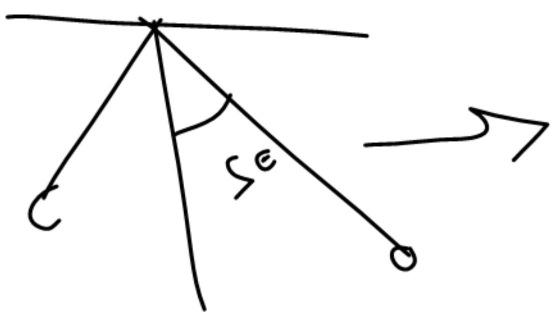
نوسان ← رفت و برگشت حول تعادل

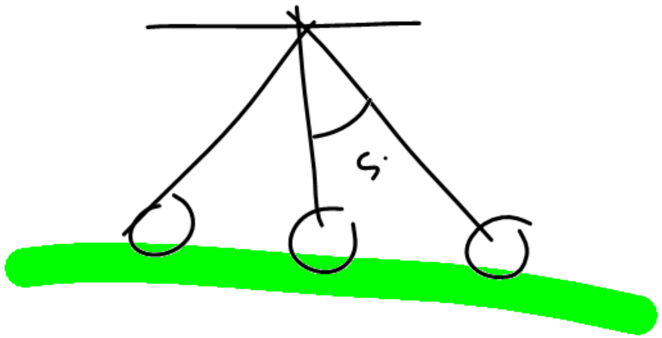
دوره ای ← هر دوره عیناً تکرار شود

- میرا
- نامیرا

- هماهنگ ساده
  - سینوسی
- غیرهماهنگ



$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$$

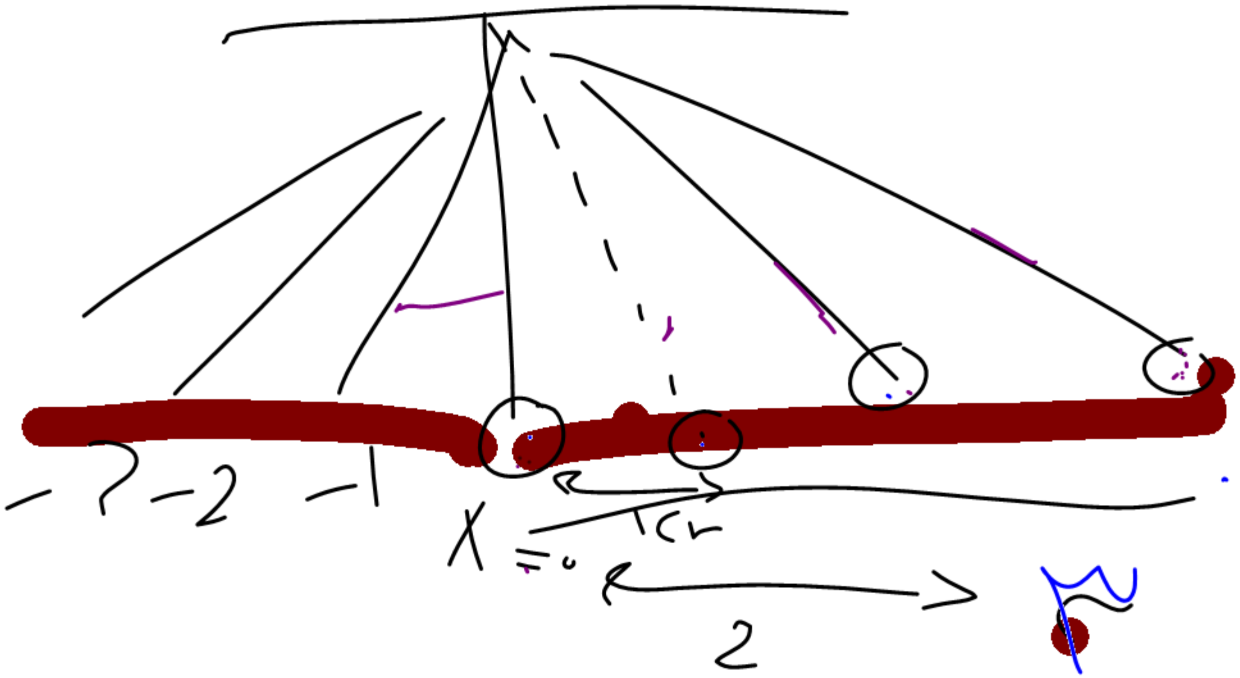


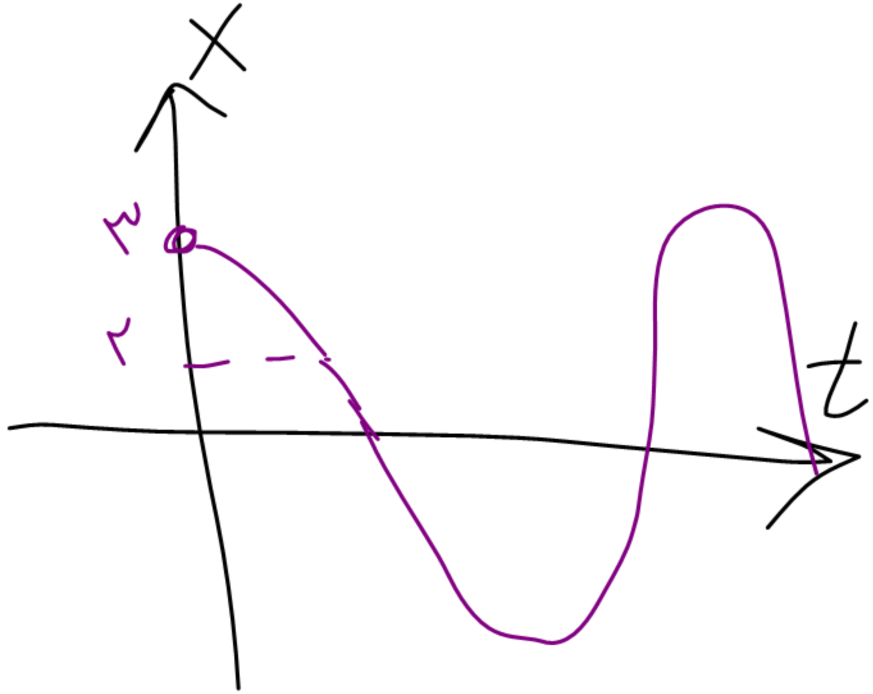
$$\cancel{X} = A\cos\omega t$$

دامنه

(بُعد بیشینه)

X_{MAX}





$$X = A \cos \omega t$$

مکان (بُعد)

