نوسان و امواج

درباره این فصل

مهم‌ترین فصل فیزیک کنکور در کتاب جت درسنامه‌ای ۱۶ و نیم صفحه‌ای (دارای ۱۳۹ پرسش مشابه کنکور) و ۱۷۷ تست جت و ۶۳ تست جت پلاس (مجموعا ۲۴۰ تست) دارد.
این فصل دارای بخش‌های کلی نوسان، امواج مکانیکی، امواج الکترومغناطیسی، امواج صوتی، بازتاب موج و شکست موج است و ۱۷٪ کنکور را به خودش اختصاص می‌دهد.
در این فصل من تمام سوالات نوسان و امواج را در بستر تناسب ثانیه زاویه حل می‌کنم و فرمول‌های کتاب را کاملا به صورت مفهومی فرا خواهید گرفت. توصیه می‌کنم حتی اگر با روش‌های فرمولی نوسان را یاد گرفته‌اید، حتما این فصل را با من فرا بگیرید تا سرعت و درک خود را افزایش بدهید.

تعداد تست این فصل در کنکور: ۵ تست

تعداد جلسات جت: ۳ جلسه

پیش بینی کنکور: یک تست نوسان را از قسمت سرعت و تندی یا انرژی پیش بینی می‌کنم. یک تست موج مکانیکی که سرعت آن مستقیم داده نمی‌شود و از نیرو محاسبه می‌شود. یک تست موج صوتی از بل و دسی بل، یک تست بازتاب دو آینه‌ای و یک تست شکست موج احتمالا سه محیطی را پیش‌بینی می‌کنم.

درسنامه نوسان

غیردوره‌ای: قیمت دلار، ضربان قلب نامنظم (آریتمی)

نوسان

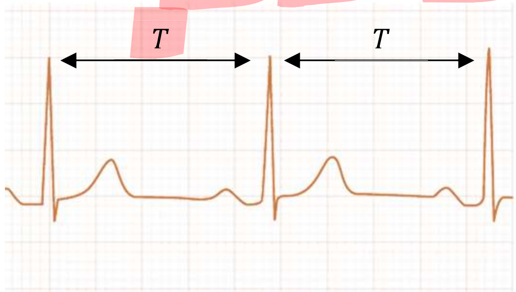
غیرهماهنگ ساده: ضربان قلب منظم

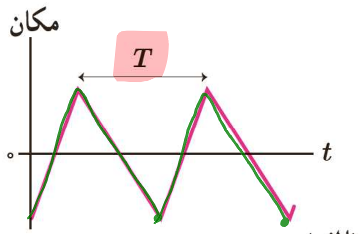
دوره‌ای

هماهنگ ساده: وزنه فنر، آونگ

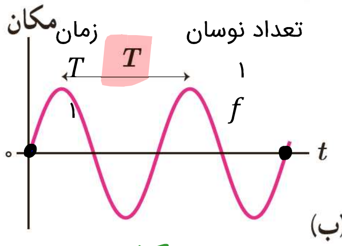
چرخه نوسان: در نوسان‌های دوره‌ای نقش‌هایی را که به طور منظم دقیقاً تکرار می‌شوند را چرخه (سیکل) نوسان می‌گوییم.

دوره تناب: و مدت زمان یک چرخه را دوره تناوب حرکت می‌گوییم و با حرف T نشان می‌دهیم.





(الف)



(ب)

زمان	تعداد نوسان
T	۱
۱	f

تعداد چرخه

بسامد

چند ثانیه

۱ ثانیه

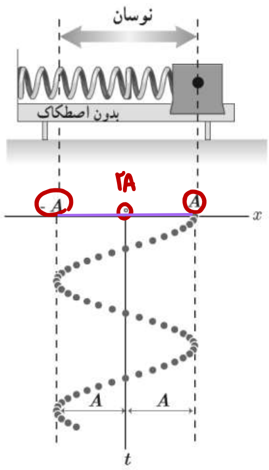
۱ چرخه

چند چرخه

بسامد: تعداد نوسان‌های انجام شده در هر ثانیه را بسامد (فرکانس) می‌نامیم و با f نشان می‌دهیم. یکای بسامد در SI هرتز (Hz) است که بر حسب یکاهای اصلی معادل $\frac{1}{s}$ (S^{-1}) است.

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

حرکت هماهنگ ساده (SHM)



اگر به یک نوسانگر وزنه – فنر توجه کنیم که در آن یک جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک به یک فنر بسته شده و چند سانتی‌متر A کشیده شده و رها شده است. می‌بینیم که حرکت آن بین مکان $+A$ و $-A$ به صورت رفت و برگشتی است، یعنی از یک الگوی سینوسی تبعیت می‌کند (به صورت کلی به همه تابع‌های سینوسی و کسینوسی، تابع سینوسی می‌گوییم.)

طول پاره‌خط = ۲A

در ۱ ثانیه اینقدر زاویه

$\theta = \omega . t$

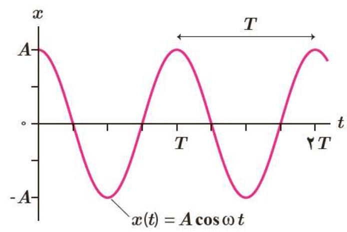
$\Delta x = v . t$

اگر بخواهیم یک معادله برای این حرکت ارائه دهیم، به فرض اینکه حرکت از $+A$ شروع شود، معادله $x = A\cos\theta$ را می‌توان ارائه داد.

$x = A\cos\omega t$

$\pi \times 3$

در تناسب روبرو ω یا بسامد زاویه‌ای، زاویه‌ای است که متحرک در مدت ۱ ثانیه می‌پیماید، بنابراین می‌شود گفت که $\theta = \omega . t$ و معادله حرکت نوسانی به صورت $x = A\cos\omega t$ بازنویسی شود.



