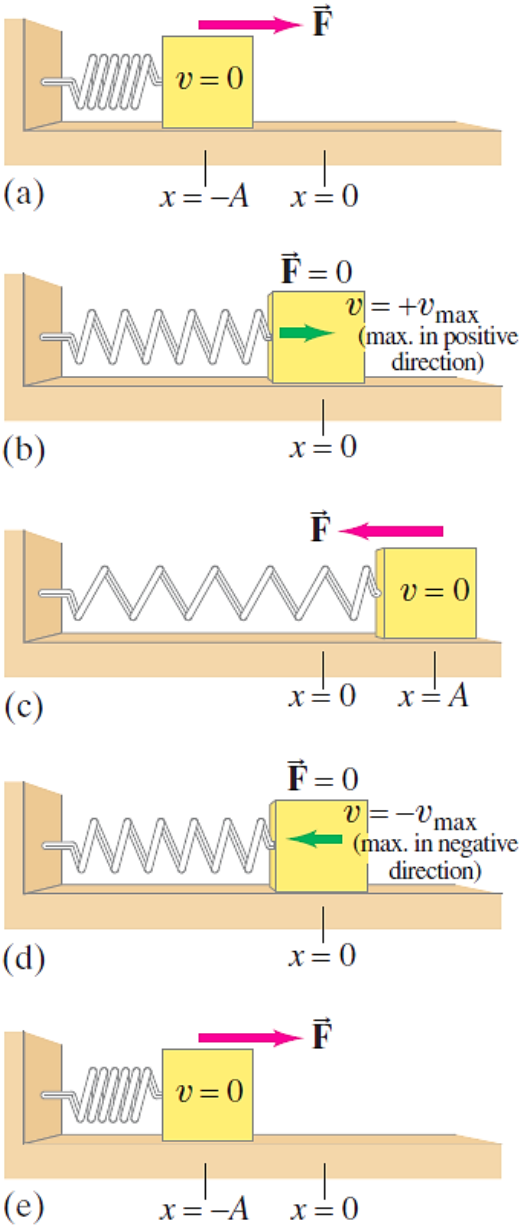
حرکت نوسانی



تنظیم: باب الحوائجی

پویش علمی جهاد

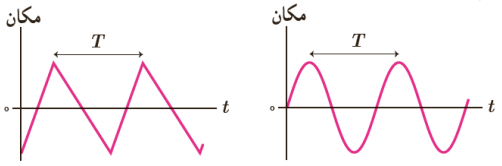
نوسان:

نوسان های دوره ای: حرکتی که پس از مدتی عیناً تکرار شود

دوره تناوب : مدت زمان یک چرخه، دوره تناوب حرکت نامیده می شود. $T(s)$

مثلاً رفت و بازگشت به وضعیت اولیه

بسامد : تعداد نوسان های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه بسامد (فرکانس) نامیده می شود. $f(Hz)$



اگر نوسانگر در مدت t ثانیه تعداد n نوسان کامل انجام دهد داریم: $T=\frac{t}{n}$

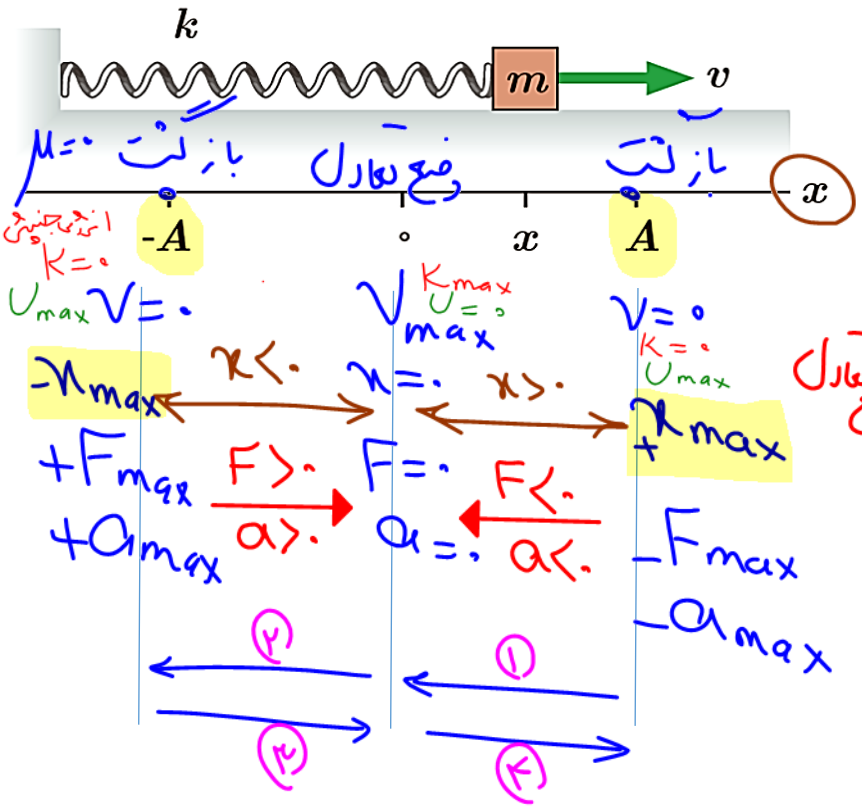
بسامد و دوره عکس یکدیگر هستند: $T=\frac{1}{f}$

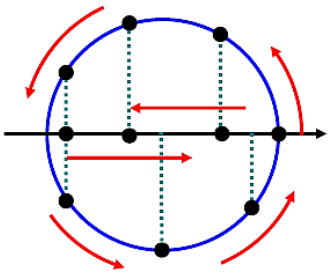
حرکت هماهنگ ساده: SHM حرکت نوسانی که به صورت سینوسی یا کسینوسی باشد

حرکت هماهنگ ساده، مبنایی برای درک هر نوع نوسان دوره ای دیگر است زیرا در سطوح بالاتر نشان داده می شود که هر نوسان دوره ای را می توان مجموعی از نوسان های سینوسی در نظر گرفت.

مثال های حرکت هماهنگ ساده: سیستم جرم و فنر، آونگ

سامانهٔ جسم و فنر:





دامنه: حداکثر فاصله از وضع تعادل = انرژی اولیه از وضع تعادل

خط نوسان: $d=2A$

مسافت طی شده در هر نوسان کامل: $4A$

جابه جایی در هر نوسان کامل: صفر

تندی متوسط در یک دوره: $S_{av}=\frac{4A}{T}$

اندازه سرعت متوسط در یک دوره: $V_{av}=0$

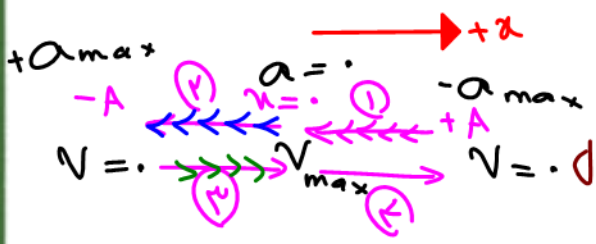
نوع حرکت جسم نوسانگر: شتاب دار با شتاب متغیر

محل تغییر جهت حرکت : نقاط بازگشت

محل تغییر جهت و علامت بردار مکان و شتاب و نیرو : وضع تعادل (مرکز نوسان)

محل تغییر جهت و علامت بردار سرعت و تکانه: نقاط بازگشت

محل تغییر نوع حرکت (تند یا کند شونده): هم نقاط بازگشت هم وضع تعادل



$P = mv$

وضعیت	علامت سرعت، جابجایی،تکانه v	علامت بردار مکان x	علامت شتاب،نیرو $F=-kx$	نوع حرکت شتاب دار	تغییرات تندی وتکانه و انرژی جنبشی	تغییرات اندازه شتاب و نیرو	تغییرات اندازه بردار مکان	زمان لازم بر حسب دوره
①	−	+	−	تند شونده	افزایش	کاهش	کاهش	$T/4$
②	−	−	+	کند شونده	کاهش	افزایش	افزایش	$T/4$
③	+	−	+	تند شونده	افزایش	کاهش	کاهش	$T/4$
④	+	+	−	کند شونده	کاهش	افزایش	افزایش	$T/4$

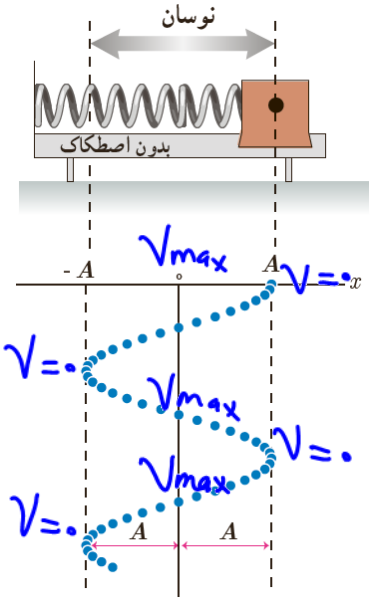
همواره جهت شتاب نوسانگر و نیروی وارد برآن به سمت ... وضع تعادل (مرکز نوسان) است

همواره علامت شتاب (و نیروی وارده) ... مخالف علامت بعد حرکت است

هرگاه نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک شود حرکتش ... تند شونده ... است و اندازه نیرو و شتاب ... کاهش می یابند

هرگاه نوسانگر از مرکز نوسان دور شود حرکتش ... کند شونده ... است و اندازه نیرو و شتاب ... افزایش می یابند

همواره با افزایش بزرگی شتاب نوسانگر ، تندی نوسانگر ... کاهش ... می یابد و بالعکس.



در $X=0$ علامت بردار شتاب ، نیرو و مکان نوسانگر عوض می شود.

در $X=\pm A$ علامت بردار سرعت،تکانه و جابجایی عوض می شود.

در $X=0$ بزرگی بردارهای شتاب ، نیرو و مکان نوسانگر صفر می شود.

در $X=\pm A$ بزرگی بردارهای شتاب ، نیرو و مکان نوسانگر حداکثر می شود.

در $X=\pm A$ بزرگی بردارهای سرعت و تکانه صفر می شود.

در $X=0$ بزرگی بردارهای سرعت و تکانه حداکثر می شود.

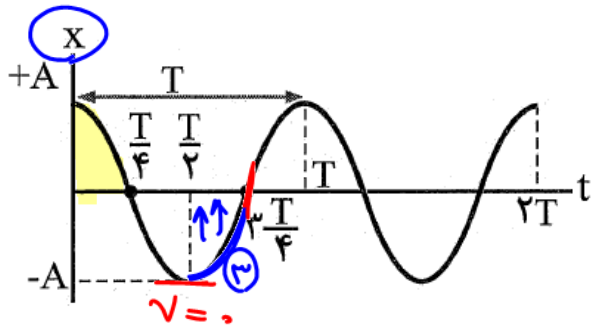
معادله مکان زمان در حرکت هماهنگ ساده:

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

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

بسامد زاویه ای نوسانگر:

نمودار مکان زمان برای حرکت هماهنگ ساده:



مراحل چهارگانه یک نوسان کامل را روی نمودار نیز بررسی کنید.

نوسان نگار: نوسان نگار وسیله ای برای ثبت نوسان ها است.

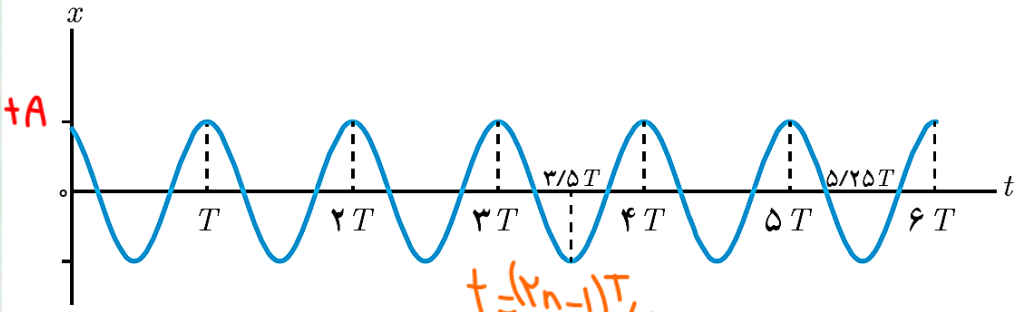
ذره‌ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دورهٔ تناوب T است. با فرض اینکه در $t=0\,s$ ذره در $x=+A$ باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در $x=-A$، در $x=+A$، یا در $x=0$ خواهد بود؟

الف) $t = 2/00\,T$

ب) $t = 3/50\,T$

پ) $t = 5/25\,T$

(*راهنمایی*: برای پاسخ به این تمرین، ساده‌تر آن است که چند دوره از یک نمودار کسینوسی را رسم کنید.)



