱۹. گزینهٔ ۱

با توجه به نمودار، نوسانگر در لحظهٔ t_1 در مکان $x_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}A$ و در لحظهٔ t_2 در مکان $x_2 = -\frac{A}{2}$ است. بنابراین با استفاده از معادلهٔ مکان– زمان نوسانگر می‌توان نوشت:

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2}A = A\cos\omega t_1 \Rightarrow \cos\omega t_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

چون در لحظهٔ t_1 برای بار دوم از مکان $\frac{\sqrt{3}}{2}A$ عبور می‌کند، $\omega t_1 = \frac{11\pi}{6}rad$ است. بنابراین داریم:

$$\omega t_1 = \frac{11\pi}{6} \Rightarrow t_1 = \frac{11\pi}{6\omega}$$

همچنین داریم:

$$-\frac{A}{2} = A\cos\omega t_2 \Rightarrow \cos\omega t_2 = -\frac{1}{2}$$

چون نوسانگر در لحظهٔ t_2 برای بار چهارم از مکان $-\frac{A}{2}$ عبور می‌کند $\omega t_2 = \frac{10\pi}{3}rad$ است. بنابراین داریم:

$$\omega t_2 = \frac{10\pi}{3} \Rightarrow t_2 = \frac{10\pi}{3\omega}$$

در نتیجه نسبت $\frac{t_2}{t_1}$ برابر است با:

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{\frac{10\pi}{3\omega}}{\frac{11\pi}{6\omega}} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{20}{11}$$

کنکور سراسری ریاضی - اردیبهشت ۱۴۰۳

۱. گزینهٔ ۱

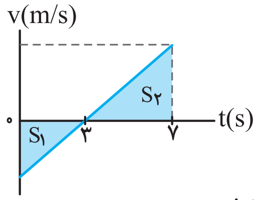
ابتدا معادلهٔ واکنش را نوشته و سپس مجموع عددهای جرمی و مجموع عددهای اتمی دو طرف معادلهٔ واکنش را به‌طور جداگانه مساوی هم قرار می‌دهیم. دقت کنید، هستهٔ دختر را با نماد ${}^{A}_{Z}Y$ نشان می‌دهیم.

$${}^{۱۷۶}_{۷۱}Lu \to {}^{A}_{Z}Y + {}^{۰}_{-۱}\beta$$

$$\begin{cases} ۱۷۶ = ۰ + A \Rightarrow A = ۱۷۶ \\ ۷۱ = -۱ + Z \Rightarrow Z = ۷۲ \end{cases}$$

۲. گزینهٔ ۲

با توجه به اینکه $v_۰ < ۰$ و در لحظهٔ $t = ۳s$، سرعت متحرک صفر است، نمودار سرعت- زمان متحرک را مطابق شکل رسم می‌کنیم:



از طرف دیگر، با توجه به تشابه دو مثلث داریم:

$$\frac{S_۲}{S_۱} = \left(\frac{۷-۳}{۳}\right)^۲ = \frac{۱۶}{۹} \Rightarrow S_۲ = \frac{۱۶}{۹}S_۱$$

بنابراین نسبت تندی به سرعت متوسط در ۷ ثانیهٔ اول برابر است با:

$$\frac{s_{av}}{v_{av}} = \frac{\frac{\ell}{\Delta t}}{\frac{\Delta x}{\Delta t}} = \frac{\ell}{\Delta x} = \frac{S_۱ + S_۲}{-S_۱ + S_۲} = \frac{S_۱ + \frac{۱۶}{۹}S_۱}{-S_۱ + \frac{۱۶}{۹}S_۱} = \frac{۲۵}{۷}$$

۳. گزینهٔ ۳

چون فاصلهٔ متحرک تا مبدأ محور، همان مکان جسم است، باید قدرمطلق مکان جسم کمتر یا مساوی با ۸ متر باشد:

$$|x| \le ۸ \Rightarrow |۲t^۲ - ۱۲t + ۸| \le ۸$$

$$-۸ \le ۲t^۲ - ۱۲t + ۸ \le ۸ \Rightarrow \begin{cases} ۲t^۲ - ۱۲t + ۸ \ge -۸ \\ ۲t^۲ - ۱۲t + ۸ \le ۸ \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} ۲t^۲ - ۱۲t + ۱۶ \ge ۰ \Rightarrow ۲(t-۲)(t-۴) \ge ۰ \Rightarrow t \le ۲s , t \ge ۴s \\ ۲t^۲ - ۱۲t \le ۰ \Rightarrow ۲t(t-۶) \le ۰ \Rightarrow ۰ \le t \le ۶s \end{cases} \Rightarrow$$