بیشترین فاصله از

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

T : دوره تناوب

f : بسامد (فرکانس) (تواتر) $= \frac{1}{T}$

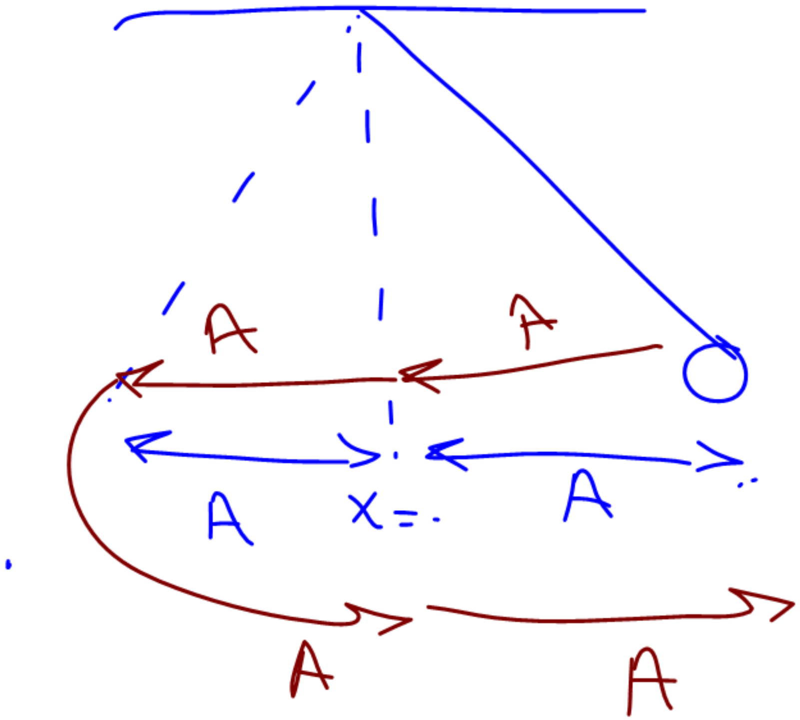
$X = A\cos\omega t$

بسامد زاویه‌ای ω

$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

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

$\omega = 2\pi f$

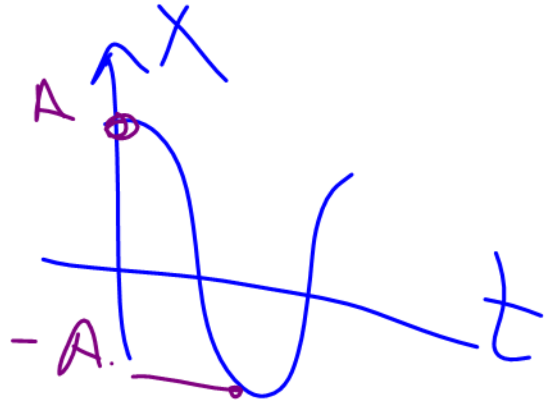


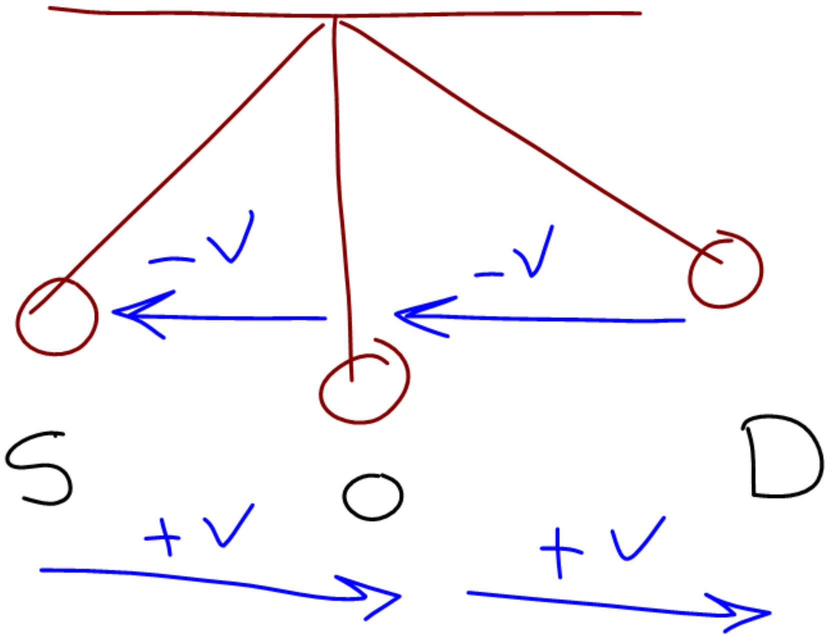
دامنه A

$$A = \frac{\text{طول مسیر}}{2}$$

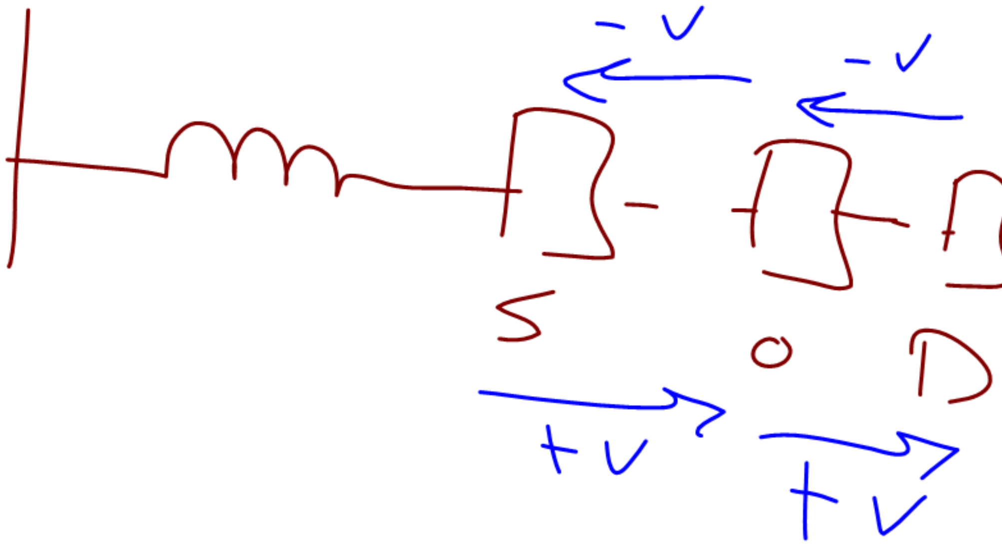
$$A = \frac{\text{مسافت یک دوره}}{4}$$

A

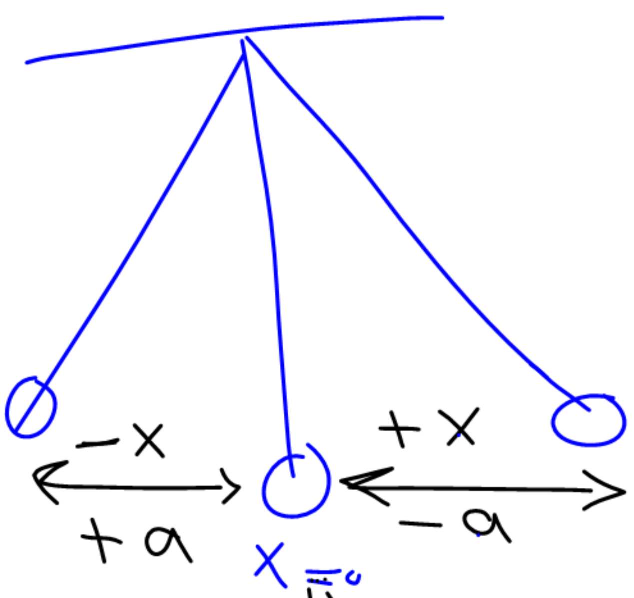


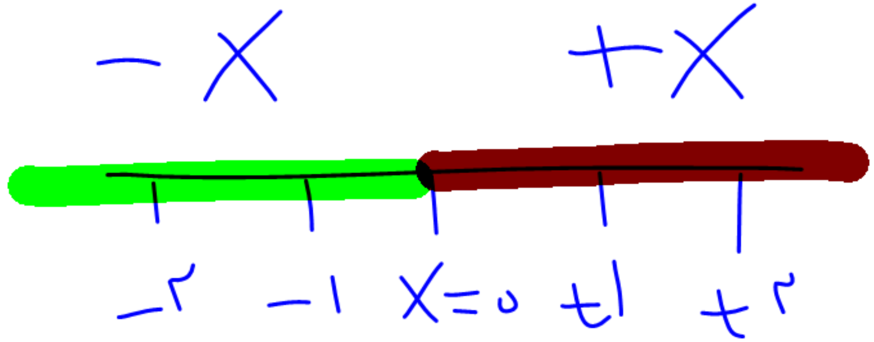


S
O
D
-v
-v
+v
+v

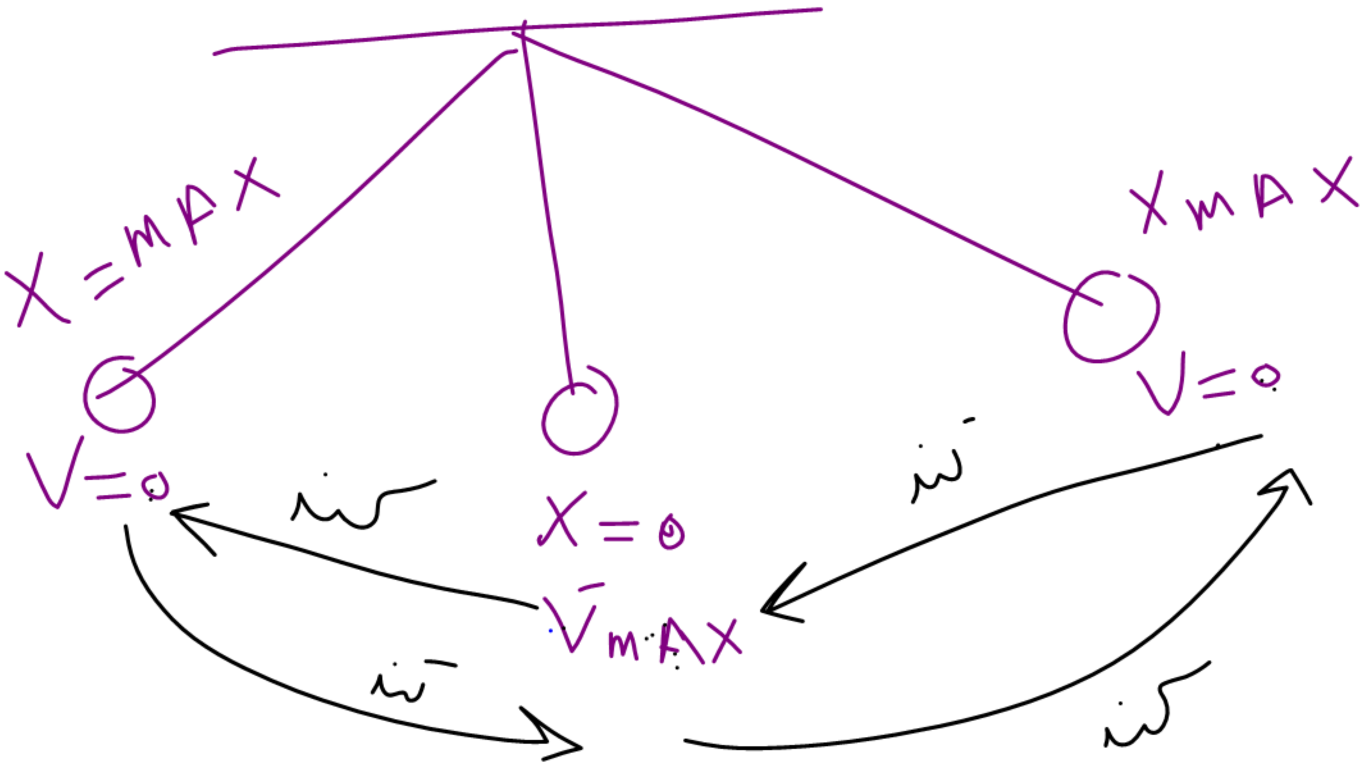


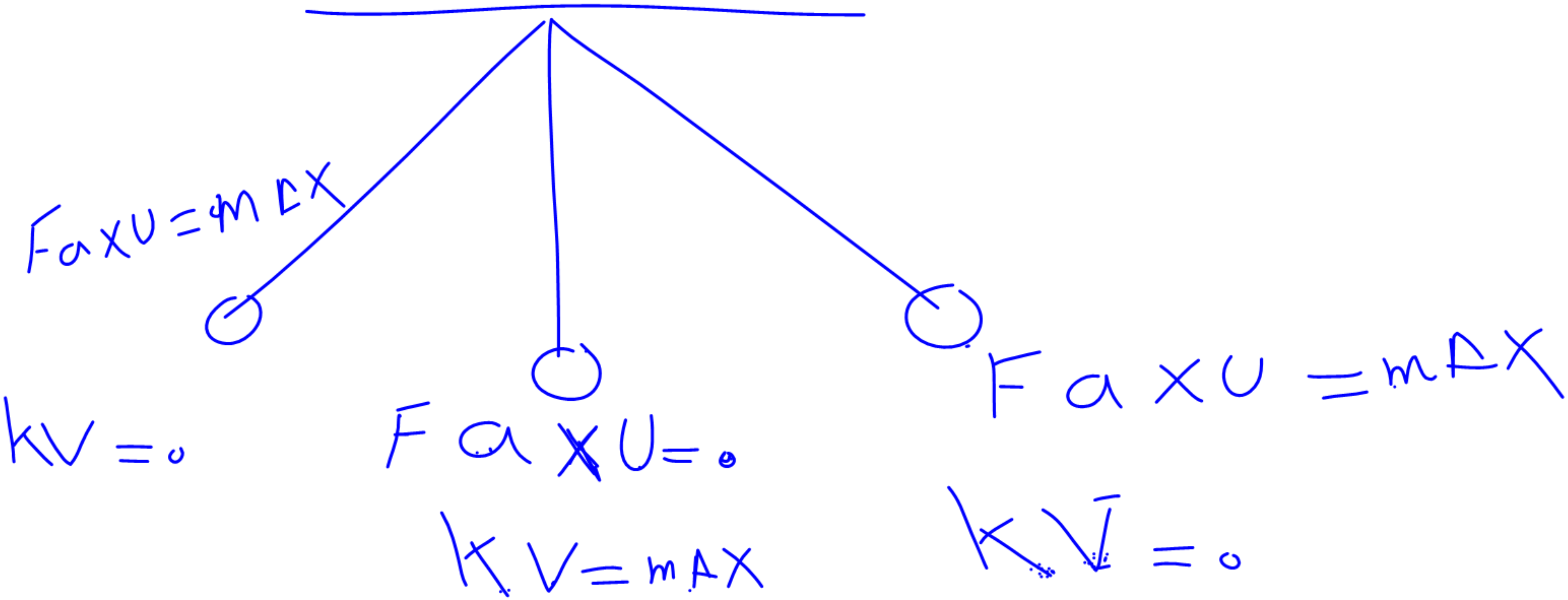
S
O
D
-v
-v
+v
+v

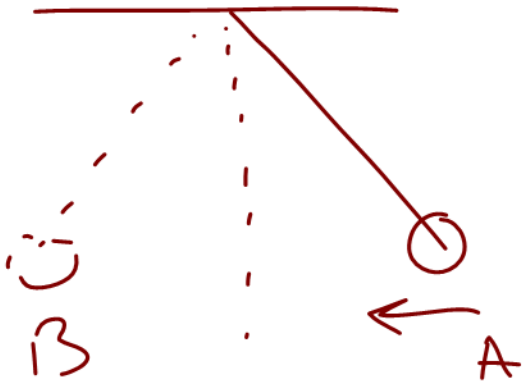




$$a = -\omega^{2} x$$


X = MAX
V = 0