در چه لحظاتی بر حسب دوره ، تندی نوسانگر به حداکثر اندازه می رسد؟

در چه لحظاتی بر حسب دوره ، شتاب نوسانگر به حداکثر اندازه می رسد؟

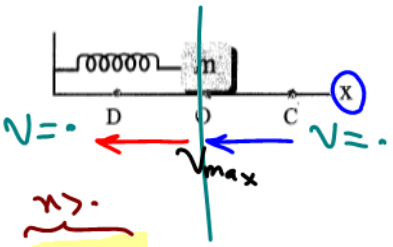
۱ یک نوسانگر ساده به طور مرتب در هر ثانیه ۸ بار از نقطهٔ تعادل عبور می‌کند. دورهٔ تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟

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

۲ اگر نوسانگری که روی پاره خطی حرکت نوسانی ساده دارد، در هر دقیقه ۲۰ بار این پاره خط را بپیماید، دورهٔ آن چند ثانیه است؟

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

۳ مطابق شکل زیر، 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؟



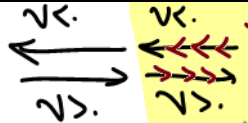
۱) در حرکت از نقطهٔ C به نقطهٔ O، علامت سرعت نوسانگر منفی است.

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. ✓

۴ در یک حرکت هماهنگ ساده ، در کدام‌یک از موارد زیر، مکان نوسانگر الزاماً مثبت است؟



۱) سرعت مثبت باشد.

۲) سرعت منفی باشد.

۳) سرعت مثبت و اندازهٔ آن زیاد شود.

۴) سرعت مثبت و اندازهٔ آن کم شود. ✓

۵ 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؟

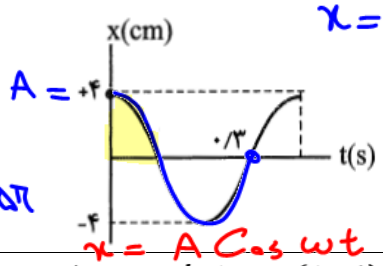
۱) $۲,\frac{۵}{۲}$ ۲) $۰/۰۲,\frac{۵}{۲}$ ۳) $۲,\frac{۵}{۲\pi}$ ۴) $۰/۰۲,\frac{۵}{۲\pi}$

۶ 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.)

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) $x = ۰/۱\cos ۶\pi t$

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



۱) $x = ۰/۰۴\cos ۵\pi t$ ✓

۲) $x = ۰/۰۴\cos ۱۰\pi t$

۳) $x = ۴\cos ۵\pi t$

۴) $x = ۴\cos ۱۰\pi t$

۸ معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی در SI به صورت $x = ۰/۰۵\cos(۸\pi t)$ است.

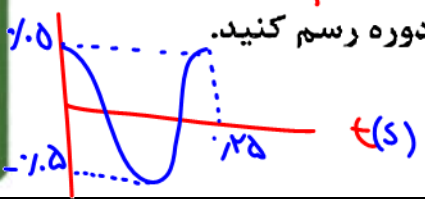
الف) بسامد زاویه‌ای این متحرک، چند رادیان بر ثانیه است؟

ب) دامنهٔ متحرک چند سانتی‌متر است؟

پ) بسامد این متحرک چند ثانیه است؟

ت) دورهٔ تناوب این متحرک چند ثانیه است؟

ث) نمودار مکان ـ زمان متحرک را برحسب سانتی‌متر ـ ثانیه در یک دوره رسم کنید.



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

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

۲ اگر نوسانگری که روی پاره خطی حرکت نوسانی ساده دارد، در هر دقیقه ۲۰ بار این پاره خط را بپیماید، دورهٔ آن چند ثانیه است؟

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

$n = ۱۰$

① $n = ۴$ تعداد نوسانات

$T = \frac{t}{n} = \frac{۱}{۴} \rightarrow T = \frac{۱}{۴}\,s$

② $T = \frac{t}{n} = \frac{۶۰}{۱۰} = ۶$

۵ 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؟

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

$x = ۰/۰۲\cos ۵\pi t$
$x = A\cos\omega t$

مقایسه $\rightarrow A = ۰/۰۲\,m = ۲\,cm$

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

۶ 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.)

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) $x = ۰/۱\cos ۶\pi t$

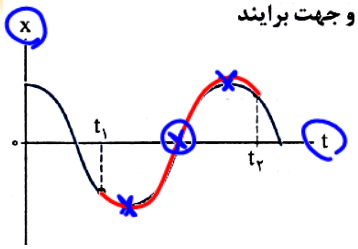
$A = ۱۰\,cm = ۰/۱\,m$

$T = \frac{t}{n} = \frac{۴}{۶} = \frac{۲}{۳} \rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{\frac{۲}{۳}} = ۳\pi\ (rad/s)$

$x = A\cos\omega t \rightarrow x = ۰/۱\cos ۳\pi t$

پویش علمی جهاد

نمودار مکان ـ زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای به شکل مقابل است. بین دو لحظهٔ t_1 و t_2، نوع حرکت متحرک و جهت برایند نیروهای وارد بر آن به ترتیب از راست به چپ چند مرتبه تغییر می‌کند؟



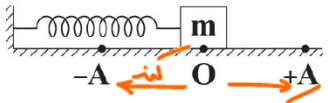
۱) ۲، ۲
۲) ۲، ۳
۳) ۲، ۱
۴) ۳، ۱

در حرکت هماهنگ ساده هنگامی که نوسانگر از نقطه تعادل دور شود، چند مورد از جملات زیر صحیح است؟

الف) اندازه شتاب نوسان، افزایش می‌یابد.
ب) اندازه بردار تکانه جسم نوسانگر کاهش می‌یابد.
پ) اندازه بردار مکان جسم افزایش می‌یابد.
ت) حرکت نوسانگر شتابدار کندشونده است.
ث) انرژی پتانسیل نوسانگر کاهش می‌یابد.
ج) اندازه نیروی بازگرداننده کاهش می‌یابد.

۱) ۵ مورد ۲) ۴ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۲ مورد

مطابق شکل زیر، جسمی به جرم m به یک فنر افقی متصل است و روی یک سطح افقی بدون اصطکاک حول نقطهٔ O حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. در کدام‌یک از گزینه‌های زیر، نوع حرکت جسم، الزاماً کندشونده است؟ (مبدأ مکان را نقطهٔ O در نظر بگیرید.)



۱) بردارهای سرعت و نیرو هم‌جهت باشند.
۲) بردارهای تکانه و نیرو هم‌جهت باشند.
۳) بردارهای مکان و تکانه هم‌جهت باشند.
۴) بردارهای شتاب و مکان خلاف جهت یکدیگر باشند.

در یک حرکت هماهنگ ساده، در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسان کننده بیشینه است، اندازهٔ کدام کمیت‌های زیر بیشینه‌اند؟

۱) مکان، شتاب، نیرو
۲) نیرو، انرژی کل، سرعت
۳) شتاب، سرعت، انرژی جنبشی
۴) سرعت، انرژی جنبشی، مکان

بسامد زاویه‌ای نوسانگر A، ۴ برابر بسامد زاویه‌ای نوسانگر B است. به‌ترتیب از راست به چپ دوره و بسامد نوسانگر A چند برابر نوسانگر B است؟

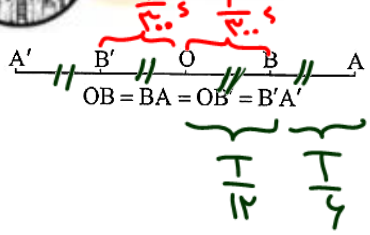
۱) ۲، $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{1}{2}$، ۲
۳) ۴، $\frac{1}{4}$
۴) $\frac{1}{4}$، ۴

معادلهٔ مکان ـ زمان نوسانگری که در راستای محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $x = 0/08\cos(20\pi t)$ است. کدام مورد دربارهٔ این نوسانگر درست است؟

۱) دورهٔ تناوب آن ۰/۰۵ s است.
۲) بسامد آن ۱۰ Hz است.
۳) اندازهٔ جابه‌جایی نوسانگر در هر دوره، ۳۲ cm است.
۴) فاصلهٔ دو نقطهٔ بازگشت از هم ۸ cm است.

معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0/05\cos(20\pi t)$ است. پس از لحظهٔ $t = 0$، به ترتیب در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد و در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می‌رسد؟

۱) $\frac{1}{40}$، $\frac{1}{160}$
۲) $\frac{1}{40}$، $\frac{1}{20}$
۳) $\frac{1}{80}$، $\frac{1}{40}$
۴) $\frac{1}{80}$، $\frac{1}{20}$

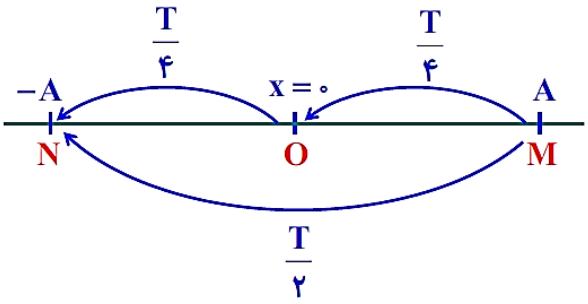


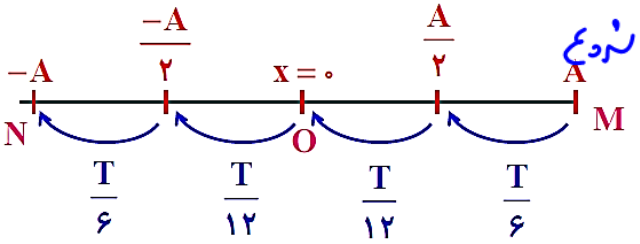
در شکل مقابل، اگر متحرکی بین دو نقطهٔ A و A′ حرکت هماهنگ ساده انجام دهد و فاصلهٔ OB را در مدت $\frac{1}{300}$ s طی کند، بسامد نوسان چند هرتز است؟ (ریاضی خارج ۹۵)

۱) ۲۵ ✓ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

$\frac{T}{12}=\frac{1}{300}\rightarrow T=\frac{12}{100}\rightarrow f=\frac{1}{T}=\frac{100}{12}=25\,Hz$

الگوهای زمانی پر تکرار در حرکت هماهنگ ساده :



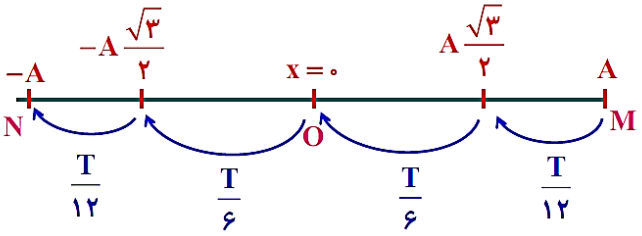


نزدیک

$x=A\cos\omega t$

$\frac{A}{2}=A\cos\omega t$

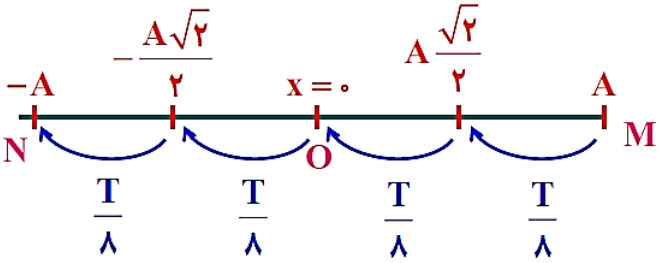
$\frac{1}{2}=\cos\omega t\rightarrow \omega t=\frac{\pi}{3}\rightarrow \frac{2\pi}{T}t=\frac{\pi}{3}\rightarrow t=\frac{T}{6}$