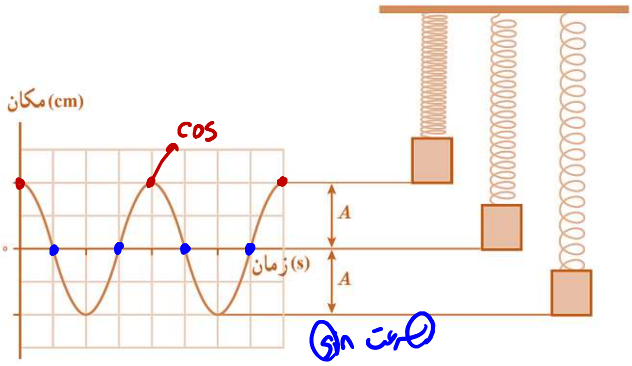
ثانیه	زاویه
T	2π
۱	ω

$\omega \rightarrow \frac{2\pi}{T}$

$\omega \rightarrow 2\pi \times f$

بسامد زاویه‌ای: کمیتی فرعی و نرده‌ای که یکای آن در SI، $\frac{rad}{s}$ است و از رابطه‌ی $\frac{2\pi}{T}$ یا $2\pi f$ به دست می‌آید و با ضرب کردن آن در t، زاویه به دست می‌آید.

دامنه حرکت: در یک حرکت نوسانی، جسم همواره بین $+A$ و $-A$ نوسان می‌کند که به A دامنه می‌گوییم. توجه کنید طول پاره خطی که جسم روی آن در حال نوسان است $2A$ می‌شود.

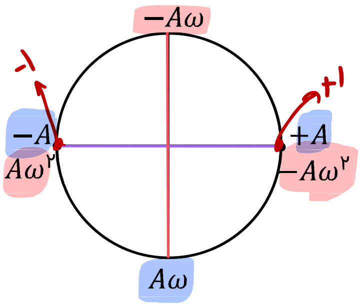


وقتی که مکان به حداکثر مقدار خود می‌رسد ($+A$ و $-A$) جسم متوقف می‌شود، یعنی سرعت به حداقل مقدار خود می‌رسد ($V=0$) و وقتی که جسم به مکان صفر می‌رسد، سرعت به حداکثر مقدار خود می‌رسد ($+V$ و $-V$). این رابطه بین مکان و سرعت یادآور رابطه cos و sin است که همیشه وقتی یکی از آنها صفر است، آن یکی $+1$ یا -1 است. پس می‌شود حدس زد که تابع سرعت یک تابع سینوسی است اما می‌خواهیم با مشتق‌گیری از این حدس مطمئن شویم:

$$x = A\cos\omega t \longrightarrow V = -A\omega\sin\omega t \longrightarrow a = -A\omega^2\cos\omega t$$

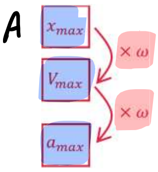
$\cos \rightarrow -\sin$

$\sin \rightarrow \cos$



پس فهمیدیم که مکان و شتاب هر دو کوسینوسی هستند و سرعت تابعی سینوسی است. به علاوه حداکثر مقدار مکان A، حداکثر مقدار سرعت $A\omega$ و حداکثر مقدار شتاب $A\omega^2$ است.

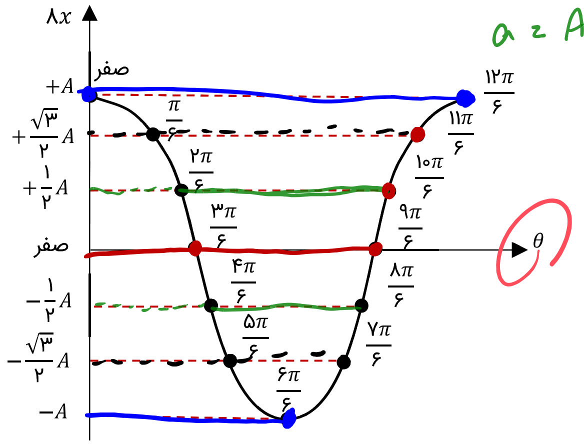
نکته: بیشترین مقدار مکان را دامنه یا A می‌نامیم که اگر در ω (بسامد زاویه‌ای) ضرب شود، بیشترین مقدار سرعت به دست می‌آید ($A\omega$) و اگر دوباره در ω ضرب شود، بیشترین مقدار شتاب ($A\omega^2$) به دست می‌آید.