X = 0
V MAX
X MAX
V = 0


Faxu = max
KV = 0
Faxu = 0
KV = max
Faxu = max
KV = 0



$X = A \cos \omega t$

$x = ۰/۲۵ \cos \frac{\pi}{۲} t$

$AB = ۵۰cm \Rightarrow A = \frac{\text{طول مسیر}}{2} = \frac{۵۰}{۲} = ۲۵cm = ۰/۲۵m$

$t = ۲ min$

۳۰ نوسان کامل (۱۲۰ ثانیه)

$N = \frac{t}{T}$ ، $N \leftarrow ۳۰$ ، $t \rightarrow ۱۲۰$

$T = ۴$

$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۴} = \frac{\pi}{۲}$

A

$A = \dfrac{\text{طول سیر}}{2}$

$A = \dfrac{\text{مسافت یک دوره}}{4}$

* $A = \dfrac{\text{مسافت آن دوره}}{4 \times n}$

A

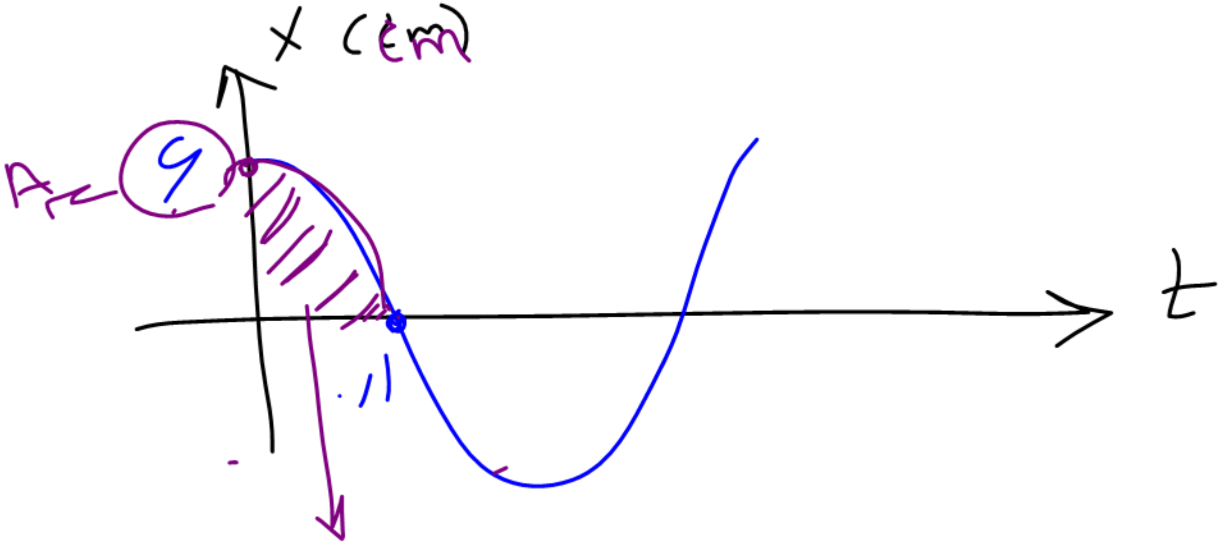
① $A = \dfrac{\text{مسافت طی شده}}{4 \times n} = \dfrac{200}{4 \times 5} = \dfrac{200}{20} = 10\,cm = 0/1\,m$

② $N = \dfrac{t}{T} \rightarrow T = \dfrac{60}{15} = 4$ ($N = 15$, $t = 60$)

$\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2\pi}{4} = \dfrac{\pi}{2}$