با توجه به اشتراک جواب‌های به‌دست آمده داریم:

$$۰ \le t \le ۲s , ۴s \le t \le ۶s \Rightarrow \Delta t = (۲-۰) + (۶-۴) = ۴s$$

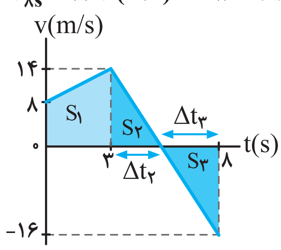
۴. گزینهٔ ۴

ابتدا نمودار سرعت- زمان متحرک را مطابق شکل رسم می‌کنیم. با توجه به اینکه مساحت سطح بین نمودار $a - t$ و محور t برابر Δv است، داریم:

$$v_{۳s} = v_۰ + \Delta v_۱ \xrightarrow[v_۰ = ۸m/s]{\Delta v_۱ = ۲\times ۳ = ۶m/s} v_{۳s} = ۸ + ۶ = ۱۴m/s$$

$$v_{۸s} = v_{۳s} + \Delta v_۲ \xrightarrow[v_{۳s} = ۱۴m/s]{\Delta v_۲ = -۶\times(۸-۳) = -۳۰m/s}$$

$$v_{۸s} = ۱۴ + (-۳۰) = -۱۶m/s$$



اکنون با استفاده از تشابه مثلث‌های رنگ شده، $\Delta t_۲$ و $\Delta t_۳$ را می‌یابیم:

$$\begin{cases} \Delta t_۲ + \Delta t_۳ = ۸ - ۳ = ۵s \\ \frac{\Delta t_۳}{\Delta t_۲} = \frac{۱۶m/s}{۱۴m/s} = \frac{۸}{۷} \end{cases} \Rightarrow \Delta t_۲ = \frac{۷}{۳}s , \Delta t_۳ = \frac{۸}{۳}s$$

در آخر، با توجه به اینکه اندازهٔ مساحت سطح بین نمودار $v - t$ و محور t برابر مسافت طی شده است، داریم:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{|S_۱| + |S_۲| + |S_۳|}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t = ۸ - ۰ = ۸s}$$

$$s_{av} = \frac{(\frac{۸+۱۴}{۲}\times ۳) + (\frac{۱۴}{۲}\times\frac{۷}{۳}) + |\frac{-۱۶}{۲}\times\frac{۸}{۳}|}{۸} = \frac{\frac{۲۱۲}{۳}}{۸} = \frac{۵۳}{۶}\frac{m}{s}$$

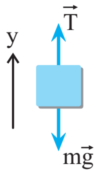
۵. گزینهٔ ۱

در حرکت با شتاب ثابت جابه‌جایی در T ثانیهٔ nام با سرعت اولیهٔ صفر برابر $\Delta x_{T,n} = \frac{۱}{۲}a(۲n-۱)T^۲$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{\Delta x_{n,۳}}{\Delta x_{n,۲}} = \frac{\frac{۱}{۲}a(۲\times ۳ - ۱)n^۲}{\frac{۱}{۲}a(۲\times ۲ - ۱)n^۲} = \frac{۵}{۳}$$

۶. گزینهٔ ۴

اگر جهت بالا را مثبت فرض کنیم، سوی شتاب به طرف پایین و در خلاف جهت y است، بنابراین نیروی خالص در همین سو و منفی خواهد بود. در این حالت داریم:

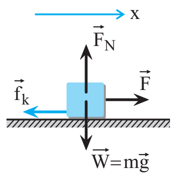


$$F_{net} = ma \Rightarrow T - mg = ma \xrightarrow{a = -۰/۸g}$$

$$T - mg = m\times(-۰/۸g) \Rightarrow T = ۰/۲mg = \frac{۱}{۵}mg$$

۷. گزینهٔ ۳

مطابق شکل، ابتدا با رسم نیروهای وارد بر جسم، نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه را می‌یابیم:



$$F_{net\,y} = ۰ \Rightarrow F_N - mg = ۰ \Rightarrow F_N = mg$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = mg} f_{s,max} = \mu_s mg$$

$$\xrightarrow[m = ۱۰kg]{\mu_s = ۰/۵} f_{s,max} = ۰/۵\times ۱۰\times ۱۰ = ۵۰N$$

چون $F > f_{s,max}$ است، لذا جسم حرکت می‌کند، بنابراین، نیروی اصطکاک جنبشی را در نظر می‌گیریم و $F_{net\,x}$ را می‌یابیم:

$$F_{net\,x} = F - f_k \xrightarrow[F_N = mg]{f_k = \mu_k F_N}$$

$$F_{net\,x} = F - \mu_k mg \xrightarrow[m = ۱۰kg]{F = ۵۵N , \mu_k = ۰/۲۵}$$

$$F_{net\,x} = ۵۵ - ۰/۲۵\times ۱۰\times ۱۰ = ۳۰N$$

دقت کنید، با توجه به گزینه‌ها (عدم وجود عدد صفر) جسم حرکت می‌کند و می‌توان از بررسی حالت عدم حرکت جسم خودداری نمود.

۸. گزینهٔ ۱

ابتدا با توجه به معادلهٔ مکان- زمان دورهٔ تناوب هماهنگ ساده را به‌دست می‌آوریم:

$$x = A\cos\frac{۱۶\pi}{۳}t \Rightarrow \frac{۲\pi}{T} = \frac{۱۶\pi}{۳} \Rightarrow T = \frac{۳}{۸}s$$

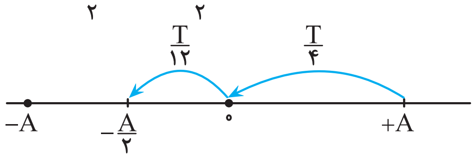
اکنون زمان حرکت را برحسب دورهٔ تناوب به‌دست می‌آوریم:

$$\xrightarrow{\Delta t = ۰/۵s} \frac{\Delta t}{T} = \frac{۰/۵}{\frac{۳}{۸}} = \frac{۴}{۳}T = T + \frac{T}{۳}$$

با توجه به اینکه در هر دورهٔ تناوب (T)، جابه‌جایی متحرک برابر صفر و مسافت طی شده برابر $\ell = ۴A$ است، مطابق شکل، در مدت $\Delta t = T + \frac{T}{۳} = T + \frac{T}{۴} + \frac{T}{۱۲}$ مسافت طی شده و جابه‌جایی برابر است با:

$$\ell = ۴A + A + \frac{A}{۲} = \frac{۱۱}{۲}A$$

$$\Delta x = -\frac{A}{۲} - A = -\frac{۳}{۲}A$$



در نهایت نسبت تندی متوسط به بزرگی سرعت متوسط برابر خواهد بود با:

$$\frac{s_{av}}{|v_{av}|} = \frac{\frac{\ell}{\Delta t}}{\frac{|\Delta x|}{\Delta t}} = \frac{\ell}{|\Delta x|} = \frac{\frac{۱۱}{۲}A}{\frac{۳}{۲}A} = \frac{۱۱}{۳}$$

۹. گزینهٔ ۲

با توجه به رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^{۲}$، چون ثابت فنر (k) و دامنهٔ نوسان (A) ثابت است، انرژی مکانیکی جسم در حالت جدید تغییر نمی‌کند. $E_{۲} = E_{۱} = ۸J$

۱۰. گزینهٔ ۱

ابتدا با استفاده از رابطهٔ $\beta = ۱۰\log(\frac{I}{I_{۰}})$ شدت صوتی را که شنونده احساس می‌کند، به‌دست می‌آوریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_{۰}} \xrightarrow{\beta = ۹۰dB} ۹۰ = ۱۰\log\frac{I}{I_{۰}} \Rightarrow ۹ = \log\frac{I}{I_{۰}}$$

$$\frac{I}{I_{۰}} = ۱۰^{۹} \xrightarrow{I_{۰} = ۱۰^{-۱۲}W/m^{۲}} I = ۱۰^{۹} \times ۱۰^{-۱۲} = ۱۰^{-۳}\frac{W}{m^{۲}}$$