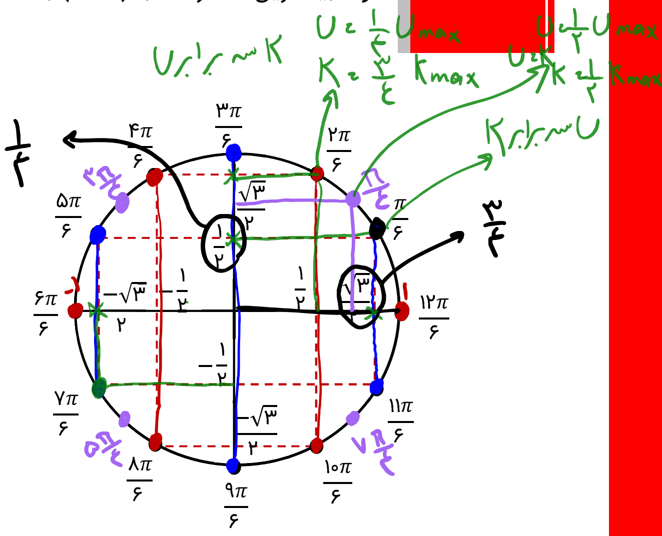
$x = A$

$V = A\omega$

$a = A\omega^2$



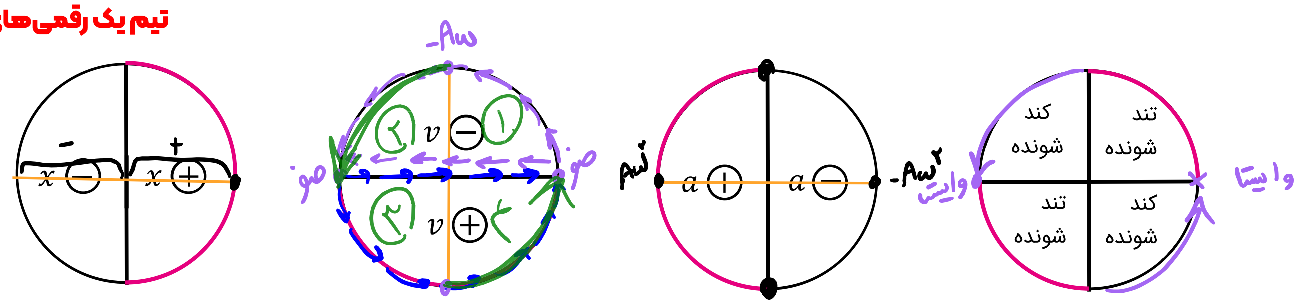
نمودار نوسان (زاویه ـ مکان)

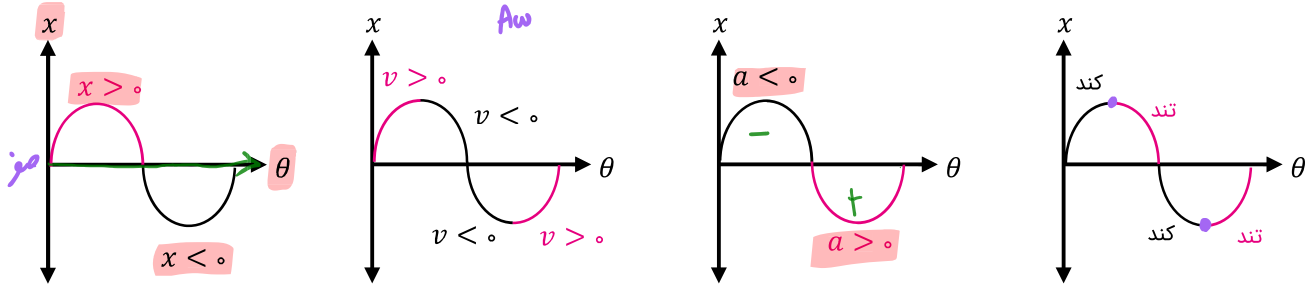


دایره‌ی نوسان (زاویه ـ مکان)

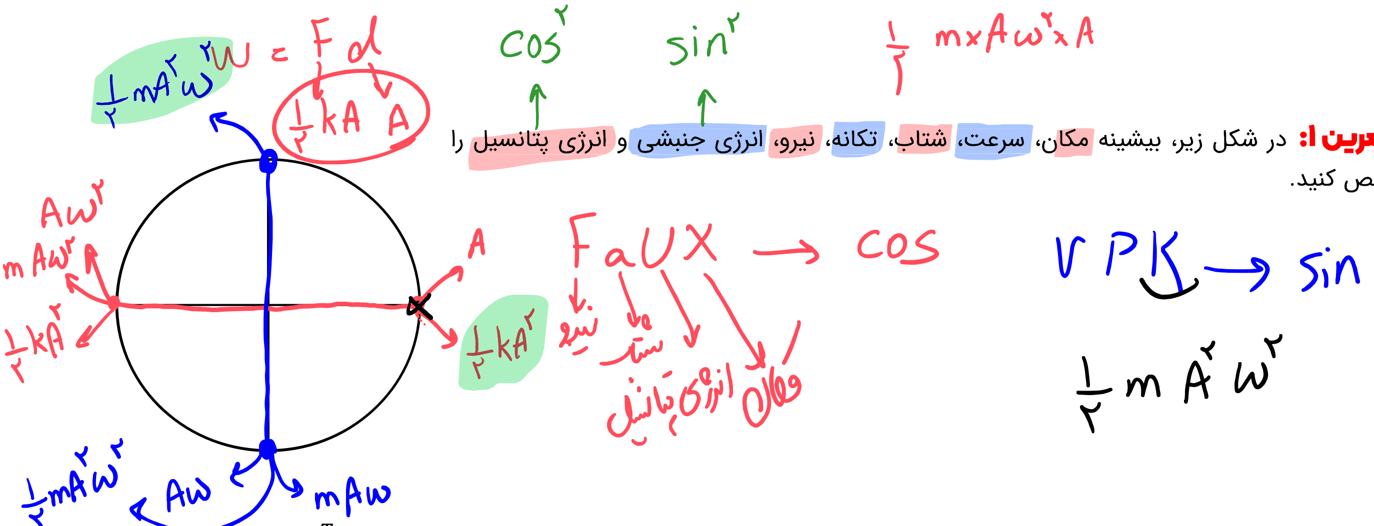
cos

نکته: اگر جسم در زوایای $\frac{\pi}{4}$، $\frac{3\pi}{4}$، $\frac{5\pi}{4}$ و $\frac{7\pi}{4}$ باشد، مکان $\frac{\sqrt{2}}{2}A$ می‌شود و مکان در زوایای ۳۷ و ۵۳ درجه نیز $0/8A$ و $0/6A$ است.