$x = 0/1 \cos \dfrac{\pi}{2} t$

$\dfrac{\text{[illegible]}}{\text{دو}} = \dfrac{0/1}{2}$



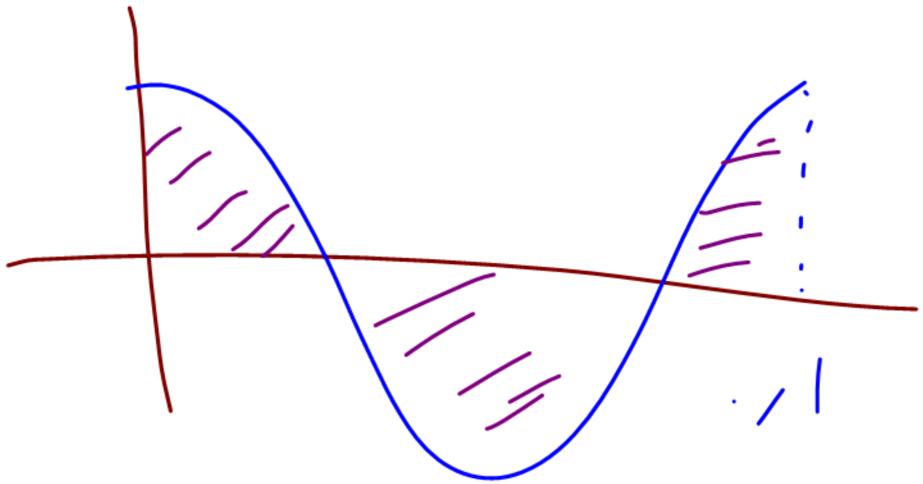
$X = A \cos \omega t$

$X = ۰/۰۹ \cos ۵\pi t$

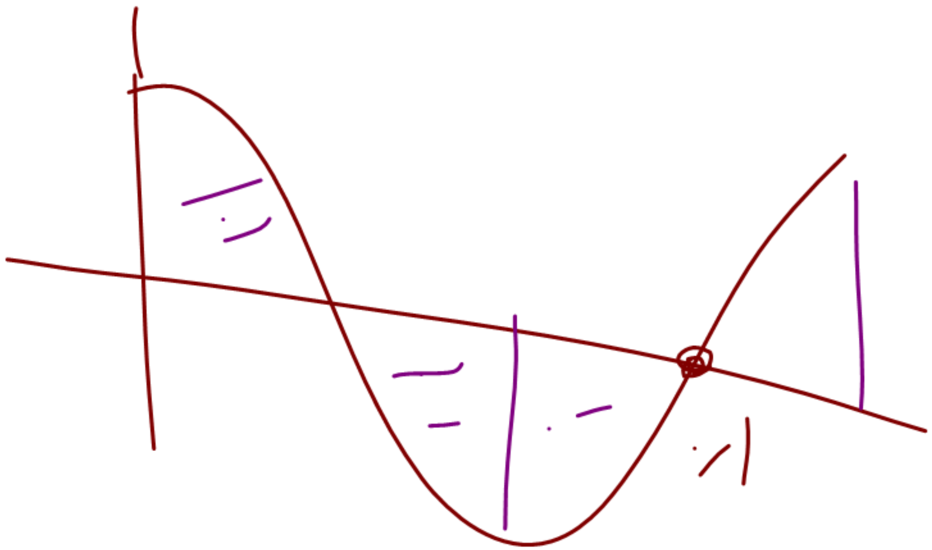
$\frac{۱}{۴} T = \frac{۱}{۱۰}$

$T = \frac{۴}{۱۰}$

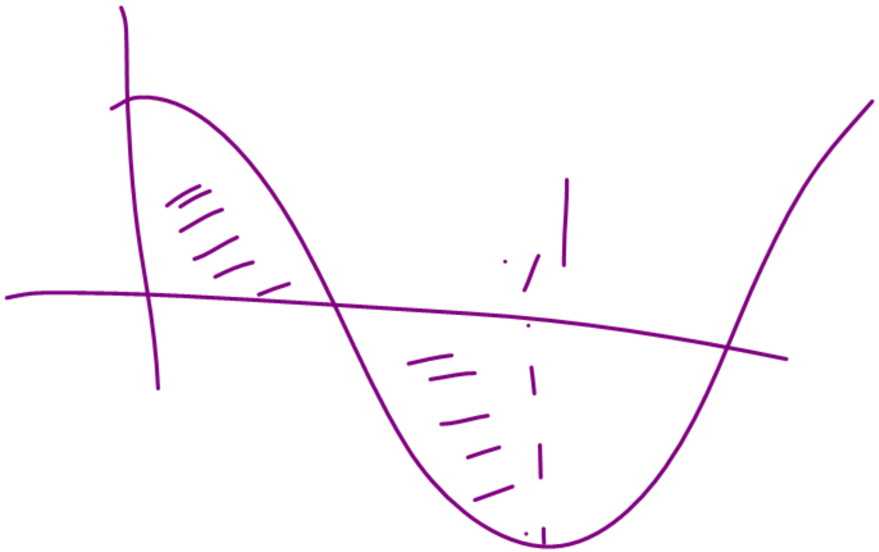
$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{\frac{۴}{۱۰}} = ۵\pi$



$T = ۰/۱$

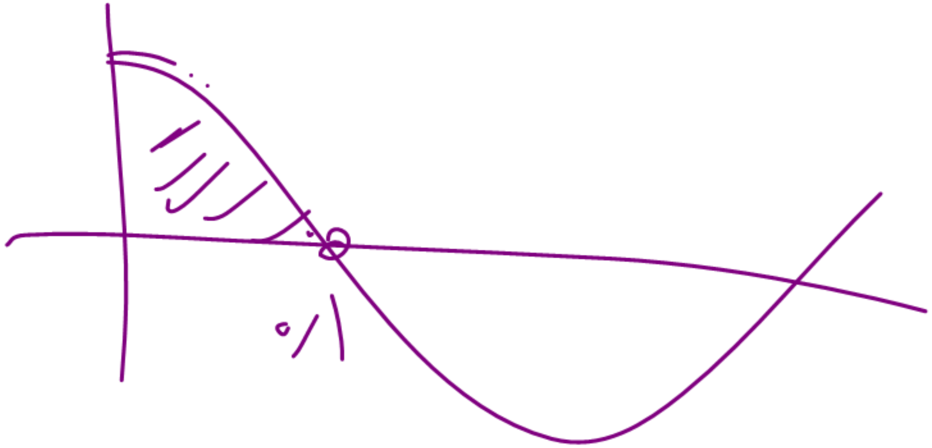


$\frac{۳}{۲} T = ۰/۱$

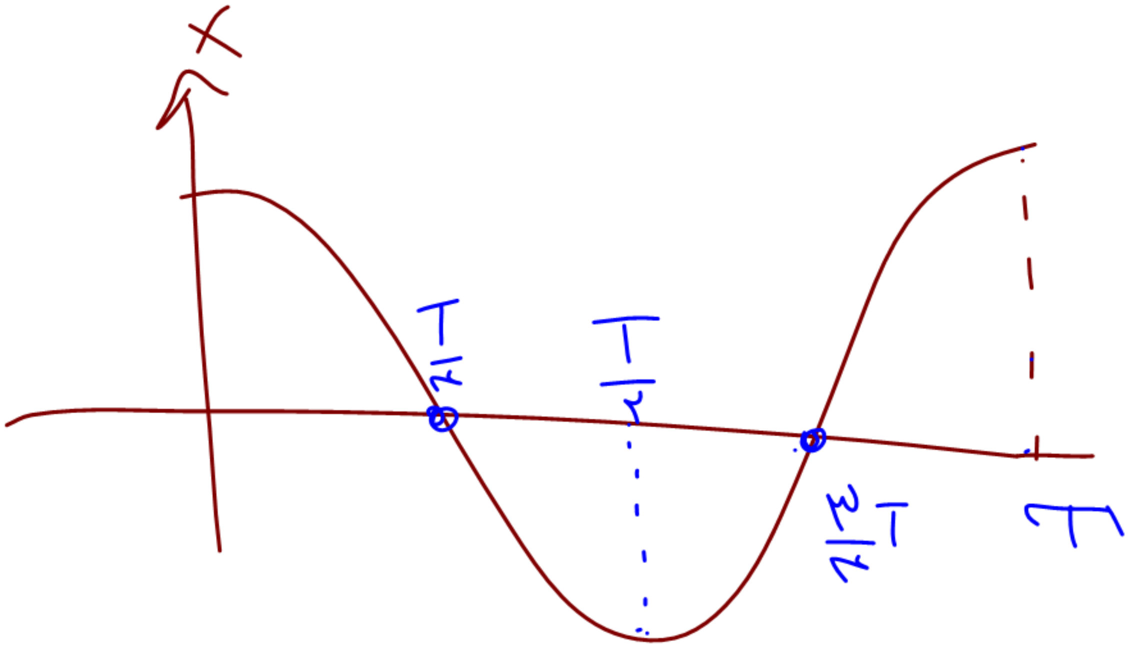


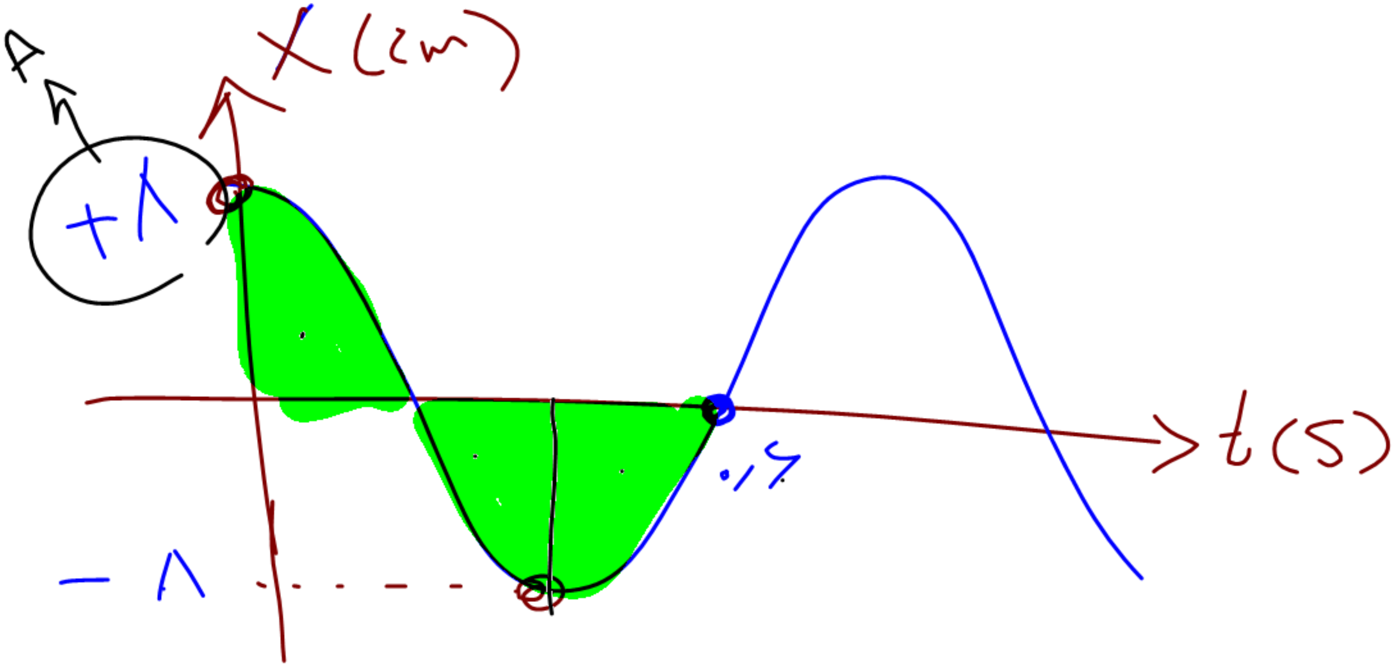
$$\frac{T}{2} = .1$$

$$T = .2$$



$$\frac{1}{4} T = \frac{1}{10}$$


x
T/4
T/2
3T/4
T

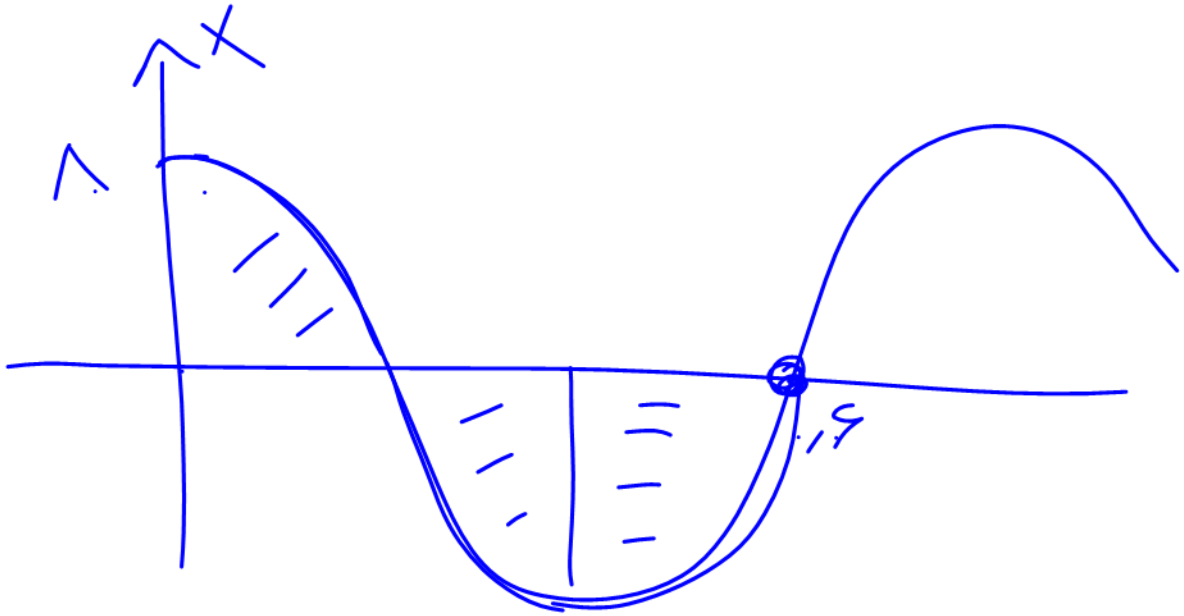


$A = 8\,cm = 0/08$

$\frac{3}{4} T = \frac{6}{10} \longrightarrow T = \frac{8}{10}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{8}{10}} = \frac{5\pi}{2}$