$x=A\cos\omega t$

$\frac{\sqrt{3}}{2}A=A\cos\omega t\rightarrow \omega t=\frac{\pi}{6}\rightarrow \frac{2\pi}{T}t=\frac{\pi}{6}$

$t=\frac{T}{12}$



$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{T}{3}}{\frac{7T}{24}} = \frac{8}{7}$

t_1

نوسانگری روی محور x، حول مبدأ و با دامنهٔ نوسان A در حال حرکت هماهنگ ساده است. حداقل زمان لازم برای این‌که متحرک از مکان $x = +A$ به مکان $x = -\frac{A}{2}$ برسد، چند برابر حداقل زمان لازم برای این است که متحرک از مکان $x = \frac{\sqrt{2}}{2}A$ به مکان $x = -\frac{\sqrt{3}}{2}A$ برسد؟

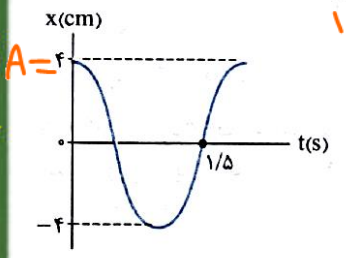
۱) $\frac{8}{7}$ ۲) $\frac{7}{8}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۲

t_2

$t_1 = \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{4T}{12} = \frac{T}{3}$

$t_2 = \frac{T}{8} + \frac{T}{6} = \frac{3T+4T}{24} = \frac{7T}{24}$

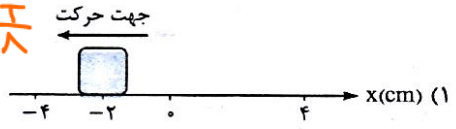
نمودار مکان ـ زمان نوسانگر ساده‌ای که حول مبدأ مختصات در حال نوسان است، مطابق شکل روبه‌رو است. کدام‌یک از شکل‌های زیر وضعیت نوسانگر را در $t_1 = 0/75\ s$ به درستی نمایش می‌دهد؟

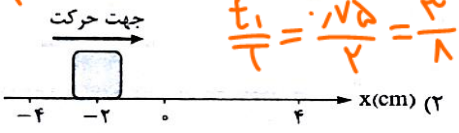


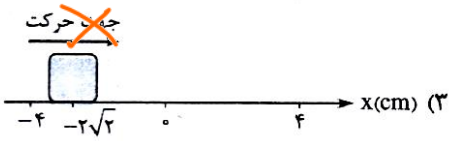
$1/5 = \frac{3T}{4} \rightarrow T = 2\ s$

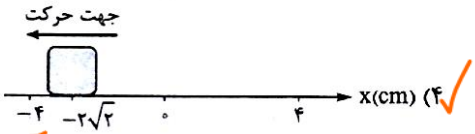
$\frac{t_1}{T} = \frac{0/75}{2} = \frac{3}{8}$

$t_1 = \frac{3T}{8}$

۱)


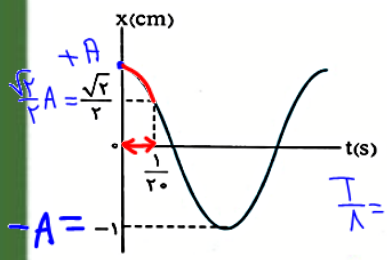
۲)


۳)


۴) ✓


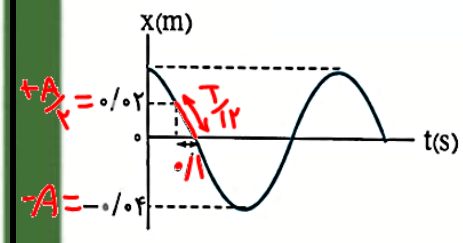
$-\frac{\sqrt{2}}{2}A = -2\sqrt{2}$

نمودار مکان ـ زمان یک حرکت هماهنگ ساده مطابق شکل است. معادلهٔ مکان ـ زمان آن در SI کدام است؟



$x = A\cos\omega t \rightarrow x = 0/1\cos 5\pi t$

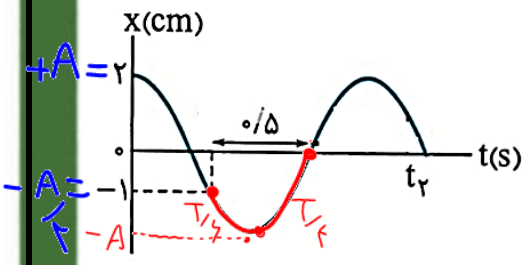
$\frac{T}{4} = \frac{1}{20} \rightarrow T = \frac{4}{20} = \frac{2}{10} = \frac{2}{5} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2/5} = 5\pi$



$A = 0/04\ m = 4\ cm$

$\frac{T}{12} = 0/1 \rightarrow T = 1/2\ s \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{1/2} = \frac{\pi}{0/6} = \frac{10\pi}{6} = \frac{5\pi}{3}$

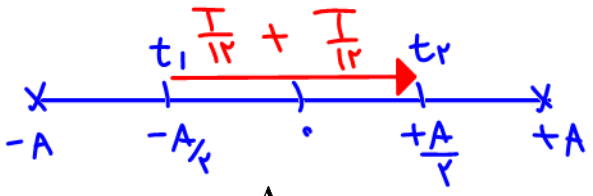
$x = 0/04\cos\left(\frac{5\pi}{3}t\right)$



$x = A\cos\omega t \rightarrow x = 0/02\cos\left(\frac{5\pi}{3}t\right)$

$0/02$

$\frac{T}{6} + \frac{T}{4} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{2T+3T}{12} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{5T}{12} = \frac{1}{2} \rightarrow T = \frac{6}{5} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{6/5} = \frac{10\pi}{6} = \frac{5\pi}{3}$



در یک حرکت نوسانی با دامنهٔ A و دورهٔ T، نوسانگر در لحظهٔ t_1 در مکان $-\frac{A}{2}$ و در لحظهٔ t_2 در مکان $+\frac{A}{2}$ قرار دارد. بیشترین سرعت متوسط این نوسانگر در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 کدام است؟

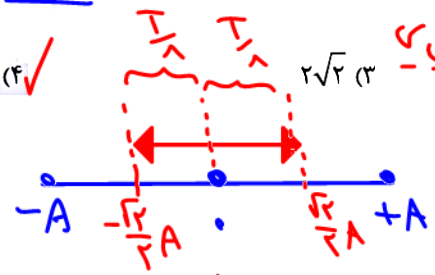
۱) $2\frac{A}{T}$ ۲) $3\frac{A}{T}$ ۳) $6\frac{A}{T}$ ✓ ۴) $12\frac{A}{T}$

$V_{max}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{A}{T/4}=\frac{4A}{T}$

ذره‌ای روی پاره‌خطی به طول ۸ سانتی‌متر حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. این ذره در یک بازهٔ زمانی دلخواه $\frac{1}{4}$ دوره، بیشترین جابه‌جایی که ممکن است داشته باشد، چند سانتی‌متر است؟

$A=4\,cm$

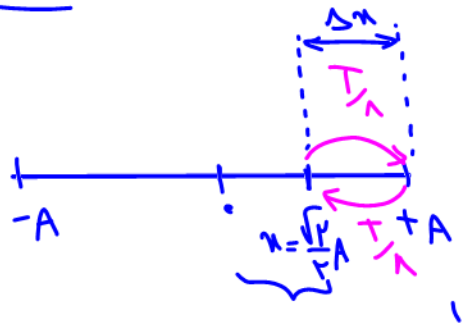
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $2\sqrt{2}$ ۴) $4\sqrt{2}$ ✓



$d_{max}=2\times\frac{\sqrt{2}}{2}A=\sqrt{2}A=4\sqrt{2}\,cm$

در یک حرکت هماهنگ ساده، در مدت دلخواه $\frac{1}{4}$ دوره، کم‌ترین مسافتی که نوسانگر طی می‌کند، چند برابر دامنه است؟ $(\sqrt{2}=1/4)$

۱) صفر ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۶ ✓ ۴) ۰/۷

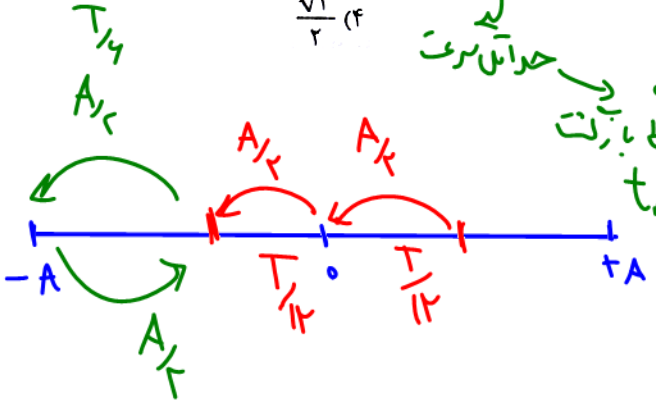


$\Delta x=A-\frac{\sqrt{2}}{2}A=A-0.7A=0.3A$

$\Delta x_{min}=2\times 0.3A=0.6A$

در حرکت هماهنگ ساده کم‌ترین زمان لازم برای طی مسافتی برابر با یک دامنه، چند برابر بیشترین زمان لازم برای طی مسافتی برابر با یک دامنه است؟

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



$t_{max}=2\frac{T}{6}=\frac{T}{3}$

$t_{min}=\frac{2T}{12}=\frac{T}{6}$

$\frac{t_{min}}{t_{max}}=\frac{\frac{T}{6}}{\frac{T}{3}}=\frac{1}{2}$

محاسبه دوره تناوب سامانه جرم و فنر:

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

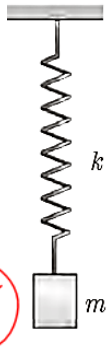
$f = \frac{1}{T}$

$\omega = 2\pi f$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

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

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

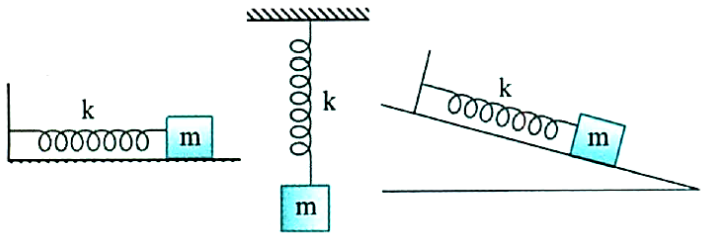


الف) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر با یک فنر معیّن ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه به‌طور مستقیم متناسب است ($T \propto \sqrt{m}$).

ب) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر با یک وزنهٔ معیّن ولی فنرهای متفاوت، با جذر ثابت فنر به‌طور وارون متناسب است ($T \propto 1/\sqrt{k}$).

پ) دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم ــ فنر مستقل از دامنه است.

وزن



$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1} \times \frac{k_1}{k_2}}$$

جرم خودرویی به همراه سرنشینان آن $1600\ kg$ است. این خودرو روی چهار فنر مشابه با ثابت $1/6 \times 10^4\ N/m$ سوار شده است. بسامد ارتعاش خودرو وقتی از چاله‌ای می‌گذرد چند هرتز است؟ ($\pi^2 = 10$ و فرض کنید جرم خودرو و سرنشینان به طور یکسان بین چهار فنر توزیع می‌شود.)