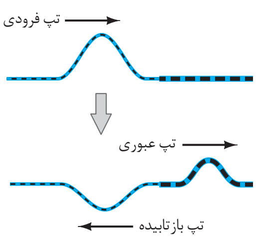
حال با استفاده از رابطهٔ $I = \frac{P_{av}}{A}$ توان (آهنگ متوسط انتقال انرژی) را می‌یابیم:

$$\xrightarrow{A = ۱cm^{۲} = ۱۰^{-۴}m^{۲}} ۱۰^{-۳} = \frac{P_{av}}{۱۰^{-۴}}$$

$$\Rightarrow P_{av} = ۱۰^{-۷}W = ۱۰^{-۱}\mu W$$

۱۱. گزینهٔ ۴

مطابق شکل، بخشی از موج فرودی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن، بازتابیده شده و با همان طول‌موج به صورت وارونه برمی‌گردد. اما بخش دیگر آن با طول‌موج کمتری از قسمت ضخیم طناب عبور می‌کند.



۱۲. گزینهٔ ۴

اولین خط طیف رشتهٔ پاشن ($n' = ۳$) مربوط به $n = ۴$ و دومین خط طیف آن مربوط به $n = ۵$ است. بنابراین با استفاده از معادلهٔ ریدبرگ داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{۱}} = R(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}) \Rightarrow \lambda_{۱} = \frac{۹\times۱۶}{۷R}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{۲}} = R(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۲۵}) \Rightarrow \lambda_{۲} = \frac{۹\times۲۵}{۱۶R}$$

$$\frac{\lambda_{۱}}{\lambda_{۲}} = \frac{\frac{۹\times۱۶}{۷R}}{\frac{۹\times۲۵}{۱۶R}} = \frac{۲۵۶}{۱۷۵}$$

کنکور سراسری تجربی – اردیبهشت ۱۴۰۳

۱۳. گزینهٔ ۲

ابتدا با توجه به ثابت بودن سرعت جسم، مقدار آن را می‌یابیم:

$$v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۱۰ - ۴ = ۶s]{\Delta x = ۲۶ - ۸ = ۱۸m} v = \frac{۱۸}{۶} = ۳m/s$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ مکان- زمان در حرکت با سرعت ثابت، مکان اولیه را پیدا می‌کنیم:

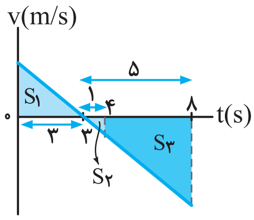
$$x = vt + x_{۰} \xrightarrow[x_{۱} = ۸m]{v = ۳m/s, t_{۱} = ۴s} ۸ = ۳\times۴ + x_{۰} \Rightarrow x_{۰} = -۴m$$

در آخر معادلهٔ مکان ـ زمان برابر است با:

$$x = ۳t - ۴$$

۱۴. گزینهٔ ۴

چون در لحظهٔ $t = ۳s$، شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان صفر می‌باشد، لذا، سرعت جسم در این لحظه صفر است. بنابراین ابتدا نمودار سرعت- زمان آن را رسم می‌کنیم:



اکنون از تشابه مثلث‌ها استفاده می‌کنیم. دقت کنید، چون مسافت طی شده مدنظر است، علامت مساحت‌ها را در نظر نمی‌گیریم.

$$\frac{S_{۱}}{S_{۲}} = (\frac{۳}{۱})^{۲} = ۹ \Rightarrow S_{۱} = ۹S_{۲}$$

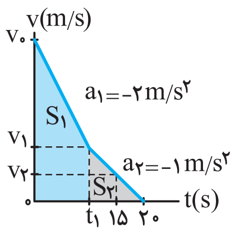
$$\frac{S_{۳} + S_{۲}}{S_{۲}} = (\frac{۵}{۱})^{۲} = ۲۵ \Rightarrow S_{۳} = ۲۴S_{۲}$$