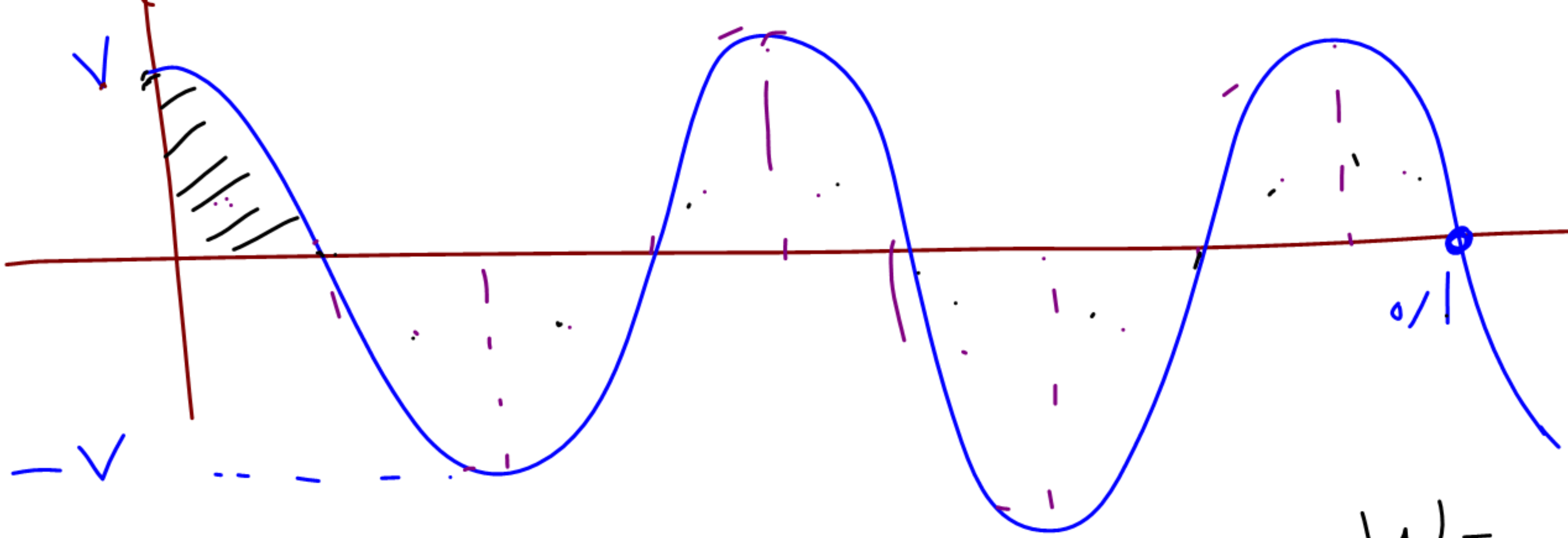
$X = 0/08 \cos \frac{5\pi}{2} t$



$A = ۰/۰۸\ m$

$$\omega = \frac{\Delta\theta \rightarrow \text{رادیان}}{\Delta t \rightarrow \text{ثانیه}} = \frac{\frac{۳\pi}{۲}}{\frac{۶}{۱۰}} = \frac{۵\pi}{۲}$$