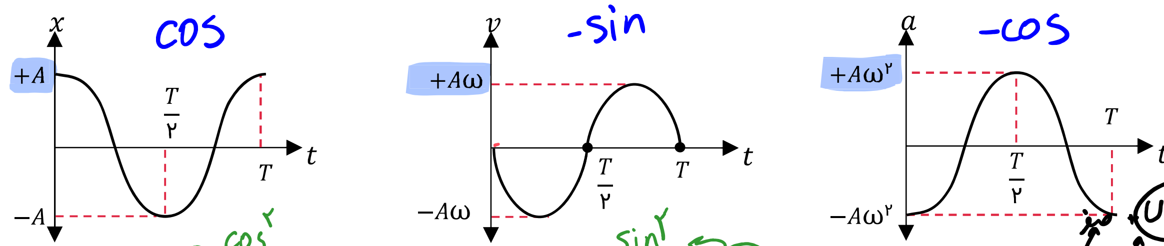


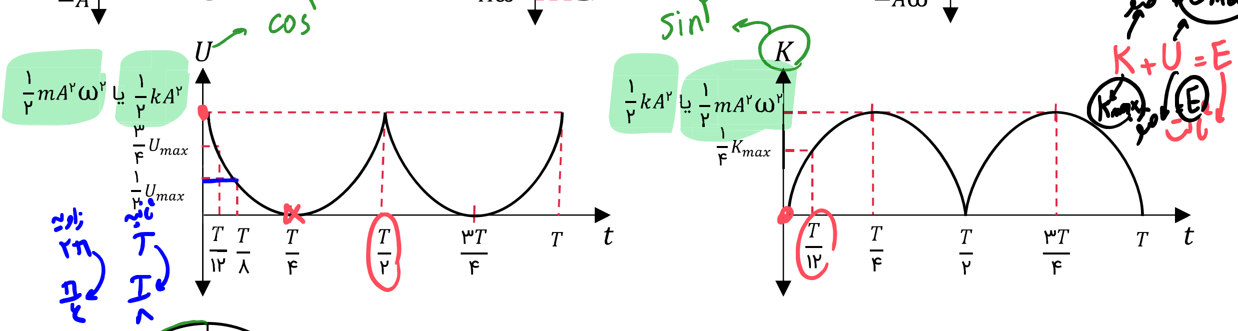


تمرین ۱: در شکل زیر، بیشینه مکان، سرعت، شتاب، تکانه، نیرو، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل را مشخص کنید.

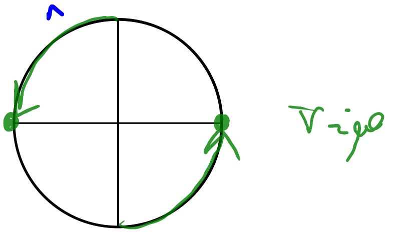


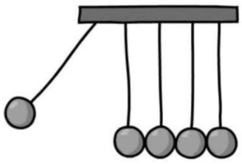
نکته: از min و max انرژی‌های جنبشی و پتانسیل پیداست که دوره تناوب توابع K و U، برخلاف سایر توابع $\frac{T}{2}$ است (برای بقیه T است.)





تمرین ۲: مشخص کنید که در چه زوایایی حرکت متحرک تند شونده یا کند شونده است؟

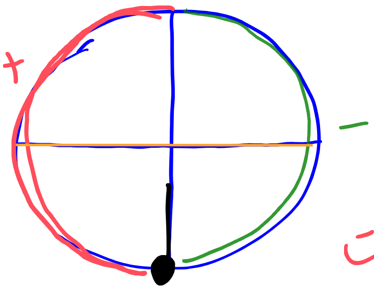




تمرین ۳: در حرکت یک نوسانگر ساده، زمانی که شتاب از مثبت به منفی تغییر علامت می‌دهد:

الف) مقدار شتاب چقدر است؟ صفر

ب) مکان جسم کدام است؟ صفر

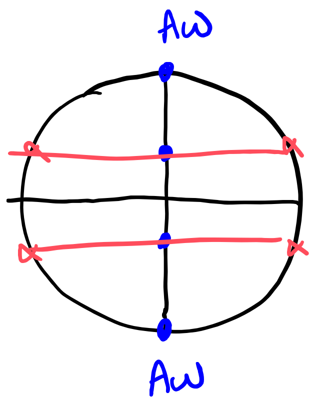


سرعت

پ) حرکت در جهت محور x است یا در خلاف جهت آن؟ + درجهت

$E = K + \cancel{U}$ صفر

ت) انرژی مکانیکی چند برابر انرژی جنبشی است؟ برابر



$A\omega$

$A\omega$

تندی $\frac{1}{3}$

تمرین ۴: در یک دوره، سرعت و تندی هر کدام چند بار به $\frac{A\omega}{4}$ می‌رسند؟

۴ بار ← تندی ، ۲ بار ← سرعت

۲ بار ← سایرین ، ۴ بار ← همیشه مثبت

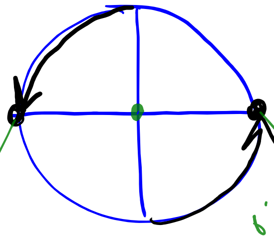
تمرین ۵: در یک دوره، انرژی جنبشی چند بار به $\frac{1}{8}$ انرژی پتانسیل می‌رسد؟ ۴ بار

$\frac{K}{U} = \frac{1}{8}$, $U = 8K$

$8K + K = E$, $9K = E$, $K = \frac{E}{9}$, $\frac{1}{9}E$

$K = \frac{1}{9}$, $U = \frac{8}{9}$

$\frac{1}{3} \leftarrow \frac{1}{9}$



$A\omega^2$, $-A\omega^2$, تندی صفر , صفر

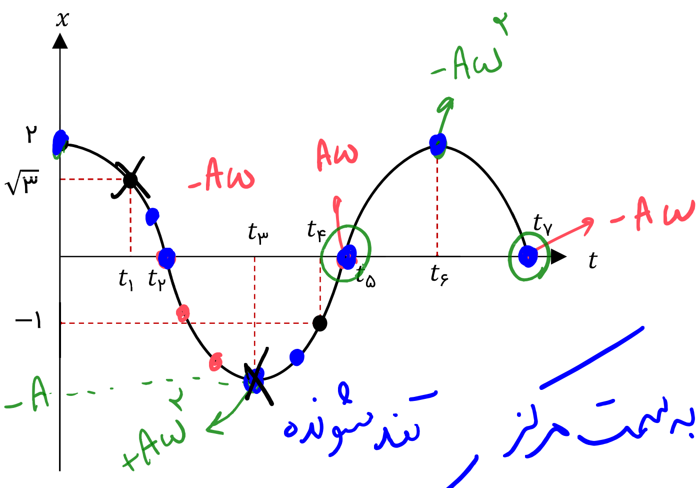
تمرین ۶: اگر انرژی پتانسیل نوسانگری در حال افزایش باشد، الزاماً:

الف) در حال دور شدن از مبدا مکان است. ☑ صحیح ☐ غلط

ب) شتاب آن در حال افزایش است. ☐ صحیح ☒ غلط

پ) تندی آن در حال کاهش است. ☑ صحیح ☐ غلط (کند شونده)

ت) انرژی جنبشی آن در حال کاهش است. ☑ صحیح ☐ غلط



تند شونده ، به سمت مرکز

کند ، به سمت حاشیه

تمرین ۷: نمودار حرکت نوسانگر ساده‌ای به شکل روبه‌رو است:

الف) در کدام بازه‌ها مکان مثبت است؟ t_2 تا t_5 و t_7 تا ۰

ب) در کدام بازه‌ها شتاب مثبت است؟ t_5 تا t_2

پ) در کدام بازه‌ها سرعت مثبت است؟ t_6 تا t_3

ت) در کدام بازه‌ها حرکت تند شونده است؟ t_7 تا t_6 و t_5 تا t_3 ، t_2 تا ۰

ث) در کدام بازه‌ها متحرک به سمت مرکز نوسان حرکت می‌کند؟ t_7 تا t_6 و t_5 تا t_3 ، t_2 تا ۰

ج) در کدام لحظات انرژی جنبشی متحرک بیشینه است؟ t_7 ، t_5 ، t_2

$a = x\omega^2$

$V = A\omega$ ~~$x\omega$~~

چ) t_1 تا t_3 چند درجه فاصله دارند؟ $\frac{5\pi}{4}$

ح) t_5 تا t_7 چند درجه فاصله دارند؟ π یا $\frac{4\pi}{4}$

خ) t_2 تا t_4 چند درجه فاصله دارند؟ $\frac{5\pi}{6}$

$2A$

تمرین ۸: اگر طول پاره خطی که نوسانگر به جرم $2kg$ روی آن حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد $5cm$ و بیشترین شتاب متحرک $40\frac{cm}{s^2}$ باشد:

$A\omega^2 = 40$, $A = 2.5\ cm$, $A\omega^2 = 40$, $\omega^2 = 16$, $\omega = 4$

الف) بیشینه سرعت متحرک را به دست آورید. $A\omega$ ، $2.5 \times 4 = 10$ $\frac{cm}{s} \rightarrow 0.1\ \frac{m}{s}$

ب) سرعت زاویه‌ای چند $\frac{rad}{s}$ است؟ 4 ، $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 4 = \frac{2\pi}{T}$

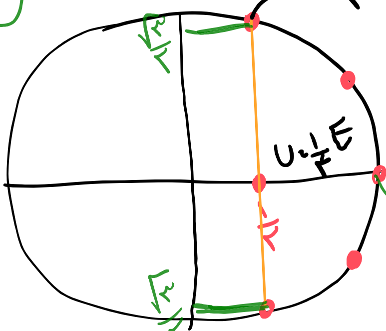
زاویه 2π ، ثانیه T ، 1

پ) دوره تناوب و بسامد این نوسانگر را محاسبه کنید. $\frac{\pi}{2}$ ، $\frac{2}{\pi}$

$\boxed{2.5} \rightarrow \boxed{10} \xrightarrow{\times 4} \boxed{40}$

$\frac{3}{4}E$

ت) بیشینه انرژی پتانسیل چند ژول است؟ $\frac{1}{2}kA^2$ ، $\frac{1}{2}mA^2\omega^2$ ، $(A\omega)^2$ ، $\frac{1}{2} \times 2 \times 0.01 = 0.01J$



$a = -A\omega^2 \cos$ ، 40 ، $\frac{1}{2}$

$x = A\cos$ ، 1.25 ، 2.5 ، 0.5

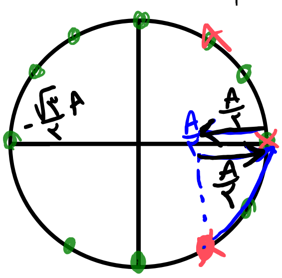
ث) در مکان $+1.25cm$، شتاب و تندی متحرک کدام است؟ $\cos = \frac{1}{2}$ ، $-20\frac{cm}{s^2}$ ، $\frac{\sqrt{3}}{2}A\omega$ ، $\frac{\sqrt{3}}{2} 10$

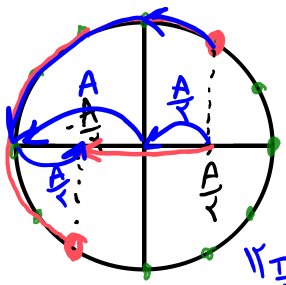
ج) در مکان $+1.25cm$، انرژی جنبشی نوسانگر چند برابر انرژی پتانسیل است؟ $K = 3U$

تمرین ۹: متحرکی از مکان $\frac{+A}{2}$ در خلاف جهت محور x شروع به حرکت می‌کند. وقتی برای دومین بار به مکان $\frac{-A}{2}$ می‌رسد، تندی متوسط چند برابر سرعت متوسط است؟

$\frac{S}{V} = \frac{\frac{l}{\Delta t}}{\frac{\Delta x}{\Delta t}} = \frac{l}{\Delta x} = \frac{2A}{-A} = -2$

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





تمرین ۱۰: در یک حرکت هماهنگ ساده، در مدت $\frac{1}{3}$ دوره:

T ، $\frac{T}{3}$ ، $\frac{4\pi}{6}$

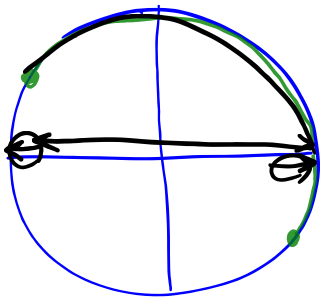
الف) بیشترین جابه‌جایی متحرک کدام است؟ $\sqrt{3}A$ ، max

$max \leftarrow V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

ب) بیشترین مسافت متحرک کدام است؟ $\sqrt{3}A$

پ) کمترین جابه‌جایی متحرک کدام است؟ صفر

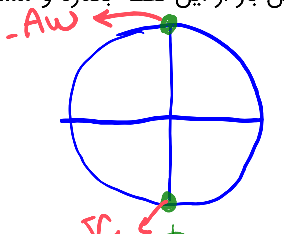
$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$



ت) بیشترین مسافت متحرک کدام است؟ کمترین ، A

نکته: در مدت $\frac{T}{2}$ مسافت الزاماً $2A$ است و جابجایی می‌تواند از $-2A$ تا $+2A$ باشد. (یعنی هر عددی در این بازه)

تمرین ۱۱: اگر نوسانگری در لحظهٔ t_1 برای اولین بار از نقطه‌ی تعادل عبور کند و در لحظهٔ t_2 برای دومین بار از این نقطه بگذرد و مسافت طی شده و اندازهٔ شتاب متوسط از t_1 تا t_2 به ترتیب $12cm$ و $16\frac{cm}{s^2}$ باشد، $t_2 - t_1$ کدام است؟



$$\bar{a} = \frac{V_2 - V_1}{\frac{T}{2}} = \frac{A\omega - (-A\omega)}{\frac{T}{2}}$$

در محاسبات زیر، می‌خواهیم بین x و V رابطه‌ای برقرار کنیم.

$$\begin{cases} x = A\cos\omega t \Rightarrow \cos\omega t = \frac{x}{A} \\ V = -A\omega\sin\omega t \Rightarrow \sin\omega t = \frac{V}{-A\omega} \end{cases} \xrightarrow{\sin^2 + \cos^2 = 1} \frac{x^2}{A^2} + \frac{V^2}{A^2\omega^2} = 1$$

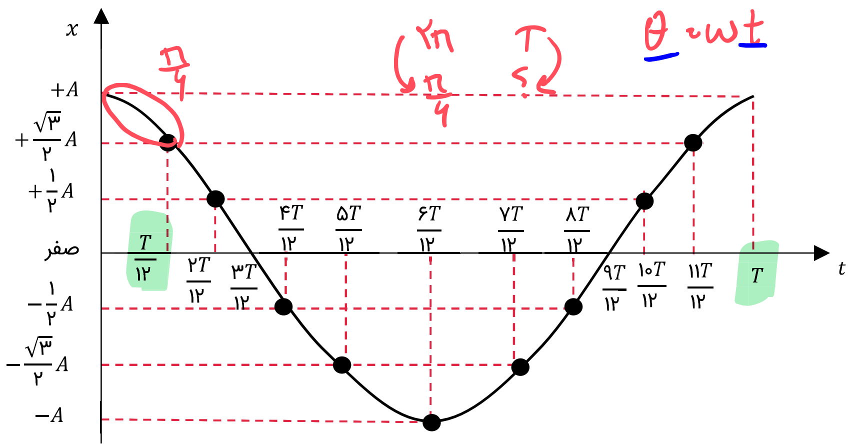
طبق معادله نهایی به دست آمده می‌توان تمام تست‌هایی که رابطهٔ x و V را بررسی می‌کنند را حل کرد.

تمرین ۱۲: رابطه سرعت با مکان برای یک نوسانگر ساده در SI به صورت $36\pi^2x^2 + 4v^2 = 4\pi^2$ داده شده است. دوره حرکت نوسانگر چند ثانیه است؟

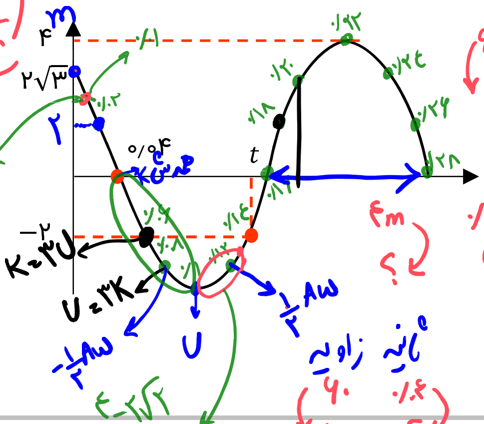
تناسب ثانیه – زاویه

در جلسه قبل آموختیم که $x = A\cos\omega t$ است. ωt همان زاویه است. یعنی $\theta = \omega t$ و از این رابطه می‌توان گفت زمان و زاویه با هم متناسب هستند. یعنی مثلاً اگر در ۱ ثانیه زاویه $\frac{\pi}{4}$ پیموده شود، در مدت ۱۰ ثانیه $\frac{10\pi}{4}$ پیموده می‌شود. بنابراین در سؤالات این قسمت بر خلاف جلسه‌ی قبل زمان نیز مطرح می‌شود (در صورت سوال یا در شکل) و مأموریت ما این است که با تناسب ثانیه – زاویه، زمان را به زاویه تبدیل کنیم و با داشتن زاویه می‌توان مانند جلسه قبل مکان، سرعت، شتاب و ... را تعیین کرد.

ثانیه	زاویه
T	2π
1	ω
t	θ



تمرین ۱۳: معادله مکان ـ زمان نوسانگری به شکل روبه‌رو است:



الف) t چند ثانیه است؟

ب) چند ثانیه بعد از t سرعت متوسط متحرک در کل مسیر برای اولین بار، صفر می‌شود؟

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

پ) دوره، بسامد و بسامد زاویه‌ای این نوسانگر را محاسبه کنید.