در این مرحله با داشتن مسافت‌های طی شده (مساحت‌های زیر نمودار سرعت- زمان) در هر قسمت، نسبت مسافت طی شده در چهار ثانیهٔ اول به مسافت طی شده در چهار ثانیهٔ دوم را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\ell_{۰\text{ تا }۴s}}{\ell_{۴s\text{ تا }۸s}} = \frac{S_{۱} + S_{۲}}{S_{۳}} = \frac{۹S_{۲} + S_{۲}}{۲۴S_{۲}} = \frac{۱۰}{۲۴} = \frac{۵}{۱۲}$$

۱۵. گزینهٔ ۱

ابتدا نمودار سرعت ـ زمان خودرو را رسم می‌کنیم و مدت زمان $t_{۱}$ را می‌یابیم تا مشخص شود ۵ ثانیهٔ پایانی مربوط به کدام مرحله از حرکت می‌باشد.



$$v_{۲۰s} = a_{۲}(۲۰ - t_{۱}) + v_{۱} \xrightarrow{v_{۲۰s} = ۰}$$

$$۰ = -۱\times(۲۰ - t_{۱}) + v_{۱} \Rightarrow v_{۱} = ۲۰ - t_{۱}$$

$$v_{۱} = a_{۱}t_{۱} + v_{۰} \Rightarrow ۲۰ - t_{۱} = -۲t_{۱} + v_{۰} \Rightarrow v_{۰} = ۲۰ + t_{۱}$$

$$S_{۱} = ۴S_{۲} \Rightarrow \frac{v_{۰} + v_{۱}}{۲}\times t_{۱} = ۴\times(\frac{v_{۱}\times(۲۰ - t_{۱})}{۲})$$

$$\Rightarrow t_{۱}^{۲} - ۵۰t_{۱} + ۴۰۰ = ۰ \Rightarrow \begin{cases} t_{۱} = ۱۰s \\ t_{۱} = ۴۰s \quad \text{غ.ق.ق} \end{cases}$$

اکنون مساحت مثلث بین ۱۵s تا ۲۰s را می‌یابیم:

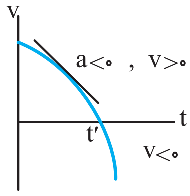
$$v_{۲۰s} = a_{۲}(۲۰ - ۱۵) + v_{۲} \Rightarrow ۰ = -۱\times۵ + v_{۲} \Rightarrow v_{۲} = ۵m/s$$

$$\ell = S = \frac{(۲۰ - ۱۵)\times v_{۲}}{۲} = \frac{۵\times۵}{۲} = ۱۲/۵m$$

۱۶. گزینهٔ ۳

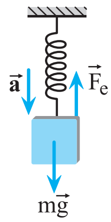
در بازهٔ زمانی ۰ تا t'، چون شیب خط مماس بر منحنی نمودار سرعت-زمان، که معرف شتاب است، منفی می‌باشد، لذا شتاب جسم در این بازه منفی است. از طرف دیگر، چون در این بازهٔ زمانی، منحنی بالای محور زمان قرار دارد، سرعت جسم در این بازه مثبت خواهد بود.

$a<0 , v>0$



۱۷. گزینهٔ ۴

قانون دوم نیوتون را برای جسم می‌نویسیم و تغییر طول فنر را می‌یابیم. دقت کنید، چون جهت بالا را مثبت فرض می‌کنیم، شتاب که رو به پایین است، منفی می‌باشد.



$$F_{net}=ma \Rightarrow F_e-mg=ma \xrightarrow{F_e=kx}$$

$$kx-mg=ma \xrightarrow[k=400N/m=4N/cm]{m=2kg\ ,\ a=-2m/s^2}$$

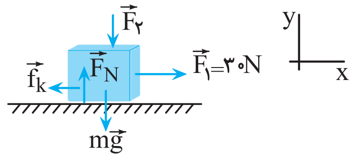
$$4x-2\times10=2\times(-2) \Rightarrow 16=4x \Rightarrow x=4cm$$