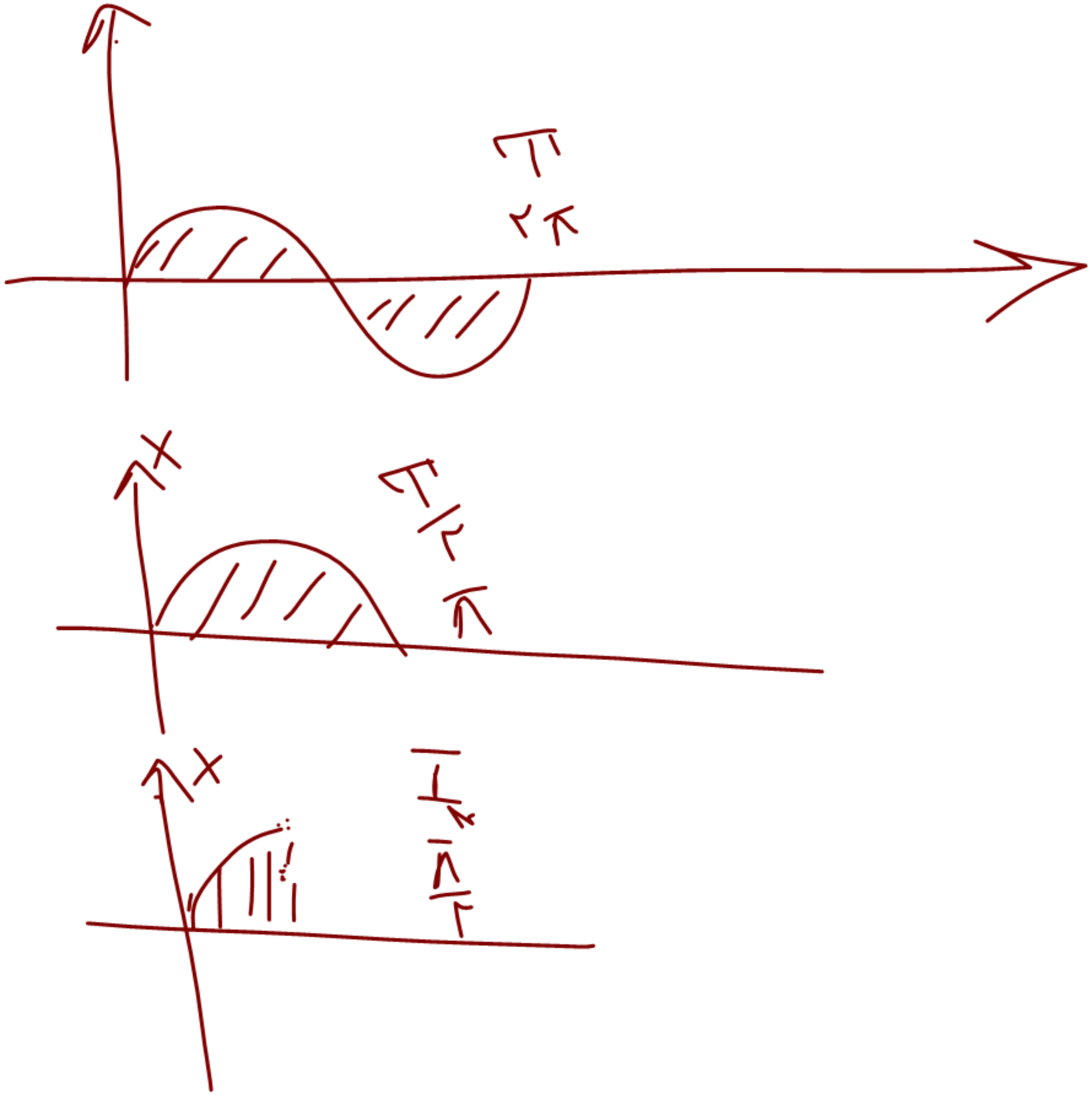
$$X = ۰/۰۷ \cos \frac{۹۰\pi}{۲} t$$



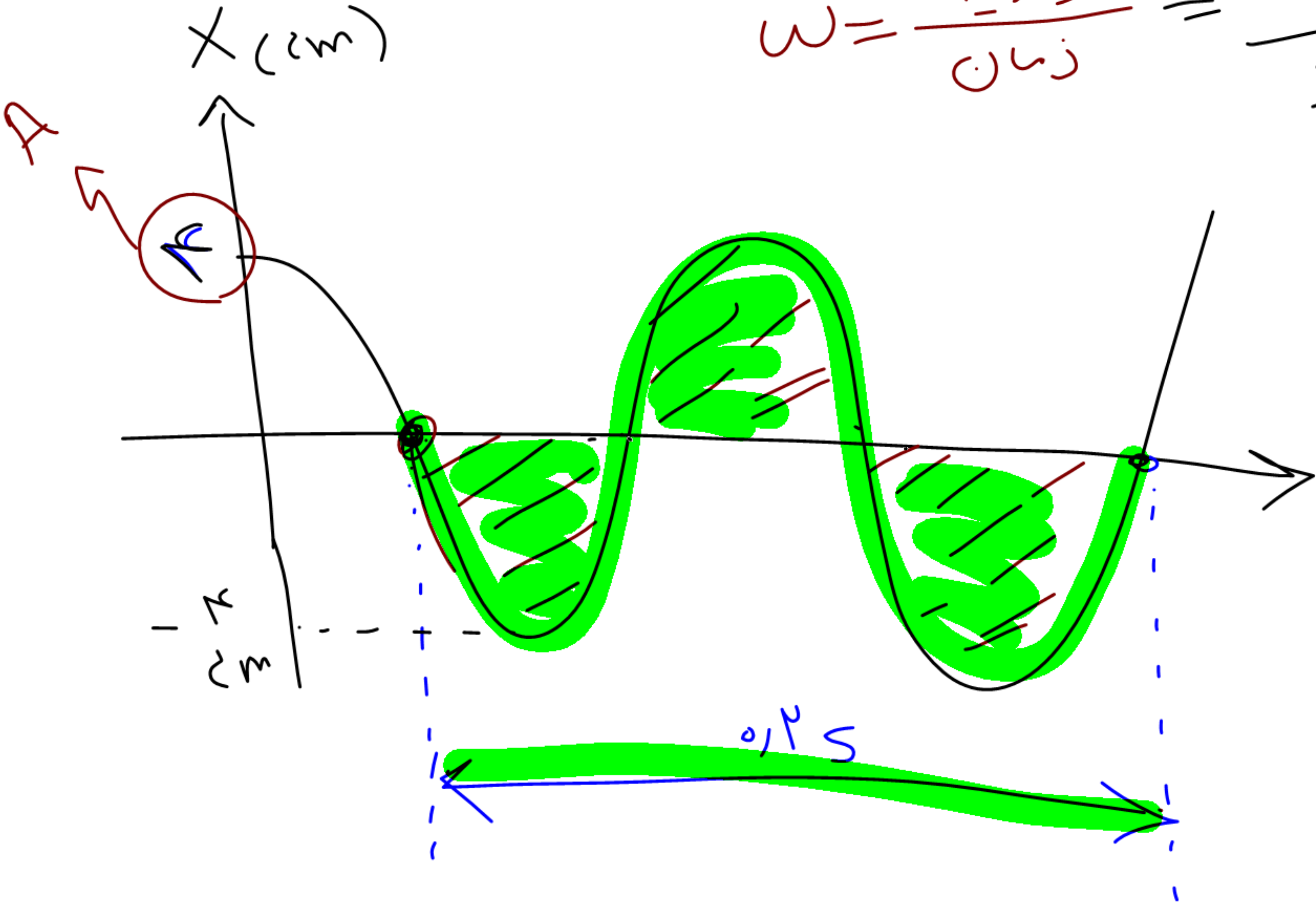
$$\omega = \frac{\frac{۹\pi}{۲}}{\frac{۱}{۱۰}} = \frac{۹۰\pi}{۲}$$

$$\frac{۹T}{۴} = \frac{۱}{۱۰}$$

$$T = \frac{۴}{۹۰} s \longrightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{\frac{۴}{۹۰}} = \frac{۱۸۰}{۴}\pi = \frac{۹۰\pi}{۲}$$



$$\omega = \frac{\text{زاویه}}{\text{زمان}} = \frac{3\pi}{\frac{2}{10}} = 15\pi$$

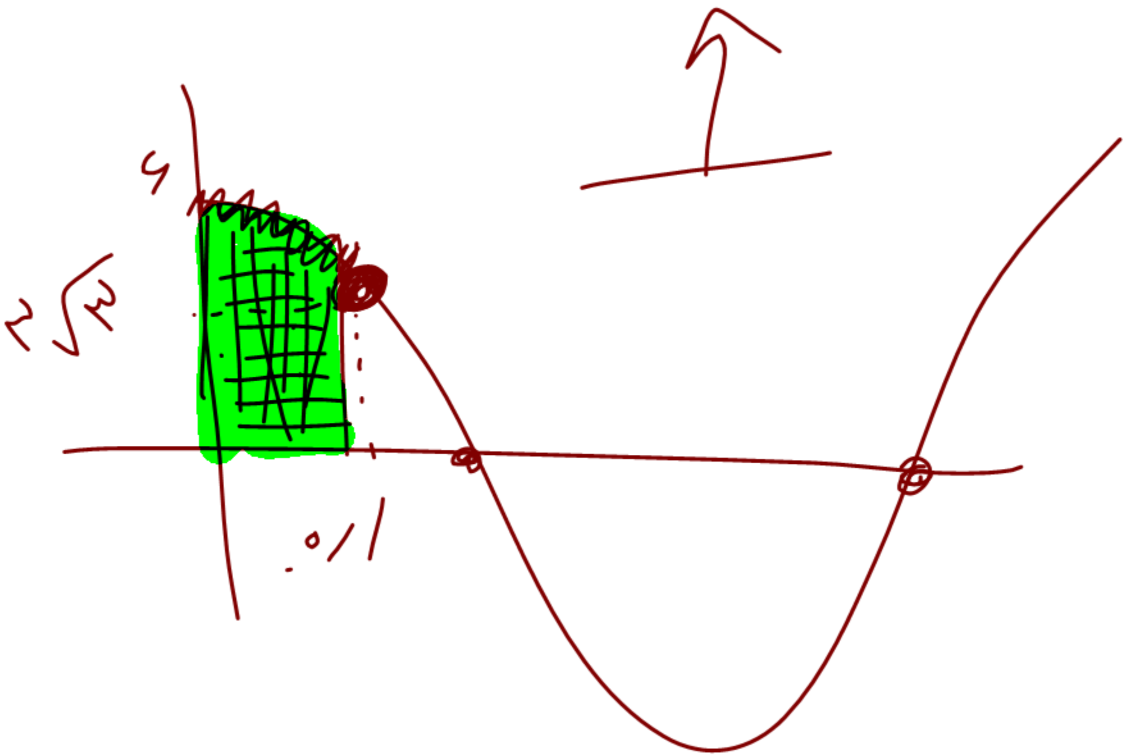


$$X = 0.04 \cos 15\pi t$$

$$3\,\frac{T}{2} = 0.2$$

$$T = \frac{4}{30}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{\frac{4}{30}} = \frac{2\pi}{\ldots}$$


۴
۲√۳
۰/۱


π


۲π

فصل ۳ نوسان و امواج

حرکت نوسانی :

هروقت یک متحرک، تغییر تکرارشـــوندهای رو حول یک وضــعیت تعادل انجام دهد به آن حرکت نوســانی میگوییم به زبان سادهتر به حرکت‌های تکرار شونده ای که به صورت رفت و برگشت روی یک مسیر انجام می‌شـــوند، حرکت نوســانی می‌گویند. مثلا یک بچه رو روی یک تاب تصـــور کنید که مدام حرکت رفت و برگشــتی انجام میده یا مثلا وزنه ای که یک فنر وصــل هســت و مدام رفت و برگشــت میکنه ،اینها نمونه هایی از یک حرکت نوسانی هستند

آقا اجازه؟ حرکت دایره ای هم یک حرکت نوسانی هست؟

نه بچه ها ،توجه داشــته باشــید حرکت دایره‌ای یکنواخت حرکت نوســانی نیســت. به علت اینکه حرکت به صورت رفت و برگشت نیست

انواع نو سان: نو سان ها می توانند دوره ای یا غیر دوره ای با شند نقش های این تـصویر به طور منظم تکرار می شــوند، که به آن چرخه نوســان گفته می شــود .چنین نوســان هایی را که هر چرخه‌ی آن در دورهای دیگر تکرار شــود **نو سان های دوره ای** می نامند و اگر نوســان در چرخه های دیگر عینا تکرار نشود به آن **غیر دوره ای** میگوییم ما در این فصل فقط به بررسی نوسان های دوره ای میپردازیم

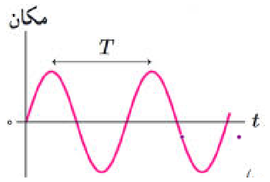
حرکت هماهنگ ساده:

نو سان های دوره ای که به صورتی سینو سی (ک سینو سی) انجام میـ شوند را هماهنگ ساده میگویند. پس ما در این ف صل قرار ا ست به برر سی نو سانهای دوره ای هماهنگ ساده خواهیم

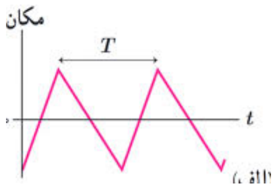
پرداخت

حرکت نوسانی
- **دوره ای**
  - **دوره ای هماهنگ ساده (سینوسی)** کسینوسی
  - **دوره ای غیر هماهنگ ساده**
- **غیر دوره ای**

دوره ای



دوره ای



تست : چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

۱مورد **۲مورد** **۳ مورد** **۴ مورد**

الف: حرکت زمین به دور خورشید نوعی حرکت نوسانی است غ

ب: حرکت ماه به دور زمین نوعی حرکت دوره‌ای است ✓

ج: ضربان قلب یک انسان سالم در طول یک شبانه روز نوعی حرکت دوره ای است غ

د: نوسانهای یک آونگ ساده در شرایط خلا یک نوع حرکت نوسانی هماهنگ ساده و دوره است ✓

پاسخ: فقط دو مورد صحیح است

تحلیل گزینه ها:

گزینه ۱ غلط ا ست ، زیرا حرکت دایره‌ای یک حرکت نو سانی نی ست! پس حرکت زمین به دور خور شید یا حرکت ماه به دور زمین نوسانی محسوب نمیشوند (چون رفت و برگشتی نیستند!)