ج) انرژی مکانیکی این نوسانگر (با جرم $۱۰g$) چند ژول است؟

چ) در چه لحظه‌ای برای اولین بار $U = K$ می‌شود و در چه لحظه‌ای برای اولین بار $U = ۳K$ می‌شود؟

ح) در $۰/۲s$ اول، چند ثانیه حرکت با سرعت مثبت است؟ ۰/۱s

خ) از $t_1 = ۰/۰۶s$ تا $t_2 = ۰/۱۸s$ تندی سرعت متوسط است؟ متوسط چند برابر

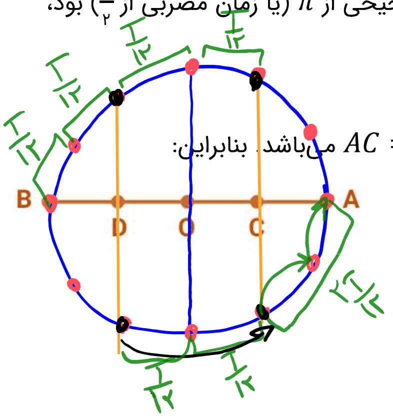
د) از $t_1 = ۰/۰۸s$ تا $t_2 = ۰/۱۲s$ شتاب متوسط نوسانگر چند $\frac{m}{s^2}$ است؟ $۲۵۰۰ \frac{m}{s^2}$

ذ) از لحظه‌ی $t = ۰/۰۱$ تا $t = ۰/۱۳s$ تندی متوسط چند $\frac{m}{s}$ است؟

ر) این نوسانگر در مدت ۱ دقیقه چه مسافتی را طی می‌کند؟

$\frac{۶۰ \times ۸}{۰/۱۲} = ۴۰۰۰ m$

نکته: نوسانگر به ازای π رادیان ($\frac{T}{۲}$ ثانیه) مسافت $۲A$ را طی می‌کند. پس اگر زاویه مضرب صحیحی از π (یا زمان مضربی از $\frac{T}{۲}$) بود، می‌توانیم با یک تناسب به مسافت پیموده شده برسیم.



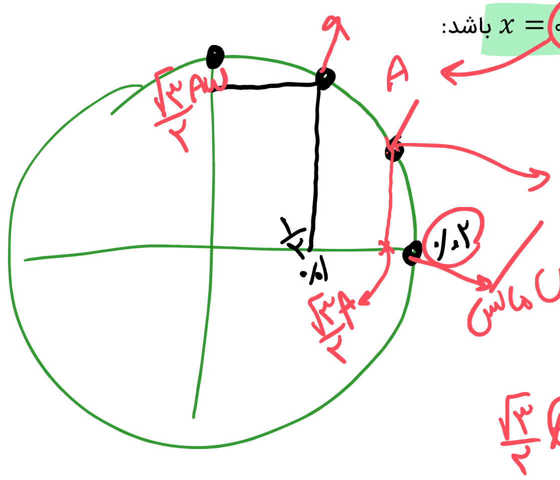
تمرین ۱۴: متحرکی روی پاره خط AB نوسان هماهنگ ساده انجام می‌دهد و $AC = CO = OD = DB$ می‌باشد. بنابراین:

الف) کمترین فاصله‌ی زمانی که متحرک از D به C برود، چند برابر دوره است؟ $\frac{T}{۶}$

ب) در همین زمان متحرک از C به کدام نقطه می‌رسد؟ نقطه A

نکته: بیشترین جابه‌جایی و سرعت متوسط وقتی است که جسم نزدیک نقطه‌های میانی (۳ و ۹) حرکت می‌کند و کمترین جابه‌جایی و سرعت متوسط وقتی است که جسم نزدیک نقطه‌های انتهایی (۱۲ و ۶) حرکت می‌کند.

تمرین ۱۵: اگر معادله مکان ـ زمان نوسانگری ساده به صورت $x = ۰/۰۲\cos ۳t$ باشد:



الف) طول پاره خطی که نوسانگر روی آن نوسان می‌کند، چند سانتی‌متر است؟ ۲A — ۴ cm یا ۰/۰۴m

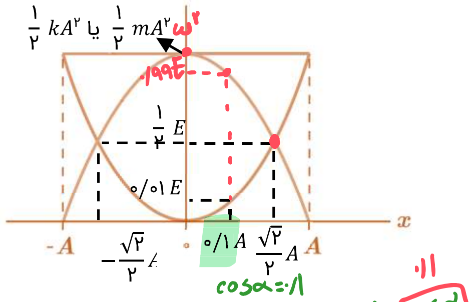
ب) بیشینه سرعت و شتاب این متحرک چند متر بر مجذور ثانیه است؟

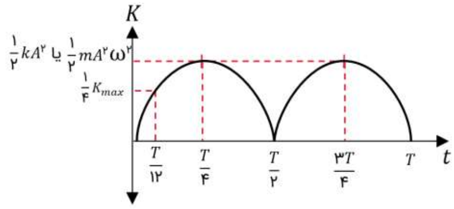
پ) در لحظه‌ای که مکان $۰/۰۱m$ است، تندی چند $\frac{m}{s}$ است؟

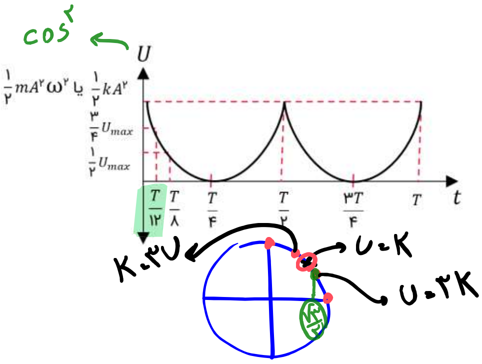
ت) در لحظه‌ای که $U = ۳K$ است، متحرک در چه مکانی است؟

$$E = K + U \Rightarrow E = \begin{cases} U_{max} = \frac{1}{2}kA^2 \\ K_{max} = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \end{cases} \quad k = m\omega^2$$

$\frac{1}{2}$ ، k ، A^2 ؛ m ، ω^2







$\frac{\pi}{3}$: $x = \frac{1}{2}A \Rightarrow U = \frac{1}{4}E$ ، $V = \frac{\sqrt{3}}{2}A\omega \Rightarrow k = \frac{3}{4}E$ ، $K = 3U$

$\frac{\pi}{4}$: $x = \frac{\sqrt{2}}{2}A \Rightarrow U = \frac{1}{2}E$ ، $V = \frac{\sqrt{2}}{2}A\omega \Rightarrow k = \frac{1}{2}E$ ، $U = K$

$\frac{\pi}{6}$: $x = \frac{\sqrt{3}}{2}A \Rightarrow U = \frac{3}{4}E$ ، $V = \frac{1}{2}A\omega \Rightarrow k = \frac{1}{4}E$ ، $U = 3K$

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

سوتی نده! دوره نوسانگر وزنه فنر فقط به k و m بستگی دارد و با تغیر g یا دامنه، دوره تغییر نمی‌کند.

تمرین ۱۶: به فنری با ثابت $400\frac{N}{m}$ وزنه‌ای به جرم $1kg$ وصل می‌کنیم و ۱۰ سانتی متر می‌کشیم و رها می‌کنیم تا به نوسان در بیاید:

الف) بسامد نوسان چقدر است؟

$\omega^2 = 400$ ، $\omega = 20$ ، $2\pi f = 20 \Rightarrow f = \frac{10}{\pi}$

ب) حداکثر نیرویی که به فنر وارد می‌شود چقدر است؟

$F = m \times A\omega^2 = 1 \times 0/1 \times 400 = 40$

$F = k.A = 400 \times 0/1 = 40$

پ) انرژی پتانسیل در نقطه‌ی بازگشت چند ژول است؟

$E = 2J$ ← بیشینه ← برگشت

ت) بیشترین سرعت وزنه به چند $\frac{m}{s}$ می‌رسد؟

$A\omega \Rightarrow 0/1 \times 20 = 2$

تمرین ۱۷: اگر در تمرین ۱۶، از فنری با ثابت $1600\frac{N}{m}$ استفاده کنیم:

الف) بسامد چند برابر می‌شود؟ ۲

$\omega^2 = 4$ ، $\omega = 2 = 2\pi f$

ب) دوره چند برابر می‌شود؟ $\frac{1}{2}$

پ) بیشینه سرعت چند برابر می‌شود؟ $A\omega$ ، $1 \times 2 = 2$

ت) بیشینه انرژی پتانسیل چند برابر می‌شود؟ ۴

$\frac{1}{4} A\omega$ = ٪۲۵

٪۷۵

تمرین ۱۸: در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل ۱۵ برابر انرژی جنبشی است، سرعت نوسانگر چند درصد از سرعت بیشینه کمتر است؟

$K + U = E$

$15K$

$16K = E$

$K = \frac{E}{16}$

K ۱۵ U ۱

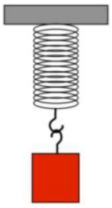
$\frac{1}{16} = \sin^2$

$\frac{1}{4} = \sin$

آونگ و تشدید

همانطور که گفتیم، برای نوسانگر بیشینه شتاب برابر $A\omega^2$ است، یعنی شتاب از ضرب طول در ω^2 به دست می‌آید. برای آونگ می‌شود هم‌ارزی زد و شتاب را g و طول را L در نظر گرفت، پس داریم: $g = L\omega^2$

مقایسه آونگ و وزنه فنر:



در آونگ رابطه‌ی $g = L\omega^2$ را داریم و در وزنه – فنر رابطه‌ی $k = m\omega^2$ که هر دو با یکاها قابل درک است یعنی $\frac{m}{s^2} = m \times (\frac{1}{s})^2$ و $\frac{kg}{s^2} = kg \times (\frac{1}{s})^2$ این دو رابطه نشان می‌دهند که سرعت زاویه‌ای و بسامد و دوره، در یک آونگ فقط به شتاب گرانشی و طول آونگ و در یک وزنه – فنر فقط به ثابت فنر و جرم وزنه بستگی دارد.

تیپ‌بندی سوالات آونگ

تیپ ۱: جایگذاری

g در سطح زمین ۹/۸ یا ۱۰ در نظر گرفته می‌شود. ω را می‌توان از تناسب ثانیه ـ زاویه $(\omega = \frac{2\pi}{T})$ و یا تناظر آن با بسامد $(\omega = 2\pi . f)$ به دست آورد.

تمرین ۱۹: آونگی به طول ۱ سانتی متر از نقطه‌ای که شتاب گرانشی در آن $g = \pi^2 \frac{m}{s^2}$ است، در حال نوسان است:

الف) دوره نوسان و بسامد را محاسبه کنید.

ب) در مدت ۶ ثانیه، چند نوسان انجام می‌دهد؟

پ) کمترین زمانی که آونگ از مرکز نوسان به یک انتها می‌رسد چند ثانیه است؟

تیپ ۲: چند برابری

از قبل آموخته‌اید که در چند برابری $g \propto \frac{m}{r^2} \propto \rho r$ و $\omega \propto f \propto \frac{1}{T}$. به علاوه افزایش دما L را افزایش می‌دهد، پس ω و f را کاهش و T را افزایش می‌دهد.

تمرین ۲۰: آونگی در سطح زمین در حال نوسان است. اگر در ارتفاع ۶۴۰۰ کیلومتری سطح زمین دوره‌ی آونگ ۸۰ درصد کمتر از دوره در سطح زمین باشد، طول آونگ چند درصد و چگونه تغییر کرده است؟ $(Re = 6400 km)$