اکنون طول فنر را بعد از آویزان کردن وزنه به آن، می‌یابیم:

$$x=L_2-L_1 \xrightarrow[x=4cm]{L_1=30cm} 4=L_2-30 \Rightarrow L_2=34cm$$

۱۸. گزینهٔ ۲

با توجه به شکل و قانون دوم نیوتون، ابتدا ضریب اصطکاک جنبشی را می‌یابیم:



$$F_{net\,y}=0 \Rightarrow F_N-F_2-mg=0 \Rightarrow F_N=F_2+mg$$

$$F_{net\,x}=ma \Rightarrow F_1-f_k=ma \xrightarrow[F_N=F_2+mg]{f_k=\mu_k F_N}$$

$$F_1-\mu_k(F_2+mg)=ma \xrightarrow[m=5kg\ ,g=10m/s^2]{F_1=30N, F_2=10N, a=2m/s^2}$$

$$30-\mu_k(10+5\times10)=5\times2 \Rightarrow 60\mu_k=20 \Rightarrow \mu_k=\frac{1}{3}$$

اکنون اندازهٔ نیروی $\vec{F_2}$ را در حالت دوم به‌دست می‌آوریم:

$$F'_{net\,x}=ma' \Rightarrow F_1-\mu_k(F'_2+mg)=ma' \xrightarrow{a'=-2m/s^2}$$

$$30-\frac{1}{3}\times(F'_2+5\times10)=5\times(-2) \Rightarrow F'_2+50=120$$

$$\Rightarrow F'_2=70N$$

بنابراین تغییر اندازهٔ نیروی $\vec{F_2}$ برابر است با:

$$\Delta F_2=F'_2-F_2=70-10=60N$$

۱۹. گزینهٔ ۳

با استفاده از رابطهٔ $F_{av}=\frac{\Delta p}{\Delta t}=\frac{m\Delta v}{\Delta t}$ بزرگی نیروی خالص متوسط را به‌دست می‌آوریم:

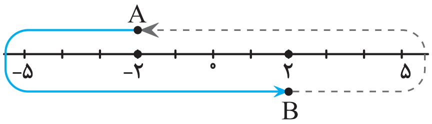
$$F_{av}=\frac{m\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow[v_1=144km/h=40m/s\ ,\ m=60kg]{v_2=-36km/h=-10m/s\ ,\ t=0/5s}$$

$$F_{av}=\frac{m\Delta v}{\Delta t}=\frac{60\times(-10-40)}{0/5}=-6000N$$

$$|F_{av}|=6\times10^3\ N$$

۲۰. گزینهٔ ۲

مطابق شکل، ابتدا مسیر حرکت ذره را رسم می‌کنیم:

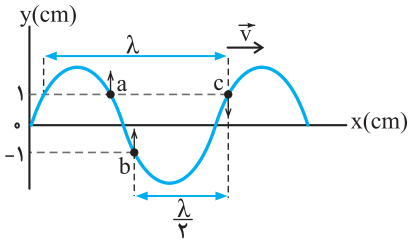


همان‌طور که از روی شکل مشخص است، مسیر A تا B، مشابه مسیر B تا A است. بنابراین داریم:

$$t_{A\to B}+t_{B\to A}=T \xrightarrow{t_{B\to A}=t_{A\to B}}$$

$$2t_{A\to B}=T \Rightarrow t_{A\to B}=\frac{T}{2}$$

۲۱. گزینهٔ ۱



با توجه به شکل، به بررسی هر یک از گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینهٔ «۱» درست است. با توجه به اینکه فاصلهٔ دو ذرهٔ a و b از مرکز تعادل یکسان است، تندی آن‌ها نیز یکسان خواهد بود.

گزینهٔ «۲» نادرست است. چون ذرهٔ a به سمت نقطهٔ بازگشت حرکت می‌کند، تندی آن در حال کاهش است، لذا حرکت آن کندشونده خواهد بود. حرکت ذرهٔ c تندشونده است.

گزینهٔ «۳» نادرست است. فاصلهٔ a و c کمتر از طول‌موج است.

گزینهٔ «۴» نادرست است. فاصلهٔ b و c برابر نصف طول‌موج است.