گزینه ۲ صحیح است زیرا به حرکت هایی که عینا تکرار شوند دوره‌ای میگوییم(دقت شود که گردش ماه به دور زمین یا زمین به دور خورشید حرکت نوسانی نیستند! اما نوعی حرکت دوره ای محسوب می‌شوند)

گزینه ۳ نیز غلط اســت زیرا در طول شــبانه روز ممکن اســت به دلیل افزایش یا کاهش تحرک فرد، تعداد ضـربانها در واحد زمان تغییر کندا و هر دوره با دوره قبلی یکسـان نباشـد (مثلا فرد ابتدا ایسـتاده باشـد اما سـپس به سـرعت بدود)، اگر در این سـوال ضـربان قلب در یک بازه زمانی خیلی کوتاه را می‌پرسـیدند، می‌توانستیم آن را دوره ای فرض کنیم اما در یک شبانه روز، این ضربان دوره ای محسوب نمی‌شود

گزینه ۴ نیز صحیح ا ست، زیرا نو سان آونگ ساده در شرایط خلا، هم حرکتی نو سانی ا ست(چون رفت و برگشـتی اسـت) و هم حرکتی دوره‌ای محسـوب میشـود(زیرا به دلیل نبودن اصـطکاک، هر دوره عینا تکرار میشود

چند تعریف مقدماتی از نوسان:

دوره تناوب (T): در نوسان های دوره ای به مدت زمان یک چرخه کامل ، دوره تناوب میگوییم و آن را با T نشان میدهند (مثلا در یک آونگ، زمانی که طول میکشد تا آونگ یک مسیر رفت و برگشتی کامل را طی کند دوره میگوییم)

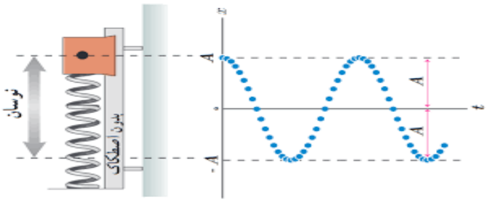
نکته: اگر نوسانگر در مدت t ثانیه، N نوسان کامل انجام دهد، در این صورت دوره نوسانگر برابر است با $T = \frac{t}{N}$

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

بسامد (f): تعداد نوسان های انجام شده در هر ثانیه بسامد(فرکانس)نامیده می شود و آن را با f نشان میدهیم و واحد آن هرتز است . $f = \frac{1}{T}$

همچنین اگر نوسانگر در مدت t ثانیه، N نوسان کامل انجام دهد در این صورت بسامد آن برابر است با:

$f = \frac{N}{t}$



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

بسامد زاویه‌ای(ω):

تغییرات فاز نوسانگر در یک ثانیه، بسامد زاویه ای نام دارد که یکای آن در SI رادیان بر ثانیه (rad/s) است

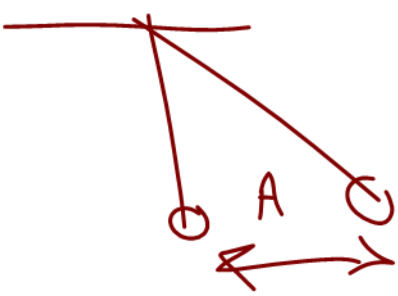
بعد نوسان: X

مکان

به فاصله نوسانگر از مبدأ نوسان درهر لحظه، بعد نوسان میگوییم

دامنه نوسان: A

به بیشترین فاصله نوسانگر از مبدا، دامنه میگوییم



تست: نوسانگری در هر ۲ دقیقه ۶۰ نوسان کامل (دور) ، را طی می‌کند. دوره و بسامد نوسانگر و تعداد نوساناتی که نوسانگر پس از ۳۰ ثانیه انجام می‌دهد و بسامد زاویه‌ای به ترتیب از راست به چپ برابرند با.........

۲- ۰/۵-π-۱۵

۲- ۱/۵-π-۱۰

۲- ۲/۵-π-۱۵

$$N=\frac{t}{T} \quad 60=\frac{120}{T} \rightarrow T=2 \quad f=\frac{1}{T}=0.5$$

$$N=\frac{t}{T} \quad N=\frac{30}{2}=15$$

تست : نوسانگر C در هر دوره مسافت ۴۰۰ سانتیمتر را با تندی متوسط ۲متر بر ثانیه طی می‌کند و نوسانگر B روی مسیری به طول ۴۰۰ سانتیمتر مدام حرکت رفت و برگشتی انجام میدهد و در هر ۲۴۰ ثانیه ۶۰ نوسان کامل را انجام میدهد،به ترتیب از راست به چپ دامنه C چند برابر B و دوره تناوب C چند برابر B است ؟

۲- ۰/۵ ~~۱-۱~~ $\boxed{۰/۵- ۰/۵}$ ~~۱- ۰/۵~~

$$A_c=\frac{400}{4}=100Cm \quad S_{av}=\frac{L}{\Delta t} \quad 2=\frac{4}{T} \quad T_C=2$$

$$A_B=\frac{400}{2}=200Cm \quad N=\frac{t}{T} \quad 60=\frac{240}{T} \rightarrow T_B=4$$

$$\frac{A_c}{A_B}=\frac{100}{200}=0.5 \quad \frac{T_C}{T_B}=\frac{2}{4}=0.5$$

$T'=?$

تعداد | زمان: ۶۰ | ۱۲۰ s ؛ ۱ | T

$\rightarrow T=\frac{۱۲۰}{۶۰}=۲$

$N=\frac{t}{T}$ ، $t \rightarrow ۱۲۰$ ، $N \rightarrow ۶۰$

$T=\frac{۱۲۰}{۶۰}=۲$

$\frac{1}{2}$ ، 2 ، ۱۲۰

$S_{av}=\frac{\text{مسافت} \rightarrow ۴m}{\text{زمان} \rightarrow ?}$ ، $S_{av} \rightarrow 2$

$\rightarrow T_c=\frac{۴}{۲}=۲$

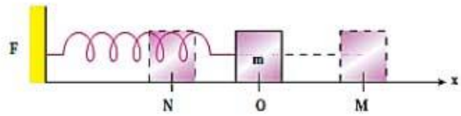
$N=\frac{t}{T_B}$ ، $t \rightarrow ۲۴۰$ ، $N \rightarrow ۶۰$

$\frac{۲۴۰}{۶۰}=۴$

$\frac{T_c}{T_B}=\frac{۲}{۴}=۰/۵$

علامت سرعت و شتاب و تعیین تندشونده و کندشونده در حرکت نوسانی

علامت x : اگر و سط م سر نو سان را مبدا ($X=0$) در نظر بگیریم، سمت را ست مبدا ، X مثبت و سمت چپ مبدا X منفی است



علامت v : اگر متحرکت در جهت محور Xها حرکت کند علامت V مثبت و اگر متحرکت در خلاف جهت محور Xها حرکت کند علامت V منفی است

علامت a : علامت شتاب دقیقا برعکس علامت X است،یعنی سمت را ست مبدا ، شتاب منفی و سمت چپ مبدا، شتاب مثبت است

تند یا کند: هرگاه نوسانگر در حال نزدیک شدن به مبدا باشد، حرکت تندشونده و هرگاه نوسانگر در حال دور شدن از مبدا باشد حرکت کندشونده است.

مقدار سرعت و شتاب و نیرو و انرژی ها در کجای مسیر نوسان صفر و کجا بیشینه است؟

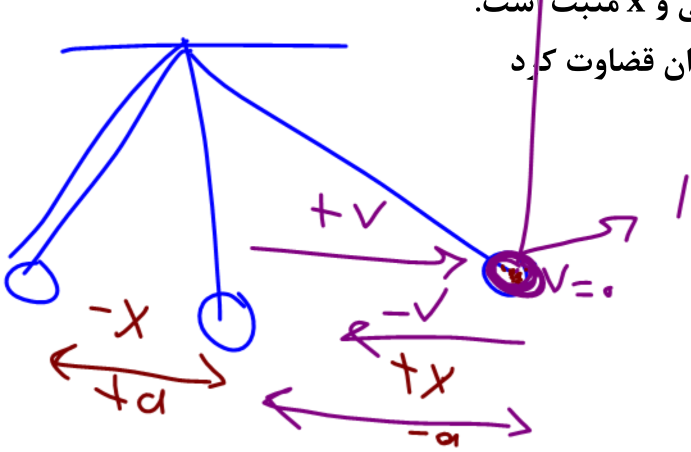
سرعت و انرژی جنبشی در مرکز نوسان،بیشینه و در دوانتهای مسیر صفر هستند

نیرو و شتاب و X و انرژی پتانسیل در مرکز نوسان، صفر و در دو انتهای مسیر بیشینه هستند

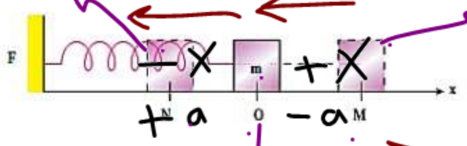
تست : در حرکت یک نوسانگر ساده، در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر از مثبت به منفی تغییر علامت می‌دهد، ....

۱) شتاب مثبت و x منفی است.   ۲) شتاب منفی و x مثبت است.

۳) شتاب مثبت و x مثبت است.   ۴)دقیقا نمیتوان قضاوت کرد



جواب گزینه ۲



KV = MAX

تست : چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

صفر مورد   دومورد   چهار مورد   شش مورد

الف : از **M** به سمت **O** سرعت و شتاب منفی و حرکت تند شونده است

ب: از **O** به **N** سرعت منفی و شتاب مثبت و حرکت کند شونده است

ج: از **N** به سمت **O** سرعت و شتاب مثبت و حرکت تند شونده است

د: از **O** به **M** سرعت مثبت و شتاب منفی و حرکت کند شونده است

و: در نقاط **M** و **N** سرعت و انرژی جنبشی صفر و شتاب و انرژی پتانسیل بیشینه است

ی: در نقاطه **O** سرعت و انرژی جنبشی بیشینه و شتاب و انرژی پتانسیل صفر است

با توجه به نکات صفحه قبل، تمام موارد صحیح است(گزینه ۴ همه موارد)