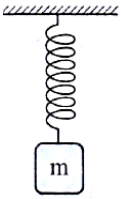
۱) ۱ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۰/۵

وزنه‌ای به جرم $400\ g$ به فنر سبکی آویخته شده است. اگر علاوه بر وزنه‌ی اول، وزنه‌ی دیگری به جرم $200\ g$ را به انتهای فنر آویزان کنیم، طول فنر (در حالت تعادل وزنه‌ها) به اندازه‌ی $2\ cm$ زیادتر می‌شود. اگر وزنه‌ها را $3\ cm$ از وضع تعادل، پایین بکشیم و سپس رها کنیم، دوره‌ی نوسان آن‌ها چند ثانیه می‌شود؟ ($\pi^2 = 10$)

۱) $0/2\sqrt{2}$ ۲) ۰/۴ ۳) $0/2\sqrt{6}$ ۴) ۴

دوره‌ی نوسان‌های کم‌دامنه‌ی یک فنر در حالی که به وزنه‌ی m_1 وصل است، برابر $2\ s$ و در حالی که به وزنه‌ی m_2 وصل است، برابر $4\ s$ است. اگر وزنه‌ی $m_3 = m_1 + m_2$ به فنر وصل شود، دوره‌ی نوسان‌های آن چند ثانیه می‌شود؟

۱) $\sqrt{6}$ ۲) ۳ ۳) $2\sqrt{5}$ ۴) ۶



مطابق شکل، وزنه‌ای به جرم $400\ g$ را به انتهای فنری با ثابت $k = 20\ N/cm$ وصل کرده و در حالتی که فنر طول عادی خود را دارد، وزنه را رها می‌کنیم تا شروع به نوسان کند. دامنهٔ نوسان وزنه چند سانتی‌متر است؟ ($g = 10\ N/kg$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۲

وزنه‌ای را از انتهای فنر سبکی آویزان می‌کنیم. در حالتی که وزنه به حال تعادل قرار گیرد و بایستد، طول فنر $10\ cm$ افزایش یافته است. وزنه را از این وضعیت کمی پایین کشیده و رها می‌کنیم تا در راستای قائم به نوسان درآید. دورهٔ نوسان چند ثانیه است؟ ($g = 10\ m/s^2$)

۱) $\frac{1}{5}$ ۲) $\frac{2\pi}{5}$ ۳) $\frac{\pi}{5}$ ۴) $\frac{2}{5}$

به انتهای فنری به طول $40\ cm$ وزنه‌ای می‌آویزیم و آن را در راستای قائم به نوسان درمی‌آوریم. اگر حداکثر و حداقل طول فنر در حین نوسان $53\ cm$ و $47\ cm$ باشد، به ترتیب از راست به چپ دامنهٔ حرکت چند سانتی‌متر و دورهٔ تناوب نوسان چند ثانیه است؟ ($g = 10\ m/s^2$)

۱) ۳، $\frac{\pi}{5}$ ۲) ۳، $\frac{\pi}{10}$ ۳) ۱۳، $\frac{\pi}{5}$ ۴) ۱۳، $\frac{\pi}{10}$

جرم خودرویی به همراه سرنشینان آن ۱۶۰۰ kg است. این خودرو روی چهار فنر مشابه با ثابت $1/6\times10^4\ N/m$ سوار شده است. بسامد ارتعاش خودرو وقتی از چاله‌ای می‌گذرد چند هرتز است؟ ($\pi^2=10$ و فرض کنید جرم خودرو و سرنشینان به طور یکسان بین چهار فنر توزیع می‌شود.)

۱) ۱ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۰/۵

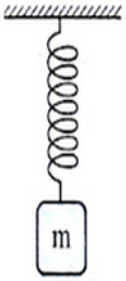
وزنه‌ای به جرم ۴۰۰ g به فنر سبکی آویخته شده است. اگر علاوه بر وزنه‌ی اول، وزنه‌ی دیگری به جرم ۲۰۰ g را به انتهای فنر آویزان کنیم، طول فنر (در حالت تعادل وزنه‌ها) به اندازه‌ی ۲ cm زیادتر می‌شود. اگر وزنه‌ها را ۳ cm از وضع تعادل، پایین بکشیم و سپس رها کنیم، دوره‌ی نوسان آن‌ها چند ثانیه می‌شود؟ ($\pi^2=10$)

۱) $0/2\sqrt{2}$ ۲) ۰/۴ ۳) $0/2\sqrt{6}$ ۴) ۴

دوره‌ی نوسان‌های کم‌دامنه‌ی یک فنر در حالی که به وزنه‌ی m_1 وصل است، برابر ۲ s و در حالی که به وزنه‌ی m_2 وصل است، برابر ۴ s است. اگر وزنه‌ی $m_3=m_1+m_2$ به فنر وصل شود، دوره‌ی نوسان‌های آن چند ثانیه می‌شود؟

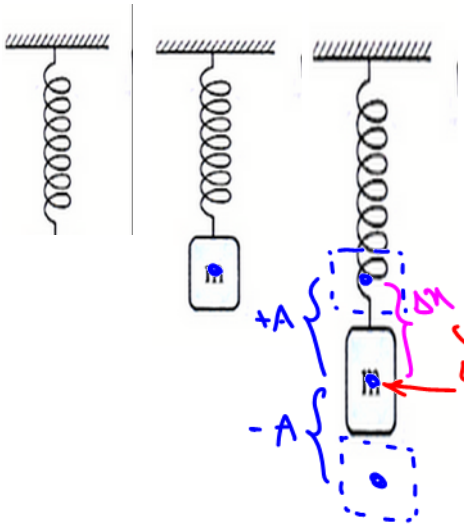
۱) $\sqrt{6}$ ۲) ۳ ۳) $2\sqrt{5}$ ۴) ۶

مطابق شکل، وزنه‌ای به جرم $400\,g$ را به انتهای فنری با ثابت $k = 20\,N/cm$ وصل کرده و در حالتی که فنر طول عادی خود را دارد، وزنه را رها می‌کنیم تا شروع به نوسان کند. دامنهٔ نوسان وزنه چند سانتی‌متر است؟ ($g = 10\,N/kg$ و مقاومت هوا ناچیز است.)



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۰/۱
۴) ۰/۲

$K = 20\frac{N}{cm} = 2000\frac{N}{m}$



نکته: اگر جرم به فنر در حالت طول اولیه وصل شود و سپس رها شود تا نوسان کند:

$A = \frac{mg}{K}$

نیرو (حالت تعادل) Δx

مرز نوسان

$F = mg \rightarrow K\Delta x = mg$

$2000 \times A = 0.4 \times 10 \rightarrow A = \frac{4}{2000}$

$A = 0.2\,cm$

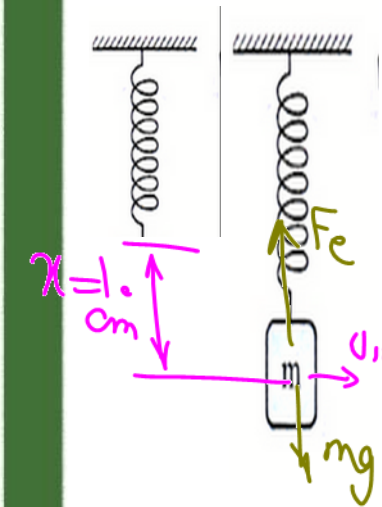
وزنه‌ای را از انتهای فنر سبکی آویزان می‌کنیم. در حالتی که وزنه به حال تعادل قرار گیرد و بایستد، طول فنر $10\,cm$ افزایش یافته است. وزنه را از این وضعیت کمی پایین کشیده و رها می‌کنیم تا در راستای قائم به نوسان درآید. دورهٔ نوسان چند ثانیه است؟ ($g = 10\,m/s^2$)

۱) $\frac{1}{5}$
۲) $\frac{2\pi}{5}$
۳) $\frac{\pi}{5}$
۴) $\frac{2}{5}$

به اندازهٔ A پایین می‌کشیم و رها می‌کنیم

تغییر طول نسبت به وضع تعادل

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{x}{g}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{0.1}{10}} = \frac{2\pi}{10} = \frac{\pi}{5}$



$x = 10\,cm$

وضع تعادل $\rightarrow F = mg \rightarrow Kx = mg \rightarrow \frac{m}{K} = \frac{x}{g}$

انرژی در حرکت هماهنگ ساده:

$E = K + U$

انرژی مکانیکی این سامانه برابر با مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل آن است.

انرژی مکانیکی سامانه جرم_فنر در حرکت هماهنگ ساده:

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

(E: انرژی (J)، k: ثابت نیرو (N/m)، A: دامنه (m))

$K = m\omega^2$

$\omega = 2\pi f$

انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده:

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 2\pi^2 m A^2 f^2 \longrightarrow E \propto A^2 f^2$$

انرژی مکانیکی هر نوسانگر هماهنگ ساده‌ای متناسب با مربع دامنه (A^2) و مربع بسامد (f^2) است.

$$E = K + U$$

$$E = K_{max} = U_{max}$$

$$K_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2$$

محل وقوع: حین عبور از وضع تعادل (مرکز نوسان)

تندی بیشینه در حرکت هماهنگ ساده برابر است با :

$E = K_{max} \rightarrow \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2} m v_{max}^2$

$K_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2$

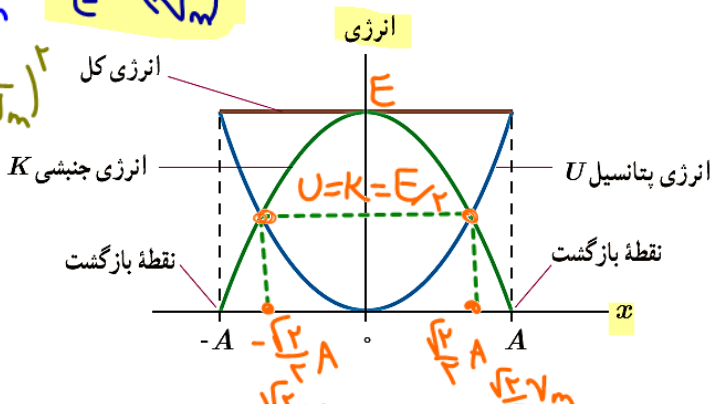
$$v_{max} = A\omega$$

(v_{max}: m/s، A: دامنه (m)، ω: بسامد زاویه‌ای rad/s)

نمودار تبدیل انرژی های جنبشی و پتانسیل در حرکت هماهنگ ساده سامانه جرم فنر:

$\frac{K}{E} = \frac{K}{K_{max}} = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{\frac{1}{2} m v_m^2} \rightarrow \frac{K}{E} = \left(\frac{v}{v_m}\right)^2$

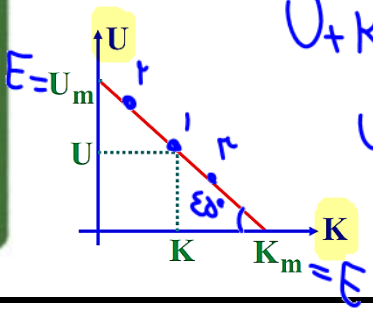
$\frac{U}{E} = \frac{E-K}{E} = 1 - \frac{K}{E} = 1 - \left(\frac{v}{v_m}\right)^2$



نمودار تغییرات انرژی پتانسیل برحسب انرژی جنبشی:

$U + K = E = \text{مقدار ثابت}$

$U_1 + K_1 = U_2 + K_2 = U_3 + K_3$



۱ معادلهٔ مکان – زمان نوسانگری به جرم ۱۰۰g در SI به صورت $x = 0/02\cos 100\pi t$ است. اگر در لحظهٔ $t = \frac{1}{150}s$ ، انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر $0/5J$ باشد انرژی جنبشی آن چند ژول است؟ $(\pi^2 = 10)$

۱) ۲ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۰/۵ ۴) ۱/۵

۲ جسمی به جرم ۱kg به فنری با ثابت $6N/cm$ متصل است. فنر به اندازهٔ ۹cm فشرده و سپس رها می‌شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می‌کند. با چشم‌پوشی از اصطکاک، وقتی تندی جسم $1/6m/s$ است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چند ژول است؟

۱) ۱/۶۳ ۲) ۱/۱۵ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۶۳

۳ معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0/02\cos 10\pi t$ است. تندی نوسانگر چند cm/s باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟

۱) 10π ۲) $10\pi\sqrt{2}$ ۳) 20π ۴) $20\pi\sqrt{2}$

۴ دامنهٔ حرکت نوسانگری 5cm و دورهٔ تناوب حرکتش $\frac{1}{10}s$ است. لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، سرعت نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) 100π ۲) 50π ۳) $25\pi\sqrt{3}$ ۴) $50\pi\sqrt{2}$

۵ A دامنه و x مکان یک نوسانگر است. در لحظه‌ای که $x = A$ است، انرژی پتانسیل نوسانگر $0/36J$ است. اگر $x = 0$ شود، انرژی جنبشی نوسانگر چند ژول می‌شود؟

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۳۶ ۳) ۰/۱۸ ۴) ۰/۲۷

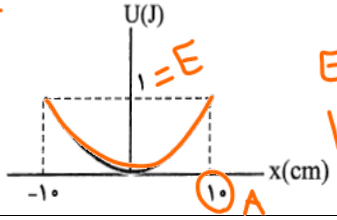
۶ معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ وزنه- فنری در SI به صورت $x = 0/05\cos 20t$ می‌باشد. اگر بیشینهٔ انرژی جنبشی آن $6\times10^{-2}J$ باشد، ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

۱) ۱۲ ۲) ۴۸ ۳) ۱۲۰ ۴) ۴۸۰

۷ معادلهٔ حرکت متحرکی به جرم ۵۰ گرم در SI به صورت $x = 0/04\cos 10t$ است. انرژی جنبشی این متحرک در لحظهٔ $t = \frac{\pi}{4}s$ چند ژول است؟

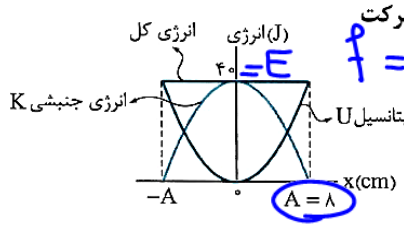
۱) ۰/۰۱۰ ۲) ۰/۰۰۴ ۳) ۰/۰۲۰ ۴) ۰/۲۰۰

۸ نمودار انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر ساده‌ای که با دورهٔ تناوب $\frac{\pi}{50}s$ در حال نوسان است، مطابق شکل زیر می‌باشد. جرم نوسانگر چند گرم است؟



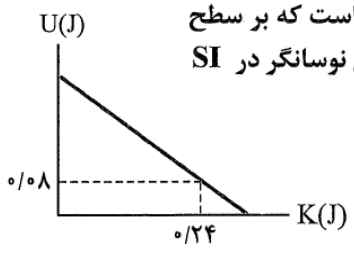
۱) ۰/۰۲ ۲) ۲۰ ۳) ۰/۰۴ ۴) ۴۰

۹ نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی یک نوسان‌کننده به جرم ۵۰۰ g که در راستای محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، به صورت شکل مقابل است. بسامد نوسان چند هرتز است؟ $(\pi = \sqrt{10})$ (ریاضی خارج ۹۸)



۱) ۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۰

۱۰ شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات انرژی پتانسیل برحسب انرژی جنبشی یک نوسانگر هماهنگ ساده است که بر سطح بدون اصطکاکی نوسان می‌کند. اگر جرم نوسانگر ۱۰۰g و بسامد آن ۲Hz باشد، معادلهٔ حرکت این نوسانگر در SI کدام است؟ $(\pi^2 = 10)$

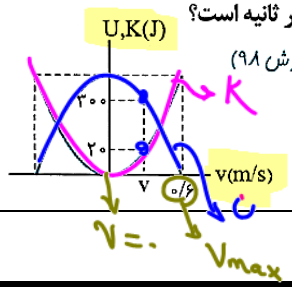


۱) $x = 0/2\cos 4\pi t$ ۲) $x = 2\cos 20\pi t$

۳) $x = 0/2\cos 20\pi t$ ۴) $x = 2\cos 4\pi t$

تندی نوسانگر در نقطه تعادل را نیز بیابید.

* نمودار انرژی پتانسیل کشسانی و جنبشی برحسب سرعت برای یک نوسانگر وزنه ـ فنر مطابق شکل مقابل است. v چند متر بر ثانیه است؟ (کانون فرهنگی آموزش ۹۸)



۱) ۰/۰۵ ۲) ۰/۱۵ ۳) ۰/۴۵ ۴) ۰/۷۵

۱ معادلهٔ مکان – زمان نوسانگری به جرم ۱۰۰g در SI به صورت $x = 0/02\cos 100\pi t$ است. اگر در لحظهٔ $t = \frac{1}{150}s$، انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر ۰/۵J باشد انرژی جنبشی آن چند ژول است؟ $(\pi^2 = 10)$

۱) ۲ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۰/۵ ۴) ۱/۵ ✓

$x = A\cos\omega t$

$A = 0/02\,m$

$\omega = 100\pi\ rad/s$

$E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}\times 0/1\times(100\pi)^2\times(0/02)^2 = \frac{1}{2}\times 0/1\times 10^4\times 10\times 4\times 10^{-4} = 2\,J$

$E = K + U \rightarrow 2 = K + 0/5 \rightarrow K = 1/5\,J$

$t = \frac{1}{150}s \rightarrow U = 0/5\,J \quad K = ?$

۲ جسمی به جرم ۱kg به فنری با ثابت ۶N/cm متصل است. فنر به اندازهٔ ۹cm فشرده و سپس رها می‌شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می‌کند. با چشم‌پوشی از اصطکاک، وقتی تندی جسم ۱/۶m/s است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چند ژول است؟

۱) ۱/۶۳ ۲) ۱/۱۵ ✓ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۶۳

$A = 9\,cm$

$m = 1\,kg$

$K = 6\,N/cm = 600\,N/m$

$v = 1/6\,m/s$

$U = ?$

$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times 1\times 1/6^2$

$K = 1/28\,J$

$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}\times 600\times(0/09)^2$

$E = 2/43\,J$

$E = K + U$

$2/43 = 1/28 + U$

$U = 1/15\,J$

۳ معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0/02\cos 10\pi t$ است. تندی نوسانگر چند cm/s باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟

۱) 10π ۲) $10\pi\sqrt{2}$ ✓ ۳) 20π ۴) $20\pi\sqrt{2}$

ω

$K = U \quad E = K + U$

$v = ?$

$E = K + K$

$E = 2K$

$E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}\times m\times(10\pi)^2\times(0/02)^2$

$\frac{1}{2}\times m\times 100\pi^2\times 4\times 10^{-4} = 2\times\frac{1}{2}mv^2$

$2\pi^2\times 10^{-2} = v^2$

$m/s: \ 0/2\pi\sqrt{2} = v \rightarrow v = 20\pi\sqrt{2}\ cm/s$

۴ دامنهٔ حرکت نوسانگری ۵cm و دورهٔ تناوب حرکتش $\frac{1}{10}s$ است. لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، سرعت نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) 100π ۲) 50π ۳) $25\pi\sqrt{3}$ ۴) $50\pi\sqrt{2}$ ✓

انرژی

$A=5cm$ $K=U$

$T=\frac{1}{10}s$ $v=?$

$E=K+U$

$E=K+K=2K$

$\frac{1}{2}m\omega^2A^2=2\times\frac{1}{2}mv^2$

$A^2\omega^2=2v^2$

$5^2\times 400\pi^2=2\times v^2$

$25\times 200\pi^2=v^2 \rightarrow v=50\pi\sqrt{2}\ cm/s$

$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{\frac{1}{10}}=20\pi\ rad/s$

$v_m^2=2v^2$

$v_m=\sqrt{2}v$

$v=\frac{\sqrt{2}}{2}v_{max}$

$\frac{1}{2}U=K$

وضع تعادل

-A +A

U_{max} $U=0$ U_{max}

$K=0$ K_{max} $K=0$

۵ A دامنه و x مکان یک نوسانگر است. در لحظه‌ای که $x=A$ است، انرژی پتانسیل نوسانگر ۰/۳۶J است. اگر $x=0$ شود، انرژی جنبشی نوسانگر چند ژول می‌شود؟

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۳۶ ✓ ۳) ۰/۱۸ ۴) ۰/۲۷

$x=A \rightarrow U_{max}=0.36=E$ J

$x=0 \rightarrow K_{max}=E=0.36$ J

۶ معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ وزنه- فنری در SI به صورت $x=0.05\cos 20t$ می‌باشد. اگر بیشینهٔ انرژی جنبشی آن 6×10^{-2} J باشد، ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

۱) ۱۲ ۲) ۴۸ ✓ ۳) ۱۲۰ ۴) ۴۸۰

A ω

$K_{max}=E=6\times10^{-2}$ J $K=?$

$E=\frac{1}{2}KA^2 \rightarrow 6\times10^{-2}=\frac{1}{2}\times K\times(0.05)^2$

$12\times10^{-2}=K\times25\times10^{-4} \rightarrow K=\frac{1200}{25}=48\ N/m$

۷ معادلهٔ حرکت متحرکی به جرم ۵۰ گرم در SI به صورت $x=0.04\cos 10t$ است. انرژی جنبشی این متحرک در لحظهٔ $t=\frac{\pi}{4}s$ چند ژول است؟

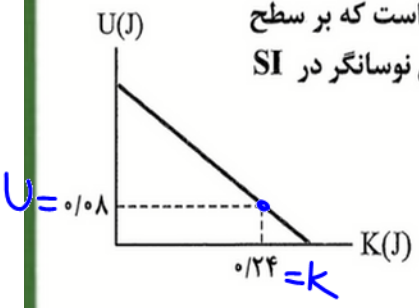
۱) ۰/۰۱۰ ۲) ۰/۰۰۴ ✓ ۳) ۰/۰۲۰ ۴) ۰/۲۰۰

$K=?$

$t=\frac{\pi}{4} \rightarrow x=0.04\cos(10\times\frac{\pi}{4})=0.04\cos(2.5\pi)=0 \rightarrow x=0 \rightarrow K_{max}=E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$

$=\frac{1}{2}\times\frac{50}{1000}\times100\times(0.04)^2=0.04$ J

۱۰ شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات انرژی پتانسیل برحسب انرژی جنبشی یک نوسانگر هماهنگ ساده است که بر سطح بدون اصطکاکی نوسان می‌کند. اگر جرم نوسانگر ۱۰۰g و بسامد آن ۲Hz باشد، معادلهٔ حرکت این نوسانگر در SI کدام است؟ ($\pi^2 = 10$)



۱) $x = 0/2\cos 4\pi t$

۲) $x = 2\cos 20\pi t$

۳) $x = 0/2\cos 20\pi t$

۴) $x = 2\cos 4\pi t$

تندی نوسانگر در نقطه تعادل را نیز بیابید.

$E = U + K = 0/08 + 0/24 = 0/32\ J$

$E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \rightarrow 0/32 = \frac{1}{2} \times 0/1 \times 16\pi^2 \times A^2$

$A^2 = 0/04 \rightarrow A = 0/2\ m$

$x = A\cos\omega t = 0/2\cos(4\pi t)$

$V_{max} = A\omega = 0/2 \times 4\pi = 0/8\pi\ m/s$

پویش علمی جهاد

شتاب و نیرو در حرکت هماهنگ ساده :

$F=ma$

قانون دوم نیوتون: $F=ma$

قانون هوک : $F=-kx$

$\rightarrow ma=-kx$

$k=m\omega^2$

$\rightarrow ma=-m\omega^2 x$

$\boxed{a=-\omega^2 x}$

$F=ma \rightarrow F=-m\omega^2 x$

$|F_{max}|=m\omega^2 A$

$\boxed{x_{max}=A}$

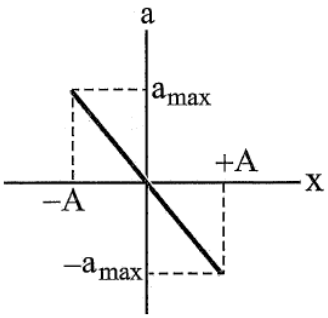
$|a_{max}|=\omega^2 A$

بحث روی علامت و اندازه شتاب و نیروی نوسانگر:

- در $x=0$: $a=0$
- در $x=+A$: $a=-a_{max}$
- در $x=-A$: $a=+a_{max}$
- در $x=\frac{m}{n}A$: $|a|=\frac{m}{n}a_{max}$

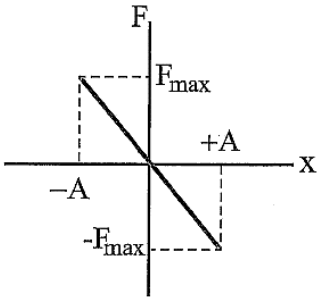
- در $x>0$: $a<0$
- در $x<0$: $a>0$

نمودار شتاب-مکان و نیرو- مکان در حرکت هماهنگ ساده:



$a=-\omega^2 x$

شیب نمودار $=-\omega^2$



$F=-m\omega^2 x$

شیب نمودار $=-m\omega^2$

$a_{max}=A\omega^2$

$V_{max}=A\omega$

$\rightarrow \boxed{\frac{a_{max}}{V_{max}}=\omega}$

۱ جسمی که به فنر سبکی متصل است در یک سطح افقی بدون اصطکاک، بین دو نقطهٔ M و N نوسان می‌کند و در هر ۰/۴ ثانیه ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ سرعت این نوسانگر ۶ m/s باشد، فاصلهٔ MN چند سانتی‌متر است؟ ($\pi = ۳$)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۲ نوسانگر جرم ـ فنر روی سطح افقی بدون اصطکاکی با دامنهٔ ۵cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر جرم وزنه ۴۰۰ گرم و ثابت فنر ۴۰ N/m باشد، نوسانگر با تندی چند سانتی‌متر بر ثانیه از مبدأ تعادل می‌گذرد؟

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۳ نوسانگر ساده‌ای با دامنهٔ ۱۰ سانتی‌متر و دورهٔ ۰/۲ ثانیه در حال نوسان است. اندازهٔ شتاب متوسط نوسانگر بین دو لحظهٔ متوالی که تندی نوسانگر بیشینه است، چند متر بر مجذور ثانیه می‌باشد؟

۱) ۵π ۲) ۱۰π ۳) ۲۰π ۴) صفر

۴ دامنهٔ یک نوسانگر جرم ـ فنر ۴cm است. اگر جرم وزنه ۸۰ گرم و ثابت فنر ۲۰۰ N/m باشد، در لحظه‌ای که مکان نوسانگر ۲cm- است، شتاب نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۷۵ ۳) ۵۰ ۴) ۲۵

۵ گلوله‌ای که به فنری متصل است، در یک سطح افقی بدون اصطکاک، بین دو نقطهٔ M و N نوسان می‌کند و در هر ۰/۴ ثانیه ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ شتاب نوسان ۲۰ m/s² باشد، فاصلهٔ MN چند سانتی‌متر است؟ ($\pi^2 = ۱۰$)

۱) ۲ ۲) $۲\sqrt{۱۰}$ ۳) ۴ ۴) $۴\sqrt{۱۰}$

۶ معادلهٔ شتاب ـ مکان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $a + \frac{\pi^2}{۴}x = ۰$ است. دورهٔ تناوب حرکت چند ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷ معادلهٔ حرکت نوسانگر ساده‌ای در SI به‌صورت $x = ۰/۲\cos(۱۰۰\pi t)$ است. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، پس از شروع حرکت برای اولین بار بزرگی شتاب نوسانگر نصف بیشینهٔ شتاب آن می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۱۵۰}$ ۲) $\frac{۱}{۶۰۰}$ ۳) $\frac{۱}{۳۰۰}$ ۴) $\frac{۱}{۷۵}$

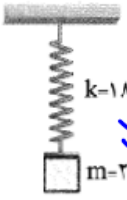
۸ جسمی در حال نوسان با دامنهٔ ۶ سانتی‌متر است. تندی جسم در لحظهٔ عبور از وضع تعادل ۲۴ cm/s است. مقدار شتاب آن در لحظهٔ عبور از دامنهٔ نوسان چند سانتی‌متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) ۹۶ ۲) ۴۸ ۳) ۲۴ ۴) ۱۲

۹ جسمی به جرم ۲۰ گرم حرکت نوسانی ساده با دورهٔ حرکت $\frac{\pi}{۱۰}$ ثانیه دارد. اگر بیش‌ترین سرعت آن ۰/۸ m/s باشد، بیش‌ترین نیروی وارد بر آن چند نیوتون است؟

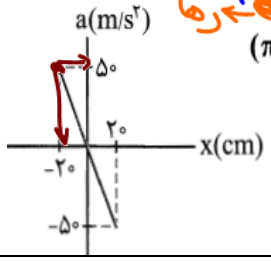
۱) ۱/۶ ۲) ۰/۳۲ ۳) ۰/۸ ۴) ۶/۴

۱۰ در شکل مقابل وزنه به حالت تعادل قرار دارد. اگر آن را ۵cm به آرامی پایین بکشیم و رها کنیم اندازهٔ شتاب وزنه در لحظه‌ای که بعد از رهاشدن ۲cm بالا رفته است، چند متر بر مربع ثانیه است؟



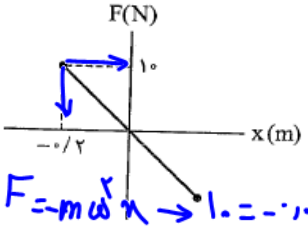
۱) ۲۷ ۲) ۱۸ ۳) ۳۶ ۴) ۹

۱۱ نمودار شتاب ـ مکان نوسانگر ساده‌ای مطابق شکل است. دورهٔ تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟ ($\pi^2 = ۱۰$)



۱) ۰/۲ ۲) ۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۴

۱۲ نمودار نیرو ـ مکان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم ۸۰ g که حول مبدأ مکان نوسان می‌کند، به شکل مقابل است.



حداکثر تکانهٔ این نوسانگر در SI، برابر چند واحد است؟ (نوسانگر بر روی پاره‌خطی به طول ۰/۴ m نوسان می‌کند.)

۱) ۸ ۲) ۰/۸ ۳) ۴ ۴) ۰/۴

۱ جسمی که به فنر سبکی متصل است در یک سطح افقی بدون اصطکاک، بین دو نقطهٔ M و N نوسان می‌کند و در هر ۰/۴ ثانیه ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ سرعت این نوسانگر ۶ m/s باشد، فاصلهٔ MN چند سانتی‌متر است؟ ($\pi = 3$)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

$MN = 2A$ حفظ نوع

$T = \frac{t}{n} = \frac{0.4}{2} = 0.2\,s \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi\ rad/s$

$V_{max} = 6\ m/s$

$V_{max} = A\omega \rightarrow 6 = A \times 10\pi \rightarrow A = \frac{6}{20} = \frac{1}{5} = 0.2\,m \rightarrow d = 2A = 0.4\,m = 40\,cm$ حفظ نوع

۲ نوسانگر جرم ـ فنر روی سطح افقی بدون اصطکاکی با دامنهٔ 5cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر جرم وزنه ۴۰۰ گرم و ثابت فنر ۴۰ N/m باشد، نوسانگر با تندی چند سانتی‌متر بر ثانیه از مبدأ تعادل می‌گذرد؟

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

$A = 5\,cm$

$m = 400\,g$

$K = 40\,N/m$

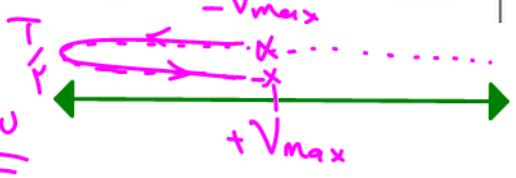
$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{40}{0.4}} = 10\,rad/s$

$K = m\omega^2$ یا

$V_{max} = A\omega = 5\,cm \times 10 = 50\,cm/s$

۳ نوسانگر ساده‌ای با دامنهٔ ۱۰ سانتی‌متر و دورهٔ ۰/۲ ثانیه در حال نوسان است. اندازهٔ شتاب متوسط نوسانگر بین دو لحظهٔ متوالی که تندی نوسانگر بیشینه است، چند متر بر مجذور ثانیه می‌باشد؟

۱) 5π ۲) 10π ۳) 20π ۴) صفر



$A = 10\,cm$

$T = 0.2\,s$

$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{2V_{max}}{T/2} = \frac{2 \times A\omega}{T/2} = \frac{4A\omega}{T}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi$

$a_{av} = \frac{4 \times 0.1 \times 10\pi}{0.2} = 20\pi\ m/s^2$

۴ دامنهٔ یک نوسانگر جرم ـ فنر ۴cm است. اگر جرم وزنه ۸۰ گرم و ثابت فنر ۲۰۰ N/m باشد، در لحظه‌ای که مکان نوسانگر ۲cm- است، شتاب نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۷۵ ۳) ۵۰ ✓ ۴) ۲۵

x k m $a=?$

$A=۴\,cm$

$a=-\omega^۲x$

$k=m\omega^۲ \rightarrow ۲۰۰=\frac{۸۰}{۱۰۰۰}\times\omega^۲ \rightarrow \omega^۲=۲۵۰۰$

$\omega=۵۰\ rad/s$

$a=-۲۵۰۰\left(-\frac{۲}{۱۰۰}\right)$

$a=۵۰\ m/s^۲$

۵ گلوله‌ای که به فنری متصل است، در یک سطح افقی بدون اصطکاک، بین دو نقطهٔ M و N نوسان می‌کند و در هر ۰/۴ ثانیه ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ شتاب نوسان ۲۰ m/s² باشد، فاصلهٔ MN چند سانتی‌متر است؟ ($\pi^۲=۱۰$)

۱) ۲ ✓ ۲) $۲\sqrt{۱۰}$ ۳) ۴ ۴) $۴\sqrt{۱۰}$

$۲A=?$

$T=\frac{t}{n}=\frac{۰/۴}{۲}=۰/۲\,s$

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

$a_{max}=۲۰$

$A\omega^۲=۲۰$

$A\times(۱۰\pi)^۲=۲۰$

$A\times۱۰۰\pi^۲=۲۰ \rightarrow A=۰/۰۲\,m=۲\,cm$

۶ معادلهٔ شتاب ـ مکان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $a+\frac{\pi^۲}{۴}x=۰$ است. دورهٔ تناوب حرکت چند ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴ ✓

$a=-\frac{\pi^۲}{۴}x$ و $a=-\omega^۲x$ (از مقایسه) $\rightarrow \omega^۲=\frac{\pi^۲}{۴} \rightarrow \omega=\frac{\pi}{۲}$

$\frac{۲\pi}{T}=\frac{\pi}{۲}$

$T=۴\,s$

۷ معادلهٔ حرکت نوسانگر ساده‌ای در SI به‌صورت $x = 0/2\cos(100\pi t)$ است. در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، پس از شروع حرکت برای اولین بار بزرگی شتاب نوسانگر نصف بیشینهٔ شتاب آن می‌شود؟

۱) $\frac{1}{150}$ ۲) $\frac{1}{600}$ ۳) $\frac{1}{300}$ ✓ ۴) $\frac{1}{75}$

$|a| = \frac{1}{2}a_{max} \rightarrow \omega^2 x = \frac{1}{2}A\omega^2 \rightarrow x = \frac{1}{2}A \rightarrow t = T/6$

$\omega = 100\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 0/02\,s \rightarrow t = \frac{0/02}{6} = \frac{2}{600} = \frac{1}{300}$

۸ جسمی در حال نوسان با دامنهٔ ۶ سانتی‌متر است. تندی جسم در لحظهٔ عبور از وضع تعادل $24\,cm/s$ است. مقدار شتاب آن در لحظهٔ عبور از دامنهٔ نوسان چند سانتی‌متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) ۹۶ ۲) ۴۸ ۳) ۲۴ ۴) ۱۲

$V_{max} = 24\ cm/s$, $a_{max} = ?$

$A = 6\ cm$ $\quad V_{max} = A\omega \rightarrow 24 = 6\times\omega \rightarrow \omega = 4\ rad/s$

$a_{max} = A\omega^2 = 6\times(4)^2 = 6\times16 = 96\ cm/s^2$

یا $\frac{a_m}{V_m} = \omega \rightarrow \frac{a_m}{24} = 4 \rightarrow a_{max} = 96\ \frac{cm}{s^2}$

۹ جسمی به جرم ۲۰ گرم حرکت نوسانی ساده با دورهٔ حرکت $\frac{\pi}{10}$ ثانیه دارد. اگر بیش‌ترین سرعت آن $0/8\,m/s$ باشد، بیش‌ترین نیروی وارد بر آن چند نیوتون است؟

۱) ۱/۶ ۲) ۰/۳۲ ✓ ۳) ۰/۸ ۴) ۶/۴

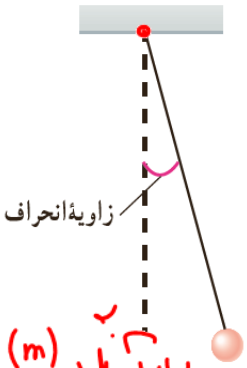
$m = 20\ g$, $T = \frac{\pi}{10}$, $V_m = 0/8$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\pi/10} = 20\ rad/s$

$\frac{a_m}{V_m} = \omega \rightarrow \frac{a_m}{0/8} = 20 \rightarrow a_m = 16\ m/s^2$

$F_{max} = ?$ $\quad F_{max} = m\,a_{max} = \frac{20}{1000}\times16 = 0/32\ N$

آونگ ساده : آونگ ساده شامل وزنهٔ کوچکی به جرم m (موسوم به وزنهٔ آونگ) است که از نخی بدون جرم و کش‌نیامدنی به طول L که سر دیگر آن ثابت شده، آویزان است



اگر زاویهٔ انحراف آونگ از وضع تعادل کوچک باشد، آونگ حرکت هماهنگ ساده خواهد داشت

دورهٔ تناوب آونگ ساده فقط به شتاب گرانشی (g) و طول آونگ (L) بستگی دارد،

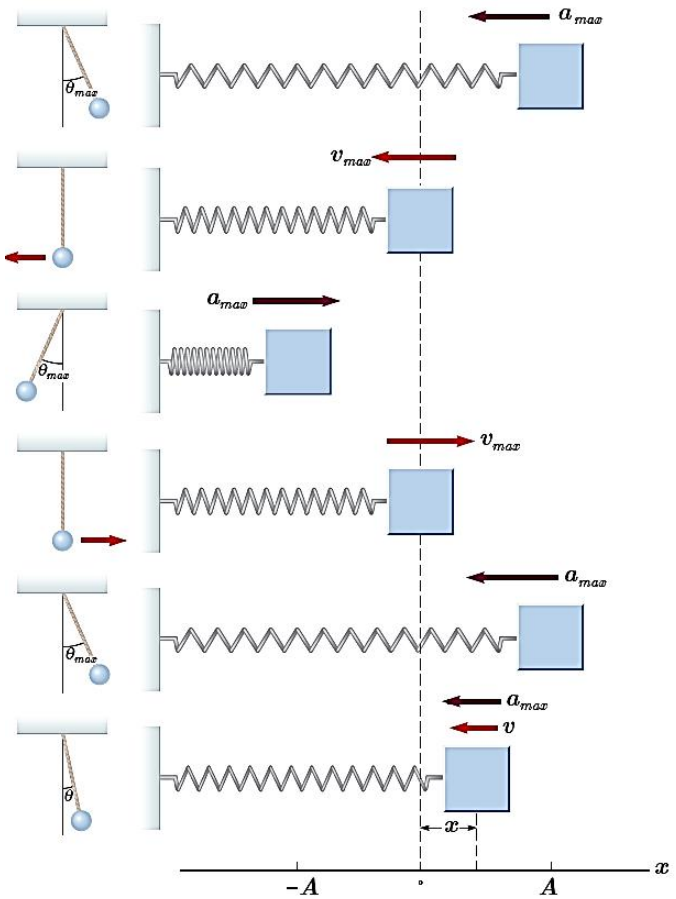
و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید :

این رابطه نشان می‌دهد که دورهٔ تناوب آونگ ساده به جرم و دامنهٔ آن بستگی ندارد.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \qquad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}} \qquad \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

بستگی دورهٔ تناوب آونگ به شتاب گرانشی، روش دقیقی را برای تعیین g به‌دست می‌دهد.

اگر آونگی از استوا به قطب منتقل شود ....



۱ آونگ ساده‌ای به طول l با دامنه‌ی کم نوسان می‌کند. اگر طول آونگ را به اندازه‌ی $\frac{۳}{۴}l$ کوتاه کنیم، دوره‌ی تناوب آونگ چند درصد کاهش می‌یابد؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۲ نخی به طول $۸۰\,cm$ را به دو قسمت تقسیم کرده و با هر قسمت، یک آونگ ساده می‌سازیم. اگر دوره‌ی یکی از آونگ‌ها دو برابر دوره‌ی دیگری باشد، طول آونگ کوتاه‌تر چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۶ ۲) ۲۰ ۳) $\frac{۸۰}{۳}$ ۴) ۶۴

۳ معادله‌ی حرکت یک آونگ ساده در SI، به‌صورت $x = ۰/۰۲\sin \pi t$ است. اگر طول آونگ را به $\frac{۱}{۴}$ طول اولیه‌اش برسانیم، معادله‌ی حرکت هماهنگ ساده‌ی آن با همان دامنه در SI، کدام خواهد بود؟

۱) $x = ۰/۰۲\sin \frac{\pi}{۴}t$ ۲) $x = ۰/۰۲\sin \frac{\pi}{۲}t$ ۳) $x = ۰/۰۲\sin ۲\pi t$ ۴) $x = ۰/۰۲\sin ۴\pi t$

۴ آونگ ساده‌ای به طول $۸۰\,cm$ با دامنهٔ کم در حال نوسان است. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا دورهٔ نوسان آن نصف شود؟

۱) ۶۰ سانتی‌متر کاهش دهیم. ۲) ۶۰ سانتی‌متر افزایش دهیم.
۳) ۲۰ سانتی‌متر کاهش دهیم. ۴) ۲۰ سانتی‌متر افزایش دهیم.

۵ اگر یک آونگ را در ارتفاع $h = R$ (R شعاع کره‌ی زمین است) از سطح زمین به نوسان درآوریم، دوره‌ی آن نسبت به حالتی که در سطح زمین نوسان می‌کند، چند برابر خواهد شد؟

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

۶ آونگی را به سقف آسانسوری آویخته‌ایم. وقتی که آسانسور ساکن است، دوره‌اش T است. اگر آسانسور با شتاب $\frac{g}{۲}$ رو به پایین حرکت کند، دوره‌ی آن چند T می‌شود؟

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

۷ تفاوت طول دو آونگ A و B برابر ۱۹ سانتی‌متر و زمان ۹ نوسان آونگ A برابر زمان ۱۰ نوسان آونگ B است طول آونگ A چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۷۱ ۳) ۱۵۲ ۴) ۸۱

۸ دو آونگ ساده A و B را همزمان با دامنه کم به نوسان درمی‌آوریم. پس از گذشت ۲دقیقه و ۲۴ ثانیه آونگ B ده نوسان کامل از آونگ A جلو می‌افتد. اگر زمان نوسان کامل آونگ A برابر ۱/۸ ثانیه باشد دوره‌ی آونگ B چند ثانیه است؟

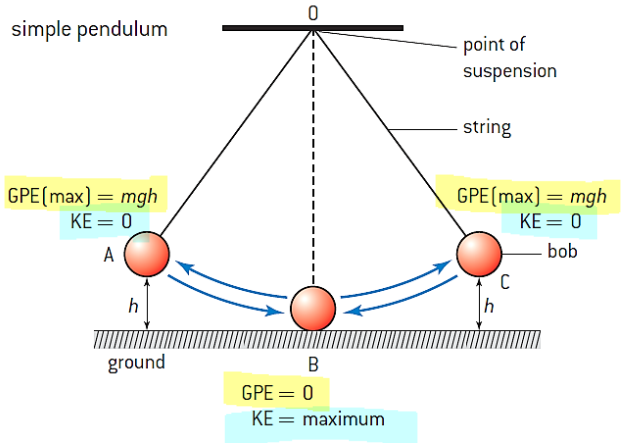
۱) ۱/۲ ۲) ۱/۴ ۳) ۱/۶ ۴) ۲

۹ دورهٔ تناوب یک ساعت دیواری آونگ‌دار برابر ۲s است. اگر طول آونگ این ساعت را ۱۹ درصد کاهش دهیم، در مدت ۶۰ دقیقه، ساعت چه تغییری می‌کند؟

۱) ۴۰۰s جلو می‌افتد. ۲) ۴۰۰s عقب می‌افتد. ۳) ۲۰۰s جلو می‌افتد. ۴) ۲۰۰s عقب می‌افتد.

۱۰ نخی به طول l را به سه قسمت تقسیم کرده و با آن‌ها سه آونگ با دوره‌های T، $۲T$ و $۳T$ می‌سازیم. اگر طول آونگ وسطی برابر با $۴۰\,cm$ باشد، طول نخ اولیه (l) چند سانتی‌متر بوده است؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۴۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۲۸۰



$L_2 = \frac{1}{4} L_1$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} \rightarrow T_2 = \frac{1}{2} T_1$

۱	آونگ ساده‌ای به طول l با دامنه‌ی کم نوسان می‌کند. اگر طول آونگ را به اندازه‌ی $\frac{3}{4} l$ کوتاه کنیم، دوره‌ی تناوب آونگ چند درصد کاهش می‌یابد؟ ۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵
۲	نخی به طول ۸۰ cm را به دو قسمت تقسیم کرده و با هر قسمت، یک آونگ ساده می‌سازیم. اگر دوره‌ی یکی از آونگ‌ها دو برابر دوره‌ی دیگری باشد، طول آونگ کوتاه‌تر چند سانتی‌متر است؟ ۱) ۱۶ ۲) ۲۰ ۳) $\frac{80}{3}$ ۴) ۶۴

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

۸۰ cm

$L_1 + 4L_1 = 80$

$5L_1 = 80$

$L_1 = 16\,cm$

$L_2 = 4L_1$

$T \propto \sqrt{L}$

$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \rightarrow 2 = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

$\frac{L_2}{L_1} = 4$

۱۰	نخی به طول l را به سه قسمت تقسیم کرده و با آن‌ها سه آونگ با دوره‌های T، $2T$ و $3T$ می‌سازیم. اگر طول آونگ وسطی برابر با ۴۰ cm باشد، طول نخ اولیه (l) چند سانتی‌متر بوده است؟ ۱) ۹۰ ۲) ۱۴۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۲۸۰

$L = ?$

$L_1 + 4L_1 + 9L_1 = L \rightarrow 14L_1 = L$

$T \quad 2T \quad 3T$

$L_1 \quad 4L_1 \quad 9L_1$

$4L_1 = 40$

$L_1 = 10\,cm$

$L = 140\,cm$

$T \propto \sqrt{L}$

$\times 2 \rightarrow \times 4$

$\times 3 \rightarrow \times 9$

$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ (آونگ) $\xrightarrow{\times 2}$ $\omega \to \frac{1}{4}$

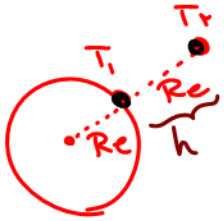
$\omega = \pi \longrightarrow \omega' = 2\omega = 2\pi$

۳	معادله‌ی حرکت یک آونگ ساده در SI، به‌صورت $x = 0/02\sin \pi t$ است. اگر طول آونگ را به $\frac{1}{4}$ طول اولیه‌اش برسانیم، معادله‌ی حرکت هماهنگ ساده‌ی آن با همان دامنه در SI، کدام خواهد بود؟ ۱) $x = 0/02\sin \frac{\pi}{4}t$ ۲) $x = 0/02\sin \frac{\pi}{2}t$ ۳) $x = 0/02\sin 2\pi t$ ۴) $x = 0/02\sin 4\pi t$
۴	آونگ ساده‌ای به طول ۸۰cm با دامنهٔ کم در حال نوسان است. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا دورهٔ نوسان آن نصف شود؟ ۱) ۶۰ سانتی‌متر کاهش دهیم. ۲) ۶۰ سانتی‌متر افزایش دهیم. ۳) ۲۰ سانتی‌متر کاهش دهیم. ۴) ۲۰ سانتی‌متر افزایش دهیم.

$L = 80\ cm$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad T \propto \sqrt{L} \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \rightarrow \frac{\frac{1}{2}T_1}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{1}{4}$

$L_2 = \frac{1}{4}L_1 = \frac{1}{4} \times 80 = 20\ cm \longrightarrow \Delta L = 60\ cm$ کاهش



$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} = \sqrt{\frac{G\frac{M_e}{R_e^2}}{G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}}} = \sqrt{\frac{(R_e+h)^2}{R_e^2}} = \frac{R_e+h}{R_e} = \frac{R_e}{R_e} =$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ $\times 4$ $\times \frac{1}{2}$

۵	اگر یک آونگ را در ارتفاع $h = R$ (R شعاع کره‌ی زمین است) از سطح زمین به نوسان درآوریم، دوره‌ی آن نسبت به حالتی که در سطح زمین نوسان می‌کند، چند برابر خواهد شد؟ ۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴
۶	آونگی را به سقف آسانسوری آویخته‌ایم. وقتی که آسانسور ساکن است، دوره‌اش T است. اگر آسانسور با شتاب $\frac{g}{2}$ رو به پایین حرکت کند، دوره‌ی آن چند T می‌شود؟ ۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۲

آسانسور ساکن $g_1 = g$

حرکت $g_2 = g \pm a \rightarrow g_2 = g - \frac{g}{2} = \frac{g}{2}$

$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{g}{\frac{g}{2}}} = \sqrt{2}$

$L_A - L_B = 19\,cm$

$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \rightarrow \frac{10}{9} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{100}{81} \rightarrow L_B = \%81\, L_A$

$L_A - \%81\, L_A = 19$

$\%19\, L_A = 19 \rightarrow L_A = 100\,cm$

$t_A = t_B \quad (T = t/n)$

$n_A T_A = n_B T_B$

$9 \times T_A = 10 \times T_B \rightarrow T_B < T_A \xrightarrow{T \propto \sqrt{L}} L_B < L_A$

۷	تفاوت طول دو آونگ A و B برابر ۱۹ سانتی‌متر و زمان ۹ نوسان آونگ A برابر زمان ۱۰ نوسان آونگ B است طول آونگ A چند سانتی‌متر است؟ ۱) ۱۰۰ ۲) ۱۷۱ ۳) ۱۵۲ ۴) ۸۱
۸	دو آونگ ساده A و B را همزمان با دامنه کم به نوسان درمی‌آوریم. پس از گذشت ۲دقیقه و ۲۴ ثانیه آونگ B ده نوسان کامل از آونگ A جلو می‌افتد. اگر زمان نوسان کامل آونگ A برابر ۱/۸ ثانیه باشد دوره‌ی آونگ B چند ثانیه است؟ ۱) ۱/۲ ۲) ۱/۴ ۳) ۱/۶ ۴) ۲

$t = 2 \times 60 + 24 = 144\,s$

$n_B = 10 + n_A$

آونگ B آرام‌تر است $\rightarrow T_B < T_A$

$T = t/n \rightarrow n = t/T$

$T_A = 1{,}8\,s$

$T_B = ?$

$\frac{t}{T_B} = 10 + \frac{t}{T_A} \rightarrow \frac{144}{T_B} = 10 + \frac{144}{1{,}8} \rightarrow T_B = 1{,}6\,s$

تشدید:

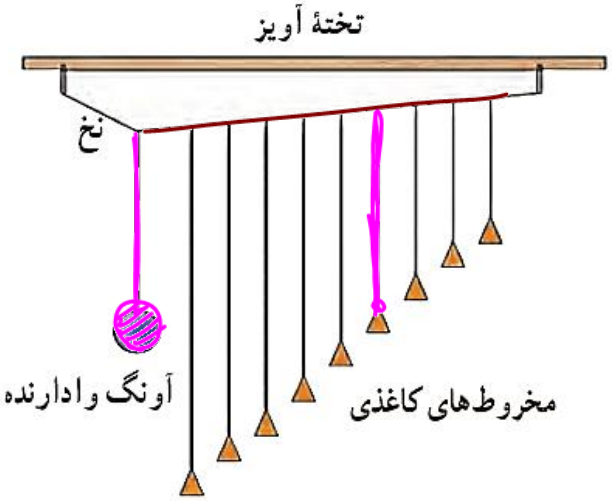
بسامد طبیعی: اگر یک نوسانگر را از وضع تعادل خارج و رها کنیم ،با بسامدی مشخص (که وابسته به ساختمان نوسانگر است) شروع به نوسان طبیعی می کند که به آن بسامد طبیعی گویند.

نوسان واداشته: اگر نوسانگر با اعمال نیروی خارجی تناوبی شروع به نوسان کند به آن نوسان واداشته گویند که بسامدش را نیروی خارجی تعیین می کند.

نوسان میرا: اگر به نوسانگر نیروهای اتلافی وارد شود دامنه آن رفته رفته کاهش می یابد که به این پدیده میرایی گویند.

شرط تشدید (رزونانس): اگر بسامد نیروی محرک خارجی برابر با بسامد طبیعی نوسانگر باشد ،دامنه نوسانات رفته رفته افزایش یافته و به حداکثر خود می رسد و تشدید رخ می دهد. در این حالت انرژی تلف شده برابر با انرژی است که عامل خارجی به نوسانگر می دهد.

آونگ های بارتون: با به نوسان درآوردن آونگ وادارنده و انتقال نوسان از طریق نخ بالا به سایر آونگها، همه آونگها نوسان می کنند ولی آونگی که ساختمانی مشابه (طولی برابر) دارد به تشدید در می آید.

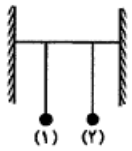


در پی زمین‌لرزهٔ عظیمی (به بزرگی ۸/۱ در مقیاس ریشتر) که در ساحل غربی مکزیک در سال ۱۹۸۵ اتفاق افتاد ساختمان‌های نیمه‌بلند فرو ریختند، ولی ساختمان‌های کوتاه‌تر و بلندتر پابرجا ماندند. علت این پدیده را توضیح دهید.

۱ در صورتی یک نوسانگر هماهنگ ساده به تشدید درمی‌آید که بسامد نوسان‌های واداشتهٔ آن ..... بسامد طبیعی آن ..... .

۱) بیشتر از، باشد ۲) کم‌تر از، باشد ۳) برابر با، باشد ۴) برابر با، نباشد

۲ مطابق شکل زیر، دو آونگ هم‌جرم با طول‌های یکسان از یک طناب افقی آویزان شده‌اند. اگر آونگ شماره‌ی (۱) را کمی از وضع تعادل خارج و آن‌را رها سازیم، کدام گزینه در مورد آونگ شماره‌ی (۲) صحیح است؟



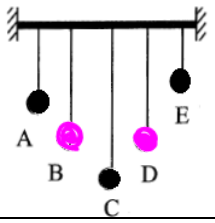
۱) با بسامدی کم‌تر از بسامد نوسان آونگ شماره‌ی (۱) شروع به نوسان می‌کند.

۲) بسامد نوسان آن ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۳) با بسامدی برابر با بسامد نوسان آونگ شماره‌ی (۱) شروع به نوسان می‌کند.

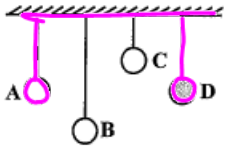
۴) ساکن می‌ماند.

۳ مطابق شکل زیر، از یک میلهٔ افقی، آونگ‌های ساده‌ای با جرم‌های یک‌سان می‌آویزیم. اگر آونگ **B** را از وضع تعادل خارج و رها کنیم، کدام آونگ پس از مدت طولانی‌تری می‌ایستد؟



۱) **A** ۲) **C** ۳) **D** ۴) **E**

۴ آونگ‌های **A**، **B**، **C** و **D** مطابق شکل از سقف آویزان شده‌اند. جنس گلوله‌های **A**، **B** و **C** از چوب ولی گلولهٔ **D** از فولاد است و **A** و **D** هم طول هستند. اگر آونگ **A** به‌طور منظم نوسان کند، کدام گزینه درست است؟



۱) بقیهٔ آونگ‌ها نیز با بسامد آونگ **A** نوسان می‌کنند.

۲) فقط آونگ **C** با بسامد آونگ **A** نوسان می‌کند.

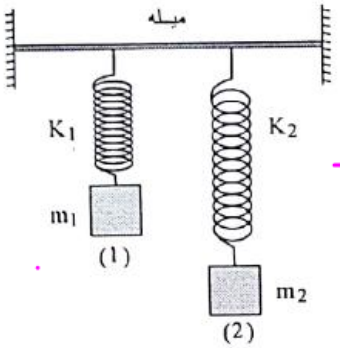
۳) آونگ **B** با بسامد بیشتر از آونگ **A** نوسان می‌کند.

۴) فقط آونگ **D** با بسامد آونگ **A** نوسان می‌کند.

۵ آونگ سادهٔ **A**، **B**، **C** و **D** که طول آنها به‌ترتیب ۱m، ۲/۵m، ۳/۵m و ۶/۲m است از میله‌ای افقی آویزان‌اند. اگر بسامد زاویه‌ای آونگ وادارنده ۲rad/s باشد، با نوسان این آونگ، کدام یک از آونگ‌ها به شدت به نوسان در می‌آید؟ ($g = 10 m/s^2$)

۱) **A** ۲) **B** ۳) **C** ۴) **D**

۶ در شکل مقابل دو فنر به یک میله با قابلیت ارتجاعی متصل شده‌اند. اگر فنر (۱) را کشیده و رها کنیم به ازای کدام گزینه بیشینهٔ دامنهٔ نوسان در دستگاه (۲) ایجاد خواهد شد؟



$K_1 = 200 \frac{N}{m}$ ، $K_2 = 50 \frac{N}{m}$

۱) $m_1 = 2m_2$ ۲) $m_1 = 4m_2$ ۳) $m_1 = \sqrt{2}m_2$ ۴) $m_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}m_2$

۷ طول تعدادی آونگ ساده که از ریسمان افقی کشیده‌ای آویزان هستند، در جدول مقابل مشخص شده است. در یک بازهٔ زمانی ریسمان افقی دستخوش نوسان‌هایی افقی با بسامد زاویه‌ای در گسترهٔ ۳ rad/s تا ۴ rad/s می‌شود. در این بازه، کدام آونگ‌ها به تشدید درمی‌آیند؟ ($g = 10 m/s^2$)

نام آونگ	A	B	C	D	E
طول (cm)	۴۰	۶۰	۸۰	۱۲۰	۱۶۰

۱) آونگ‌های D و E ۲) آونگ‌های C، B و A ۳) آونگ A و B ۴) فقط آونگ C

۸ بین حرکات نوسانگر هماهنگ سادهٔ جرم - فنری و حرکات آونگ سادهٔ کم‌دامنه‌ای تشدید رخ داده است. در صورتی که طول آونگ را نصف کنیم، ثابت فنر نوسانگر هماهنگ ساده را چند برابر کنیم تا دوباره بین حرکات آن‌ها تشدید رخ دهد؟

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