۲۲. گزینهٔ ۳

با استفاده از رابطهٔ $t=\frac{\Delta x}{v}$، بازهٔ زمانی بین شنیدن دو صدا را می‌یابیم. دقت کنید، چون تندی صوت در هوا کمتر از تندی صوت در فلز است، زمان رسیدن آن تا شنونده بیشتر است.

$$\Delta t=t_{\text{هوا}}-t_{\text{فلز}}=\frac{L}{v_2}-\frac{L}{v_1}=\frac{(v_1-v_2)L}{v_1v_2}$$

۲۳. گزینهٔ ۲

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: قانون بازتاب عمومی برای همهٔ امواج برقرار است.

گزینهٔ «۳»: برای اندازه‌گیری تندی شارش خون از امواج فراصوتی استفاده می‌شود.

گزینهٔ «۴»: خفاش فورانی امواج فراصوتی از دهان خود گسیل می‌کند.

۲۴. گزینهٔ ۴

ابتدا تندی انتشار نور را در مایع به‌دست می‌آوریم. دقت کنید، بسامد نور در خلأ و مایع یکسان است.

$$v=\lambda f \xrightarrow[\lambda=\frac{9}{20}\mu m=\frac{9}{20}\times10^{-6}m]{f=5\times10^{14}Hz}$$

$$v=\frac{9}{20}\times10^{-6}\times5\times10^{14}=\frac{9}{4}\times10^{8}m/s$$

اکنون ضریب شکست مایع را می‌یابیم:

$$n=\frac{c}{v} \xrightarrow{c=3\times10^8m/s} n=\frac{3\times10^8}{\frac{9}{4}\times10^8}=\frac{4}{3}$$

۲۵. گزینهٔ ۳

در اتم هیدروژن و در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت پایه قرار دارد.

۲۶. گزینهٔ ۱

بلندترین طول‌موج مربوط به گذار از تراز $n=5$ به تراز $n=4$ و کوتاه‌ترین طول‌موج مربوط به گذار از تراز $n=2$ به تراز $n=1$ است. بنابراین داریم:

$$E=E_R(\frac{1}{n_L^2}-\frac{1}{n_U^2})\xrightarrow[n_{U_1}=5]{E_R=13/6eV,\ n_{L_1}=4}$$

$$E_1=13/6\times(\frac{1}{16}-\frac{1}{25})=0/306eV$$

$$\xrightarrow[n_{U_2}=2]{n_{L_2}=1}E_2=13/6\times(\frac{1}{1}-\frac{1}{4})=10/2eV$$

اختلاف این دو انرژی برابر است با:

$$E_2-E_1=10/2-0/306=9/894eV\xrightarrow{e=1/6\times10^{-19}C}$$

$$E_2-E_1=9/894\times1/6\times10^{-19}\simeq1/58\times10^{-18}J$$

۲۷. گزینهٔ ۳

با استفاده از معادلهٔ ریدبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\xrightarrow[R=0/01nm^{-1}]{\lambda=1102/5nm}$$

$$\frac{1}{1102/5}=\frac{1}{100}\times(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})$$

$$\Rightarrow\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}=\frac{100}{1102/5}=\frac{200}{2205}=\frac{40}{441}=\frac{1}{9}-\frac{1}{49}\Rightarrow\begin{cases}n'=3\\n=7\end{cases}$$

بنابراین، طول‌موج مربوط به چهارمین خط رشتهٔ پاشن ($n'=3$) است.

کنکور سراسری ریاضی – تیر ۱۴۰۳

۲۸. گزینهٔ ۲

پرتوهای آلفا کمترین نفوذ را دارند و در ورقهٔ نازک سربی با ضخامت حدود $0/01mm$ متوقف می‌شوند. پرتوهای بتا تقریباً $0/1mm$ در سرب نفوذ می‌کنند و پرتوهای گاما بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقهٔ سربی به ضخامت $100mm$ عبور کنند.

بنابراین، به‌ترتیب ذرات آلفا، بتا و گاما قدرت نفوذ آن‌ها بیشتر می‌شود.