تست : کدام گزینه غلط است؟

۱- درتمام نقاطی که علامت سرعت مثبت است،علامت شتاب منفی است

۲- تندی در مرکز نوسان بیشینه و در دوانتهای مسیر صفر است

۳- علامت تغییرات بزرگی تندی و بزرگی تغییرات تندی مخالف یکدیگر است

۴- در حرکت نوسانی ساده،علامت شتاب و جابه‌جایی نسبت به نقطه تعادل مخالف هم است

با توجه به نکات صفحه قبل گزینه ۱

معادله مکان– زمان در حرکت نوسان ساده

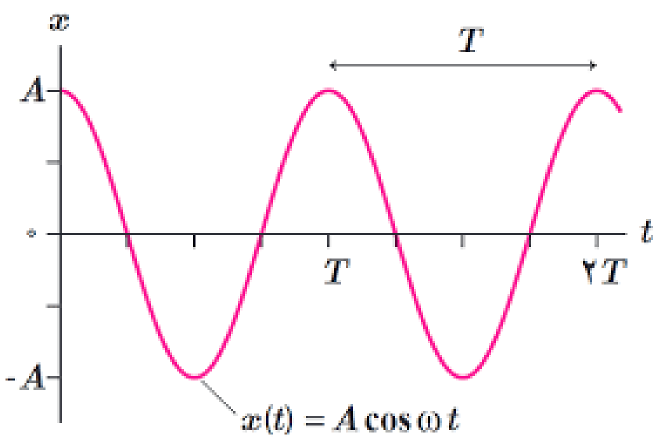
در فصل حرکت شناسی، مشاهده کردیم که اگر یک متحرک با شتاب ثابت در مسیر مستقیم حرکت کند، معادله‌ی مکان- زمان آن از رابطه‌ی $x = \frac{۱}{۲}at^{۲} + v.t + x_{۰}$ محاسبه می‌شود. حال در این فصل می‌خواهیم حرکت‌هایی را بررسی کنیم که در آن یک متحرک بر روی یک مسیر مدام حرکت رفت و برگشتی (نوسان ساده) انجام دهد. به چنین حرکتی، یک حرکت نوسانی هماهنگ ساده می‌گوییم و معادله‌ی آن نیز یک معادله سینوسی (کسینوسی) به صورت زیر است: (در این کتاب با این فرض که در لحظه آغاز، نوسانگر از نقطه ماکزیمم آغاز به حرکت کند معادلات را بررسی میکنیم)

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

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

بیشترین فاصله از مرکز نوسان (دامنه) (بعد بیشینه)

بعد حرکت (فاصله نوسانگر در هر لحظه از مبدا مکان)



$X = A\,Cos\,\omega t$

$x = ۰/۴\,Cos\,\frac{\pi}{2}t$

A

A=۴۰

تست: بیشترین فاصله یک نوسانگر از مبدا ۴۰ سانتیمتر است و نوسانگر در هر دقیقه ۱۵ نوسان کامل انجام میدهد، معادله مکان- زمان و مکان نوسانگر در لحظه t=2 به ترتیب از راست به چپ عبارتست از ....

۱) $A = ۴۰cm = ۰/۴m$

۲) $N = \frac{t}{T} \to ۱۵ = \frac{۶۰}{T}$ $\quad T = ۴$

$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۴} = \frac{\pi}{۲}$

$X = ۰/۴\,Cos\,\frac{\pi}{۲} \times ۲$ $\quad -1$

$X = -۰/۴$

۱- $x = 0/4Cos(\frac{\pi}{2}t)$ و X=۰/۴

۲- $x = 0/4Cos(\frac{\pi}{2}t)$ و X=-۰/۴

۳- $\cancel{x = 0/2}Cos(\frac{\pi}{2}t)$ و X=-۰/۲

۴- $x = \cancel{0/2}Cos(\pi t)$ و X=۰/۲

پاسخ : ابتدا معادله نوسان را می‌نویسیم

$$A = 40cm = 0/4m$$

$$N = \frac{t}{T} \to 15 = \frac{60}{T} \to T = 4s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \to \omega = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$x = 0/4Cos(\frac{\pi}{2}t)$$

حال با جایگذاری زمان در معادله مکان نوسانگر داریم :

$$x = 0/4Cos(\frac{\pi}{2}t) = 0/4Cos(\pi) = -0/4$$

تست: نوسانگری بر روی مسیر AB به طول ۵۰ سانتیمتر مدام حرکت رفت و برگشتی انجام می‌دهد، اگر این نوسانگر در لحظه شروع، در A+ باشد و به سمت مبدا در حال حرکت باشد، همچنین اگر این نوسانگر در هر ۴دقیقه ۶۰ بار مسیر AB را بپیماید، معادله نوسانی آن کدام گزینه است؟

$X = 0.25\cos\frac{\pi}{2}t$ $\quad X = 0.5\cos\frac{\pi}{2}t$ $\quad X = 0.5\cos\frac{\pi}{4}t$ $\quad X = 0.25\cos\frac{\pi}{4}t$

طول پاره خط که نوسانگر روی آن نوسان می کند برابر 2A می باشد پس

$$2A = 50cm \rightarrow A = 25cm = 0/25m$$

هر ۲ بار که طول پاره خط را طی کند برابر یک نوسان می باشد پس ۶۰ بار طول پاره خط را طی کند یعنی ۳۰ نوسان کامل

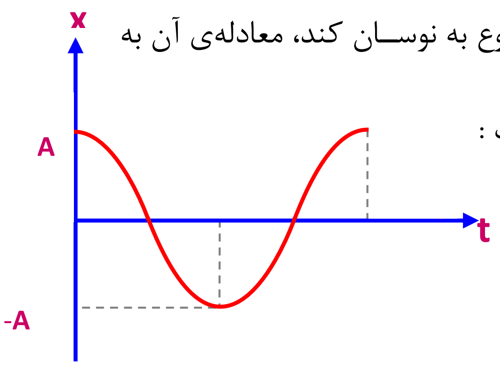
$$N = \frac{t}{T} \rightarrow 30 = \frac{4 \times 60}{T} \rightarrow T = 8s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4}$$

$$x = 0/25\cos\frac{\pi}{4}t$$

نمودار مکان– زمان

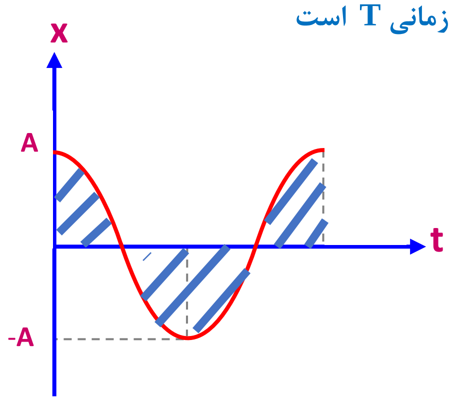
نمودار مکان- زمان یک حرکت نوسانی ساده به صورت تابعی کسینوسی(سینوسی) است که در هر دوره تکرار می‌شود. برای مثال اگر یک نوسانگر از مبدأ مکان $X=+A$ شروع به نوسان کند، معادله‌ی آن به صورت $X=ACOS(\frac{2\pi}{T})t$ می‌باشد که نمودار ان مطابق شکل روبرو است :



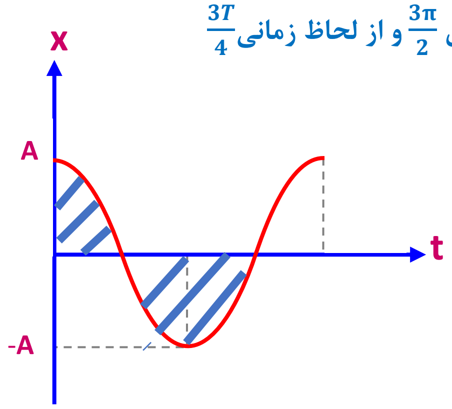
آموزش گوگولی(زاویه و زمان از روی نمودار)

مهمترین چیزی که در این قسمت باید یاد بگیرید اینست که بدانید هر بخش از نمودار از لحاظ زاویه ای و زمانی و مکانی چه مقداری دارد.بنابراین شکل ها و مقادیر زیر را حفظ کنید

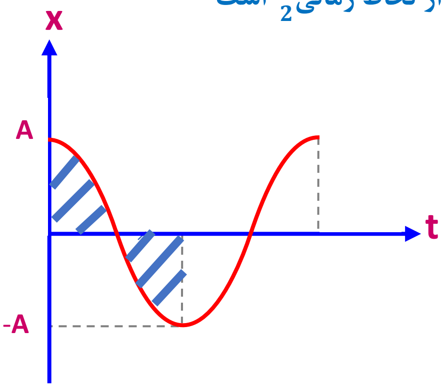
اگر روی نمودار یک دایره کامل را جلو برویم این مقدار از لحاظ زاویه ای 2π و از لحاظ زمانی T است



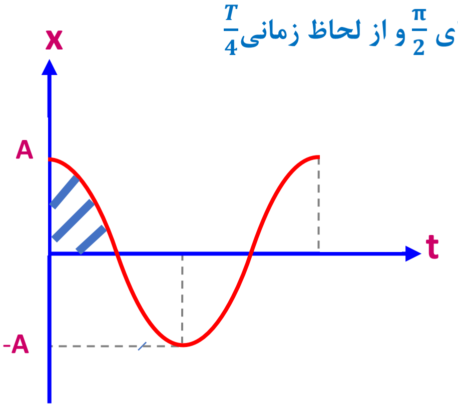
اگر روی نمودار به اندازه سه چهارم دایره کامل را جلو برویم این مقدار از لحاظ زاویه ای $\frac{3\pi}{2}$ و از لحاظ زمانی $\frac{3T}{4}$ است



اگر روی نمودار به اندازه نصف دایره کامل را جلو برویم این مقدار از لحاظ زاویه ای π و از لحاظ زمانی $\frac{T}{2}$ است



اگر روی نمودار به اندازه یک چهارم دایره کامل را جلو برویم این مقدار از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{2}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{4}$ است



اگر روی نمودار به اندازه‌ای جلو برویم که معادل نصف دامنه باشد و با چشم نتوانیم بگوییم که چند چندم یک دایره را جلو رفته ایم نسبت به نقطه ماکزیمم یا مینمم از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{3}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{6}$ است و این مقدار نسبت به محور tها از لحاظ زاویه ای $\frac{\pi}{6}$ و از لحاظ زمانی $\frac{T}{12}$ است ولی