۲۹. گزینهٔ ۳

در شکل (الف)، تپ‌ها هنگام همپوشانی اثر یکدیگر را حذف می‌کنند، در نتیجه، تداخل آن‌ها ویرانگر است. در شکل (ب)، تپ‌ها هنگام همپوشانی تپ بزرگتری ایجاد می‌کنند، بنابراین، تداخل آن‌ها سازنده است. در ضمن، تپ‌ها پس از همپوشانی، بدون هرگونه تغییر شکلی در جهت حرکت اولیه، ادامهٔ مسیر می‌دهند.

۳۰. گزینهٔ ۴

بنا به رابطهٔ $E=\frac{1}{2}kA^2$، چون دامنهٔ نوسان (A) و ثابت فنر (k) ثابت‌اند، انرژی مکانیکی سامانهٔ جرم ـ فنر نیز ثابت می‌ماند. یعنی $E_2=E_1$ است.

۳۱. گزینهٔ ۳

بررسی موارد نادرست:

ب) در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارد.

پ) تابش گرمایی، در هر دمایی رخ می‌دهد.

۳۲. گزینهٔ ۴

موارد (ب) و (پ) درست‌اند.

الف) نادرست است. زیرا، جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهندهٔ هسته اندکی کمتر است. به این اختلاف جرم، کاستی جرم هسته می‌گویند.

۳۳. گزینهٔ ۱

با توجه به معادله $x=\frac{2}{3}t^2-6t+15$، مکان اولیهٔ متحرک $x_0=+15m$، $v_0=-6m/s$ و $\frac{1}{2}a=\frac{2}{3}$ است. بنابراین متحرک از مکان $+15m$ با تندی $6m/s$ درخلاف جهت محور شروع به حرکت نموده است. چون $av<0$ است، حرکت متحرک شتاب‌دار کندشونده است، بنابراین، ابتدا لحظهٔ تغییر جهت متحرک را می‌یابیم. چون در لحظهٔ تغییر جهت $v=0$ است، داریم:

$$v=at+v_0\xrightarrow[v=0\ ,\ v_0=-6m/s]{\frac{1}{2}a=\frac{2}{3}\Rightarrow a=\frac{4}{3}m/s^2}0=\frac{4}{3}t-6$$

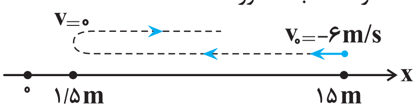
$$\Rightarrow t=\frac{9}{2}s$$

اکنون، مکانی را که جسم تغییر جهت می‌دهد، پیدا می‌کنیم:

$$x=\frac{2}{3}t^2-6t+15\xrightarrow{t=\frac{9}{2}s}$$

$$x=\frac{2}{3}\times\frac{81}{4}-6\times\frac{9}{2}+15=1/5m$$

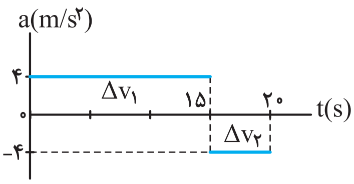
با توجه به شکل زیر، متحرک از مکان $x_0=+15m$ درخلاف جهت محور حرکت می‌کند و در مکان $x=1/5m$ متوقف و تغییر جهت می‌دهد. بنابراین، کمترین فاصلهٔ متحرک تا مبدأ محور $1/5m$ است.



روش دیگر: از رابطهٔ $t=\frac{-b}{2a}$ (رأس سهمی) لحظهٔ تغییر جهت را می‌یابیم و در معادلهٔ مکان ـ زمان متحرک قرار می‌دهیم.

۳۴. گزینهٔ ۳

ابتدا نمودار شتاب ـ زمان متحرک را رسم می‌کنیم و سپس با استفاده از مساحت سطح بین نمودار $a-t$ و محور t، Δv را می‌یابیم:



$$\Delta v=\Delta v_1+\Delta v_2=(4\times15)+(-4\times5)=40m/s$$

اکنون شتاب متوسط متحرک را پیدا می‌کنیم:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=20s]{\Delta v=40m/s}a_{av}=\frac{40}{20}=2m/s^2$$

۳۵. گزینهٔ ۴

با استفاده از تشابه مثلث‌هایی که قاعدهٔ آن‌ها بازه‌های زمانی $(0,10s)$ و $(10s,15s)$ است، تندی متحرک A را می‌یابیم: