

# جزوه فصل سوم فنریک دوازدهم

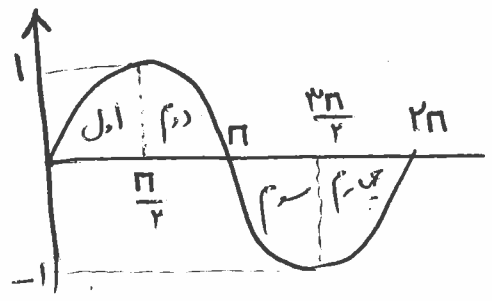
نوسان و امواج

تالیف: مهندس رهبری

آبان ۱۴۰۱





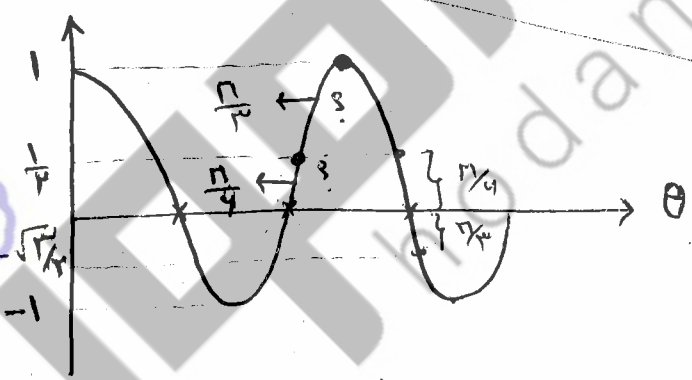


$y = \sin x$

منحدر سینوس یا کینوس بالله

0 تا $\frac{1}{2}$	→	$\frac{\pi}{4}$
0 تا $\frac{\sqrt{3}}{2}$	→	$\frac{\pi}{3}$
0 تا $\frac{\sqrt{2}}{2}$	→	$\frac{\pi}{4}$
0 تا 1	→	$\frac{\pi}{2}$

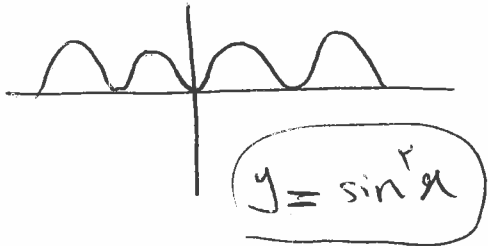
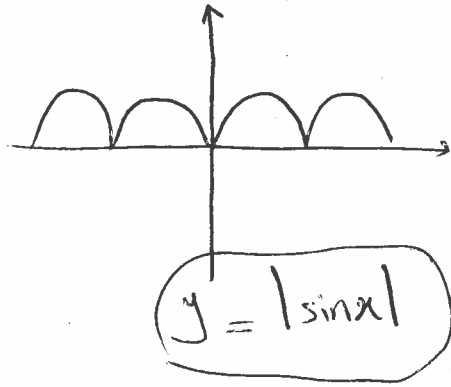
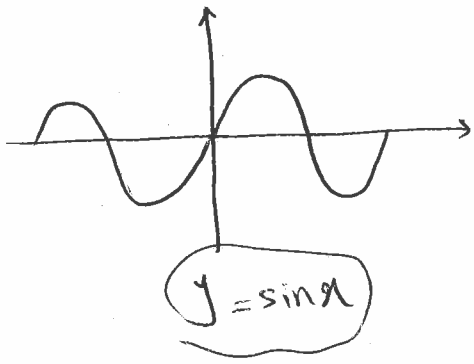
مسئله: فاصله زین را ارزش گذاری کنید.



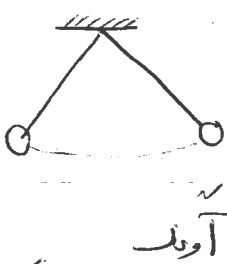
نقاط ضرب کرده هستند

$0 \rightarrow 0 \text{ تا } \frac{1}{2} \rightarrow \frac{\pi}{4}$

فاصله ۲ علامت سوال یک ربع کامل  $\Rightarrow \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4}$



نوسان ساده : حرکت تکرار شونده ای یا معادله سینوسی یا کینوسی، نوسان ساده است.



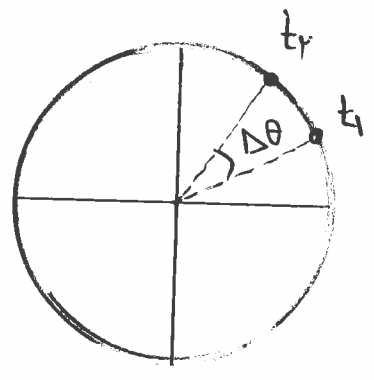
دوره تناوب (T): زمان انجام یک نوسان را دوره تناوب گویند. یکای اصلی این کمیت، ثانیه است. معادل مثال دوره عقربه ثانیه شمار ۶۰ است.

بسامد (فرکانس): تعداد نوسان در واحد زمان، بسامد است و واحد آن  $\frac{1}{s}$  یا هرتز (Hz) است.

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{یا} \quad f = \frac{1}{T}$$

رابطه بسامد و دوره تناوب

جابجایی زاویه ای و سرعت زاویه ای :



زاویه طی شده در واحد زمان را بسازد زاویه ای گویند.

↓  
(سرعت زاویه ای)

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) \Rightarrow \omega = \frac{\theta}{t} \Rightarrow \theta = \omega t$$

در حرکت دایره ای بلوغت، سرعت زاویه ای متوسط و لحظه ای مساوی اند.

نقطه ۳

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

نوسان ها هندسه ساده : متحرک روی دایره حرکت می کند و تصویر حرکت آن را روی محور  $x$  ها بررسی می کنیم.

دامنه نوسان (A) : شعاع دایره یا فاصله ماکزیم نوسان که تا مرکز نوسان.

از A تا A - به پاره خط نوسان : فاصله بین ۲ انحراف نوسان.

طول پاره خط نوسان = ۲ برابر طول دامنه

حرکت متناوب داریم چون سرعت تغییر می کند ابتدا و انتهای نوسان سرعت همراست است. ریب ترین سرعت را در مرکز نوسان داریم. در ابتدا و انتهای حرکت انرژی پتانسیل ماکزیم داریم.

سرعت در جهت محور  $x$  ← (+) خلاف جهت محور  $x$  ← -

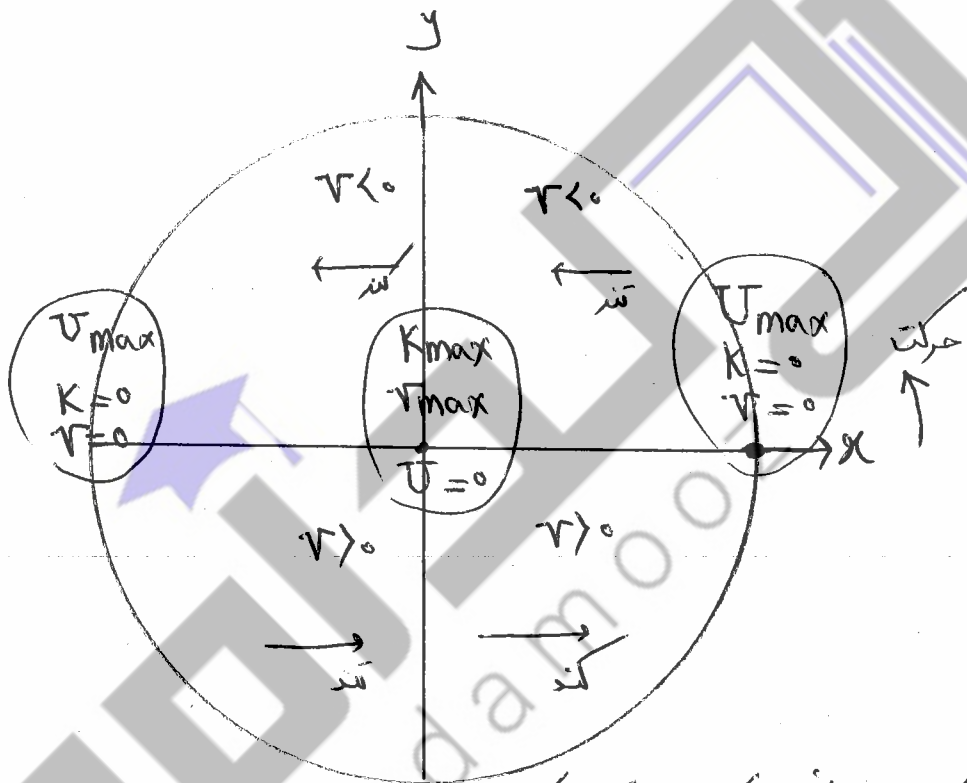
ربع اول دردم سرعت (-) ربع سوم و چهارم سرعت (+)

مثال

ربع اول تند شوونده ربع دوم کند شوونده ربع سوم تند شوونده ربع چهارم کند شوونده

نتیجه: ربع اول و سوم ← کند ربع دوم و چهارم ← تند

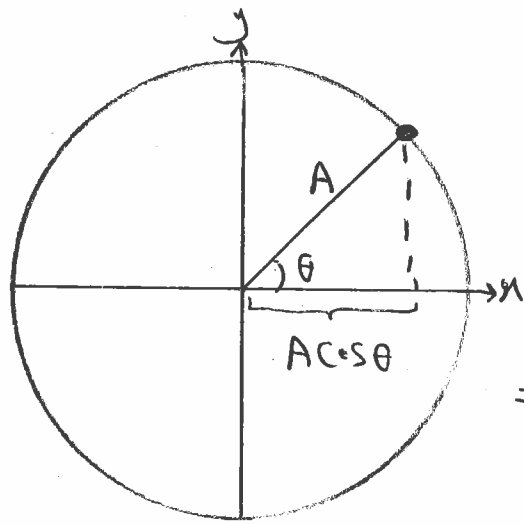
خلاصه نکات موارد بالا داخل دایره زیر:



مثال: در حرکت نوسانی ساده کدام یک از موارد زیر صحیح است؟

- ① در سرتن نوسان انرژی جنبشی صفر است. x
- ② در مکان های مثبت، حرکت تند شوونده است. x
- ③ در هنگام نزدیک شدن به سرتن نوسان، حرکت تند شوونده است. ✓
- ④ در موقع دور شدن از سرتن نوسان، انرژی پتانسیل کاهش می یابد. x

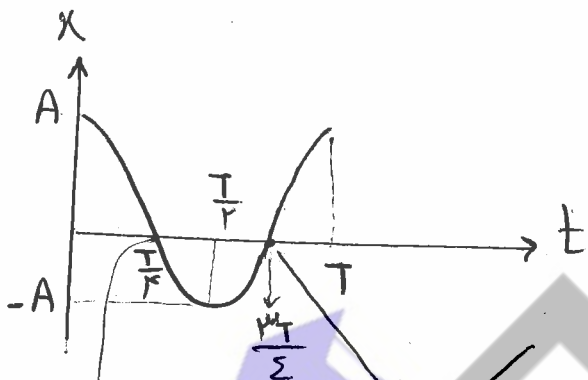
معادله حرکت :



$x = A \cos \theta \xrightarrow{\theta = \omega t}$   
 $\Rightarrow x = A \cos \omega t$

معادله مکان زمان

$x_{max} = A$



به سرتیغ زمان نزدیک شویم  $\leftarrow$  تند  
 از سرتیغ زمان دور شویم  $\leftarrow$  کند

سرتیغ زمان ( $x=0$ )

سرتیغ زمان ( $x=0$ )

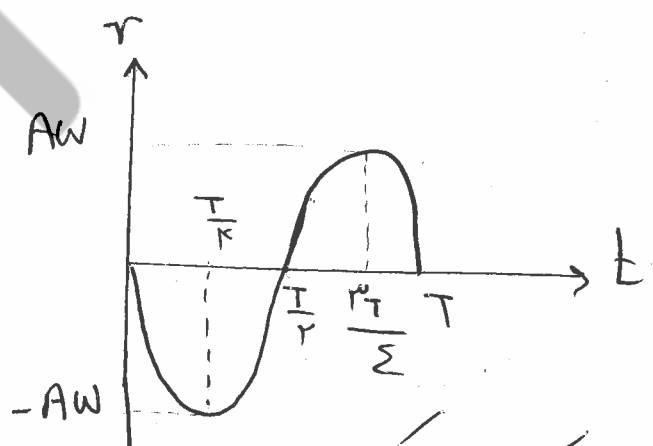
معادله سرعت زمان :

$x = A \cos \omega t \xrightarrow{\text{مشتق}}$

$v = -A\omega \sin \omega t$

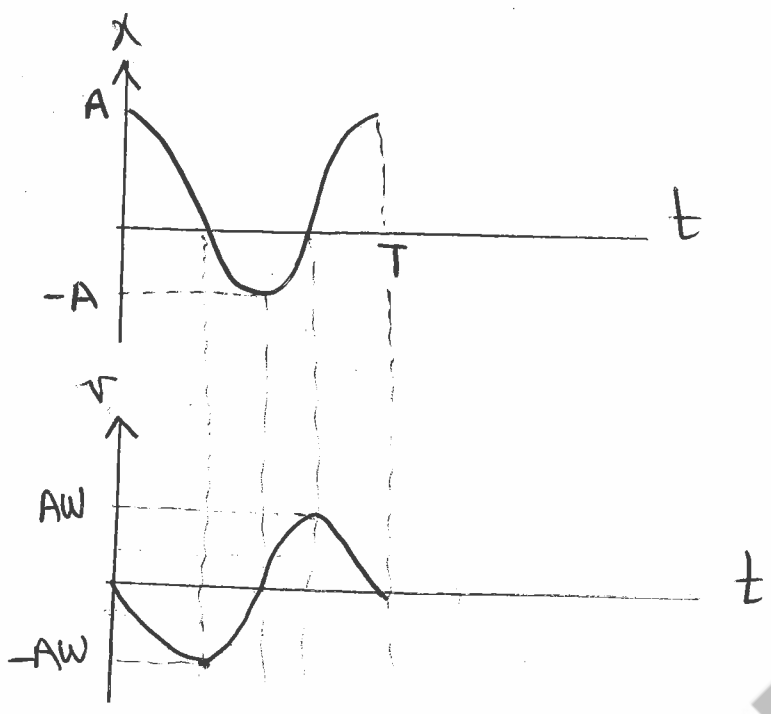
$v_{max} = A\omega$

رسم نمودار



در نمودار  $v-t$  به محور  $t$  نزدیک شویم کند دور شویم تند

مسئله ۲ متودار:



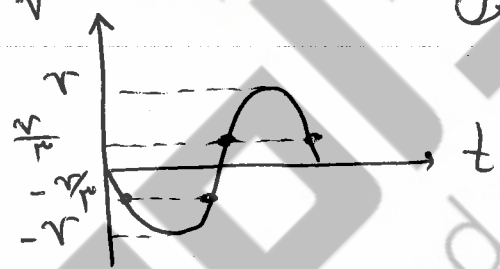
تا خارج ۹۹: اگر سرعت یک نوسان کننده که حرکت هماهنگ ساده دارد در لحظه عبور از مبدأ  $v$

$v_{max}$

$$\frac{3}{8} \bigg| \frac{2}{4}$$

باشد در هر دوره چندبار اندازه سرعت آن  $\frac{v}{3}$  می شود؟

یعنی  $\theta$  هم قبول



در یک دوره تا دو برابر سرعت آن بار ما از هم می گذرد. سرعت ۲ بار صفر می شود. در تفسیر حالات

ش ۳ و ۴ و  $\frac{v}{3}$  و  $\frac{2v}{3}$  بار خواهیم داشت

در یک نوسان کامل

۲A است

(۳) مسافت طی شده برابر

(۱) باره خط نوسان ۲ بار طی می شود.

(۴) سرعت متوسط صفر است

(۲) جابجایی برابر صفر است



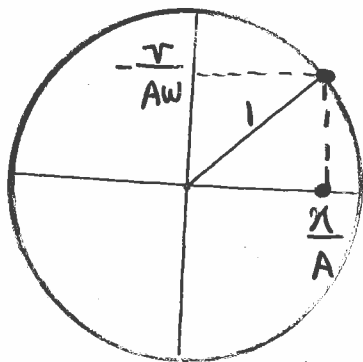
$v$

$$x = A \cos \omega t \xrightarrow{\div A}$$

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

$$v = -A\omega \sin \omega t \xrightarrow{\div A\omega}$$

$$\frac{-v}{A\omega} = \sin \omega t$$



سؤال: ذره ای روی پاره خطی به طول  $10 \text{ cm}$  حرکت می‌کند و ساره انجام می‌دهد اگر دوره

نوسان  $0.15$  ثانیه باشد معادله مکان زمان و سرعت زمان را در SI بنویسید و آن را رادیک دوره رسم کنید.

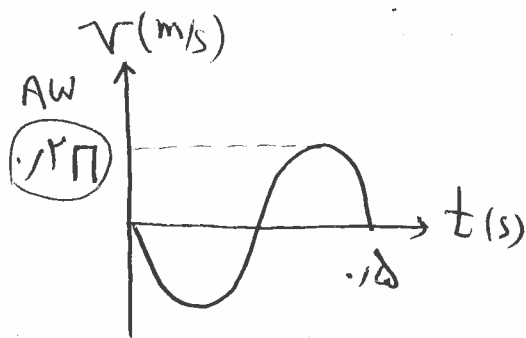
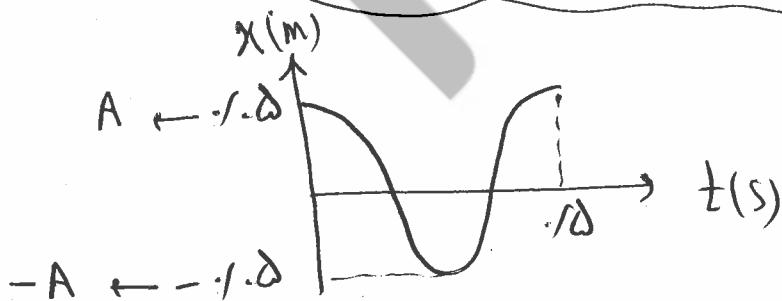
$$A = 5 \text{ cm} \xrightarrow{\div 2} \text{پاره خط } 10 \text{ cm}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.15} = 4\pi$$

$$\Rightarrow x = A \cos \omega t \Rightarrow x = -0.05 \cos 4\pi t$$

$$v = -A\omega \sin \omega t = -0.05 \times 4\pi \sin 4\pi t$$

$$\Rightarrow v = -0.2\pi \sin 4\pi t$$



معادله نوسان ساده‌ای به هم  
 ۱۰۰ الکترون رادر SI بنویسد، که روی پاره خط ۴. cm از مبدأ  
 شروع کرده و در هر ثانیه ۲۰ بار پاره خط نوسان را طی می‌کند معادله مکان زمان و سرعت آن  
 رادر SI بنویسد. سرعت نوسان آن رادر  $s = \frac{1}{12.}$  است جهت آورید.

۴. cm پاره خط  $\Rightarrow A = 2.0 \text{ cm}$

۲۰ بار پاره خط  $\Rightarrow$  ۱۰ نوسان  $\Rightarrow f = 10 \text{ Hz}$

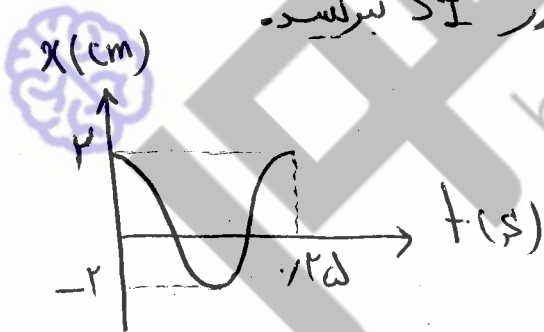
$\omega = 2\pi f = 20\pi$

$x = 2 \cos 20\pi t \Rightarrow v = -2 \sin 20\pi t$

$t = \frac{1}{12.} \Rightarrow x = 2 \cos 20 \times \frac{1}{12.} \pi = 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \text{ m}$

$t = \frac{1}{12.} \Rightarrow v = -2 \sin 20 \times \frac{1}{12.} \pi = -2 \times \frac{1}{2} = -2 \text{ m/s}$

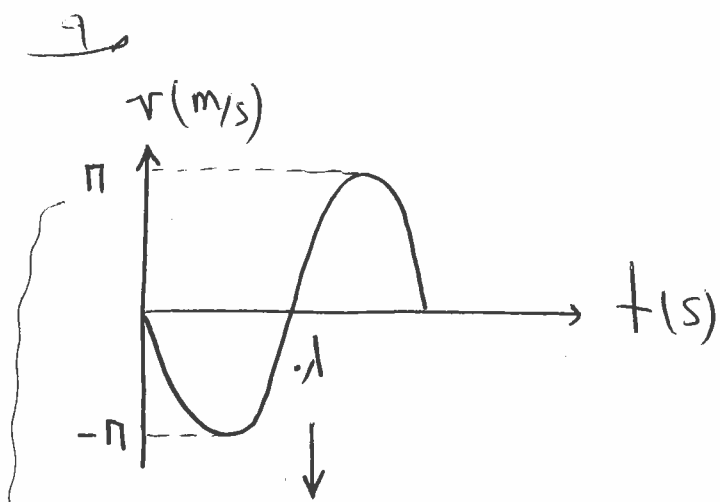
مثال: با توجه به نمودارها معادلات مکان زمان رادر SI بنویسد.



$T = 1/25 = \frac{1}{25}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1/25} = 50\pi$

$x = 2 \cos 50\pi t$



$$\frac{T}{2} = 0.1 \rightarrow T = 0.2 \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi$$

$$A\omega = \pi \Rightarrow A(10\pi) = \pi \Rightarrow A = 0.1$$

$$x = 0.1 \cos 10\pi t$$

مثال: معادله حرکت نوسان گر ساده‌ای در SI بصورت  $v = -5\pi \sin(10\pi t)$  می‌باشد  
 در لحظه‌ای که سرعت نوسان گر  $2.5\pi$  متر بر ثانیه است فاصله آن از مرکز نوسان چند  
 سانتی‌متر است؟

$$\frac{2.5\pi}{5.0\pi} \mid \frac{2.5}{5.0}$$

$$A\omega = 5\pi \xrightarrow{\omega = 10\pi} A = \frac{1}{2}$$

$$x = 0.15 \cos 10\pi t$$

$$v = -5\pi \sin(10\pi t) \xrightarrow{v = 2.5\pi}$$

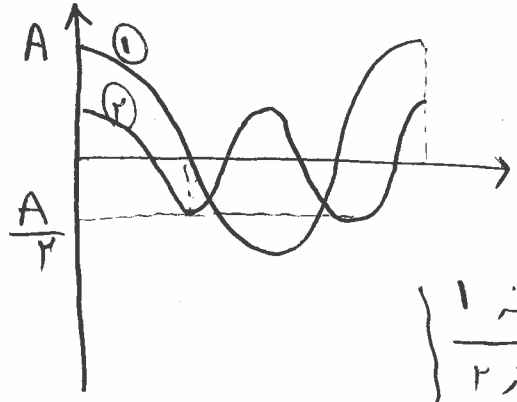
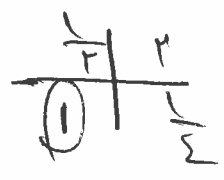
$$2.5\pi = -\frac{5\pi}{2} \sin(10\pi t) \rightarrow |\sin 10\pi t| = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow |\cos 10\pi t| = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

\* فاصله کتی مثبت است \*

$$x = 0.15 \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{8} \text{ m} \xrightarrow{x \text{ مثبت}} = 25\sqrt{3} \text{ cm}$$

سوال ۱: نمودار مکان زمان دو حرکت هماهنگ ساده مطابق شکل زیر است. بیسینه سرعت نوشتن  $\omega$  و  $f$  را  $\omega$  و  $f$  بنویسید.  $\omega$  و  $f$  را بیسینه سرعت نوشتن  $\omega$  و  $f$  بنویسید!



$$\frac{\text{دامنه ۱}}{\text{دامنه ۲}} = \frac{A}{\frac{A}{2}} = 2$$

$$\frac{f_2}{f_1} = 2$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{(A\omega)_1}{(A\omega)_2} = \frac{A\omega_1}{\frac{A}{2}\omega_2} = 1$$

سوال ۲: یک فنر متصل است در یک سطح افقی بدون اصطکاک بین  $M$  و  $N$  نوشته شده است که در هر  $0.12$  ثانیه  $2$  نوسان کامل انجام می دهد. بیسینه سرعت نوشتن  $\omega$  و  $f$  را بیسینه سرعت نوشتن  $\omega$  و  $f$  بنویسید.  $MN$  چقدر است؟

$0.12$  ثانیه  $2$  نوسان  $\Rightarrow$   $0.06$  ثانیه  $1$  نوسان  $\Rightarrow T = 0.12$  s

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

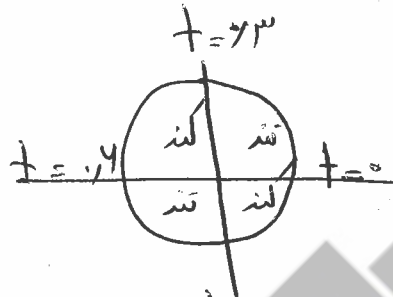
$$A\omega = 10\pi \Rightarrow 10\pi \times A = 10\pi \Rightarrow A = 0.1 \text{ m}$$

$$MN \rightarrow \text{طول یاروخا} = 2A \rightarrow MN = 0.2 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

مثال: نوسان کر ساده ای با دوره ۱٫۲ ثانیه از شروع حرکتش تا ۰٫۹ ثانیه پس از آن چه ثانیه در حال حرکت شده است؟

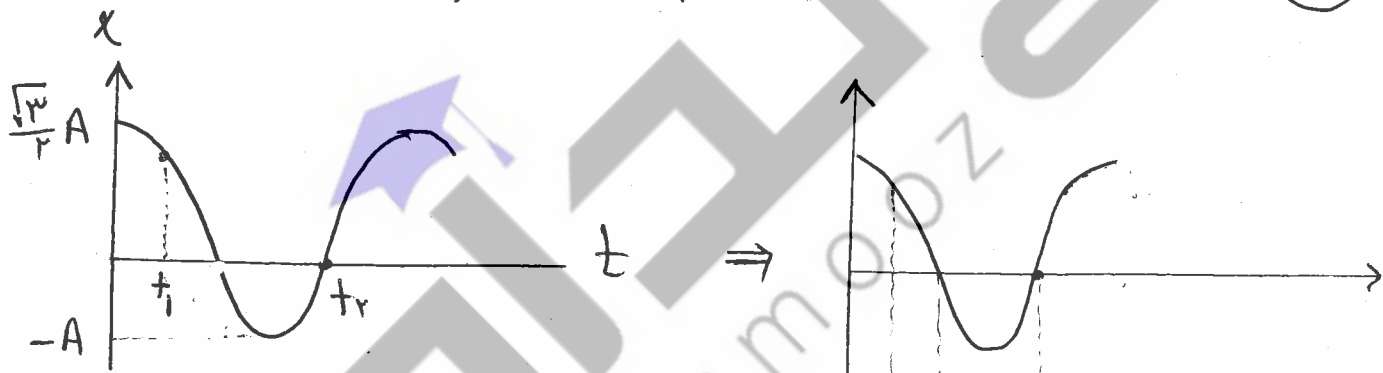
$$\begin{array}{c|c} ۰٫۱۲ & ۰٫۱۳ \\ \hline ۰٫۱۵ & (۰٫۱۴) \end{array}$$

$T = ۱٫۲$  s



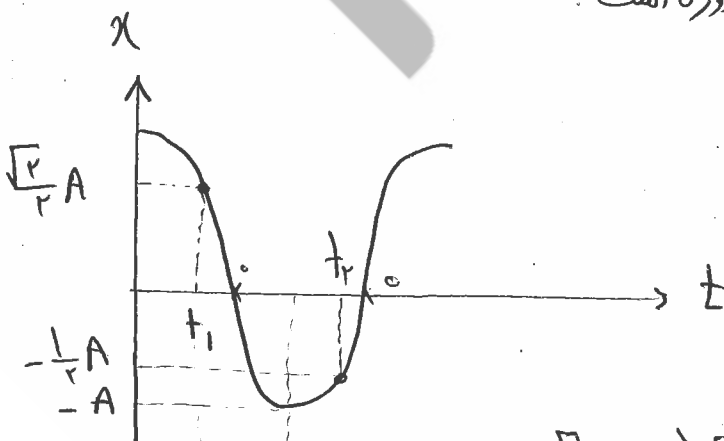
$\Rightarrow$  ربع اول رسم شده  $t = ۰٫۹ = ۰٫۱۳ + (۰٫۹ - ۰٫۱۴) = ۰٫۱۴$  s

مثال: در نوسان کر زیر چه کسری از دوره است؟  $t_2 - t_1$



$\frac{4\pi}{3} \xrightarrow{T=2\pi} \frac{2 \times 2\pi}{3} = \frac{2T}{3}$

در نوسان کر زیر چه کسری از دوره است؟  $t_2 - t_1$



$0 \rightarrow t_1 \rightarrow \frac{\pi}{2}$

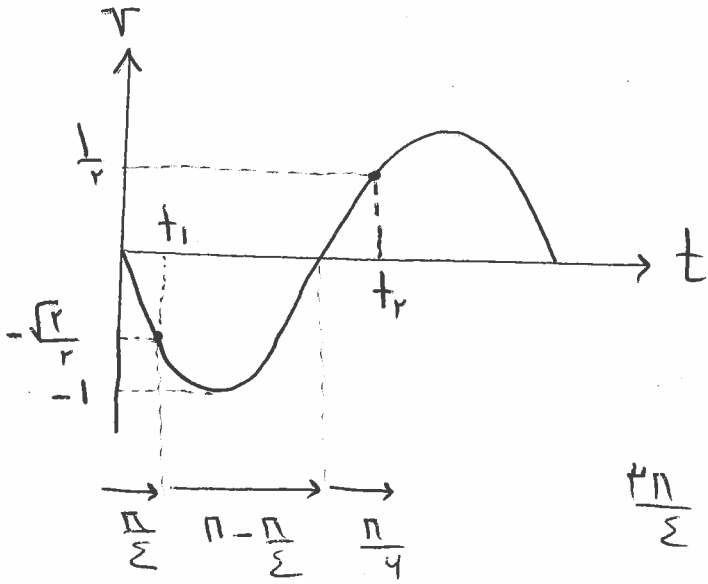
$t_2 \rightarrow \frac{\pi}{4}$

$\pi - \frac{\pi}{4} = \frac{3\pi}{4} = \frac{\Delta\pi}{4}$

$\frac{\pi}{4} + \frac{\Delta\pi}{4} = \frac{4\pi + \Delta\pi}{4} = \frac{4\pi + \frac{3\pi}{4}}{4} = \frac{13\pi}{16} = \frac{13T}{16}$

۱۲

در نمودار سرعت زمان زیر که مربوط به نوسان ساده است  $t_2 - t_1$  چقدر از دوره است؟

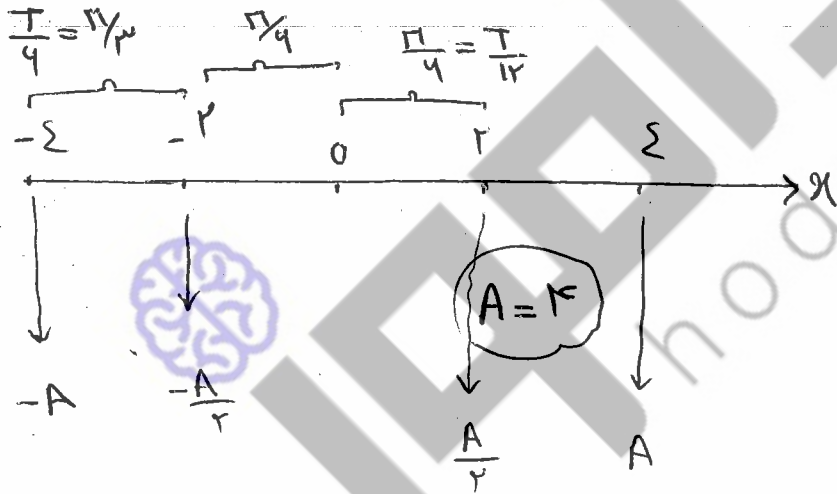


$\text{تا } t_1 \rightarrow \frac{\pi}{2}$

$$\frac{3\pi}{2} + \frac{\pi}{4} = \frac{18\pi + 4\pi}{24} = \frac{22\pi}{24} \xrightarrow{2\pi = T}$$

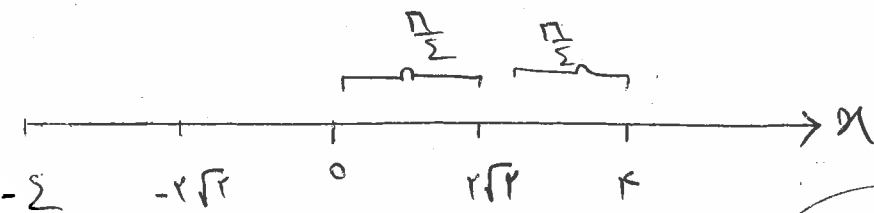
$$\frac{11T}{24}$$

ارزش زمانی و زاویه ای فواصل موجود روی پاره خط نوسان را بیابید.

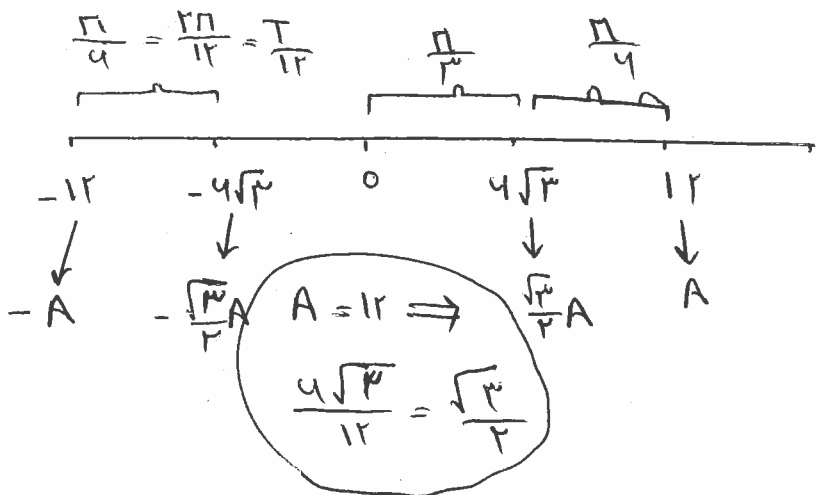


$\text{تا } 2 \rightarrow 0 \xrightarrow{\text{تا}} \frac{A}{2} \rightarrow \frac{\pi}{4}$

$\text{تا } 2\sqrt{2} \rightarrow \frac{2\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}/2$



$$\frac{\pi}{4} = \frac{x}{A} = \frac{2\pi}{A} = \frac{T}{A}$$

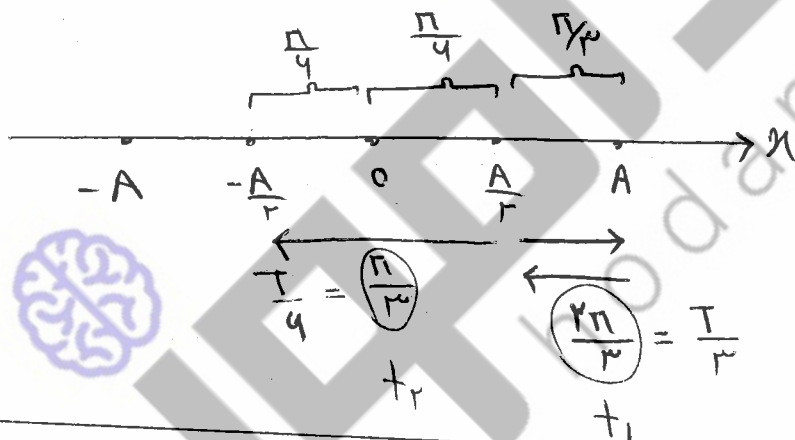


$$e^{-\sqrt{3}} \frac{\pi}{2} A \rightarrow \frac{\pi}{3}$$

$$\frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{4} = \frac{T}{4}$$

نوسانگر ساده‌ای در  $\frac{A}{2}$  در حال دروسن است پس از  $t_1$  ثانیه مجدداً به  $\frac{A}{2}$  بازمی‌گردد و از آن جا تا  $-A$  را بدون برگشت در مدت  $t_2$  ثانیه طی می‌کند نسبت  $\frac{t_1}{t_2}$  چقدر است!

$\frac{1}{2}$	1
$\frac{1}{2}$	2
$\Sigma$	



$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{2\pi/3}{\pi/3} = 2$$

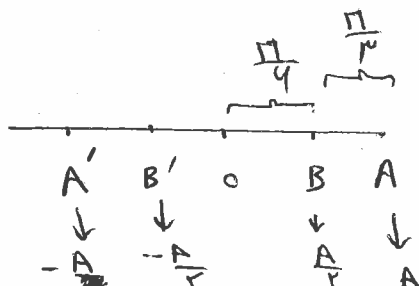
(پایه خارج ۹۵) در شکل زیر دو متحرکی بین دو نقطه A و A' حرکت می‌کنند شماره انجام رده و فاصله OB را در مدت  $\frac{1}{300}$  ثانیه طی کنند بسامد نوسان چقدر است!

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

$$\frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{12} = \frac{T}{12}$$

$$\frac{T}{12} = \frac{1}{300} \Rightarrow T = 0.4 \text{ s}$$

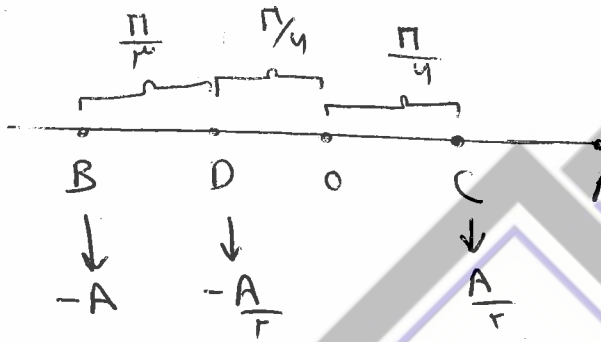
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.4} = 2.5 \text{ Hz}$$



دو نقطه A و B در یک خط مستقیم حرکت می‌کنند. در هر لحظه از زمان، نسبت فاصله‌ها  $\frac{t_1}{t_2}$  ثابت است. پایه خارج ۹۶:

فاصله CD را در  $t_1$  ثانیه و فاصله DB را در  $t_2$  ثانیه طی کنند نسبت  $\frac{t_1}{t_2}$  حفظ است؟

۲	۱
$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{\pi}{4}$

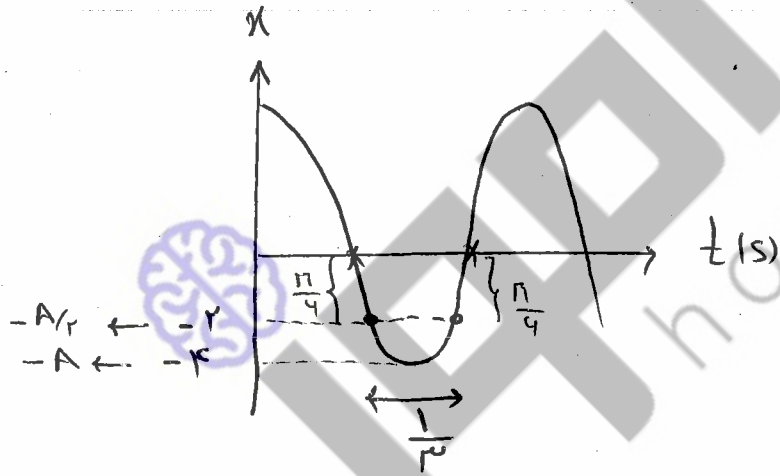


$$CD \rightarrow \frac{2\pi}{4} = \frac{T}{4}$$

$$BD \rightarrow \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{6} = \frac{T}{6}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = 1$$

دوره تناوب نوسانگر زیر چند ثانیه است؟

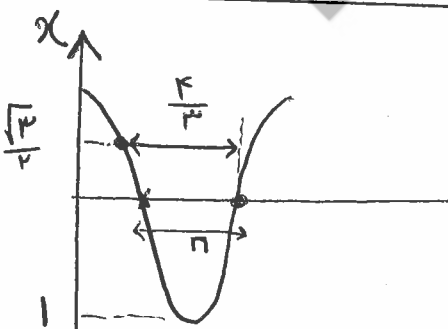


$$\pi - \frac{2\pi}{4} = \frac{4\pi}{4} = \frac{2\pi}{2}$$

$$\frac{2\pi}{3} = \frac{T}{3} \Rightarrow \frac{T}{3} = \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$T = 1s$$

دوره تناوب نوسانگر زیر چند ثانیه است؟



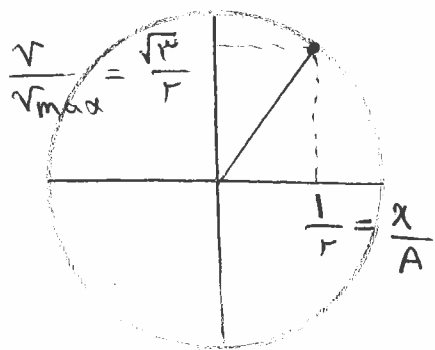
$$\text{تا } \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \frac{\pi}{3}$$

$$\pi + \frac{\pi}{3} = \frac{4\pi}{3} = \frac{2T}{3}$$

$$\frac{2T}{3} = \frac{\pi}{3} \rightarrow T = 2s$$

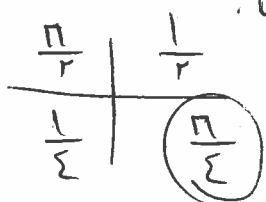


$$v_{max} = A\omega = 3 \times \frac{2\pi}{3} = 2\pi \text{ cm/s}$$



$$\frac{v}{2\pi} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow v = \sqrt{3}\pi \text{ cm/s}$$

یک نوسان گر ساده بین دو سرپاره خط به طول ۵۰ cm حرکت می کند و در هر دقیقه مسافتی برابر ۳ متر را طی می کند. سرعت آن هنگام عبور از وضع تعادل چند متر بر ثانیه است؟



$$A = 25 \text{ cm}$$

یک نوسان کامل  $1 \text{ m} = 50 \text{ cm} + 50 \text{ cm}$

۳ نوسان  $\rightarrow 3 \text{ m} \rightarrow$  یک دقیقه

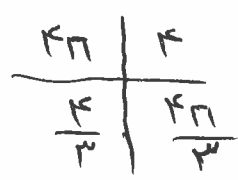
۳ نوسان	۴۰ s
۱ نوسان	T

$$\Rightarrow T = 25 \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$$

$$v = A\omega = \frac{1}{4} \times \pi = \frac{\pi}{4}$$

دوره ای دارای حرکت نوسانی ساده با دوره ۳ ثانیه و دامنه ۴ سانتی متر است. اگر هنگام عبور از حالت تعادل سرعت اولیه ای در جهت حرکت به آن بدهیم دامنه اش ۴ cm می شود این سرعت اولیه چند سانتی متر بر ثانیه است؟

$$T = 3 \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{3} \quad (\text{ثابت})$$



$$v_{max} = A\omega = 4 \times \frac{2\pi}{3} = \frac{8\pi}{3} \text{ cm/s}$$

برابر شده  $\frac{4}{3} = \frac{4}{3}$  دامنه  $\Rightarrow v = \frac{8\pi}{3} \times \frac{3}{4} = 4\pi \text{ cm/s}$

$$\Rightarrow \Delta v = 4\pi - \frac{8\pi}{3} = \frac{4\pi}{3}$$

مسئله: نمودار مکان زمان یک نوسان گر ساده به شکل زیر است. اگر بزرگی سرعت نوسان گر در لحظه عبور از مرکز نوسان برابر  $2\pi$  (m/s) باشد معادله سرعت زمان آن در SI کدام است؟



$$A\omega = 2\pi \quad A = 1$$

$$\omega = \frac{2\pi}{1} = 2\pi$$

$$v = -A\omega \sin \omega t$$

$$v = -2\pi \sin 2\pi t$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \cos \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{4} = \frac{T}{4}$$

$$2\pi - \frac{\pi}{4} = \frac{11\pi}{4} = \frac{11}{12} \Rightarrow$$

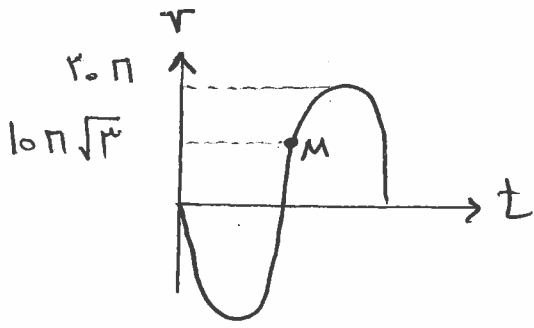
↓

$$\frac{22\pi}{12} = 22 \frac{11\pi}{12} = \frac{11}{12} \rightarrow T = 1$$

$$\omega = \frac{2\pi}{1} = 2\pi$$

۱۹

مثال: مکان نقطه M را بیابید.  $(\omega = 5\pi)$



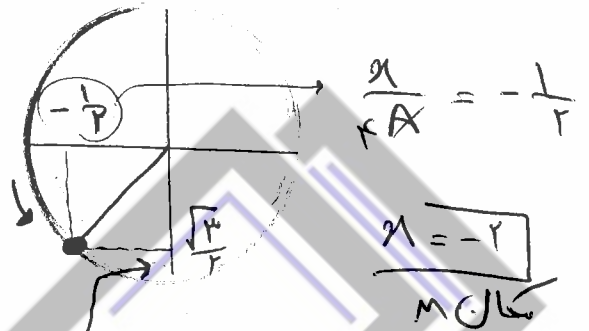
مانندجه به مثل M در ربع سوم قرار دارد

$M \rightarrow v > 0$

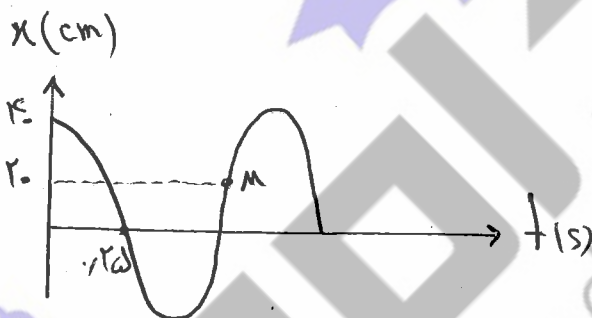
$A\omega = 2.0\pi$

$A \times 5\pi = 2.0\pi \rightarrow A = 0.4$

$-\frac{v}{A\omega} = \frac{1.0\pi\sqrt{3}}{2.0\pi} = \frac{\sqrt{3}}{2}$



مثال: سرعت نقطه M را بدست برآید



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



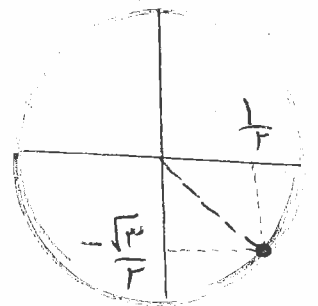
$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi$

$v_{max} = A\omega = 4 \times 2\pi = 8.0\pi$

$\frac{\alpha}{A} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

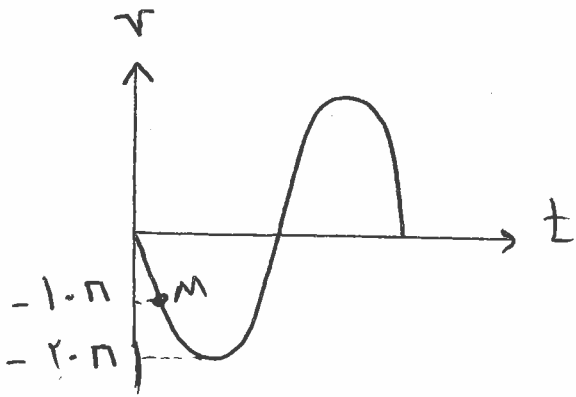
$-\frac{v}{v_{max}} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \frac{v}{8.0\pi} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\Rightarrow v = 4.0\pi\sqrt{3} = 4\pi\sqrt{3} \text{ m/s}$



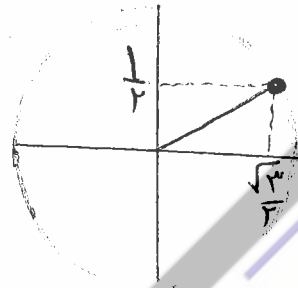
۲۰

مکان نقطه M را بیابید. ( $\omega = 5\pi$ )



$$\frac{-1.0\pi}{-2.0\pi} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{v}{v_{max}}$$

M ربع اول



$$\frac{\alpha}{\pi} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \alpha = 2\sqrt{3}$$

$$2.0\pi = A\omega \rightarrow A = \frac{2.0\pi}{5\pi} = \frac{2}{5}$$

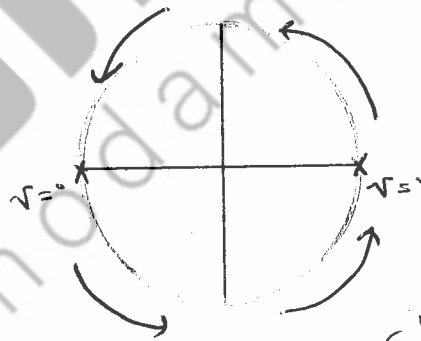
معادله حرکت همانند ساده ای در SI بصورت  $x = 2 \cos(2.0\pi t)$  است درجه لفظی

بر حسب ثانیه پس از  $t=0$  برای دومین بار اندازه سرعت نوسان گر به منبری رسد؟

$\frac{1}{2.0}$	$\frac{1}{\pi}$
$\frac{2}{1.0}$	$\frac{1}{1.0}$

$$\omega = 2.0\pi \rightarrow f = 1.0$$

$$\Rightarrow T = \frac{1}{1.0} \text{ s}$$



یعنی در  $t=0$   
 $v=0$  است رانش خواهیم بود  
 بعد از این حساب کنیم بار

در یک دوره تمام

سرعت برای دومین بار منبری نشود

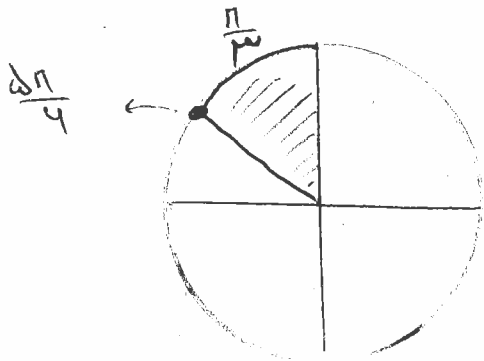
معادله سرعت زمین نوسان گر در SI بصورت  $v = -2\pi \sin 1.0\pi t$  است در بازه زما

$\frac{1}{4} < t < \frac{1}{3}$  چند ثانیه حرکت نوسان گر کند شونده است؟

$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$

ربع دوم و چهارم

۲۱



$$\omega = 10\pi \rightarrow f = 5 \rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s}$$

$$\frac{1}{13} < \frac{1}{5}$$

لذا یک دور کامل طی نمی‌شود

$$t = \frac{1}{13} \rightarrow v = -\sqrt{2} \pi \sin 10\pi \times \frac{1}{13} = -\sqrt{2} \sin \frac{5\pi}{4}$$

$$\theta = \omega \Delta t \Rightarrow \frac{\pi}{3} = 10\pi \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{1}{30} \text{ s}$$

مسئله ۹۷: معادله سرعت زب نوسان لری در SI بصورت  $v = -0.4\pi \sin 2\pi t$

$$\frac{1}{4} \text{ s}$$

است اندازه سرعت متوسط نوسان کرد در ثانیه دوم چه ساعتی شده بر ثانیه است؟

$$t_1 = 1$$

$$t_2 = 2$$

جابجایی  
زمن

$$\omega = 2\pi \rightarrow f = 1 \rightarrow T = 1 \text{ s}$$

کل حرکت مایم سا است لذا

نقطه شروع و پایان یک است

$$\text{جابجایی} = 0 \rightarrow v = 0$$

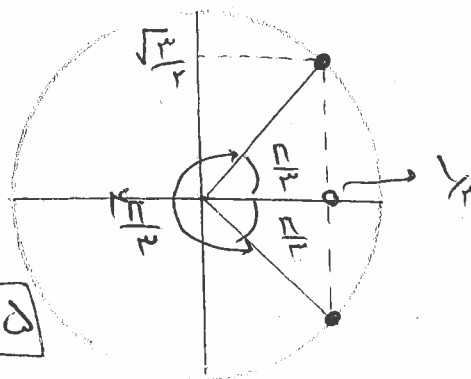
نوسان لری در لحظه  $t_1$  در  $\frac{1}{4}$  دامنه بوده و ب سمت مرکز نوسان در حال حرکت است. اگر پس از یک ثانیه مجدداً در همین نقطه باشد چقدر دور آن چه ثانیه است؟

$$\frac{1/2}{3} \mid \frac{1}{1/5}$$

$$\frac{x}{A} = \frac{1/4 A}{A} = \frac{1}{4}$$

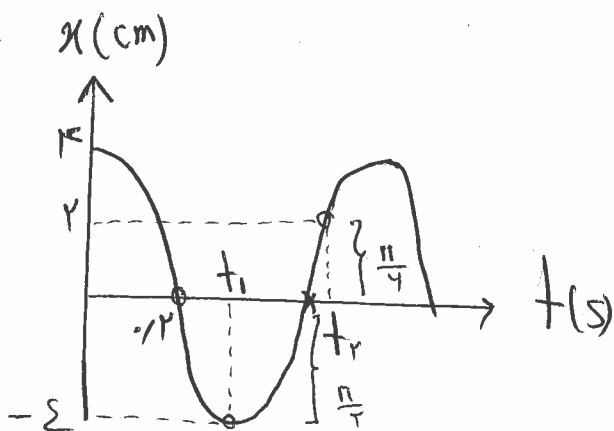
$$\frac{4\pi}{3} = \frac{2 \times 2\pi}{3} = \frac{2T}{3}$$

$$\frac{2T}{3} = 1 \rightarrow T = \frac{3}{2} = 1.5$$



منوار مکان زیر نوسان کرده‌ای تصویرت زیر است بزرگی سرعت متوسط آن در بازه  $t_1$  تا  $t_2$

چند سانتی متر بر ثانیه است ؟



$$\Delta x = 2 - (-2) = 4 \text{ cm}$$

$$\frac{T}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s}$$

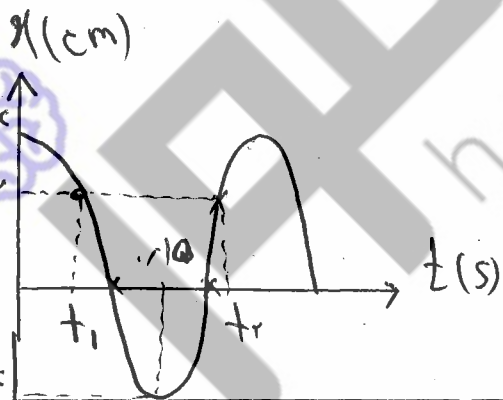
$$\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4} = \frac{3\pi + \pi}{4} = \frac{4\pi}{4} = \frac{2 \times 2\pi}{4} = \frac{2T}{4} = \frac{2 \times \frac{1}{2}}{4}$$

$$= \frac{\lambda}{4}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4}{\frac{\lambda}{4}} = \frac{16}{\lambda} = 22.5 \text{ cm/s}$$

منوار مکان زیر نوسان کرده‌ای تصویرت زیر است از لحظه  $t_1$  حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا

سرعت نوسان آن صفر شود؟  
 متوسط



$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta x = 0$$

تغییر صفر

یعنی متوقف به مکان قبلی برسد. اگر در نقطه برخورد  $t_1$  و  $t_2$  خط افقی رسم می‌کنیم.  $t_2$  برهمنامی اینو

$$\frac{2}{2} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

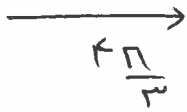
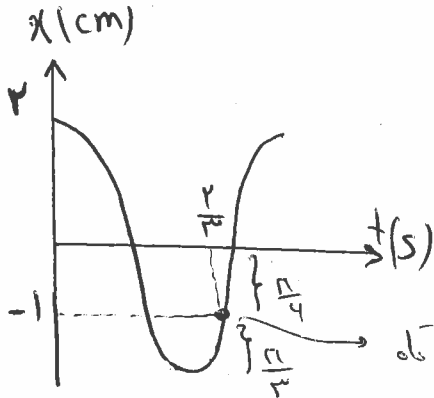
$$\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{4} + \pi = \frac{4\pi}{3}$$

$$\frac{T}{2} = \frac{1}{3} \Rightarrow T = \frac{1}{3}$$

$$\frac{4\pi}{3} = \frac{2 \times 2\pi}{3} = \frac{2T}{3} = \frac{1}{3}$$

نمودار مکان زمان یک نوسان در حجم و فرم مطابق شکل زیر است. حد ثانیه پس از لحظه  $t=0$  برای اولین بار تندی نوسان کب  $2\pi\sqrt{3}$  cm/s می شود؟

$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{12}$
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$



$$\frac{\pi}{2} + \pi - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2} + \frac{5\pi}{6} = \frac{4\pi}{3} = \frac{2\pi}{3}$$

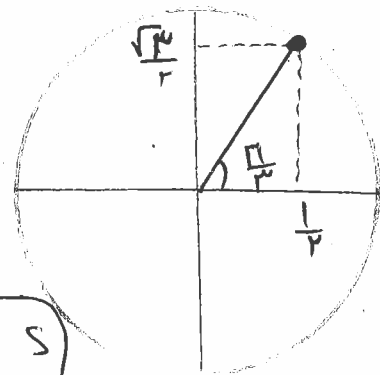
$$\frac{4\pi}{3} = \frac{2 \times 2\pi}{3} = \frac{2}{3} \rightarrow \frac{2\pi}{3} = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow T = 1s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \Rightarrow v_m = A\omega$$

$$\Rightarrow v_m = 2 \times 2\pi = 4\pi$$

$$\frac{v}{v_m} = \frac{2\pi\sqrt{3}}{4\pi} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow$$

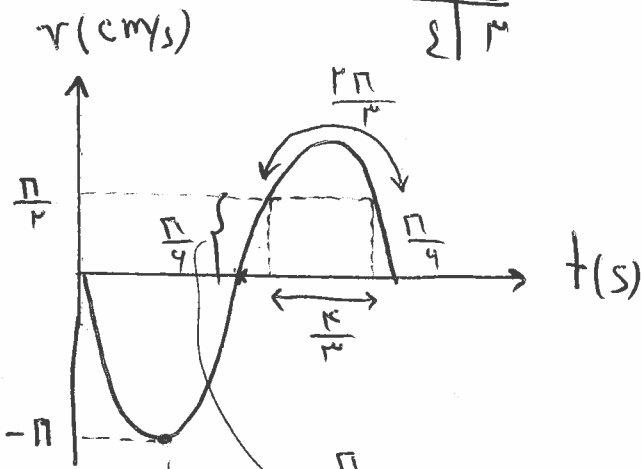


$$\frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{4} = \frac{T}{4} = \frac{1}{4} s$$

منو در سرعت زمان نوسان لری که حرکت هماهنگ ساده دارد مطابق شکل زیر است چه تائید پس از  $t=0$  نوسان لری برای اولین بار از مرکز نوسان می گذرد؟

$$\frac{2}{\varepsilon} \bigg| \frac{1}{\pi}$$

با  $v_{max}$



$$\frac{\frac{\pi}{2}}{\pi} = \frac{1}{\pi} \rightarrow \sin^{-1} \frac{1}{\pi} \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

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

$$\frac{T}{\varepsilon} = \frac{4}{\pi} = 1s$$

در سوال بالا در لحظه  $t = \frac{4}{\pi}$  نوسان لری در چه ساعتی مرکز نوسان قرار دارد؟

$$\pi = A\omega \rightarrow \pi = \frac{\pi}{\pi} A \rightarrow A = 2$$

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

$$x = A \cos \omega t = 2 \cos \frac{\pi}{2} t \rightarrow t = \frac{4}{\pi}$$

$$x = 2 \cos \frac{\pi}{2} \times \frac{4}{\pi} = 2 \cos \frac{2\pi}{\pi} = 2 \left(-\frac{1}{2}\right) = -1m$$

معادله سرعت زمان نوسان لری ساده ای در SI بصورت  $v = -\pi \sin(2.5\pi t)$  است

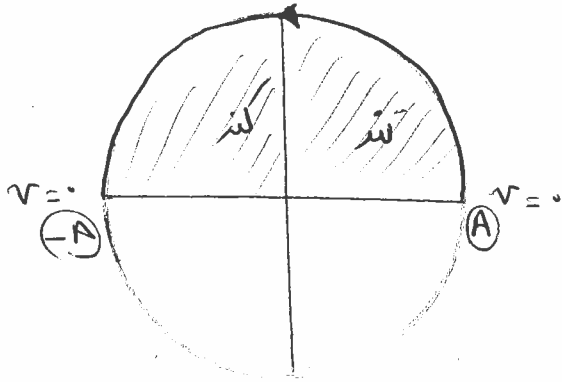
در بازه زمانی  $0 \leq t \leq 1.4$  کدام مطلب در مورد این نوسان لری درست است!

(۱) نشان متوسط نوسان لری صفر است ✓  
 (۲) حرکت نوسان لری بی جهت است ✓

(۳) جهت سرعت نوسان لری یکبار عوض می شود ✓

$$\frac{2\pi}{T} = 2.5\pi \rightarrow T = \frac{4}{5} = 0.8s \rightarrow \pi \rightarrow \text{نقطه دور} \rightarrow \text{با } 1.4$$





$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-0}{\Delta t} = 0 \quad \checkmark$$

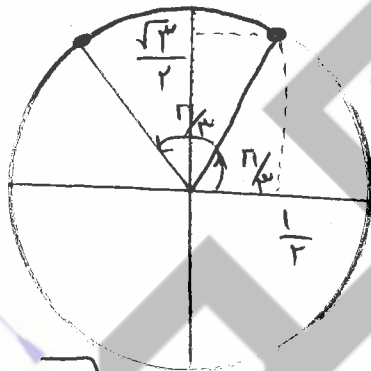
$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \neq 0$$

با وضعیت  $-\sqrt{\frac{3}{2}} v_m$

مداقت چه کسی از دوره طولی کند تا نوسان در ساده‌ای از سرعت

تند شوونده به جهت سرعت با وضعیت کند شوونده منتقل گردد!

$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$



$v < 0$   
تند شوونده  
ربع اول

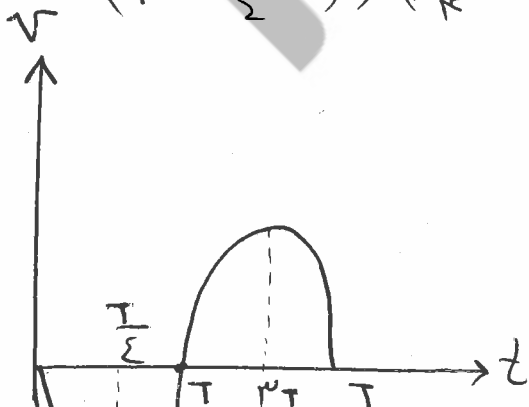
۹۰ → ۱۲۰

$$\frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{4} = \frac{T}{4}$$

منو در سرعت زمان یک نوسان در همانند ساده مطابق شکل زیر است بزرگی شیب متوسط در کدام یک از بازه های زمان نشان داده شده در شکل برابر نیست؟

①  $(\frac{T}{2} تا T)$  و ②  $(\frac{T}{2} تا \frac{3T}{4})$  و  $(0 تا \frac{T}{2})$  ✓

③  $(\frac{T}{2} تا \frac{T}{4})$  و  $(\frac{T}{2} تا \frac{3T}{4})$  ④  $(\frac{T}{4} تا \frac{3T}{4})$  و  $(\frac{T}{4} تا T)$



①  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-0}{\Delta t} = 0$

②  $0 تا T \rightarrow a = 0$

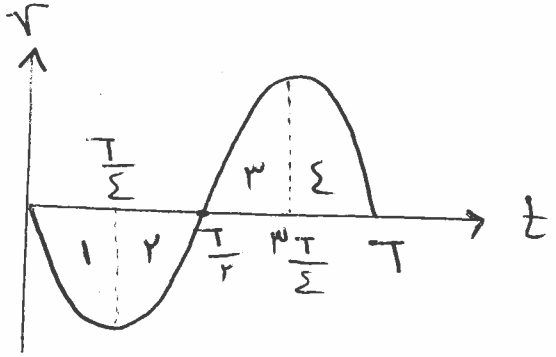
$\frac{T}{4} تا \frac{3T}{4} \rightarrow a \neq 0$

نشان متوسط ← شیب وتر منوار  $v-t$  بر نقاط خواسته شده خطی و پس می‌کنیم شیب آن خط میان متوسط است.

باتوجه به نمودار سرعت زمان یک نوسانگر ساده مطابق شکل زیر است. در کدام بازه زمان حرکت نوسانگر کند شویده و نسبت با متوسط آن منفی است؟

$$\frac{T}{4} < t < \frac{T}{2} \quad \text{یا} \quad \frac{T}{2} < t < \frac{3T}{4}$$

$$\sqrt{\frac{3T}{4}} < t < T \quad \text{یا} \quad \frac{T}{4} < t < \frac{T}{2}$$



کند شویده ربع ۲، ۴  
 $\Delta v < 0$  یعنی  
 $\Rightarrow \boxed{\frac{3T}{4} < t < T}$

ب) در نمودار فوق در کدام بازه زمان حرکت نوسانگر کند شویده و سرعت متوسط آن منفی است؟

$\Delta v < 0$  یعنی مسطح زیر نمودار  
 مس  
 اول دوم  
 $\Rightarrow \frac{T}{2} < t < \frac{3T}{4}$

ج) در نمودار فوق در کدام بازه زمان مکان منفی و شتاب متوسط آن مثبت است؟

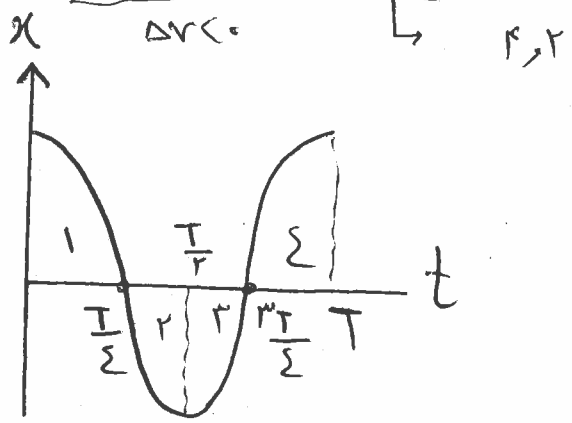
$\Delta v > 0$   
 ربع اول  
 $\boxed{\frac{T}{4} < t < \frac{3T}{4}}$

د) در کدام بازه سرعت متوسط منفی و شتاب متوسط آن مثبت است؟

$\Delta v > 0$        $\Delta v < 0$

مسطح زیر نمودار  $v-t$   
 اول دوم  
 $\frac{T}{4} < t < \frac{T}{2}$  ← ربع دوم

در نمودار زیر در کدام بازه زمانی حرکت نوسان گر کند شوونده و نشان متوسط آن متنی است



در مکان  $\frac{T}{4}$  و  $\frac{3T}{4}$  سرعت  
بالاتریم مقدار است.

$\frac{T}{4}$  در  $\rightarrow (-AW)$

$T$  در  $\rightarrow v = 0$

$\frac{3T}{4} < t < T \rightarrow 0 - (-AW) = -AW$

در نمودار بالا در کدام بازه حرکت نوسان گر کند شوونده و سرعت متوسط آن متنی است!

$\Delta x < 0$

اول و دوم

$x_2 - x_1 < 0$

$x_2 < x_1 \Rightarrow 0 < t < \frac{T}{2}$

در نمودار بالا در کدام بازه زمانی مکان نوسان گر متنی و نشان متوسط آن مثبت است!

$\Delta v > 0$

دوم و سوم

$\frac{T}{4}$  در  $\rightarrow v_{max}$  و  $\ominus \rightarrow$   $\ominus$  جهت مثبت

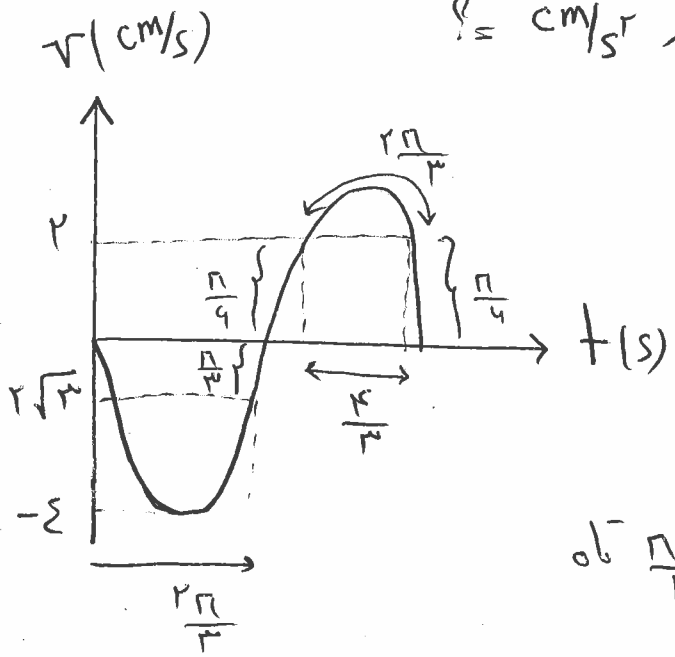
$\frac{T}{2}$  در  $\rightarrow v = 0$

$\frac{3T}{4}$  در  $\rightarrow v = max$  و  $\rightarrow \oplus \rightarrow$   $\oplus$  جهت

$\frac{T}{4} < t < \frac{3T}{4}$

منو در سرعت زاویه‌ای نوسان آری که حرکت هماهنگ ساده دارد مطابق شکل زیر است. بزرگی نشان متوسط

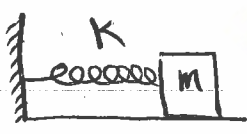
نوسان کرد در بازه زمانی  $\frac{2}{3} s$  که  $\frac{2}{3} = \frac{2\pi}{\omega}$  پس  $\omega = \frac{3\pi}{1} = 3\pi \text{ rad/s}$



$\frac{2}{\omega} = \frac{1}{\pi} \rightarrow \omega = 2\pi$

$\Delta v = 2\sqrt{3} - (-2) = 2\sqrt{3} + 2$

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2\sqrt{3} + 2}{\pi/2} = \frac{2(\sqrt{3} + 1)}{\pi/2} = \frac{4(\sqrt{3} + 1)}{\pi}$

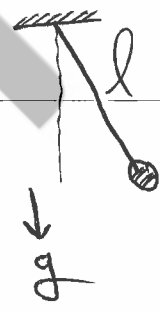


جرم و فنر

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

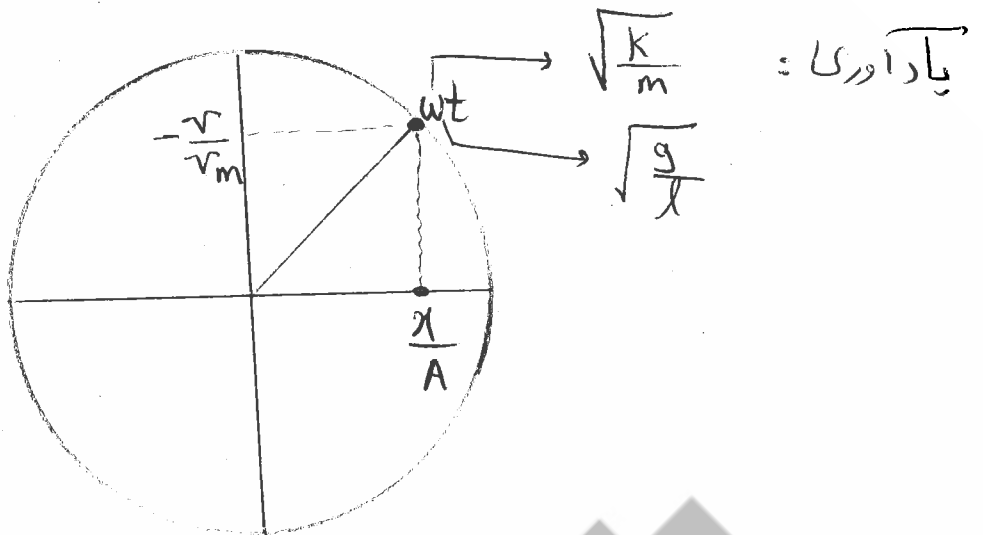
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

آونک



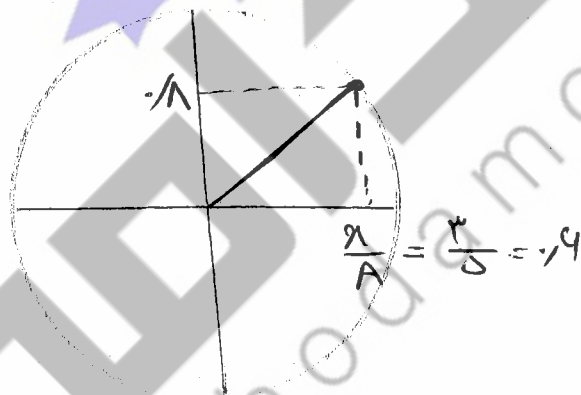
$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$   
 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

دوره تناوب آونک به دانسته جرم وابسته نیست



ریاضی ۹۵: وزنه‌ای به جرم  $0.5 \text{ kg}$  به فنر لمبکی با ثابت  $\frac{200}{m}$  بسته شده است. و روی سطح افقی بدون اصطکاک نوسان می‌کند. اگر دامنه  $5 \text{ cm}$  باشد، تندی وزنه در فاصله  $3 \text{ cm}$  مرکز نوسان چند متر بر ثانیه است؟

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{.5}} = \sqrt{400} = 20$$



$$\frac{v}{v_m} = .8$$

$$v = .8 A \omega$$

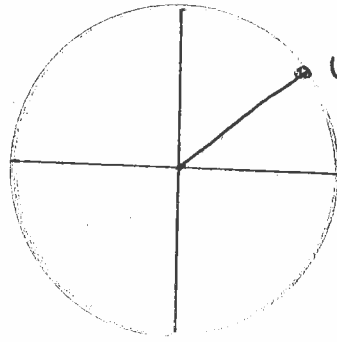
$$v = .8 \times \frac{5}{100} \times 20$$

$$v = .8 \text{ m/s}$$

ریاضی ۹۳: نوسان که وزنه‌ی روی سطح افقی بدون اصطکاک با دامنه  $A_1$  و جرم  $f_1$  نوسان می‌کند در لحظه‌ای که نوسان که در بیش‌ترین فاصله از مرکز نوسان قرار دارد،  $\frac{3}{4}$  وزنه‌ی کنده شده و جرمش سه‌گرم باقی مانده متصل به همان فنر به نوسان ادامه می‌دهد اگر در این حالت جرم  $f_2$  و دامنه  $A_2$  باشد نسبت‌های  $\frac{f_2}{f_1}$  و  $\frac{A_2}{A_1}$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

دامنه تغییر کرده ←  $1 = \frac{A_2}{A_1}$

ω هر قدر بزرگتر کند اهم همان قدر بزرگتر می‌کند



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$m \rightarrow \frac{m}{2}$$

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

$$\Rightarrow \omega \rightarrow \sqrt{2}\omega$$

$$\Rightarrow f \rightarrow \sqrt{2}f$$

مثال: حرکت جرم به جرم  $m$  به فترتی متصل است و به نوسان در آید. بار دوم تناوب  $2$  ثانیه نوسانی کند. اگر جرم این جسم  $2 \text{ kg}$  افزایش یابد دوره تناوب  $3$  ثانیه می‌شود مقدار  $m$  چند  $\text{kg}$  است؟

$$T \propto \frac{1}{\omega}$$

1,4	1,2
2,2	2,4

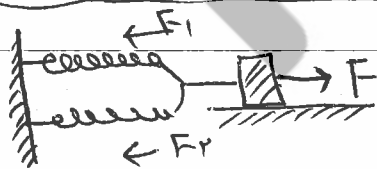
$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

$$\frac{2}{3} = \sqrt{\frac{m+2}{m}} \Rightarrow \frac{4}{9} = \frac{m+2}{m} \Rightarrow 4m = 3m + 6$$

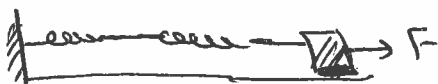
$$m = 6 \rightarrow m = 1,4$$

$$K_e = K_1 + K_2 + \dots$$

نکته: بهم یکنفرها (الف) موازی



(ب) لری



$$\frac{1}{K_e} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots$$

جم خوردویی همراه سرنشینان آن ۱۴۰۰ کیلوگرم است. این خودرو روی ۴ چرخه با ثابت

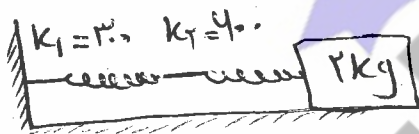
بسیار کلیتاً قرار دارد. با مد زاویه ای نوسان آن را وقتی از چاله عبور می کند در SI کدام است؟

$$K_e = k_1 + k_2 + k_3 + k_4$$

$$= 4 \times 4 \times 10^4 = 16 \times 10^4$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{16 \times 10^4}{1400}} = \sqrt{1142.86} \approx 33.8$$

در شکل زیر ثابت هر فنر در SI روی آن نوشته شده است با جرم یوهی از اصطکاک باسد زاویه ای نوسان حال سیستم در SI چقدر است؟

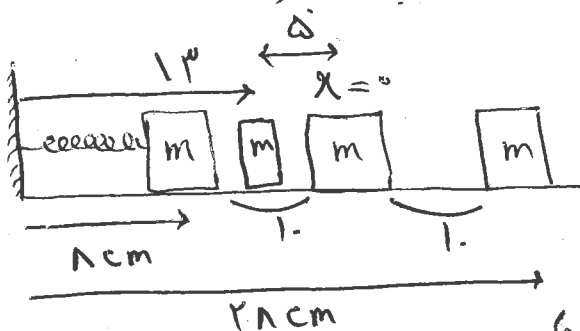


$$k_e = \frac{300 \times 70}{30 + 70} = \frac{300 \times 70}{100} = 210$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{210}{2}} = \sqrt{105} \approx 10.25$$

الرحیم ۲۰ گم را روی سطح افقی بدون اصطکاک به فنری با ثابت ۲۰۰ N/m بسته و به نوسان

دری آوریم. حداکثر و حداقل طول فنر هنگام نوسان به ترتیب ۸ و ۸ سانتی متر خواهد بود در لحظاتی که طول فنر به ۱۳ سانتی متر می رسد سرعت و زوایه چه قدر بر ثانیه است؟



$$A = 10 \text{ cm}$$

$$\frac{\delta}{10} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{v}{v_m} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{3}{2}} A \omega = \sqrt{\frac{3}{2}} \times 10 \times \omega$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{2}} = 100 \rightarrow v = 5\sqrt{3}$$

ساعتی آونگ دار در تکران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه‌ای در استوا برده شود

عقب می‌افتد یا جلو؟ (ب) به نظر شما آیا با افزایش دما یک ساعت آونگ در جدولی افتد یا عقب؟

عقب می‌افتد  $\rightarrow T \propto \sqrt{\frac{l}{g}}$

عقب می‌افتد  $\rightarrow T \propto \sqrt{\frac{l}{g}}$  (ب)

(ریاضی ۹۱) آونگ ساده‌ای به طول  $1\text{ m}$  در جایی که  $g = \pi^2$  است نوساناتی کم دامنه انجام می‌دهد. کولر این آونگ در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

$t = 4.0\text{ s}$ ,  $n = ?$

$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} = \sqrt{\frac{\pi^2}{1}} = \pi$

$\omega = 2\pi f \rightarrow \pi = 2\pi f \rightarrow f = \frac{1}{2}$

هر ثانیه نیم نوسان  $\leftarrow$  نوسان  $3.0$   $4.0 \times \frac{1}{2} = 3.0$



(ریاضی خارج ۹۱) آونگ ساده‌ای به طول  $24.5\text{ cm}$  در حال نوسان است. دوره آن چند ثانیه است؟

$g = 9.8\text{ m/s}^2$   $\pi^2 = 10$

$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} = \sqrt{\frac{9.8}{24.5 \times 10^{-2}}} = \sqrt{\frac{10 \times 9.8 \times 10^{-1}}{24.5 \times 10^{-1}}}$

$= \sqrt{40} = \sqrt{4 \times 10} = \sqrt{4} \pi = 2\pi$



تجربہ خارج ۹۱: دو آونگ سادہ A و B در کنار هم نوسان می کنند و ب ازای هر ۴ نوسان آونگ A  
 آونگ B، ۵ نوسان انجام می دهد طول آونگ A چند برابر طول آونگ B است؟

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{\omega_A}{\omega_B} = \sqrt{\frac{L_B}{L_A}}$$

$$\frac{4}{5} = \sqrt{\frac{L_B}{L_A}} \Rightarrow \frac{16}{25} = \frac{L_B}{L_A} \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{25}{16}$$

ریاضی ۹۲: دوره نوسان آونگ سادہای در یک مکان زمین برابر ۲ ثانیه است و در صورت ۲۶ دقیقه

N نوسان کامل انجام می دهد طول آونگ را چند درصد کاهش یا افزایش دهیم تا در همان مدت مکان

N-18 نوسان کامل انجام دهد؟  
 ۴۹ درصد کاهش / ۴۹ درصد افزایش  
 ۳۱ درصد کاهش / ۳۱ درصد افزایش

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

$$N \downarrow \Rightarrow T \uparrow \Rightarrow f \downarrow \Rightarrow l \uparrow$$

$$2,4' = 2,4 \times 40 = 24 \times 4 = 154 \text{ s}$$

انوسان	هر ثانیه
x	154

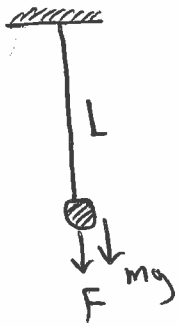
$$\rightarrow x = \frac{154}{4} = 38,5 \rightarrow N$$

$$N - 18 = 40 \quad N' = \frac{2,4 \times 40}{T'} = 40 \rightarrow T' = 2,4$$

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \Rightarrow \frac{2,4}{2} = \sqrt{\frac{l'}{l}}$$

$$1,2 = \sqrt{\frac{l'}{l}} \Rightarrow \frac{l'}{l} = 1,44 \rightarrow 44 \text{ درصد افزایش}$$

۳۴



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

الرنیزه روبرو بالا باشد  $\ominus$  لحاظ می شود

اعمال نیروی قائم به آونگ =

مثال ۱) الرنیزه ۸ برابر وزن کلوله آونگ به آن وارد کنیم دوره آن چند برابر می شود؟

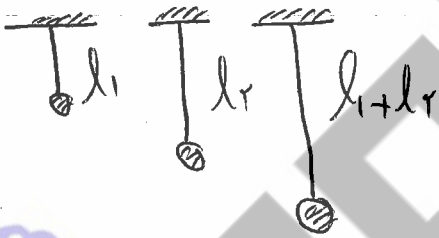
$\frac{1}{2}$	۱
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g + \frac{8mg}{m}}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{9g}}$$

$$= \frac{2}{3} \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$= \frac{1}{3} (2\pi \sqrt{\frac{L}{g}})$$

$\frac{1}{3}$  برابر



نکته: اگر ۳ آونگ با طول های زیر داشت با هم  $\Leftarrow$

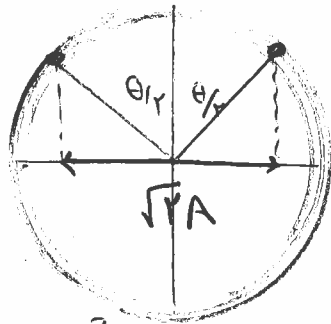
$$T^2 = T_1^2 + T_2^2$$

دوره آونگ سوم

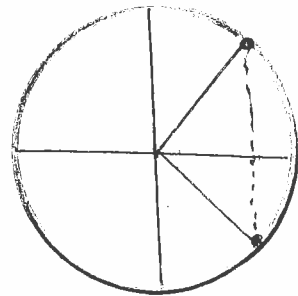
مثال: دوره تناوب آونگی ۴ و دیگری ۳ ثانیه است. بانخی که طولش برابر مجموع طول این آونگ است آونگی جدید در همان مکان می سازم دوره تناوب این آونگ چند ثانیه است؟

$$T = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$

نکته: به ازای ربع دوره نوسان که چند برابر دامنه جابجایی است؟



فاصله جابجایی = مسافت بین بیشترین و کمترین جابجایی



فاصله جابجایی = مسافت بین بیشترین و کمترین جابجایی

تجربین خلیج ۹۷: ذره ای روی پارو خطی به طول ۸cm حرکت حلقه ساده انجام می دهد و این ذره در یک بازه زمانی دلخواه  $\frac{1}{3}$  دوره بین بیشترین جابجایی که ممکن است دامنه باشد چند مرتبه می تابد؟

$A = 4\text{cm}$

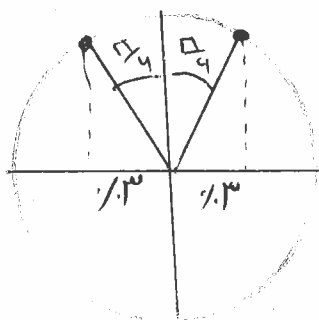
$\sqrt{2}A = \sqrt{2} \times 4 = 4\sqrt{2}$

متحرکی روی محور x حرکت نوسانی ساده انجام می دهد و معادله حرکت آن در SI بصورت  $x = 0.4 \cos(50\pi t)$  است. بیشترین سرعت متوسط این نوسان در یک بازه زمان دلخواه ۰.۲ ثانیه چقدر می تواند باشد؟

$\bar{v} = \frac{\Delta x_{\text{max}}}{\Delta t}$

$t = 0.2 \rightarrow x = 0.4 \cos(50 \cdot \frac{\pi}{3} \times \frac{1}{3}) = 0.3$

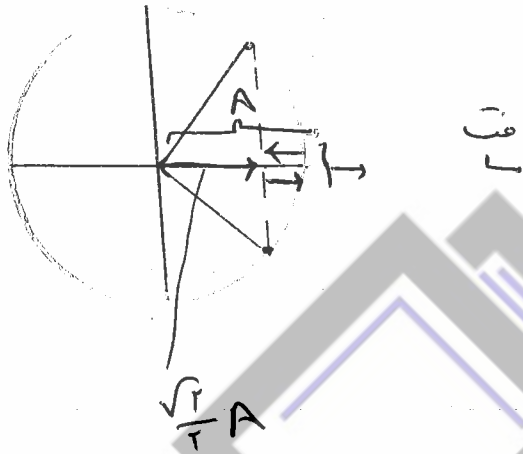
$\theta = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \frac{\theta}{\pi} = \frac{1}{3}$



$\bar{v} = \frac{0.4}{0.2} = 2 \text{ m/s}$

ریاضی خارج ۹۳: در یک حرکت هماهنگ ساده در صورت دلتا  $\frac{1}{4}$  دوره پس از آن مسافتی که

نوسان کرده می‌گردد چند برابر دامنه می‌باشد؟  $\sqrt{2} = 1.414$



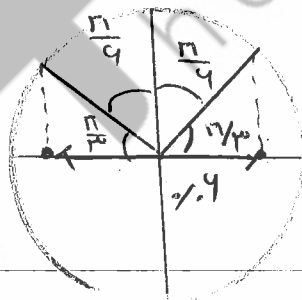
$$A - \frac{\sqrt{2}}{2}A = A(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}) = 0.707A$$

$$\leftarrow \rightarrow 2 \times 0.707A = 1.414A$$

تجرب ۹۴

نوسان لری روی نوار چینی به طول ۱۲ cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد این نوسانگر

در جابجایی مساوی و متوالی را بدون تغییر جهت انجام می‌دهد که مجموع آن برابر دامنه نوسان است  
 اگر هر یک از این جابجایی‌ها در مدت ۰.۴ ثانیه انجام شود پس سرعت این نوسانگر چند  $\frac{m}{s}$  است؟



$$A = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}$$

مقدار زاویه میان یعنی زاویه یکسان.

مجموع آن‌ها برابر دامنه نوسان  $\leftarrow$  نصف دامنه نوسان  $\leftarrow \frac{1}{2}A$

$$v = A\omega = A \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = 0.06 \times \frac{\frac{\pi}{3}}{0.8} = \frac{1}{4} \pi$$

۳۷

$$F = ma \Rightarrow a = -\frac{k}{m}x$$

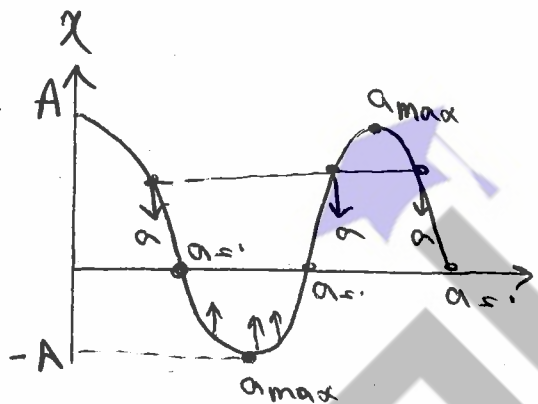
$$F = -kx$$

مافون دم نوتن و بختاب:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow a = -\omega^2 x$$

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

$$-\frac{a}{a_{max}} = \frac{x}{A}$$



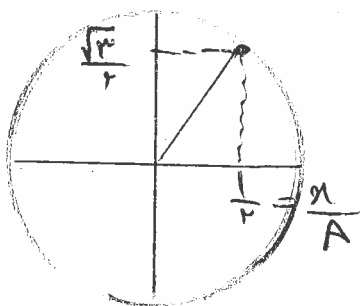
نقاطی خط افقی در نمودار  $x-t$  هم حساب هستند (در جهت مخالف علامت دارند)



کمیت	مقدار
$x$	$A$
$v$	$A\omega$
$a$	$A\omega^2$
$F$	$mA\omega^2$

هنمایی که سرعت یک نوسانگر  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  سرعت لیسنه است بزری نشان آن چه کمتری از لیسنه نشان است؟

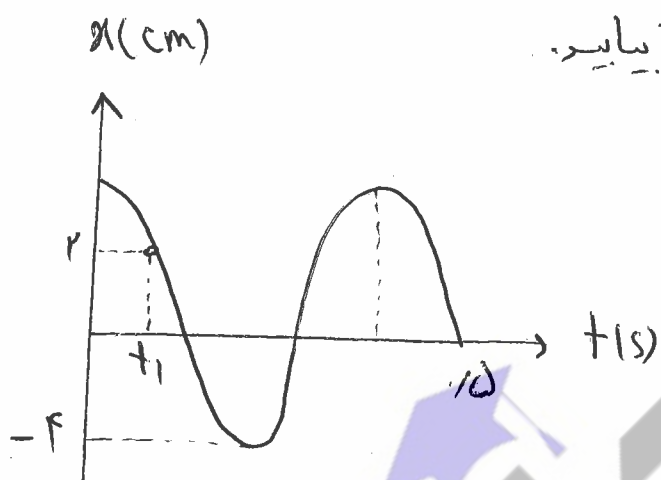
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\Sigma}$
$\frac{\sqrt{3}}{2}$	۱



$$\frac{x}{A} = \frac{a}{a_{max}}$$

سوال

سوال کتاب: نشان نوسانگر زیر را در لحظه  $t_1$  بیاید.



$$T + \frac{T}{4} = 1.5$$

$$\frac{5T}{4} = 1.5 \Rightarrow T = \frac{1.2}{5} \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1.2/5} = 5\pi$$

$$-\frac{a}{a_{max}} = \frac{x}{A} \Rightarrow \frac{-a}{A\omega^2} = \frac{x}{A}$$

$$a = -\frac{1}{2} \times \frac{4}{1.2} \times (5\pi)^2 = -\frac{1}{2} \times \frac{100}{3} \pi^2$$

معادله حرکت هانگ ساده‌ای در SI بصورت  $x = 0.1 \text{ c.s } 2.0\pi t$  است از درجه لحظه‌ای بر حسب ثانیه پس از  $t = 0$  برای اولین بار بزری نشان نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟

$\frac{3}{2.0}$	$\frac{1}{2.0}$
$\frac{2}{1.0}$	$\frac{1}{1.0}$

$$\begin{cases} x = A \\ x = -A \end{cases}$$

نقطه در ابتدا و انتهای حرکت نشانگر با کمترین است

$$x = 0.1 \text{ c.s } 2.0\pi t \xrightarrow{x_{max}} \text{ c.s } 2.0\pi t = 1 \Rightarrow$$

$$\text{c.s } 2.0\pi t = \frac{1}{2} \quad \left| \begin{array}{l} x_{max} \\ \text{سر} \end{array} \right.$$

$$2.0\pi t = 0, \pi, 2\pi, \dots = 2.0\pi$$

$$t = 0, \frac{1}{4.0}, \frac{1}{2.0}$$

معادله سرعت نوسانگر ساده‌ای در SI بصورت:  $v = -5\pi \sin(1.0\pi t)$  می‌باشد.  
در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر  $2.5\pi$  (m/s) است بزرگی شتاب نوسانگر چند متر بر مجذور

تابناهیست!  $\pi^2 = 1.0$

$2.5\sqrt{3}$	$5.0\sqrt{3}$
$2.5$	$5.0$

$$\frac{v}{v_{max}} = \frac{r_1 \Delta \pi}{\Delta \pi} = \frac{1}{r} \Rightarrow \frac{x}{A} = \frac{\sqrt{r}}{r}$$

$$\frac{-a}{a_{max}} = \frac{\sqrt{r}}{r} \Rightarrow a = \frac{\sqrt{r}}{r} a_{max}$$

$$a = \frac{\sqrt{r}}{r} \times A \omega^2 = \frac{\sqrt{3}}{r} \times 5\pi \times 1.0\pi = 2.5\sqrt{3}$$

تجربیه ۹۳: دامنه یک نوسانگر وزنه-فنر ۴cm است. اگر جرم وزنه ۱۰g و ثابت فنر ۲۰۰N/m باشد در لحظه‌ای که مکان نوسانگر ۲cm- است شتاب نوسانگر چند m/s<sup>2</sup> است؟

$$\frac{x}{A} = \frac{r}{\Sigma} = \frac{1}{r} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{0.01}}$$

$$\frac{-a}{a_{max}} = -\frac{1}{r} \Rightarrow \quad = 50$$

$$a = \frac{1}{r} \times A \omega^2 = \frac{1}{r} \times \frac{r}{100} \times 5.0^2 = 50 \text{ m/s}^2$$

را بطلبید مستقل از زمان:

۳  
مجموع

$$\left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2 = 1$$

ریاضی ۹۴: در یک حرکت نوسان ساده روی محور x رابطه بین سرعت و مکان در SI بصورت

$$v^2 = 2500x^2 - 2500x^2$$

ح کدام یک از کمیت‌های زیر است؟

بسامد  
دائره  
نسبت  
ابسامد زاویه‌ای

در این رابطه  
نذاریم لاله‌ها جدا را تیران تقسیم می‌کنیم.

$$\left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2 + \left(\frac{x}{A}\right)^2 = 1$$

مقایسه کن  
 $x = A$

$$2500x^2 + v^2 = 2500x^2 \quad \div 2500x^2$$

$$\frac{x^2}{x^2} + \frac{v^2}{2500x^2} = 1$$

ریاضی ۹۴: معادله سرعت مکان نوسان‌گری در SI بصورت

است بسامد نوسان چقدر است؟

نسبت  $x^2$  و  $v^2$  باید ۱ باشد

$$\frac{v^2}{\frac{\pi^2}{25}} + \frac{x^2}{2500} = 1$$

$(Aw)^2$        $A^2$

$$A^2 = \frac{1}{2500} \rightarrow A = \frac{1}{50}$$

$A = 0.02m$

$$(Aw)^2 = \frac{\pi^2}{25} \rightarrow \sqrt{\quad}$$

$$Aw = \frac{\pi}{5} \rightarrow \frac{1}{50} \times w = \frac{\pi}{5}$$

$$w = 10\pi \Rightarrow f = 5Hz$$



$$V^r = \frac{1}{2} \pi r^2 - 100 \pi^2 r^2$$

↓  
یک شود

معادله سرعت مکان نوسان لری در SI بصورت  
است معادله مکان از آن در SI کدام است؟

$$x = 0.2 \cos 100t \quad | \quad x = 0.2 \cos 20\pi t$$


---


$$x = 0.2 \cos 100t \quad | \quad x = 0.2 \cos 20\pi t$$

$$\frac{100 \pi^2 r^2}{0.2 \pi r^2} + \frac{r^2}{0.2 \pi r^2} = 1 \Rightarrow \frac{x^r}{\frac{r}{10000}} + \frac{r^r}{0.2 \pi r^2} = 1$$

$$A = 0.2$$

$$(A\omega)^r = 0.2 \pi r^2$$

$$A\omega = 0.2 \pi \rightarrow 0.2 \omega = 0.2 \pi \rightarrow \omega = \frac{0.2 \pi}{0.2}$$

$$\omega = 1.0 \pi \rightarrow x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.2 \cos 1.0 \pi t$$

الرسوت نوسان لری در مکان ۵ cm برابر ۲۰π√۳ cm و در مکان ۵√۳ cm

برابر ۲۰π cm/s باشد بسامد حرکت چند هرتز است؟

$$\left(\frac{5}{A}\right)^r + \left(\frac{20\pi\sqrt{3}}{A\omega}\right)^r = 1 \Rightarrow \frac{25}{A^r} + \frac{12000 \pi^r}{A^r \omega^r} = 1$$

$$\left(\frac{5\sqrt{3}}{A}\right)^r + \left(\frac{20\pi}{A\omega}\right)^r = 1 \Rightarrow \frac{75}{A^r} + \frac{400 \pi^r}{A^r \omega^r} = 1$$

$$\textcircled{1} \xrightarrow{\times A^r \omega^r} 25\omega^r + 12000 \pi^r = A^r \omega^r \Rightarrow \textcircled{1} = \textcircled{2} \Rightarrow$$

$$\textcircled{2} \xrightarrow{\times A^r \omega^r} 75\omega^r + 400 \pi^r = A^r \omega^r$$

$$12000 \pi^r = 50 \omega^r$$

$$\rightarrow \omega = 4\pi \rightarrow f = 2 \text{ Hz}$$

۴۲

معادله صوت مکان نوسان لری در SI بصورت  $\frac{r}{\pi} v^r + 2500 x^r = 1$  است  
 نمودار مکان زمان آن کدام است؟

$$\frac{v^r}{\frac{\pi}{25}} + \frac{x^r}{\frac{1}{2500}} = 1$$

$(A\omega)^r$                        $A^r$

$$A^r = \frac{1}{2500} \rightarrow A = \frac{1}{50}$$

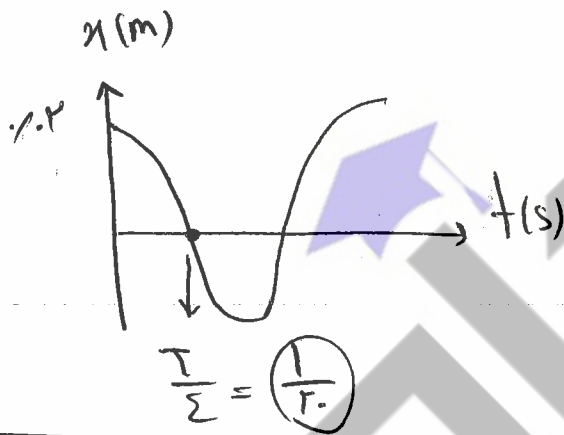
$$A = 0.02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

$$(A\omega)^r = \frac{\pi}{25} \rightarrow A\omega = \frac{\pi}{25} \Rightarrow 0.02\omega = \frac{\pi}{25} \rightarrow$$

$$\omega = \frac{100}{1} \pi \Rightarrow \omega = 100\pi$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi}{100\pi}$$

$$T = \frac{1}{50} = 0.02$$



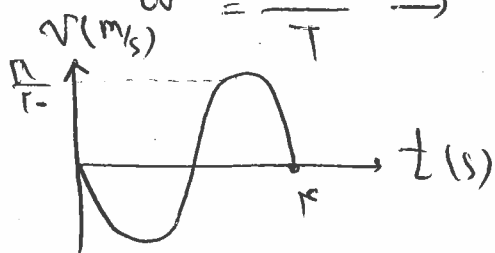
معادله صوت مکان نوسان لری در SI  $\frac{\pi}{r} x^r + v^r = \frac{\pi}{r}$  است نمودار سرعت زمان آن کدام است؟

$$\frac{\pi}{r} x^r + v^r = \frac{\pi}{r} \quad \div \frac{\pi}{r}$$

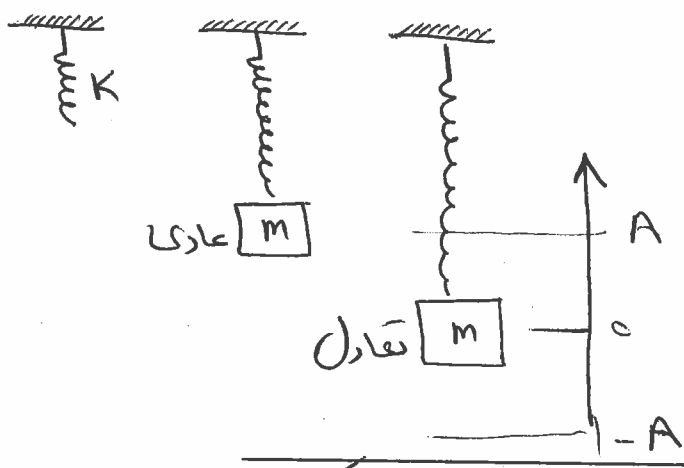
$$\frac{x^r}{\frac{1}{\pi}} + \frac{v^r}{\frac{1}{r}} = 1$$

$$A = 1 \quad \left( \frac{1}{\pi} \right) \quad \left( \frac{\pi}{r} \right) \rightarrow A\omega = \frac{\pi}{r} \rightarrow A = 1 \quad \omega = \frac{\pi}{r}$$

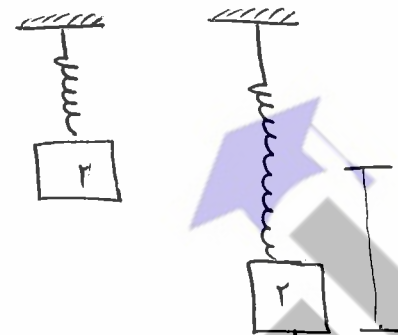
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{r}} = 4r$$



لوسان در فتر قائم :



یک وزنه ۲۰ N را از اشکای یک قدر قائم می آوریم قطر ۲۰ cm کشیده می شود سپس این فنر را به یک وزنه ۱۵ N متصل نموده و روی سیر بیرون اصله کاک به نوسان در می آوریم دوره تناوب نوسان چند ثانیه است ؟



$$mg = kx \Rightarrow 20 = k \times \frac{1}{2} \rightarrow k = 100 \text{ N/m}$$



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{1.5}} = 10\sqrt{2}$$

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

فضا با ثابت ۲۰۰ در SI در حالت قائم آویخته شده و در فتر قائم است جرم ۲ kg را به آن متصل نموده و در حالی که با جرم پوس از نیروهای انگاشی معادله مکان زبان آن در SI کدام است ؟

$$mg = kx \Rightarrow mg = kA \rightarrow 2 \times 10 = 200 A \rightarrow A = \frac{1}{10} \text{ m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{2}} = 10$$

$x = A \cos \omega t$

۴۴ انرژی جنبشی

انرژی پتانسیل  $U + K = E$

انرژیهای نوسان

$$\frac{U}{E} + \frac{K}{E} = 1$$

$\downarrow$   $\cos^2 \theta$        $\downarrow$   $\sin^2 \theta$

$$U = E \cos^2 \omega t$$

$$K = E \sin^2 \omega t$$

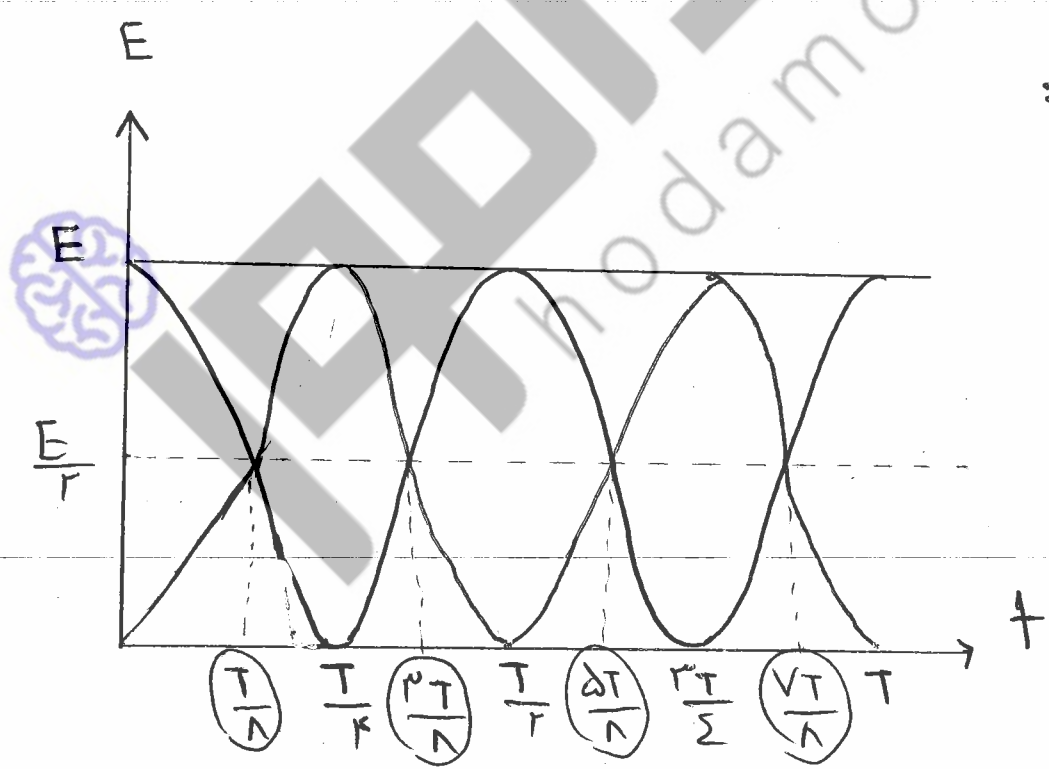
$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2 \omega t$$

$v = A \omega \sin \omega t$

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

انرژی مکانیکی

نمودارهای انرژی



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

$$K = E \sin^2 \omega t$$

$$U = E \cos^2 \omega t$$

$\omega$

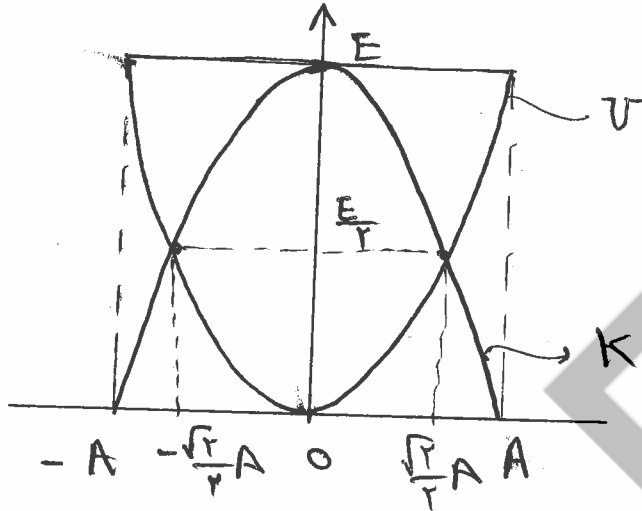
$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

$$U = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

$$K = \frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - x^2)$$

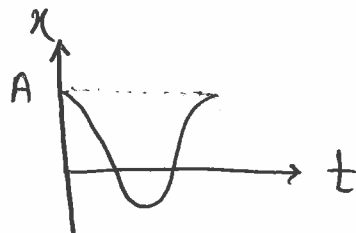
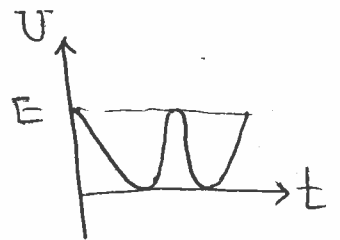
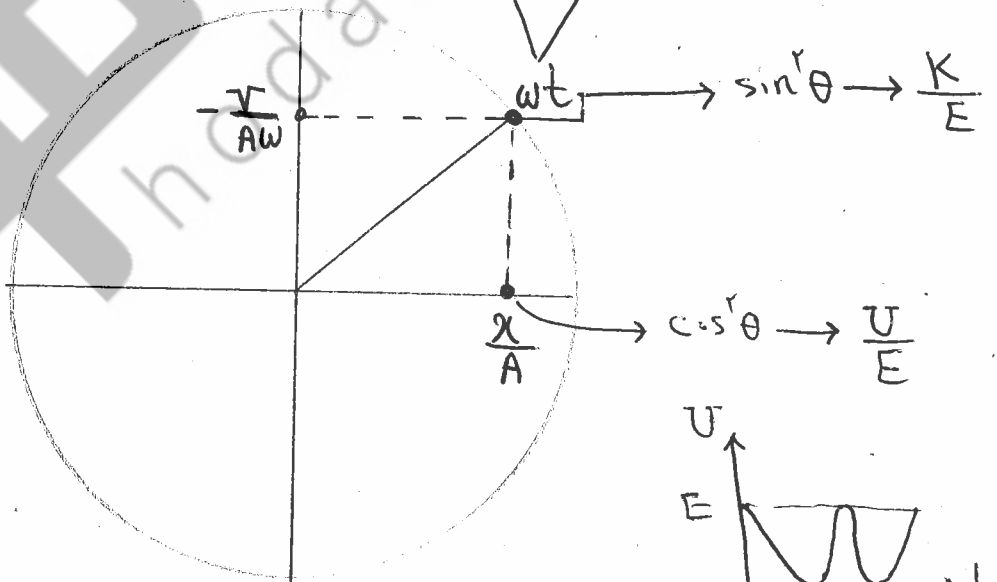
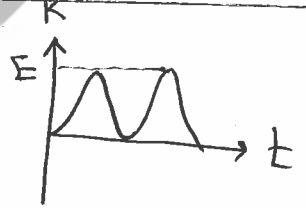
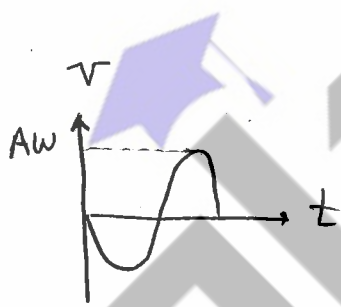
min  $\frac{1}{2} m \omega^2 x^2$

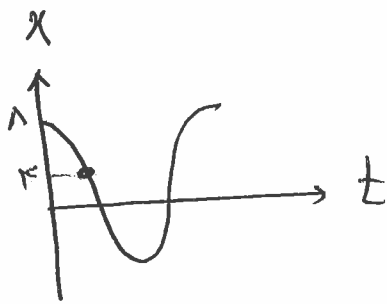
max  $\frac{1}{2} m \omega^2 x^2$



$$\theta = \omega t \rightarrow x = \frac{\sqrt{F}}{F} A$$

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



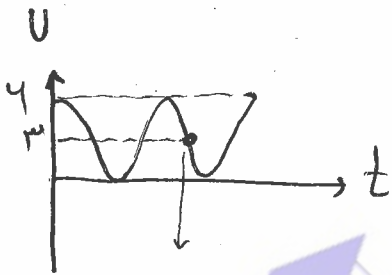


ربع اول (سرعت -) معادل (+)

$$\frac{x}{A} = \frac{4}{A} = \frac{1}{2} \rightarrow -\frac{v}{Aw} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{K}{E} \rightarrow \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}$$

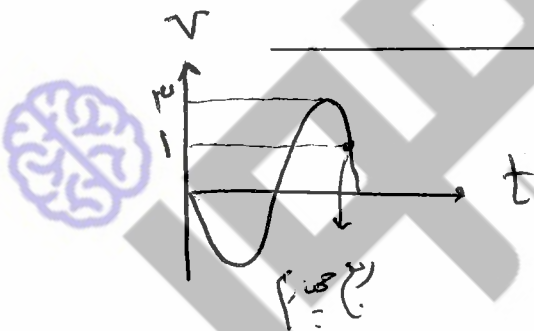
$$\frac{U}{F} = \frac{1}{2}$$



ربع چهارم (سرعت +) معادل (-)

$$\frac{u}{E} = \frac{3}{4} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{K}{E} = \frac{1}{4}$$

$$-\frac{v}{Aw} = -\frac{\sqrt{2}}{2} \quad \frac{u}{A} = -\frac{\sqrt{2}}{2}$$



ربع چهارم (سرعت +) معادل (-)

$$-\frac{v}{Aw} = -\frac{1}{2} \rightarrow \frac{K}{E} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{u}{E} = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{u}{A} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

جمع بندی

علامت v و u را باید یک فنود

$$\frac{x}{A} \xrightarrow{\text{برتوان ۲}} \frac{u}{E}$$

$$\frac{u}{E}$$

,

$$\sqrt{\frac{u}{E}} = \frac{x}{A}$$

$$-\frac{v}{Aw} \xrightarrow{\text{برتوان ۲}} \frac{K}{E}$$

$$\frac{K}{E}$$

,

$$\sqrt{\frac{K}{E}} = \frac{v}{Aw}$$

تحدیث ۹۳ = لفظی که انرژی پیمایش کسبی نوسان کرده ۲۵ درصد انرژی مکانیکی آن

است بزرگی نوسان که چند برابر دامنه آن است؟ مکان

$$\frac{U}{E} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{x}{A} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

در بعد  $\frac{1}{5} A$  چند درصد از انرژی مکانیکی نوسان را جنبشی است؟

$$\frac{x}{A} = \frac{1}{5} \rightarrow \frac{U}{E} = \frac{1}{25} \rightarrow \frac{K}{E} = \frac{24}{25}$$

$\downarrow \times 100$   
(4%)

$\downarrow \times 100$   
(96%) ✓

زیاضی ۸۳: در لفظی که انرژی پیمایش یک نوسان که ۸ برابر انرژی جنبشی آن است سرعت نوسان که

۲ m/s است. یعنی سرعت نوسان که چند برابر نوسان است؟

u = 8K

$$u + K = E$$

$$8K + K = E \rightarrow 9K = E \rightarrow \left(\frac{K}{E} = \frac{1}{9}\right)$$

$$\rightarrow \left(\frac{u}{E} = \frac{8}{9}\right)$$

$$\frac{v}{Aw} = \frac{1}{3}$$

$$v = 4 \text{ m/s}$$

۲۰ t در  $\alpha = 12 \text{ C/s}$  در SI چند متر بر ثانیه باشد؟

$$\frac{21}{6} \mid \frac{1}{3}$$

سؤال) تندی یک نوسان که با معادله

تا انرژی پیمایش آن ۳ برابر انرژی جنبشی شود؟

۲۸

$$AW = 20 \times \frac{2}{1} = 4$$

$$u = 3K \rightarrow 3K + K = E$$

$$\frac{K}{E} = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{v}{AW} = \frac{1}{4} \rightarrow v = 2 \text{ m/s}$$

$$\frac{U}{E} = \frac{3}{4}$$

دانه نوسان وزنه متصل به یک فنر با ثابت  $100 \text{ N/m}$  برابر  $4 \text{ cm}$  است. اگر در لحظه‌ای انرژی پتانسیل

$$\frac{1/4}{1/8} \mid \frac{1/2}{1/4}$$

نصف کل انرژی است؟

$$U = 1/2 j$$

$$u = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

$$1/2 = \frac{1}{2} \times m \times \frac{K}{m} \times x^2$$

$$1/2 = \frac{1}{2} \times 100 \times x^2 \rightarrow x = \frac{2 \times 1/2}{100}$$

$$x = \frac{2}{100} \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

$$\frac{x}{A} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{U}{E} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{K}{E} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{U}{E} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{K/E}{U/E} = \frac{K}{U} = 3$$

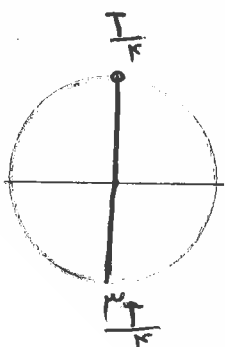
$$K = 3U = 3 \times 1/2 = 1.5$$

معادله انرژی پتانسیل - زمان یک نوسان که به جرم  $100 \text{ g}$  در  $SI$  صورت  $t = 10\pi \text{ s}$  است

$$\frac{2/3}{4/3}$$

$$\frac{3}{20} < t < \frac{1}{20} \text{ cm}$$

است. برای جابجایی آن در بازه زود



$$\frac{2\pi}{T} = 10\pi \rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s} \Rightarrow$$

$$\frac{T}{2} < t < \frac{3T}{2}$$

$$\frac{1}{20} \rightarrow \frac{T}{4}$$
  
$$\frac{3}{20} \rightarrow \frac{3T}{4}$$

جابجایی = 0



تجربہ ۸۹

۴۹

A دامنہ و امکان یک نوسان کر است۔ در لحظه ای که  $x = A$  است

انرژی پتانسیل نوسان کر  $\frac{1}{2} k A^2$  است۔ اگر  $x = \frac{\sqrt{3}}{2} A$  انرژی جنبش نوسان کر چند برابر می شود؟

$$\frac{1/2 k A^2}{1/2 k x^2} = \frac{1.9}{1.34}$$

$$x = A \rightarrow U_{max}, K = 0 \rightarrow E = K + U$$

$$\Rightarrow E = 1.34 J \quad E = U$$

$$\frac{x}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \frac{v}{A\omega} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{K}{E} = \frac{1}{2}$$

$$K = \frac{1}{2} \times 1.34 = \boxed{0.67}$$

$$v = -2\pi \sin 10\pi t$$

معادله سرعت زمان نوسان کر ساده ای در SI بصورت

است در لحظه ای که  $t = \frac{1}{15} s$  انرژی جنبش نوسان کر چند برابر انرژی پتانسیل گسیل آن است؟

$$\omega = 10\pi \rightarrow f = 5 \rightarrow T = \frac{1}{5} s$$

$$\sin 10\pi t \xrightarrow{t = \frac{1}{15}} \sin \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \theta = \frac{\pi}{3}$$

Diagram showing the relationship between energy ratios and phase angle:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{K}{E} = \frac{1}{2} \\ \frac{U}{E} = \frac{1}{2} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{K}{U} = 1 \rightarrow \theta = 45^\circ$$

معادله مکان زمان نوسان کر در SI بصورت  $x = 0.2 \cos 100\pi t$  داده شده است در لحظه

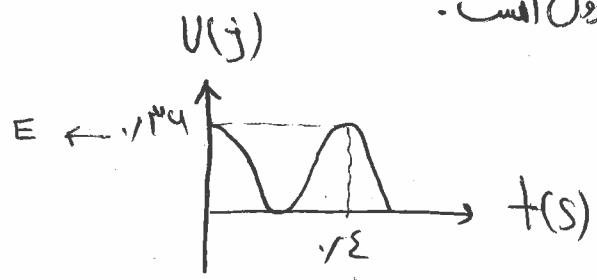
$t = \frac{1}{15} s$  انرژی جنبش نوسان کر چند برابر انرژی پتانسیل آن است؟

$$t = \frac{1}{15} \Rightarrow \cos 100\pi t = \cos 100\pi \times \frac{1}{15} = \cos \left( \frac{2\pi}{3} \right) \rightarrow 120^\circ \text{ (9)}$$

$$\frac{x}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \frac{v}{A\omega} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{K}{E} = \frac{1}{2}$$
  

$$\Rightarrow \frac{K}{U} = \boxed{3}$$

= نمودار انرژی پتانسیل کسب شده توسط یک نوسانگر ساده و زبره و قوس مطابق شکل رو بره است.  
 در لحظه ای که  $t = 0.1$  s انرژی جنبه نوسانگر چند بره است.



$$\frac{T}{2} = 0.08 \rightarrow T = 0.16 \text{ s}$$

$$t = 0.1 \Rightarrow$$

$$\frac{0.1}{0.16} = \left(\frac{1}{1.6}\right) \rightarrow$$

$$\frac{1}{1.6} \rightarrow \frac{34}{1.6} = 45^\circ$$

$$\theta = 45^\circ \Rightarrow$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{K}{E} &= \frac{1}{2} \\ \frac{U}{E} &= \frac{1}{2} \end{aligned} \right.$$

$$K = U = \frac{E}{2} = 0.067 \text{ J}$$

در لحظه ای که نیروی وارد بر نوسانگر ۱۰۰۰ نیوتن است و آن ۲ m/s می باشد. انرژی پتانسیل نوسانگر چند بره است؟ مرکز نوسان  $F=0 \rightarrow a=0$

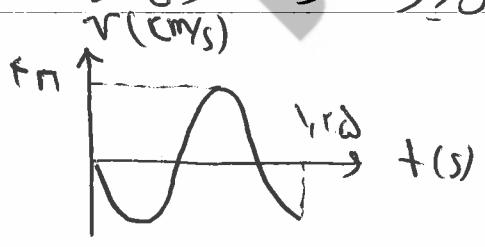
$$F=0 \rightarrow a=0 \rightarrow$$

$$\rightarrow K_{max}, v_{max} \Rightarrow E = \frac{1}{2} m v_{max}^2$$

$$E = K + U$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 2^2 = 0.2 \text{ J}$$

نمودار سرعت زمان نوسانگر ۱۰۰۰ kg مطابق شکل زیر است. انرژی پتانسیل نوسانگر چند بره است؟



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

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 14^2 = 9.8 \text{ J}$$

$$= 9.8 \text{ J} \times 10^{-2} \times 10^3 = 9.8 \text{ mJ}$$

$$\frac{1}{2} m v_{max}^2 \text{ است } K_{max} \text{ و } E$$

تجربی ۹۰: اگر  $E$  و  $m$  به ترتیب انرژی مکانیکی و جرم یک نوسانگر ساده باشند سرعت نوسانگر در لحظه عبور از وضع تعادل برابر با کدام است؟

$\frac{E}{\frac{1}{2}m^2}$	$\frac{(\frac{2E}{m})^{\frac{1}{2}}}{\frac{1}{2}}$
$\frac{E}{\frac{1}{2}m}$	$\frac{2E}{m^2}$

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

$$v_{max}^2 = \frac{2E}{m} \rightarrow \sqrt{\quad}$$

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

تجربی ۹۵: نوسانگری به جرم ۱۰۰g روی یاریضی به طول ۲۰cm حرکت خواهد کرد. ساده انجامی دهد و در صورت  $\frac{1}{4}$  ثانیه از مرکز نوسان به انتهای مسیری رسد انرژی جنبشی نوسانگر در مرکز نوسان چقدر است؟ ( $\pi^2 = 10$ )

در صورت  $\frac{1}{4}$  ثانیه از مرکز نوسان به انتهای مسیری رسد انرژی جنبشی نوسانگر در مرکز نوسان چقدر است؟ ( $\pi^2 = 10$ )

$$A = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$$

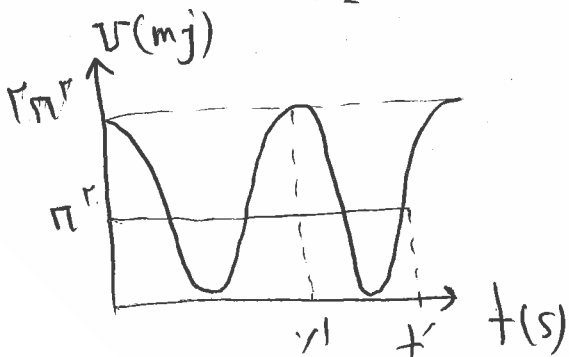
$$\frac{1}{4} \text{ s} \rightarrow \text{یک دانه}$$

$$T = 1 \text{ s}$$

$$E = \frac{1}{2} m v_{max}^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times (2\pi)^2 \times (0.1)^2$$

$$E = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 4\pi^2 \times 0.01 = 0.2 \times 10 = 2 \text{ mJ}$$

۹۷) نمودار انرژی پتانسیل - زمان نوسانگری به جرم ۱kg مطابق شکل زیر است. در لحظه  $t'$  نوسانگر در چه ساعتی سرگشته نوسان است؟



$2\sqrt{2}$	$5\sqrt{2}$
$10$	$5$

$$\frac{T}{2} = 0.5 \rightarrow T = 1 \text{ s}$$

$$\frac{U}{E} = \frac{\pi^2}{2\pi^2} = \frac{1}{2} \rightarrow \theta = 90^\circ \rightarrow \frac{K}{E} = \frac{1}{2}$$

۵۲

$$E = \frac{1}{2} m v_{max}^2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times A^2 \times 100 \pi^2 = 2 \pi^2$$

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

$$A = 2 \text{ cm}$$

$$\frac{x}{A} = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow x = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 2 = 1.0\sqrt{2} \text{ cm}$$

تجربہ ۹۵) الریسہ جابجائی یک نوسان کتوہ برجم ۱۰۰ آگم درشم درره بلبر ۱.۰ cm  
 و اثری معاین آن کد ام است!  
 $1.25 \times 10^{-2} \pi^2$  جول باشد معادله سرعت زمان متحرک در SI  
 $2A = 10 \rightarrow A = 5 \text{ cm}$

$$v = -A\omega \sin \omega t$$

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

$$1.25 \times 10^{-2} \pi^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{100} \times \omega^2 \times \left(\frac{5}{100}\right)^2$$

$$\Rightarrow \omega = 10\pi$$

$$v = -0.5 \times 10\pi \sin 10\pi t$$

تجربہ ۹۴) معادله انرژی جنبشی مکان یک نوسان که حرکت هائند ساده انجام ما دهد در SI بصورت  $K = 400x^2 - 14$  است دانسته حرکت نوسان که چند cm است؟

در ابتدا و انتهای حرکت  $x = A \leftarrow K = 0$

$$0 = 400A^2 - 14 \rightarrow 400A^2 = 14 \rightarrow A^2 = \frac{1}{2500}$$

$$A = \frac{1}{50} \times 100 = 2 \text{ cm}$$

رسانی خارج ۹۶ = انرژی مکانیکی نوسان‌کننده برابر ۲۰۰ J است در لحظه‌ای که

انرژی پتانسیل کشسانی نوسان‌کننده ۱۵ J است بزرگی سرعت نوسان‌کننده  $\text{cm/s}$  است

$$\frac{20\sqrt{10}}{\sqrt{\frac{3}{2}}} \quad \bigg| \quad \frac{10\sqrt{10}}{\sqrt{\frac{2}{3}}}$$

$$\frac{U}{E} = \frac{15}{20} = \frac{3}{4} \rightarrow \frac{K}{E} = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{v}{v_{max}} = \frac{1}{2}$$

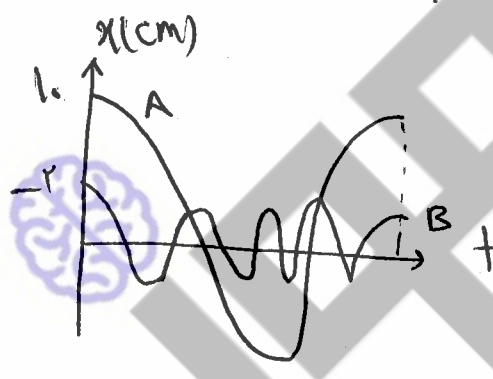
$$v = \frac{1}{2} \times v_{max}$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \rightarrow 20 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times \frac{100}{1000} \times v_{max}^2$$

$$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{4} \rightarrow v_{max} = \frac{2}{\sqrt{10}} \text{ m/s}$$

$$v = \frac{1}{2} \times \frac{2}{\sqrt{10}} = \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{\sqrt{10}}{10} \text{ m/s} \times 100 = 10\sqrt{10} \text{ cm/s}$$

اگر در نمودار زیر حجم نوسان‌کننده B برابر حجم نوسان‌کننده A باشد انرژی مکانیکی نوسان‌کننده A چند برابر انرژی مکانیکی نوسان‌کننده B است؟



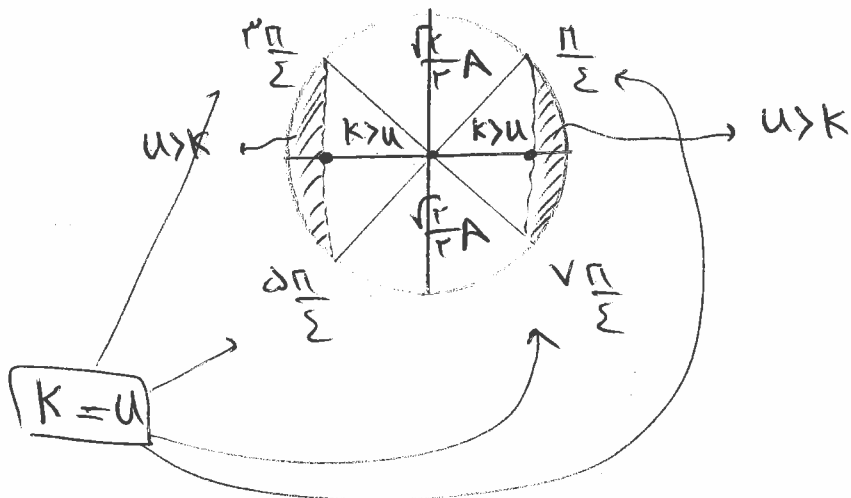
$$m_B = 5 m_A$$

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

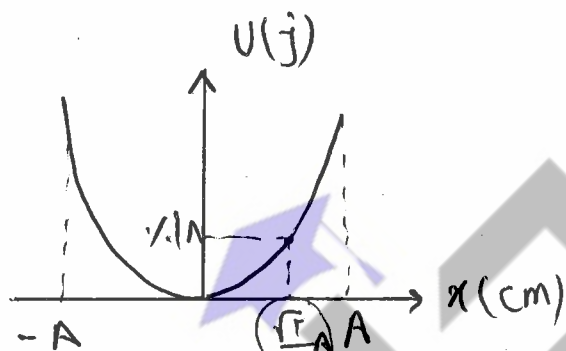
$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 \times \left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^2$$

B = ۴ توره  
A → ۱ توره

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{5}{14}$$



ریاضی ۸۶: نمودار انرژی پتانسیل بر حسب مکان ذرات که ساده‌ای مطابق شکل است. انرژی مکانیک ذرات که چند ژول است؟



$$K = U \rightarrow K + U = 0.18 + 0.18 = 0.36$$

معادله حرکت همانند ساده‌ای در SI بصورت  $x = 0.4 \cos(10\pi t)$  است اگرچه ذرات که  $\pi^2 = 1$  باشد معادله انرژی پتانسیل آن در SI کدام است؟

$$U = E \cos^2 \omega t$$

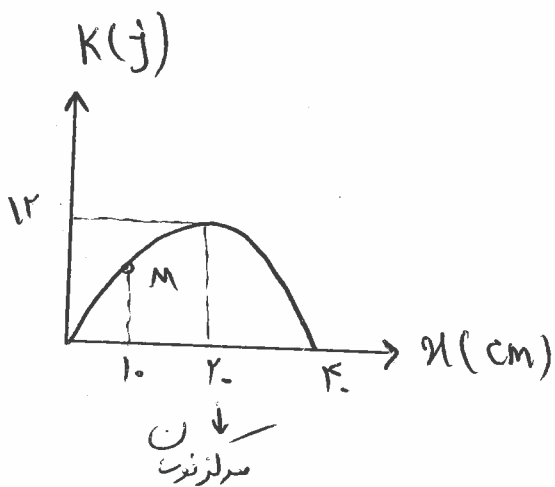
$$\frac{U}{E} = \cos^2 10\pi t$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \rightarrow U = \frac{1}{2} \times 10^{-3} \times 10^3 \times 0.4^2 \cos^2 10\pi t = 0.16 \cos^2 10\pi t$$

منو در تغییرات انرژی جنبشی نوسانگر ساده ای بر حسب  $x$  مطابق شکل است. در صورت  $M$  انرژی

$$\frac{4}{12} = \frac{3}{9}$$

بسیار نوسانگر چند برابر است؟



$$E = K_{max} = 12$$

$$A = 2 \text{ cm}$$

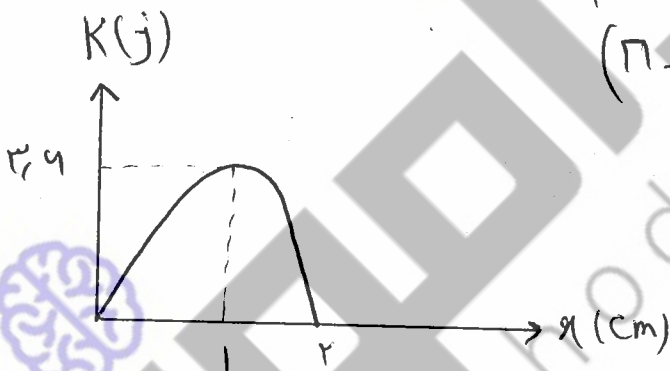
$$\left(\frac{x}{A}\right)^2 = \frac{U}{E}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{U}{12} \rightarrow U = 3 \text{ J}$$

$$K = 9 \text{ J}$$

منو در انرژی جنبشی مکان یک نوسانگر ساده بر حسب  $x$  مطابق شکل است این نوسانگر در هر ثانیه

چند نوسان کامل انجام می دهد؟ ( $\pi \approx 3$ )



۱۰۰۰	۵۰۰	f
۴۰۰۰	۲۰۰۰	

$$E = 36 \text{ J}$$

$$A = 1 \text{ cm}$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \rightarrow 36 = \frac{1}{2} \times 2 \times \omega^2 \times 1 \times 10^{-4} \times 10^{-3}$$

$$\omega^2 = 36 \times 10^4 \rightarrow \omega = 6 \times 10^2$$

$$2\pi f = 600 \rightarrow \pi \approx 3 \quad f = 100 \text{ Hz}$$

۵۶

تجربی ۹۶: نوسان لری به جرم ۲۰۰g بر اساس فرقی که ثابت آن  $20 \text{ N/m}$  است. بستر سوده

در روی سطح افقی روی پارو خطی به طول  $10 \text{ cm}$  حرکت خواهند سازه انجام می دهد انرژی جنبشی نوسان لری در لحظه ای که از  $2 \text{ cm}$  مرکز نوسان عبوری کند چند میس رول است؟

$$\frac{10}{25} \quad \frac{4}{21}$$

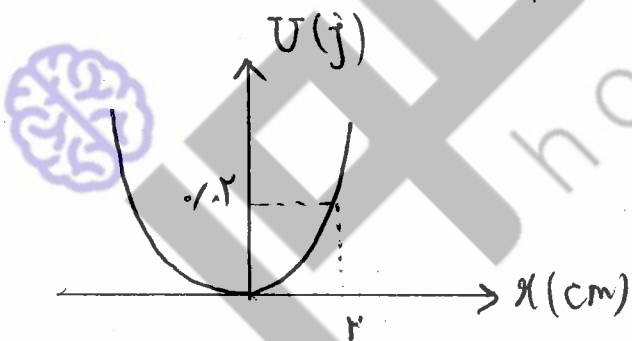
$$A = 5 \text{ cm}$$

$$\frac{x}{A} = \frac{2}{5} \rightarrow \frac{U}{E} = \frac{4}{25} \rightarrow \frac{K}{E} = \frac{21}{25}$$

$$\begin{aligned} K &= \frac{21}{25} E = \frac{21}{25} \times \frac{1}{2} \times m \omega^2 A^2 \\ &= \frac{21}{25} \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times \left( \sqrt{\frac{K}{m}} \right)^2 \times (5)^2 \\ &= \frac{21}{25} \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times 10^2 \times \frac{25}{10^2} \times 10^3 \\ &= 21 \text{ mJ} \end{aligned}$$

رایانی ۸۷: نمودار انرژی پتانسیل مکان نوسان لری به جرم ۲۰۰g مطابق شکل است. دوره حرکت

نوسان لری چند ثانیه است؟  $\pi^2 = 10$



$$U = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

$$0.2 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times \omega^2 \times (2)^2$$

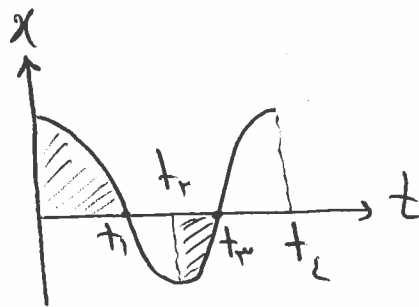
$$\begin{aligned} \omega^2 &= 250 \rightarrow \omega = 50 \rightarrow T = \frac{2\pi}{50} \\ T &= \frac{2}{50} = \frac{1}{25} \end{aligned}$$



نشان زیر نمودار مکان زمان یک نوسان کرده است در کدام بازه زمان انرژی جنبشی روبه افزایش

$t_2 < t < t_3$  |  $0 < t < t_1$   
 $t_3 < t < t_2$  |  $t_1 < t < t_3$

و مکانه شتی است!



دفع اول در رسم  $v \uparrow$  انرژی جنبشی  $\uparrow$

$p = mv \rightarrow p < 0 \rightarrow v < 0$  نعلیه اول

$v < 0$  روبه چپ

الیه معادله مکان زمان یک نوسان کرده به جرم  $m$  در  $SI$  بصورت  $P = -K \sin 2\pi t$  باشد معادله انرژی جنبشی زمان آن در  $SI$  کدام است؟

$$K = \frac{P^2}{2m} = \frac{(-K \sin 2\pi t)^2}{2 \times 1} = \Lambda_0 \pi^2 \sin^2(2\pi t)$$

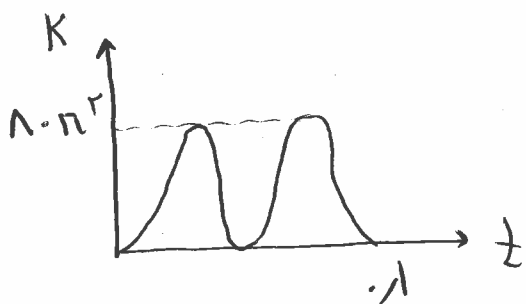
الیه معادله مکان زمان یک نوسان کرده به جرم  $m$  در  $SI$  بصورت  $P = K \sin 2\pi t$  باشد معادله انرژی جنبشی زمان آن در  $SI$  کدام است؟

$$K = \frac{P^2}{2m} = \frac{(K \sin 2\pi t)^2}{2 \times 1} = \Lambda_0 \pi^2 \sin^2 2\pi t$$

$\Rightarrow U = \Lambda_0 \pi^2 \cos^2 2\pi t$

الیه معادله مکان زمان یک نوسان کرده به جرم  $m$  در  $SI$  بصورت  $P = K \sin 2\pi t$  باشد معادله انرژی جنبشی زمان آن در  $SI$  کدام است؟

$\omega = 2\pi \rightarrow f = 1 \rightarrow T = \frac{1}{f} s$



$K = \frac{P^2}{2m}$  سوال قبلی

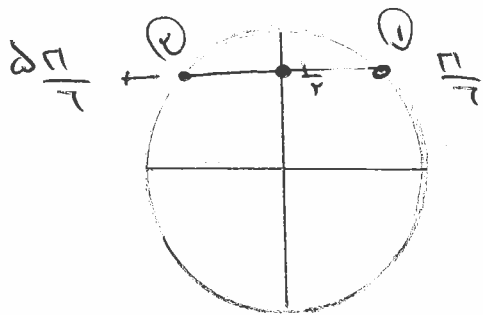
$K = \Lambda_0 \pi^2 \sin^2 2\pi t$

۵۸

اگر  $v = -5 \sin(10\pi t)$  باشد چقدر ثانیه بعد از  $t=0$  انرژی پتانسیل نوسانگر برای اولین مرتبه به  $1/75$  انرژی مکانیکی برسد؟

$$\frac{U}{E} = 75\% \rightarrow \frac{U}{E} = \frac{3}{4} \rightarrow \frac{K}{E} = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{v}{v_{max}} = \frac{1}{2}$$

$$\omega = 10\pi \rightarrow f = 5 \rightarrow T = \frac{1}{5} = 1/2 \text{ s}$$



$$\frac{5\pi}{T} = \frac{10\pi}{12} = \frac{5T}{12}$$

$$\frac{5T}{12} \xrightarrow{T=1/2} \frac{5}{12} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{12}$$

الرمعادله حرکت بصورت  $x = 1/4 \cos(10\pi t)$  باشد و جرم نوسانگر  $200 \text{ gr}$  باشد

مقدار انرژی جنبشی زمان  $t = 10 \text{ s}$  کدام است!  $\pi^2 = 10$

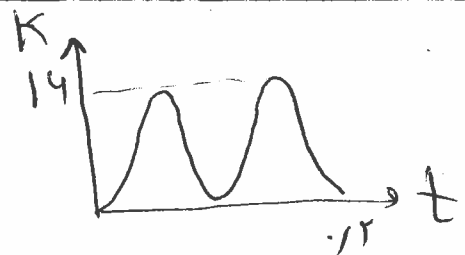
$$v = -A\omega \sin \omega t$$

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

$$v = -\frac{1}{4} \times 10\pi \sin(10\pi t) = -\frac{5\pi}{2} \sin(10\pi t)$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 14\pi^2 \sin^2(10\pi t)$$

$$K = 14 \sin^2(10\pi t)$$



نوسان میرا: یعنی نوسان که بدلیل دانش اصطفاک می میرد - متوقف می شود.

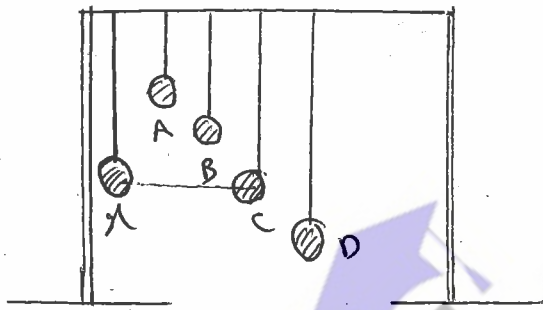
نوسان واداشته: نوسان که تحت یک نیروی خارجی وادار به حرکت (نوسان) می شود

تشدید: (رزونانس): زمانی که فرکانس نیروی جسم یکی باشد یا فرکانس نیروی تناوبی و

لغیم یکی باشد هماهنگی بین نیروی تناوبی و نوسان که موجب افزایش دامنه می گردد»

مهم: مطابق شکل چند آونک را از سبیل آویخته ایم توضیح دهید با چه نوسان در آورده اند آونک

۱ آونک های دیگر چگونه نوسان می کنند؟



۲ و ۳ تشدید

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

همه آونک که طول آن با A یکی باشد فرکانس آن هم با A یکی باشد و تشدید رخ دهد چون  $g$  که برای همه یک است

تجربی ۹۸:

نوسان کر ساره ای روی پاره خطی به طول ۴ cm نوسان می کند. در هر ثانیه یکبار طول این پاره خط را طی می کند. بیست و سه مرتبه این نوسان کر چه  $cm/s$  است؟

$0.4\pi$	$0.2\pi$
$4\pi$	$(2\pi)$

$$A = 2\text{ cm}$$

$$T = 2\text{ s}$$

$$v_{max} = A\omega = 2 \times \frac{2\pi}{2} = 2\pi \text{ cm/s}$$

تجربی ۹۸ خ: دامنه حرکت نوسان کر ۵ cm و دوره تناوب حرکتش  $\frac{1}{5}$  است. لحظه ای که انرژی جنبشی نوسان کر برابر انرژی پتانسیل آن است سرعت نوسان کر چه  $cm/s$  است؟

$$U = K = \frac{E}{2} \rightarrow \theta = 45 \quad \frac{v}{v_{max}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$50\pi$	$100\pi$
$50\pi\sqrt{2}$	$25\pi\sqrt{3}$

$$v = \frac{\sqrt{r}}{r} v_{max} = \frac{\sqrt{r}}{r} A\omega = \frac{\sqrt{r}}{r} \times 5 \times \frac{2\pi}{\frac{1}{10}} = \underline{50\sqrt{2}\pi}$$

ریاضی ۹۸: آونک ساده‌ای به طول ۸۰ cm را با دامنه کم در حال نوسان است طول آونک را چگونه تغییر دهیم تا دوره نوسان آن نصف شود؟

- ۱ ✓ ۷۰ cm کاهش    ۲ ۷۰ cm افزایش    ۳ ۲۰ cm کاهش    ۴ ۲۰ cm افزایش

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

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{L_2}{80}} \rightarrow \frac{1}{4} = \frac{L_2}{80}$$

$$\rightarrow L_2 = \underline{20 \text{ cm}}$$

$$\Delta l = L_2 - L_1 = 20 - 80 = -60 \text{ cm}$$

ریاضی ۹۸: نوسان لری به جرم ۱۰۰ g به انتهای فنری که ثابت آن ۲۰ N/m است بسته شده است.

روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت می‌کند. در انجامی دهد انرژی مکانیکی نوسان کرد ۸ mJ باشد. لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسان کرد برابر انرژی پتانسیل کسان آن است سرعت آن چند متر بر

ثابت است؟

$$K = U = \frac{E}{r} \rightarrow \theta = 45$$

$10\sqrt{2}$	$\frac{\sqrt{r}}{r}$
$20\sqrt{2}$	$\frac{\sqrt{r}}{5}$

$$\frac{v}{v_{max}} = \frac{\sqrt{r}}{r} \rightarrow v = \frac{\sqrt{r}}{r} v_{max} \rightarrow \boxed{E = \frac{1}{2} m v_{max}^2}$$

$$8 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times v_{max}^2 \rightarrow v_{max} = \sqrt{r}$$

$$v = \frac{\sqrt{r}}{r} \times \frac{r}{10} = \frac{\sqrt{r}}{5}$$

روشنی

$$K = \frac{E}{r} = \frac{\Lambda}{r} = r m g$$

$$K = \frac{1}{r} m v^2 \rightarrow r \times 10^{-3} = \frac{1}{r} \times \frac{1}{10} \times v^2$$

$$v^2 = 100 \times 10^{-3} = 10 \times 10^{-2} \rightarrow \frac{\Lambda}{100} \sqrt{\frac{r \sqrt{r}}{10}} = \sqrt{\frac{r}{5}}$$

ریاضی ۹۸ خ: جیسے بہم ۲۰۰g ہرنی با ثابت  $K = 340 \text{ N/m}$  بستہ لہڑہ است

وروی سطح امق بدون اصطکاک حرکت ہاخذ سادہ انجام می دهد این جم رووت ۱۵

$$\frac{15}{40} \bigg| \frac{5}{3}$$

چند نوسان انجام می دهد؟  $n=3$

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

$$T = 2 \times 3 \times \sqrt{\frac{15}{340}} = 2 \times 3 \times \frac{2}{4} = 1.5$$

$$f = \frac{1}{1.5} = \boxed{0.67}$$

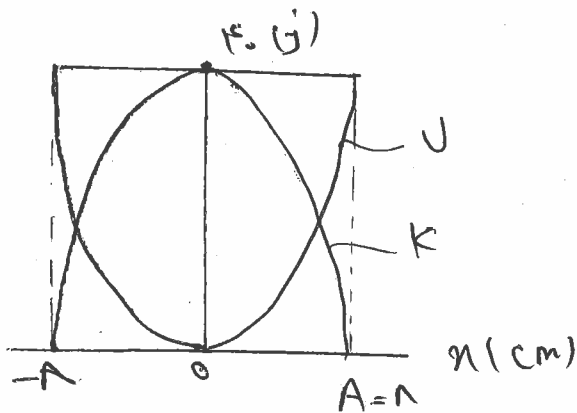
ریاضی ۹۸ خ: نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی یک نوسان کنندہ بہم ۲۰۰g کہ در

راستای محور  $x$  حرکت ہاخذ سادہ انجام می دهد بصورت نسل زیر است بمسئولان چند ہر نر است؟

$$n = \sqrt{10}$$

$$m = \frac{200}{1000} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{40}{10} \bigg| \frac{50}{25}$$



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

$$40 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{5} \times \left(\frac{\Lambda}{100}\right)^2 \times \omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{140 \times 10^4}{40} \Rightarrow \omega = 50 \sqrt{10}$$

$$50 \sqrt{10} = 2\pi f \rightarrow \boxed{f = 25}$$

$$E = 2\pi^2 m A^2 f^2 \rightarrow f = 25 \text{ Hz}$$

رو به درم

تجربی ۹۹: نوسان‌های روی محور حرکت خواهند مده انجام می‌دهد و سید اختصاصاً نقطه تعادل

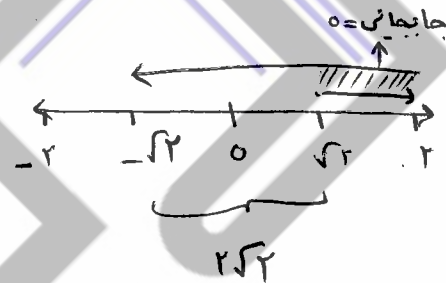
(سرنوسان) است. اگر دامنه حرکت نوسان در ۲ cm و وی با مد حرکت ۱/۴ Hz باشد.

بزرگی سرعت متوسط نوسان در در کمترین بازه زمانی که از مکان  $\sqrt{2}$  cm + در جهت محور عبوری کند

$$\frac{2\sqrt{2}}{3} \Big| \begin{array}{l} 0 \\ \hline \sqrt{2} \end{array} \Big| \frac{2\sqrt{2}}{5}$$

و نسبت به مکان  $\sqrt{2}$  cm می‌رسد چقدر است؟

$$\bar{v} = \left| \frac{\Delta x}{\Delta t} \right|$$



$$\bar{v} = \frac{2\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \text{ cm/s}$$

ن حرکت  $\frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \left( \frac{\Delta}{\Sigma} \right) = \left( \frac{T}{\lambda} \right) \rightarrow t = \frac{T}{\lambda} + \frac{T}{\lambda} + \frac{T}{\lambda} + \frac{T}{\lambda}$

$$t = \frac{4T}{\lambda} = \frac{T}{\frac{\lambda}{4}} \Rightarrow t = \frac{4}{2} = 2$$

$$f = \frac{1}{T} \rightarrow T = 4$$

تجربی ۹۹: جسیس به جرم ۲۰۰۰۰ به تفرقی متنص است، و روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت خواهند

ماده انجام می‌دهد اگر بیسینه انرژی جسیس نوسان در ۱۸ mJ باشد لحظه‌ای که انرژی پتانسی

نوسان در ۱۴ mJ است سرعت نوسان در چقدر است cm/s می‌شود

$$\frac{4}{2} \Big| \begin{array}{l} 2 \\ \hline 4\sqrt{10} \end{array} \Big| \left( \frac{4}{5} \right)$$

$$K_{max} = E \rightarrow K = 14 \text{ mJ}$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow 14 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times v^2$$

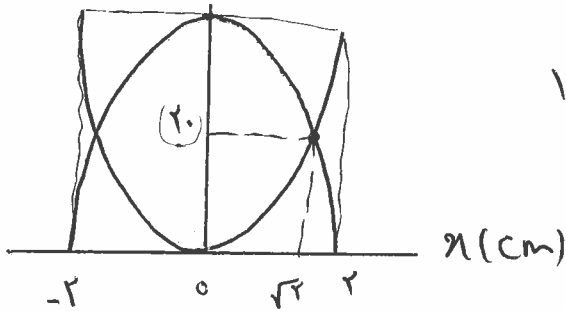
$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{K}{\frac{m}{2}}} = \frac{2\sqrt{K}}{\sqrt{m}} = \frac{2\sqrt{14}}{\sqrt{10}} = \frac{1}{5\sqrt{5}} \times 100 = \frac{20}{\sqrt{5}} = \frac{20}{\sqrt{5}} \times \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}} = 4\sqrt{5}$$

تجربہ ۹۹ خ

باتوج بہ نمودار زیر الحاصل کیا کہ طولی کلمہ تا اثری نہیں ہوسکتا کہ از  
 صفر بہ ۴۰ mJ برسد برابر ۰.۵ S باسے بڑی سرعت نوسان کر دہ لفظ عبرتاز مکان

$\phi = 0$  پندستر بتائید است؟

$\frac{\pi}{10}$	$\frac{\pi}{5}$
۱.۰۲۱	۲.۰۲۱



$\frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \theta = 45 \rightarrow E_T = K = U \rightarrow \frac{E}{2} = 20 \rightarrow$   
 $E = 40 \text{ mJ}$

$-A \rightarrow 0 \rightarrow \frac{T}{4} = \frac{\Delta}{100} \rightarrow T = 1/2 \text{ S}$

$V_{max} = A\omega = \frac{2}{100} \times \frac{2\pi}{1/2} = \frac{\pi}{5}$

تجربہ ۹۹ ح

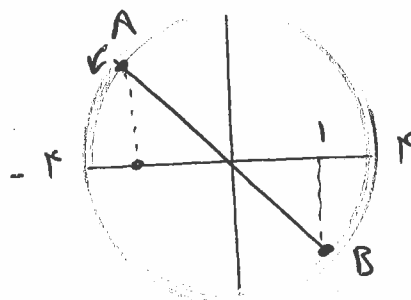
جبری متن بہ تقریباً ۵۸۴ روی پارہ خطی بہ طول ۸ cm در سطح

افق بدون اصطکاک حرکت ہائند سارہ انتہائی (سورج نوسان کر دہ لفظ)  $t_1$  از ۱ cm قطعہ سارہ  
 (سورج نوسان) عبور یکنند و حرکت در این لحظہ کند شونده است. از لفظ  $t_2$  حواصل پند تائید  
 طولی کلمہ تا نوسان کر از ۱ cm طرف دیگر قطعہ سارہ عبور یکنند.

$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$
$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$

$T = \frac{1}{5} = 1/2$

$A \rightarrow B \rightarrow \pi$  راز  $= \frac{T}{2}$   
 $\rightarrow \frac{1/2}{2} = \frac{1}{4}$





هوامووز

hodamooz



شدت و تراز شدت صوت :

$$I = \frac{E}{At} = \frac{P}{A} \rightarrow \left(\frac{W}{m^2}\right)$$

شدت صوت: انرژی عبوری از واحد زمان در واحد سطح

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

شدت گیتی نردون ای است.

تجربی ۹۵: صفحه حساسی به مساحت  $3 \text{ cm}^2$  بر امتداد انتشار صوت عمود است و در مدت ۵ ثانیه

$1.5 \times 10^{-11} \text{ J}$  انرژی صوتی به صفحه می رسد شدت صوت در سطح این صفحه چند میکرووات بر متر مربع

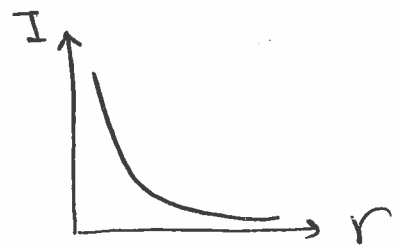
$$I = \frac{E}{At} = \frac{1.5 \times 10^{-11}}{3 \times 10^{-2} \times 5} = \frac{1.5 \times 10^{-12}}{1.5 \times 10^{-1}} = 10^{-8} \frac{W}{m^2}$$

$$I = 10^{-8} \times 10^4 = 10^{-2} \frac{\mu W}{m^2}$$

نکته: آهند انتقال انرژی برای هر امواج مکانیکی با مربع دامنه و نیز مربع بسامد موج متناسب

است به عبارت دیگر برای یک موج صوتی که چینه‌ها  $f$  موج کاری است می توان نوشت:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left( \frac{A_2}{A_1} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{r_1}{r_2} \right)^2$$



$$I \propto \frac{f^2 A^2}{r^2}$$

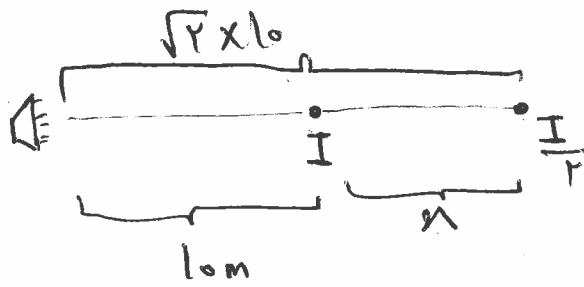
$A$ : دامنه موج  
 $f$ : بسامد  
 $r$ : فاصله چینه از موج

سؤال: اگر فاصله شنونده تا منبع صوتی ۳ برابر و دامنه ارتعاشی صوت دو برابر شود شدت دریافتی چند برابر خواهد شد؟

$$r_2 = 3r_1, A_2 = 2A_1 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left( \frac{2A_1}{A_1} \times 1 \times \frac{r_1}{3r_1} \right)^2$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{4}{9}$$

مثال) شدت صوت در یک محیط ایده آل در فاصله ۵ متری چشم I است تقریباً چند متر دیگر از چشم دورسیم تا شدت نصف شود!



$$I_2 = \frac{1}{2} I_1 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow r_2 = \sqrt{2} r_1$$

$$\sqrt{2} \times 10 = 10 + x \rightarrow \sqrt{2} = 1.4 \Rightarrow 14 - 10 = x$$

$$x = 4m$$

شخصی در فاصله ۹۴۰m منبع انفجار، شدت صوت از وات بر متر مربع را دریافت می کند. اگر این صوت به شخصی در فاصله ۱۴۰m از محل انفجار برسد شدت آن در SI کدام است؟

$$\frac{18}{44} \mid \frac{14}{14}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{I_2}{.1} = \left(\frac{44}{140}\right)^2$$



$$\Rightarrow I_2 = .1 \times 4^2 = 1.4 \text{ W/m}^2$$

مردمان شنوایی انسان در حدود ۱۰۰۰ Hz را شدت مرجع می نامند. گوش انسان شدت های کوچکتر از این را نمی شنود.

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

تجربہ ۸۵ خ: اگر تیز شدت صوتی از ۲۷ دسی بل بہ ۴۷ دسی بل افزایش یابد شدت آن نسبت بہ حالت قبل چند برابر شدہ است!

$$\frac{47}{27} \Big| \frac{I_2}{I_1}$$

$$\Delta\beta = 47 - 27 = 20$$

$$\Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 20 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$2 = \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow 10^2 = \frac{I_2}{I_1}$$

رایش خ ۹۱: شدت صوت ۵۰۰ میکرووات بر مساحتی مربع است تیز شدت صدای بلندتر

چند دسی بل بیش تیز، تیز شدت صوتی دینر است!

$$\frac{7}{17} \Big| \frac{3}{173}$$

$$\log 2 = 0.3$$

$$\Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1} = 10 \log \frac{500}{100} = 10 \log 5$$

$$= 10 (1 - \log 2) = 10 (1 - 0.3) = 7$$

تجربہ ۹۱: اگر شدت صوتی را ۱۴ برابر کنیم تیز شدت آن کہ برابری شود  $I_0 = 10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>

$$\frac{2 \times 10^{-12}}{5 \times 10^{-12}} \Big| \frac{2 \times 10^{-12}}{2.2 \times 10^{-12}}$$

بافت شدت اولیه صوت چند وات بر مربع است!

$$I_2 = 14 I_1$$

$$\Delta\beta_1 - \beta_1 = 10 \log 14$$

$$2\beta_1 = 10 \log 14 \Rightarrow 2 \log \frac{I_1}{I_0} = 10 \log 14$$

$$\log \left( \frac{I_1}{I_0} \right)^2 = \log 14 \rightarrow \left( \frac{I_1}{I_0} \right)^2 = 14 \rightarrow \frac{I_1}{I_0} = \sqrt{14}$$

$$I_1 = 2 \times 10^{-12}$$

$$\frac{I_1}{I_0} = \sqrt{14}$$

47

تجربہ ۹۰  
الرسد صوت

۲√۱۰ برابر ہوگا۔ برابر شدت صوت جتنی تفسیر کنند؟

$$\text{Log } 2 = 0.3$$

$$I_2 = 2\sqrt{10} \cdot I_1$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \text{Log} \frac{I_2}{I_1}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \text{Log} \frac{2\sqrt{10} \cdot I_1}{I_1} = 10 \cdot \text{Log} 2\sqrt{10}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot [ \text{Log } 2 + \text{Log} \sqrt{10} ] = 10 \cdot [ 0.3 + \frac{1}{2} ] = 18 \text{ dB}$$

$$\text{Log } 10^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$$

ریاضی ۹۶: دامنہ ارتعاشات یک منبع صوتی ۲۰ درصد گھٹانے کے بعد درجہ لگھلگھاتے میں برابر شدت

صوت چند دس فی گھٹانے میں جائے گا؟  
 $\frac{20}{100} \quad \text{Log } 2 = 0.3$

$$I \propto \frac{A^2}{d^2} \quad A \rightarrow \frac{1}{4}A \quad \rightarrow \quad I = \frac{1}{4}I$$

$$\beta' - \beta = 10 \cdot \text{Log} \frac{I'}{I} = 10 \cdot \text{Log} \frac{1}{4}$$

$$= 10 \cdot [ \text{Log} 1 - \text{Log} 4 ] = 10 \cdot [ 0 - \text{Log} 2^2 ]$$

$$= 10 \cdot [ 0 - 2 \cdot \text{Log} 2 ] = 10 \cdot [ 0 - 2 \cdot 0.3 ] = -12 \text{ dB}$$

تراز شدت صوت :

$$\beta = 10 \text{ Log } \frac{I}{I_0}$$

دسی بل db

اگر  $I = I_0 \Rightarrow \beta = 10 \text{ Log } \frac{I}{I_0} = 10 \times 0 = 0$

لگاریتم عدد یک در هرسانی صفر است.

$$I_2 - I_1 = 10 \text{ Log } \frac{I_2}{I_1}$$

فرمول مقایسه تراز دو شدت صوت :

سوال : ریاضی ۹۲ خ : شوندهای صوتی با بسامد ۲۵۰ Hz با شدت  $10^4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$  می شنود

۱۰	۲
۱۰۰	۱۴

$$I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

تراز شدت این صوت چند دسی بل است ؟

$$\beta = 10 \text{ Log } \frac{I}{I_0} = 10 \text{ Log } \left( \frac{10^4 \times 10^{-4}}{10^{-12}} \right) = 10 \text{ Log } 10^{10} = 100 \text{ Log } \frac{10}{1} = 100$$

ریاضی ۸۷ : شدت صوتی  $4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$  است تراز شدت صوت چند دسی بل است ؟

$$\text{Log } 2 = 0.3$$

$$I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

۹۵	۸۵
۱۲۹	۱۱۹

$$\beta = 10 \text{ Log } \frac{4}{10^{-12}} = 10 \text{ Log } (4 \times 10^{11})$$

$$= 10 (\text{Log } 4 + \text{Log } 10^{11}) = 10 (\text{Log } 2^2 + \text{Log } 10^{11})$$

$$= 10 (2 \text{Log } 2 + 11 \text{Log } 10) = 10 (2(0.3) + 11) = 119 \text{ db}$$

لامبی 92: شدت صوتی  $\frac{W}{m^2}$   $3.2 \times 10^{-3}$  است. تراز شدت این صوت چند دسی بل است؟

$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$        $\text{Log } 2 \approx 0.3$        $\begin{array}{r|l} 25 & 15 \\ \hline 95 & 85 \end{array}$

$\beta = 10 \text{ Log} \left( \frac{3.2 \times 10^{-3}}{10^{-12}} \right) = 10 \text{ Log} \left( \frac{3.2 \times 10^{-3}}{10^{-12}} \right)$

$= 10 \text{ Log} (3.2 \times 10^9) = 10 (\text{Log } 3.2 + \text{Log } 10^9)$

$= 10 (\text{Log } 2^5 + 9 \text{ Log } 10) = 10 (5 \text{ Log } 2 + 9 \text{ Log } 10)$

$= 10 (5(0.3) + 9) = 95 \text{ dB}$

به سطح یک میکروفن به مساحت  $2 \text{ cm}^2$  دو صد تا هفتاد مقدار  $4 \times 10^{-11}$  انرژی

می رسد. تراز شدت صوت در یاقتی توسط میکروفن چند دسی بل است؟

$\text{Log } 2 \approx 0.3$

$\begin{array}{r|l} 4.3 & 37 \\ \hline 3.7 & 43 \end{array}$

$I = \frac{E}{A \cdot t} = \frac{4 \times 10^{-11}}{2 \times 10^{-4} \times 10} = 2 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2}$

$\beta = 10 \text{ Log} \frac{I}{I_0} = 10 \text{ Log} \left( \frac{2 \times 10^{-8}}{10^{-12}} \right) = 10 \text{ Log} (2 \times 10^4)$

$\beta = 10 [\text{Log } 2 + 4 \text{ Log } 10] = 10 [0.3 + 4] = 43 \text{ dB}$

تجربی 93: تراز شدت صوتی  $\beta$  است. شدت این صوت چند برابر شدت صوت مرجع

$\beta = 10 \text{ Log} \frac{I}{I_0}$

$\begin{array}{r|l} 24 & 32 \\ \hline 50 & 3 \end{array}$

$\text{Log } 2 \approx 0.3$       است؟

$15 = 10 \text{ Log} \frac{I}{I_0} \Rightarrow \text{Log} \frac{I}{I_0} = 1.5 \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^{1.5} = (10^{0.3})^5$

$= 2^5 = 32$

چون  $\text{Log } 2 = 0.3$        $\Rightarrow 2 = 10^{0.3}$

۷۰

$$\Rightarrow \text{Log } \frac{I}{I_0} = 1,5 \Rightarrow \text{Log } \frac{I}{I_0} = 5 \times 10^{-3}$$

$$= 5 \text{ (Log } 2)$$

$$\Rightarrow \text{Log } \frac{I}{I_0} = 5 \text{ Log } 2 \Rightarrow \text{Log } \left( \frac{I}{I_0} \right) = \text{Log } (2^5)$$

$$\Rightarrow \frac{I}{I_0} = 2^5 = 32$$

تجربہ ۹۲ :- ارتعاشات صوتی ۷۴ دسی بل اسے شدت این صوت جذبات برسر مربع است؟

$$\frac{4 \times 10^{-10}}{4 \times 10^{-10}} \quad \frac{4 \times 10^{-9}}{4 \times 10^{-9}}$$

$$\text{Log } 2 = 10^{-3}, I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

↓

$$10^{-3} = 2$$

$$74 = 10 \text{ Log } \frac{I}{I_0} \Rightarrow 7,4 = \text{Log } \frac{I}{I_0}$$

$$\frac{I}{I_0} = 10^{7,4} = 10^4 \times 10^{0,4} = 10^4 \times (10^{-3})^2 = 10^4 \times 2^2 = 4 \times 10^{+4}$$

$$\frac{I}{I_0} = 4 \times 10^4 \Rightarrow I = 4 \times 10^4 \times 10^{-12} = 4 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$$

تجربہ ۹۱ :- ارتعاشات صوتی ۷۴ دسی بل اسے شدت ان جذبات برسر مربع است؟

$$\text{Log } 2 = 10^{-3} \quad I_0 = 10^{-9} \text{ W/m}^2$$

$$\frac{4 \times 10^{-7}}{4 \times 10^{-7}} \quad \frac{4 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-6}}$$

$$74 = 10 \text{ Log } \frac{I}{I_0} \Rightarrow$$

$$7,4 = \text{Log } \frac{I}{I_0} \Rightarrow 10^{7,4} = \frac{I}{I_0} \Rightarrow I = 10^7 \times 10^{0,4} \times 10^{-9} \times 10^{-6}$$

$$I = 10^{-5} \times (10^{-3})^2 = 10^{-5} \times 2^2 = 4 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$$

ریاضی ۹۰

۲۶ دسی بل است شدت این صوت چند وات بر متر مربع است ؟

تراز شدت صوتی

$$\text{Log } 2 = 0.3 \Rightarrow 10^{0.3} = 2$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$26 = 10 \text{ Log } \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 2.6 = \text{Log } \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow$$

$$10^{2.6} = \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = 10^2 \times 10^{-12} \times 10^{-12}$$

$$= 10^2 \times (10^{0.3})^2 \times 10^{-12}$$

$$= 4 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$$

۴۳ دسی بل است شدت این صوت چند برابر شدت صوت مبدا

تراز شدت صوتی

ریاضی ۸۶

$$\text{Log } 2 = 0.3$$

است ؟

$$43 = 10 \text{ Log } \frac{I}{I_0}$$

$$\Rightarrow 4.3 = \text{Log } \frac{I}{I_0} \Rightarrow 10^{4.3} = \frac{I}{I_0} \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^4 \times 10^{0.3}$$

$$\frac{I}{I_0} = 10^4 \times 2 = 2 \times 10^4$$

تجرب ۹۰ خ پرده لوسگ شخصی اسواج صوتی با تراز ۸۰ دسی بل را در حالت می کند الرسما

پرده لوسگ این شخصی  $4 \times 10^{-6}$  متر مربع باشد در صوت ۳ دقیقه صدتول انرژی صوتی به

$$I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\frac{1.8 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-6}} \bigg/ \frac{1.8 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-6}}$$

لوسگ این شخصی می رود ؟

$$80 = 10 \text{ Log } \frac{I}{I_0} \Rightarrow 8 = \text{Log } \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\frac{I}{10^{-12}} = 10^8 \Rightarrow I = 10^{-4} \text{ W/m}^2$$



۷۲

$$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{E}{At} \Rightarrow I_0^{-2} = \frac{E}{(4 \times 10^{-5}) \times (3 \times 40)}$$

$$\Rightarrow E = 10.80 \times 10^{-9} = 11.0 \times 10^{-9} \text{ J}$$

تجربہ ۸۹: یک جسم صوت امواج صوتی را با توان ۱۲۰ وات در یک فضای باز تولید و بصورت

کروی منتشر می کند. شنونده ای در فاصله ۹ متری از منبع قرار گیرد تا امواج صوتی را با تراز صوتی

۹۰ دسی بل بشنود.

$$n = 2 \quad I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$\beta = 10 \text{ Log } \frac{I}{I_0} \Rightarrow 90 = 10 \text{ Log } \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow 9 = \text{Log } \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = 10^9 \times 10^{-12} = 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

$$I = \frac{\bar{P}}{4\pi r^2} \Rightarrow I_0^{-3} = \frac{120}{4 \times \pi \times r^2} \Rightarrow r^2 = 10^3 \rightarrow r = 10.2$$

$$r = 10.2 \text{ m}$$

تجربہ ۹۷: یک منبع صوت در یک فضای باز امواج را بصورت کروی گیلی می کند و در فاصله

۵ m از آن تراکم صوت ۹۰ دسی بل است. توان منبع صوت چند میس وات است؟

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$\frac{1}{2} \pi$	$\frac{1}{2} \pi$
$\frac{1}{2} \pi$	$\frac{1}{2} \pi$

$$90 = 10 \text{ Log } \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 10^9 \rightarrow I = 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow P = 10^{-3} \times 4 \times \pi \times 5^2 = 10^{-3} \pi \times 10^4 = 10^{-1} \pi = 0.1 \pi \text{ mW}$$

$۷^۳$

۳ دسی بل است شدت صوت قوی تر چند برابر

اصناف تراز شدت صوت برابر یا

تجربہ ۹۵:

$$\text{Log } 2 \approx ۷^۳ \rightarrow 10^{۷^۳} = 2$$

شدت صوت صفت تراست!

$$\frac{۲}{۱۰} \mid \frac{۲}{۱۰}$$

$$\Delta\beta = 10 \text{ Log } \frac{I_2}{I_1}$$

$$۳ = 10 \text{ Log } \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 10^{۷^۳} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 10^{۷^۳} = \frac{I_2}{I_1} \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 2$$

ریاضی ۹۷: اگر صدایی ۱۲ دسی بل بلندتر از صدای دیگر باشد شدت صدای بلندتر چند برابر شدت صدای دیگر است!

$$\text{Log } 2 \approx ۷^۳$$

$$\frac{۳۲}{۱۰} \mid \frac{۱۶}{۱۰}$$

$$۱۲ = 10 \text{ Log } \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 10^{۱۲} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^{۱۲} \Rightarrow$$

$$\frac{I_2}{I_1} = (10^{۷^۳})^۴ = 10^{۲۸} = 14$$

ریاضی ۹۵ خ: اگر شدت صوت جسمی را ۸ برابر کنیم تراز شدت صوت برای شنونده ای که در فاصله

معینی از جسم قرار دارد ۳ برابر می شود تراز شدت صوت اولیه برای شنونده چند دسی بل

$$\text{Log } 2 \approx ۷^۳$$

$$\frac{۲}{۱۰} \mid \frac{۲}{۱۰}$$

$$I_2 = 8 I_1 \Rightarrow \Delta\beta = 10 \text{ Log } \frac{I_2}{I_1}$$

$$\beta_2 = 10 \text{ Log } \frac{8 I_1}{I_1} \Rightarrow 10 \text{ Log } 8 = \beta_2 - \beta_1 = 10 \text{ Log } 8$$

$$۷^۳ \beta_1 = 10 \text{ Log } 8 \Rightarrow ۷^۳ \beta_1 = 10 \text{ Log } ۲^۳$$

$$\Rightarrow ۷^۳ \beta_1 = 30 \text{ Log } 2 \Rightarrow ۷^۳ \beta_1 = 30 (۷^۳) \rightarrow \beta_1 = 30$$

در یک فضای باز شش‌بندی‌های فاصله خود را تا منبع صوت از  $r_2$  به  $r_1$  می‌رسانند

تراز شدت صوت از  $r_2$   $r_1$  به  $r_2$   $r_1 = 34m$   $r_2 - r_1 = 34m$  باشد

اگر شدت صوت  $I_1 = 10^{-3}$   $I_2 = 10^{-9}$   $L_1 - L_2 = 10$

$\beta_1 = 52$   
 $\beta_2 = 2 \rightarrow \beta_1 - \beta_2 = 10 \log \frac{I_1}{I_2}$

$52 - 2 = 10 \log \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

$10 = 10 \log \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \rightarrow 1 = \log \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$

$1 = 2 \log \frac{r_2}{r_1} \rightarrow 0.5 = \log \frac{r_2}{r_1} \rightarrow 10^{0.5} = \frac{r_2}{r_1}$

$\log 10 - \log 1 = \log \frac{r_2}{r_1} \rightarrow \log \left(\frac{10}{1}\right) = \log \left(\frac{r_2}{r_1}\right)$   
 $\rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 10 \rightarrow r_2 = 10 r_1$

$r_2 - r_1 = 34 \rightarrow 10 r_1 - r_1 = 34 \rightarrow 9 r_1 = 34 \rightarrow r_1 = 3.78m$

تجربین ۹۷: در فاصله ۲۰ متری از یک منبع صوت تراز شدت صوت  $10^{-8}$   $r_1$   $r_2$  است. در چند سانتی

متری منبع تراز شدت صوت  $10^{-12}$   $r_2$   $r_1$  است!

$120 - 80 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$

$40 = 10 \log \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow 4 = \log \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$

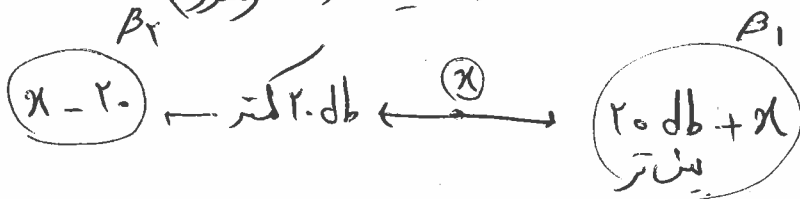
$10^4 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{r_1}{r_2} = 100 \rightarrow \frac{20}{r_2} = 100$

$r_2 = 0.2 \text{ cm}$

تجربہ ۹۴: در فاصلہ ہستی از یک منبع صوت تراز شدت صوت ۲۰ دسی بل بیش تر از تراز شدت

صوت آسانہ در دکانی است در فاصلہ چند متری از این منبع صوت تراز شدت صوت ۲۰ دسی بل کمتر از

تراز شدت صوت آسانہ در دکانی است؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر شود)  $\beta_2$



$$\Rightarrow \Delta\beta = 40 \text{ db} \Rightarrow \beta_1 - \beta_2 = 10 \log \frac{I_1}{I_2}$$

$$40 = 10 \log \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow 4 = \log \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow$$

$$4 = \log \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2 \rightarrow \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2 = 10^4$$

$$\frac{r_2}{r_1} = 10^2 \quad r_1 = 1.0 \quad \frac{r_2}{1.0} = 10^2 \rightarrow r_2 = 10^3$$

ریاضی ۹۵: اگر فاصلہ جسم صوتی را ۴ برابر کنیم برای یک شنونده مین تراز شدت صوت ۱.۳ برابر

می شود در این حالت تراز شدت صوت برای شنونده به چند دسی بل می رسد؟  $\log 2 = 0.3$

$$A_2 = 4A_1 \quad \beta_2 = 1.3\beta_1 \Rightarrow \Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 0.3\beta_1$$

$$I_2 =$$

$$0.3\beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \quad \frac{I_2}{I_1} = \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2 = 16$$

$$0.3\beta_1 = 10 \log 16 \rightarrow 0.3\beta_1 = 10 \log 2^4$$

$$0.3\beta_1 = 4 \cdot \log 2 \rightarrow 0.3\beta_1 = 4 \times 0.3$$

$$0.3\beta_1 = 1.2 \rightarrow \beta_1 = 4 \text{ db} \rightarrow \beta_2 = 1.3 \times 4 = 5.2 \text{ db}$$

پایه ۹۱: سؤندهای که در فاصله ۸ متری یک منبع صوت قرار دارد چند برابر منبع صوت نزدیکترند تا صوت منبع را با تراز صوت ۱۲ دسی بل بیش تر از حالت قبل احساس کند؟

$\text{Log } r = \frac{1}{3}$

$12 = 10 \text{ Log } \frac{I_2}{I_1}$

$1.2 = \text{Log} \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2 \Rightarrow 10^{1.2} = \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2$

$10^{0.4} = \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2 \Rightarrow (10^{0.2})^2 = \frac{r_1}{r_2}$

$\rightarrow r^2 = \frac{r_1}{r_2} \rightarrow r = \frac{8}{r_2} \Rightarrow r_2 = 2 \text{ m}$

$\Delta r = 8 - 2 = 6 \text{ m}$

\*

پایه خارج ۹۴: توان یک حبه صوت ۵۰۰ میلی وات است اگر در یک فضای باز سندهای

در فاصله ۰ متری از حبه صوت حاصل را با بلندی ۸۰ دسی بل احساس کند در آنجا صوت در این

فاصله چند درصد توان توسط محیط جذب شده است؟  $\pi = 3$ ,  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

$\frac{P}{4\pi r^2}$

$10 = 10 \text{ Log } \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 10^1 = \frac{I}{10^{-12}}$

$\Rightarrow I = 10^{-4} \text{ W/m}^2$

$\frac{P}{4\pi r^2} = 10^{-4} \Rightarrow P = 4 \times 3 \times 2.2 \times 10^{-4} = 480 \text{ mW}$

$\Delta P = 500 - 480 = 20 \text{ mW}$

$\frac{\Delta P}{P} = \frac{20}{500} = 0.04 \times 100 = 4\%$

ریاضی ۹۹: دو شخص به نامده های  $d_1$  و  $d_2$  از یک جیب صوت قرار دارند شخص که در فاصله  $d_1$  قرار دارد

صدای ۱۸ دسی بل بلندتری بشنود  $\frac{d_2}{d_1}$  کدام است؟  $L_{o2} = 73$  (از جیب انرژی توسط محیه صرف نظر شود)

$$\frac{14}{9}$$

$$\beta_1 - \beta_2 = 10 \cdot \text{Log} \frac{I_1}{I_2}$$

$$\beta_1 - \beta_2 = 10 \cdot \text{Log} \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \Rightarrow 18 = 10 \cdot \text{Log} \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$1.8 = \text{Log} \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \Rightarrow 2 \times 4 = \text{Log} \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$4 \cdot \text{Log} 2 = \text{Log} \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \rightarrow 2^4 = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$\boxed{\frac{d_2}{d_1} = 2}$$

ریاضی ۹۹ خ: تدریس چه صدی ۴۸، اما امت در فاصله چندتری این جیب تراز شدت صوت ۸۰

$$\frac{20}{100}$$

دسی بل است؟  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  و  $n = 3$

$$80 = 10 \cdot \text{Log} \frac{I}{I_0} \Rightarrow 8 = \text{Log} \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow 10^8 = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow I = 10^{-4} \text{ W/m}^2$$

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{KA}{4\pi r^2}$$

$$r^2 = \frac{KA}{4\pi \cdot 10^{-4}} \rightarrow r = \frac{2}{10^{-2}} = 200 \text{ m}$$

تجربین ۹۹: اگر بازتاب کردن دامنه یک صوت شدت صدی که به گوش می رسد ۱۰۰۰ برابر بشود

۳۰ دسی بل بشود | ۳۰ دسی بل بشود

تراز شدت صدی که می شنوم چگونه تغییر می کند؟

۳۰ دسی بل افزایش می یابد

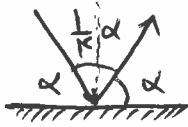
$$\Delta \beta = 10 \cdot \text{Log} \frac{I_2}{I_1}$$

$$\Delta \beta = 10 \cdot \text{Log} 10^3 \rightarrow \Delta \beta = 30 \cdot \text{Log} 10$$

تجربہ ۹۶: زاویہ بین راستای پرتوی تابش و بازتاب در یک آئینہ تحت  $\frac{1}{k}$  زاویہ میں پرتو

۱۸	۱۰
۲۴	۲۰

تابش و سطح آئینہ است. زاویہ تابش چند درجہ است؟

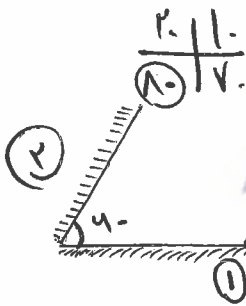


$$\alpha + \alpha + \frac{1}{k} \alpha = 180$$

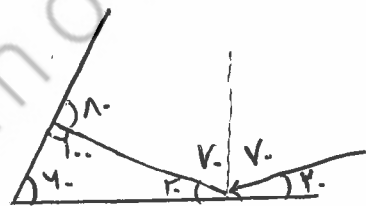
$$\Rightarrow \frac{2}{k} \alpha = 180 \Rightarrow \alpha = 90k$$

$$\frac{1}{k} \alpha = \theta_i + \theta_r \Rightarrow \frac{1}{k} \alpha = 2\theta \Rightarrow \frac{1}{k} = 2\theta \rightarrow \theta = 10^\circ$$

تجربہ ۹۳: مطابق شکل مقابل پرتوی نوری با سطح آئینہ تحت ① زاویہ ۲۰ می سازد این پرتو در اولین

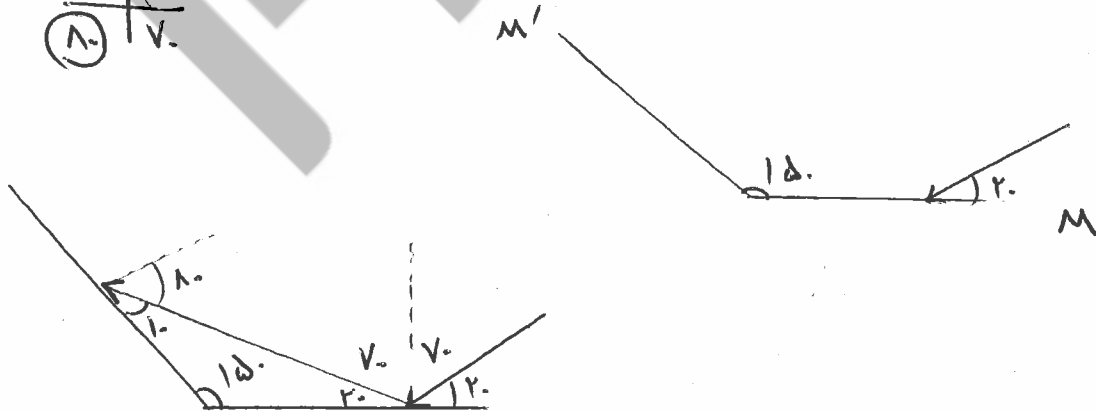


بمسطح آن آئینہ ② با سطح آن زاویہ چند درجہ می سازد؟



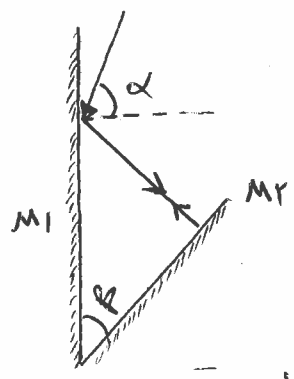
تجربہ ۸۴: در شکل مقابل پرتوی نور در ادامه مسیر بازتاب چند درجہ به آئینہ  $M'$  می تابد؟

۲۰	۱۰
۱۰	۷۰



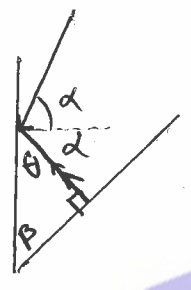
در شکل مقابل پرتوی نوری با زاویه تابش  $\alpha$  به این  $M_1$  می‌تابد و پرتوی بازتاب بصورت قائم به این

$M_2$  می‌تابد کدام رابطه بین  $\alpha$  و  $\beta$  همواره برقرار است ؟



$\beta = 2\alpha$	$\alpha = \beta$
$\alpha + \beta = 90$	$\alpha = 2\beta$

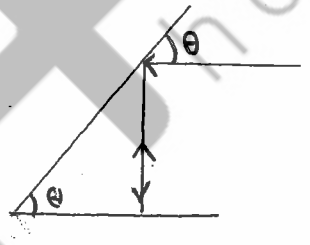
چون پرتوی نور در برخورد با  $M_2$  روی خودش بازتاب شده بنابراین پرتو عمود بر  $M_2$  است.



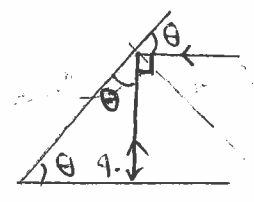
$$\begin{aligned} \alpha + \theta &= 90 \\ \beta + \theta &= 90 \end{aligned} \Rightarrow \alpha = \beta$$

نکته: در اینها تمام الزامات تابش بر یکی از اینها برابر با زاویه بین دو آینه باشد نور پس از بازتاب از آینه دوم روی خودش برمی‌گردد.

ریاضی ۸۵ خ : در شکل روبرو مسیر پرتوی نوری مشخص شده  $\theta$  چند درجه است ؟



$30$	$15$
$40$	$45$



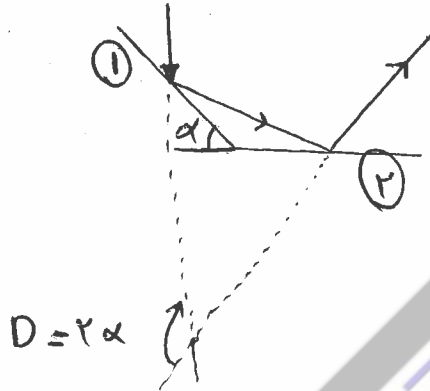
$$\begin{aligned} 2\theta + 90 &= 180 \\ \theta &= 45 \end{aligned}$$



تجربہ خارج ۹۶ : مطابق شکل مقابل پرتوی نوری بہ آئینہ تحت ① ی تابندہ در نهایت از آئینہ تحت

② بازتاب می شود پرتوی تابش بہ آئینہ ① با پرتوی بازتاب از آئینہ ② چه زاویہ ای می سازد؟

$2\alpha$	$\alpha$
$90 + \alpha$	$180 - \alpha$



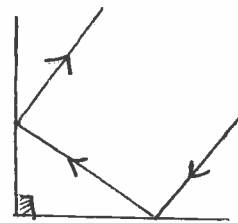
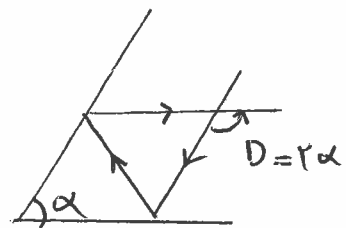
نکته: در حالت کلی اگر نور پس از بازتاب از مجموعہ دو آئینہ متعاملاً خارج شود و بخوبی ہم انحراف

آن را نسبت بہ مسیر اولیہ اسے نسبت آوریم می توان تصورت زیر آن را بدست آورد

دقت کنید در شکل ها زاویہ حادہ  $\alpha$  زاویہ حادہ است پس در وسطی است کہ آئینہ روی آن قرار دارند

یعنی اگر زاویہ بین ۲ آئینہ از  $90$  کمتر باشد  $\alpha$  در آن زاویہ بین دو آئینہ و اگر زاویہ بین

دو آئینہ از  $90$  بزرگ تر بود ممکن زاویہ بین آئینہ برابر  $\alpha$  است.



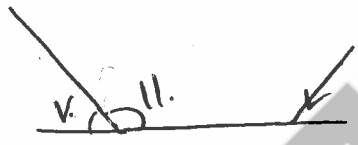
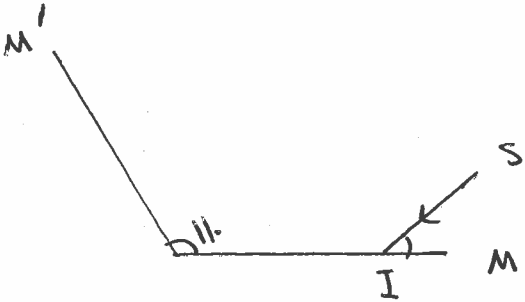
اگر زاویہ بین دو آئینہ  $90$  باشد

نور با  $180$  انحراف از این مجموعہ خارج می شود

۸۱

در شکل مقابل پرتوی SI به آینه M می‌تابد و پس از برخورد به آینه M' بازتاب می‌شود پرتوی نور چند درجه نسبت به جهت اولیه (SI) منحرف می‌شود؟

۷۰	۴۰
۱۴۰	۱۱۰

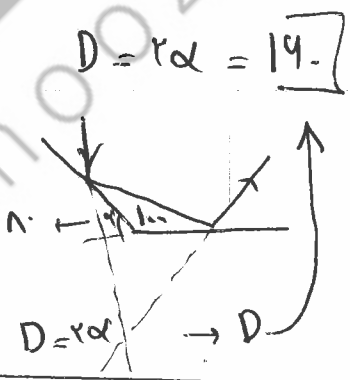
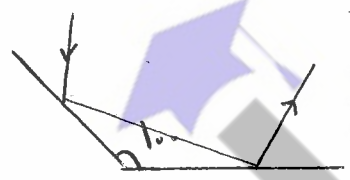


$D = 2\alpha = 140$

رایانه ۸۱: در شکل پرتو زاویه بین آن دو آینه ۱۰۰ است پرتوی نور بازتاب از آینه اول به آینه دوم می‌تابد

۲۰۰	۵۰
۲۴۰	۱۴۰

پرتوی بازتاب از آینه دوم نسبت به پرتوی تابنده اول چند درجه منحرف می‌شود؟

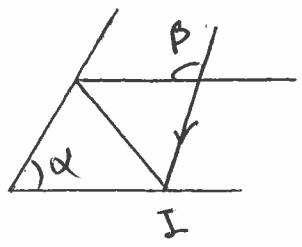


$D = 2\alpha = 140$

رایانه ۹۲: مطابق شکل پرتوی SI پس از بازتاب از آینه‌ها تحت درمیسر IR بازتاب می‌شود اندازه  $\beta$  چند برابر زاویه  $\alpha$  است؟

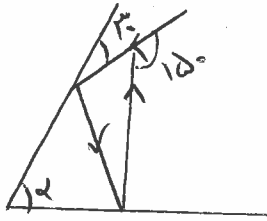
۱	۲
۳	۳

داده: ۱) زاویه تابش  $\alpha$  دارد



$\beta = 2\alpha$

پرتوی SI برآینه تحت M تابیده و مطابق شکل رقی درآینه M و M' بازتاب پیدا کرده



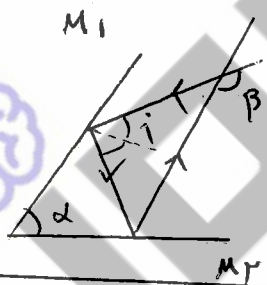
۴۵	۹۰
۷۵	۱۸۰

است زاویه بین دوآینه چند درجه است ؟

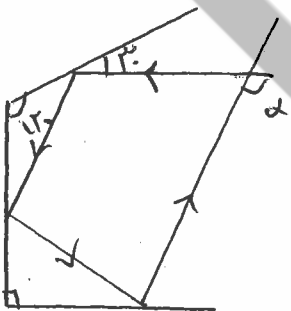
$D = 2\alpha$   
 $\downarrow$   
 $150 = 2\alpha \rightarrow \alpha = 75$

تجربہ ۹۴: مطابق شکل مقابل پرتوی نوری تحت زاویه تابش  $i$  ( $i < \alpha$ ) برآینه تحت  $M_1$  میتابد و پس از بازتاب از آینه  $M_2$  پرتوی اولیه زاویه  $\beta$  را میسازد. زاویه تابش  $i$  نصف شود زاویه  $\beta$  چند درجه تقیسی کند ؟

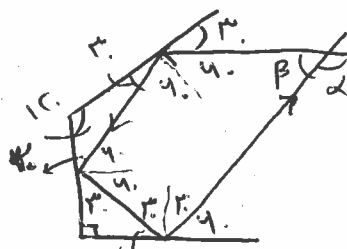
تابشی ما شد | نصف شد  
 > دوبرگسری شود | چهاربرگسری شود



تجربہ ۹۵ در شکل روبرو زاویه  $\alpha$  چند درجه است ؟



۱۲	۱۱
۱۵	۱۳

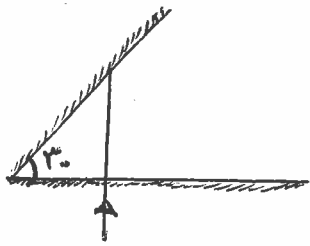


$\beta = 12 + 12 + 40 = 64$

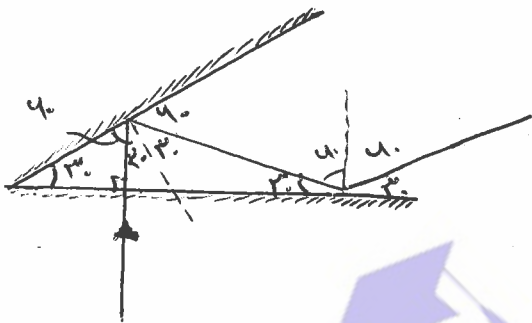
$\Rightarrow \beta = 90 \Rightarrow \alpha = 180 - 40 = 140$

در آینه تخت با طول زیاد مطابق شکل معادل با هم زاویه ۳۰ می‌سازند

در آینه ① روزنه‌ای ایجاد شده و با یک نور بطور عمود بر آینه ① از آن می‌گذرد این نور چند بار در عمود بر آینه‌ها بازتاب خواهد شد؟



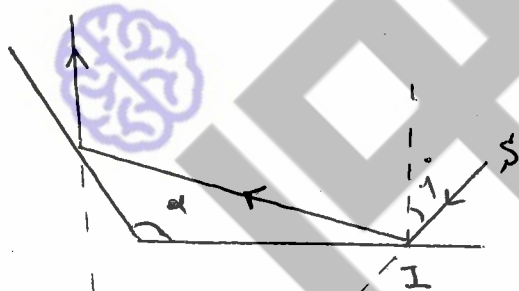
$$\frac{2}{4} \mid \frac{1}{3}$$



ریاضی ۹۹ : مطابق شکل زیر پرتو SI تحت زاویه تابش ۱ به آینه تخت ① می‌تابد زاویه بین پرتو SI با پرتو بازتاب آینه ۲  $\delta = 12^\circ$  است الزامی ۱ ، ۲ درجه افزایش پرتو

لاجه تغییری می‌کند؟

۲° افزایش	۲° کاهش
ثابت می‌ماند	۲° کاهش



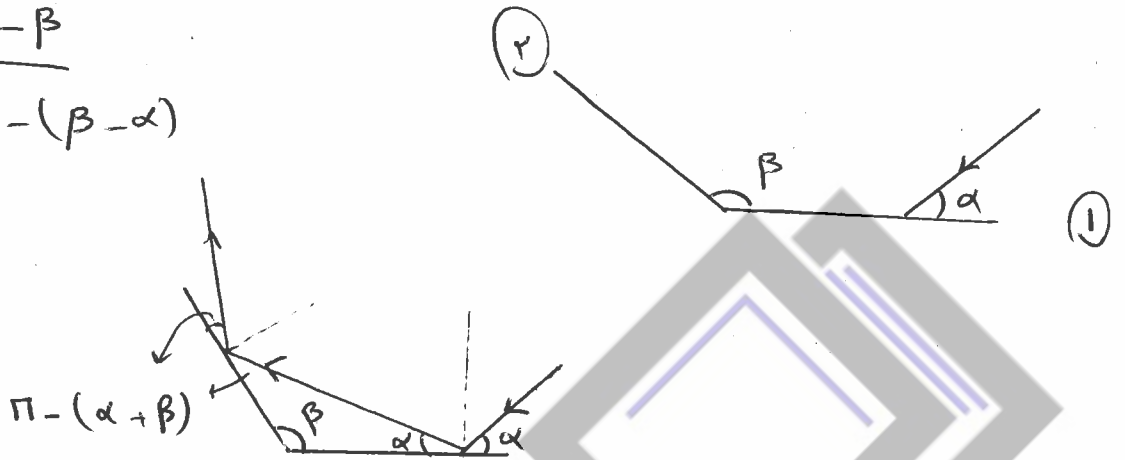
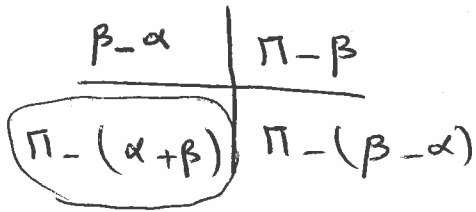
زاویه انحراف به زاویه تابش ۱ می‌تواند بزرگتر و کوچکتر

و البته به زاویه بین ۱ و ۲ آینه است

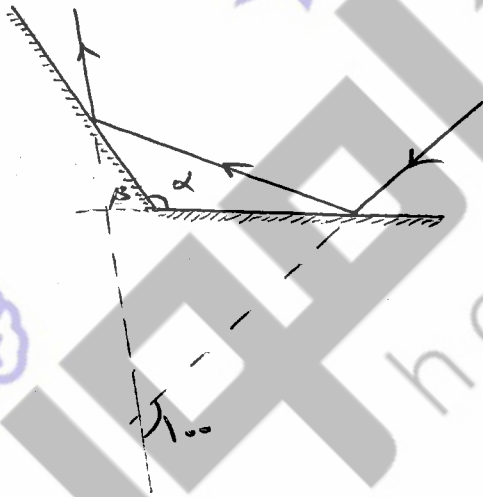
(مسئله تکراری کنکور ۹۹ تجربی)

$\delta = 12^\circ$

ریاضی ۹۹ خ: مطابق شکل زیر پرتوی نوری عموداً زاویه  $\alpha$  به آینه ① می‌تابد و پس از بازتاب به آینه ② می‌تابد. پرتو بازتابیده از آینه ② چه زاویه‌ای با سطح آن آینه می‌سازد؟



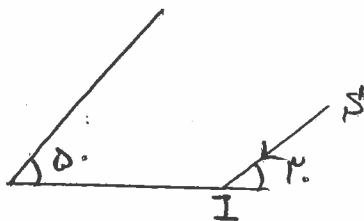
ریاضی ۹۸ خ: مطابق شکل زیر پرتو نوری به آینه ① می‌تابد و پس از بازتاب به آینه ② برخورد می‌کند. اگر امتداد پرتو تابش آینه ① با امتداد پرتو بازتاب آینه ② زاویه  $\alpha$  بسازد، آنگاه زاویه  $\alpha$  چند درجه است؟



۱۲۰	۱۰۰
۱۴۰	۱۳۰ ✓

$100 = 2\beta \rightarrow \beta = 50 \rightarrow \alpha = 130$

تجربیه ۹۸: مطابق شکل زیر پرتو نور SI به آینه ① می‌تابد و پس از بازتاب از آینه ② دوباره به آینه ① می‌تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI زاویه چند درجه می‌سازد؟

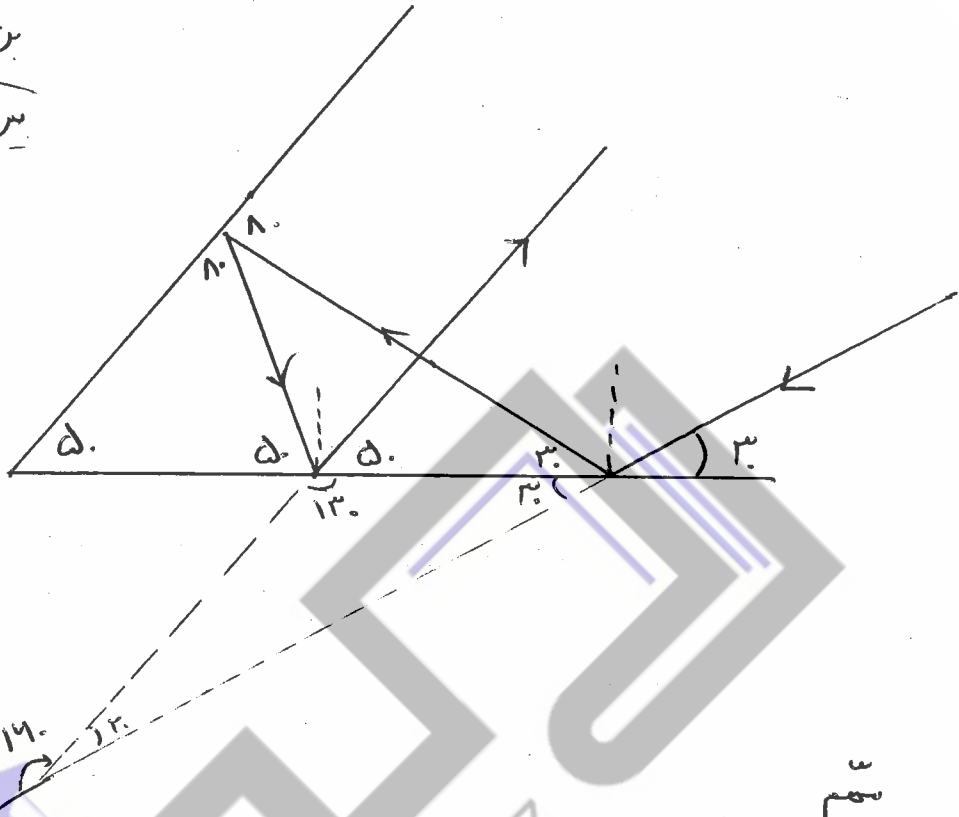


۱۴۰	۱۲۰
۱۸۰	۱۶۰

روش (۲) زاویه اصلی (تابش) را حساب می‌کنیم و به تعداد

برخوردها با آینه‌ها (تجزیه اول) از زاویه بین آینه‌ها کم می‌کنیم مانند مثال پایین

منحنی:



۳ برخورد ←

$$2 + 1 = 2\beta + 2\alpha$$

$$= 2(30) + 2(30)$$

$$= 120$$

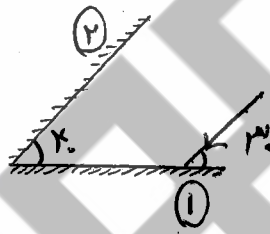
۲(۵۰) → ۴۰ → ۲ برخورد  
 اصلی فرکانس ← ۵۰

تجزیه ۹۸ خ: مطابق شکل زیر برقراری بد آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینه (۲) می‌تابد

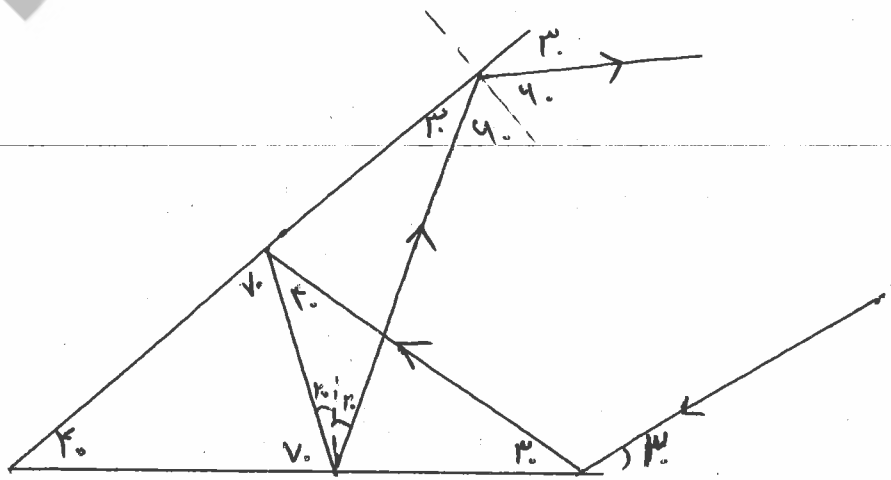
و در ادامه مسیرش دوباره از آینه (۲) بازتاب می‌شود زاویه بازتاب آینه (۲) در درین بازتاب

چند درجه است؟

$$\frac{40}{5} = 8$$

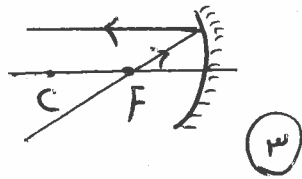
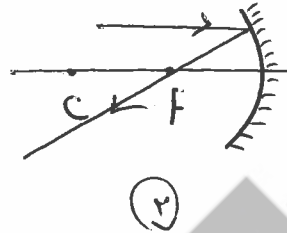
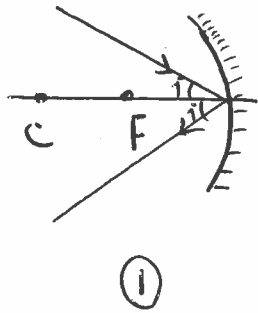


۳ × ۲۰ → ۶۰

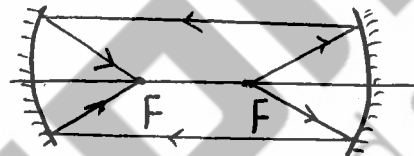


F: كانون الریتری موازی محور اصل به آینه برخورد کند از كانون عبوری کند.

آینه دایره  
↓  
(مقعر)



آرایه هم محور:



دو آینه با محور منطبق داریم اگر یک جسم مسطح یا یک جسم نور

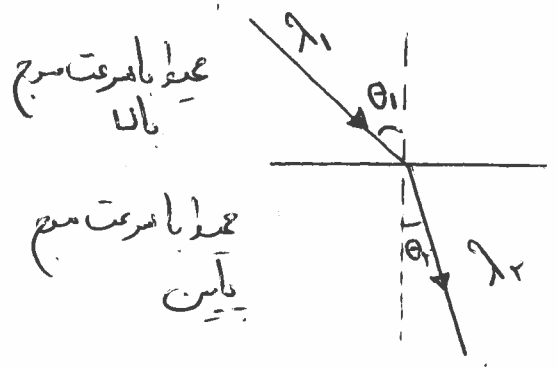
در كانون یک آینه قرار دهیم مسطح یا نور در كانون آینه دیگری دریافت می کنیم.







کثافت نور



طول موج امواج در انتقال به یک محیط عوض می شود.

فرکانس و دوره تناوب ویژگی جسمی باشد لذا به هنگام انتقال به محیط جدید فرکانس عوض نمی شود.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{v}{f}$$

$$\Rightarrow \lambda \propto v \Rightarrow$$

لا کم شود سرعت کم می شود.

گاهی سرعت با کاهش لاندا همراه است.

\* نور (موج) هنگامی که سرعتش کاهش بیاید کتبی خود عمود نزدیک می شود \*

تفسیر: نزدیک شدن به خط عمود ← کاهش سرعت و  $\lambda$

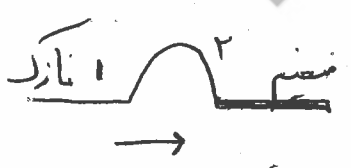
قانون موجی کثافت: آلموج تغییر محیط بدهد دچار کثافت خواهد شد در هنگام

کثافت بیامد و در آن ثابت می مانند اما طول موج متناسب با سرعت تغییر می کند.

اما  $f_1 = f_2$  (فرکانس تغییر نمی کند)

$$\Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

کثافت و بازتاب همزمان



طنان نازک به طناب کلفت برخورد کند آن را با همان

شدت می رسد ← به هنگام ورود به محیط دوم (نصف) طول موج تغییر نمی کند دامنه کوتاه تری شود در هنگام برگشت به محیط اول (نازک) و در نتیجه هم می شود.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$f_1 = f_2 \rightarrow v_1 > v_2 \rightarrow \lambda_1 > \lambda_2$$

مانع نزنم: طناب ضخیم به نازک ←



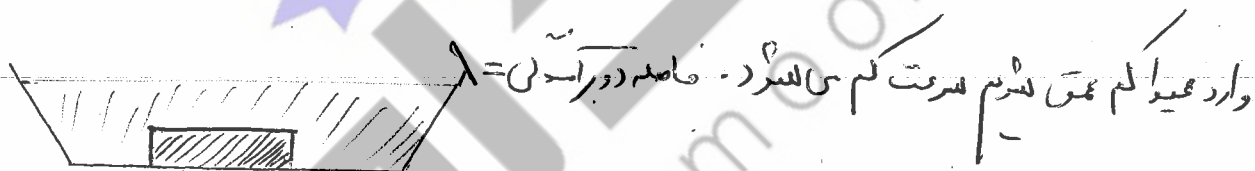
سؤال: یک موج مدّی با بسامد ۳۰۰ هرتز و طول موج یک متر از هوا وارد آب می‌شود و سرعتش به  $1200 \text{ m/s}$  می‌رسد طول موج صرت در آب چند متر است!

$$v_1 = \lambda_1 f_1 = 1 \times 300 = 300 \text{ m/s}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{1200}{300} = \frac{\lambda_2}{1} \Rightarrow \lambda_2 = 4 \text{ m}$$

فاصله دو تیر سیمی در موج آب در عمق  $10 \text{ cm}$  است اگر تندی موج در عمق  $14 \text{ cm}$  برابر عمق عمیق تیر باشد طول موج در عمق  $14 \text{ cm}$  است!

$$\frac{14}{10}$$



$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{14}{10} = \frac{\lambda_2}{1}$$

$$\Rightarrow \lambda_2 = 14 \text{ cm}$$

سؤال: یک طناب از سقف آویخته شده است محل آویزها در راستای افقی به نوسان در می‌آوردیم و ارتفاع در طول طناب ایجاد می‌شود طول موج در عمق پایین طناب نسبت به عمق نزدیک به محل آویز چگونه است!

آویز چگونه است!  
سپاری / آویز شده  
کوچکتر / همه حالات

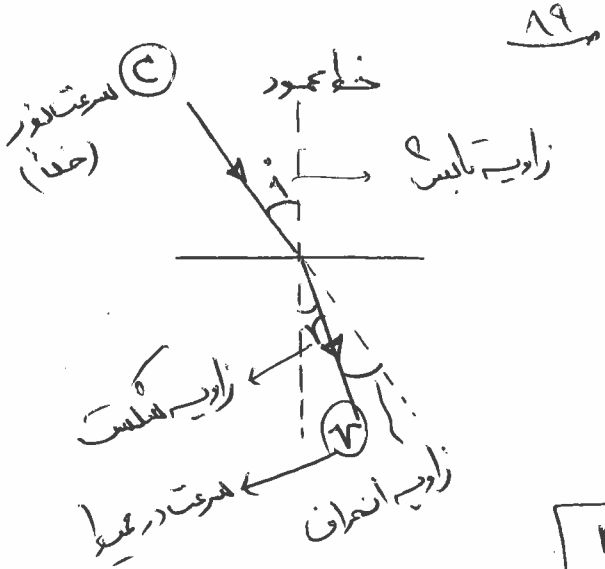
$$F_2 > F_1 \Rightarrow v_2 > v_1$$

$$v_2 > v_1 \rightarrow \lambda_2 > \lambda_1$$

$$F_2 > F_1 \Rightarrow v_2 > v_1$$

$$v_2 > v_1 \rightarrow \lambda_2 > \lambda_1$$

**ضریب شکست نور:**



اینجا نور به خط عمود نزدیک شده یعنی

λ و ν کاهش یافته

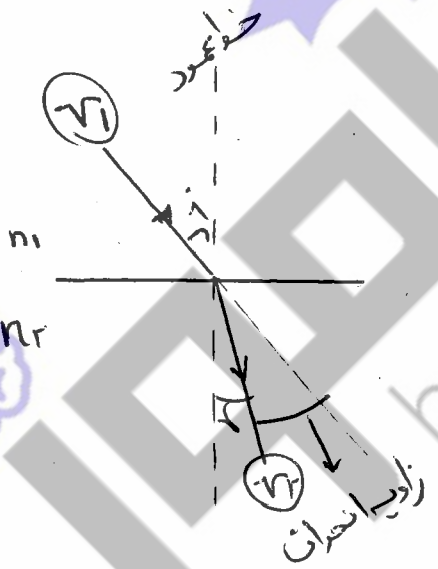
$$n = \frac{c}{v}$$

سرعت نور در خفا →  
سرعت نور در محیط →

$n \geq 1$  و واحد ندارد

در محیط‌های شفاف بطور کلی نوری کمتری نسبت به خفا داریم و ورود از هوا و خفا به این محیط‌ها همراه با نزدیک شدن به خط عمود باشد و کاهش λ (طول موج) هم داریم.

**قانون‌های شکست:**



$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin r_2$$

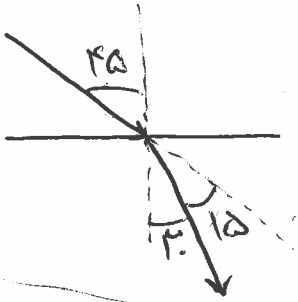
قانون سینوس

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

زاویه  $\uparrow$   $v \leftarrow \uparrow$

توجه مهم: n مخالف سرعت و زاویه است.

پرتو نوری از هوا با زاویه  $45^\circ$  به سطح یک تیغه شیشه‌ای و با انحراف  $15^\circ$  وارد شیشه می‌شود  
ضریب شکست شیشه چقدر است!



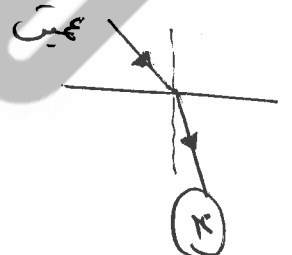
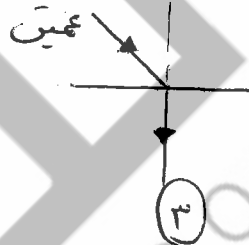
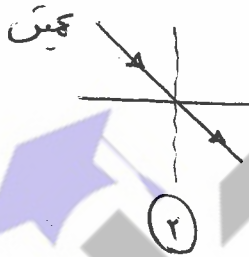
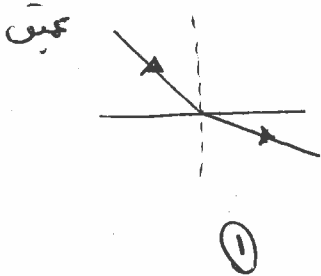
$n = 1 \rightarrow$  هوا

$$1 \times \sin 45 = n \times \sin 30$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} = n \times \frac{1}{2} \Rightarrow n = \sqrt{2}$$

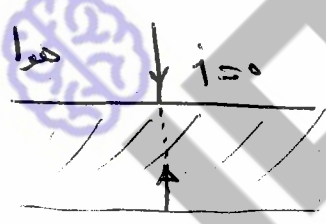
الرمج عمودی از آب عمیق به آب کم عمق مثل لرد کدآم آلد برای مسیر انشاز آن درست است!

\* نکته: آب عمیق یعنی سرعت زیاد و آب کم عمق یعنی سرعت کم \*



چون سرعت کاهش داشت  $\Delta$  کاهش و به خط عمود دایره نزدیک شدیم ✓

نکته: پرتو عمود بر سطح مستطک شکست نمی‌خورد.



$$1 \times \sin 0 = n \sin r$$

$$n \neq 0 \rightarrow r = 0$$

مسئله (مثال) طول موج نور آبی ۰.۴ برابر طول موج نور زرد است در آب با ضریب شکست  $\frac{4}{3}$  با مدونور

آبی چند برابر باشد نور زرد است!

$$\frac{\frac{4}{3}}{\frac{4}{3}} = \frac{0.4}{\frac{4}{3}}$$

$$\frac{f_{\text{آبی}}}{f_{\text{زرد}}} = \frac{f_{\text{زرد}}}{\lambda_{\text{زرد}}} = \frac{4}{\lambda_{\text{آبی}}}$$

سه مدونور به عمده انشاز آن  
کسبی ندارد.

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

ضریب شکست نسبه نسبت به آب  $\frac{9}{8}$  و ضریب شکست الماس نسبت به نسبه  $\frac{5}{3}$  است  
 نسبت سرعت نور در آب به سرعت نور در الماس کدام است!

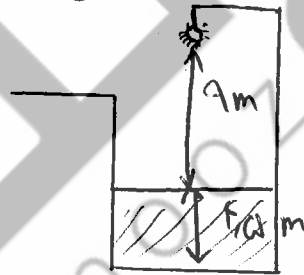
n با v رابطه عکس دارد لذا:

$$\frac{v_{\text{آب}}}{v_{\text{نسبه}}} = \frac{9}{8} \quad \frac{v_{\text{نسبه}}}{v_{\text{الماس}}} = \frac{5}{3}$$

$$\frac{v_{\text{آب}}}{v_{\text{نسبه}}} \times \frac{v_{\text{نسبه}}}{v_{\text{الماس}}} = \frac{9}{8} \times \frac{5}{3} = \frac{15}{8}$$

تجزیه 93: در شکل زیر حداقل زمان لازم برای آن که نور لایب بعد از گذشتن از هوا در آب و بازتاب از روی آینه، تحت افق کف مخزن دوباره به لایب برگردد چقدر ثانیه است!

$n = \frac{4}{3}$  و  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$



$t = \frac{x}{v}$

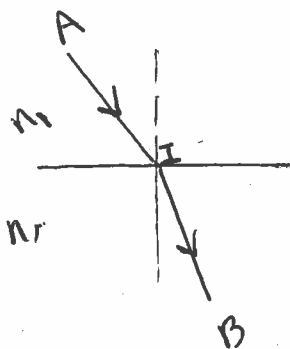
$$\Rightarrow t = \frac{18}{3 \times 10^8} + \frac{9}{\frac{4}{3} \times 3 \times 10^8} = 4 \times 10^{-8} + 7.5 \times 10^{-8} = 1.15 \times 10^{-7} \text{ s}$$



$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{4} \times 3 \times 10^8$

ریاضی 92: در شکل روبرو آله  $AI = BI = L$  بوده و سرعت نور در عمیق اول برابر  $v_1$

باشد زمان رسیدن نور از A تا B کدام است!



$t = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2}$

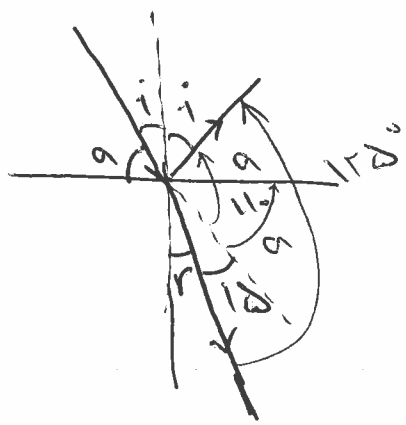
$\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow$

$t = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{\frac{n_1}{n_2} v_1} = \frac{L}{v_1} \left( 1 + \frac{n_2}{n_1} \right)$

$v_2 = v_1 \frac{n_1}{n_2}$

ریاض خارج ۸۷

پرتو نوری از هوا به شیشه یک تیفه نسیه ای می تابد و قسمتی از آن بازتاب پیدا می کند و قسمتی نیز با انحراف ۱۵ وارد شیشه می شود اگر زاویه بین پرتو بازتاب و پرتو شکست ۱۲۵ باشد زاویه شکست چند درجه است!



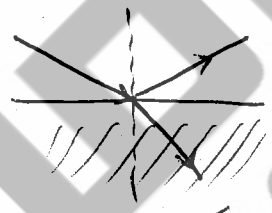
$125 - 15 = 110$

$110 \div 2 = 55$

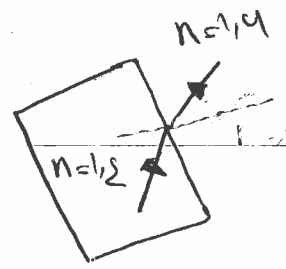
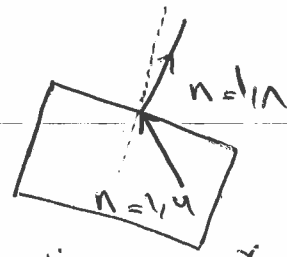
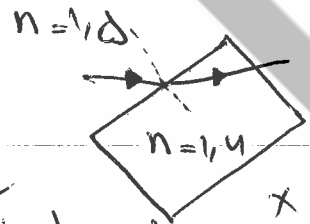


پرتو نوری از هوا به شیشه یک تیفه نسیه ای می تابد و قسمتی از آن بازتاب پیدا می کند و قسمتی نیز وارد یک نسیه ای شیشه می شود کدام مشخصه موج بازتابیده و شکست یافته یکسان است!

تندی	طول موج
راستی	باید



مثال) کدام یک از سه شکل زیر یک شکست را نشان می دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است!



به خط عمود باید نزدیک می شود.

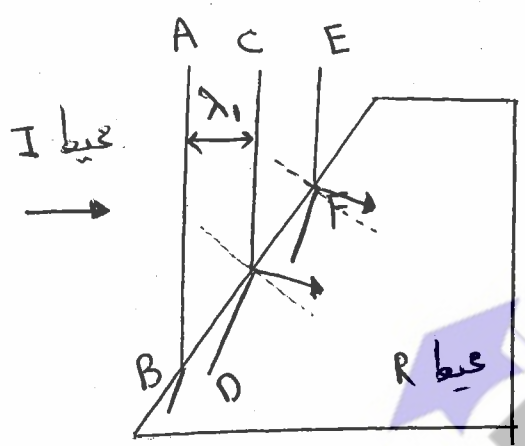
باید داخل ناحیه پرتوئی رفت

به خط عمود نزدیکتر → سرعت کمتر → n بیشتر

مسئله: شکل زیر چینه‌ها همی را نشان می‌دهد که بر سرزین عمیق I و عمیق R فرود آمده‌اند  
 الف - اندازه چینه موج EF را در عمیق R رسم کنید.

با - تندی موج در کدام عمیق بیشتر است.

پا - آیا با استفاده از این نمودار می‌توان تندی موج عبوری به موج فرودی را محاسبه کرد؟  
 بله یا راستش این زاویه‌ها



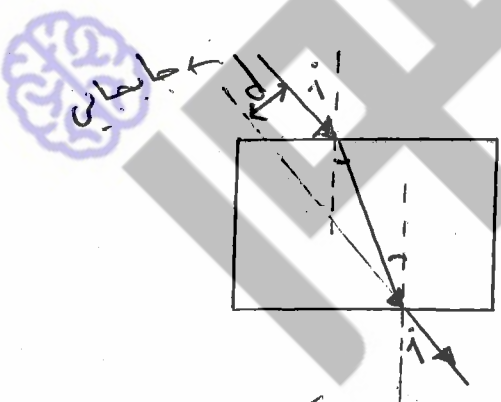
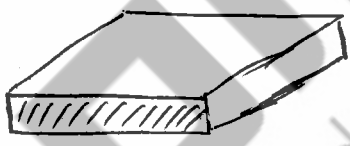
$$v_I > v_R$$

پرتو خط عمود تر بر مرز شده

موج فرودی ← ورودی

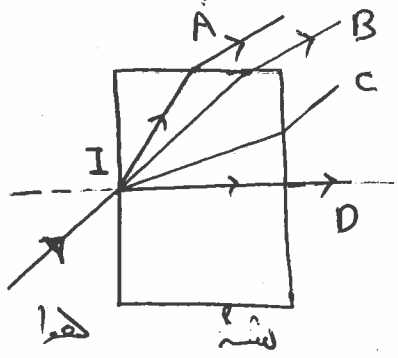
موج عبوری ← داخل شکل

تئیه مترای المثلج:



پرتو ورودی و خروجی با هم موازی اند

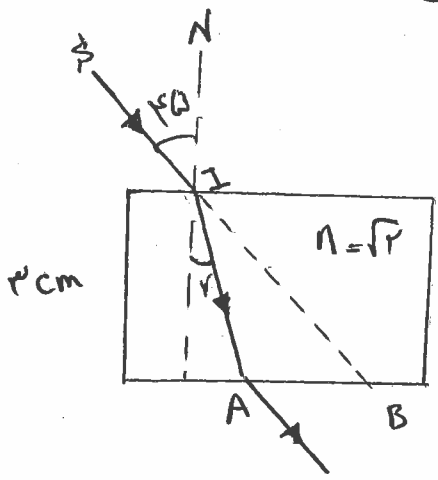
تجربہ ۹۰: پرتو نور تک رنگ SI از هوا بر لیسنه می‌تابد پرتو شکست کدام است؟



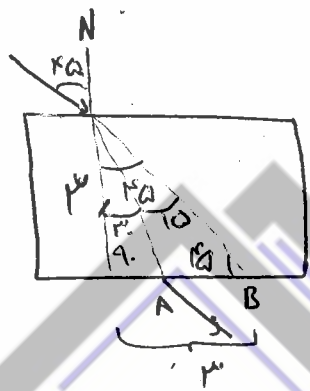
- C ✓
- B × که منحرف شده
- A × از خط عمود دور شده
- D × روی خط عمود خارج شده

۷ شکست کسه

در شکل روبرو پرتو SI با زاویه تابش  $45^\circ$  در وجه به سطح یک تیغه شیشه‌ای به ضخامت  $3\text{ cm}$  می‌تابد و در نقطه A از تیغه خارج می‌شود. اگر راستای SI در نقطه B از شیشه خارج شود AB چند cm است!



از شیشه خارج شود AB چند cm است!



$$n_1 \sin 45 = \sqrt{2} \sin r$$

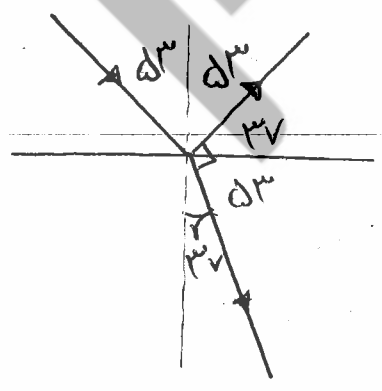
$$\Rightarrow \sin r = \frac{1}{2} \rightarrow r \rightarrow 30^\circ$$

$$\tan 30 = \frac{x}{3} \rightarrow x = \frac{\sqrt{3}}{3} \times 3$$

$$x = \sqrt{3} \text{ cm} \Rightarrow AB = 3 - \sqrt{3} \text{ cm}$$

پرتو نوری از هوا تحت زاویه تابش  $45^\circ$  بر سطح یک محیط شفاف می‌تابد و قسمتی

از آن را بازتاب می‌دهد و قسمتی نیز وارد محیط شفاف می‌شود. اگر پرتو بازتابی و شکست برهم عمود باشند ضریب شکست محیط شفاف چند است!



$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

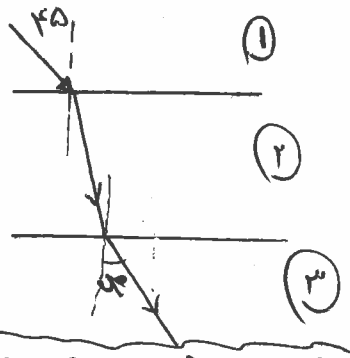
$$1 \times \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$1/n = n_2 \times 1/4$$

$$n_2 = \frac{1}{4} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$



مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف ۱ وارد محیط شفاف ۲ و سپس وارد محیط شفاف ۳ می شود سرعت نور در محیط ۳ چند برابر سرعت نور در محیط ۱ است!



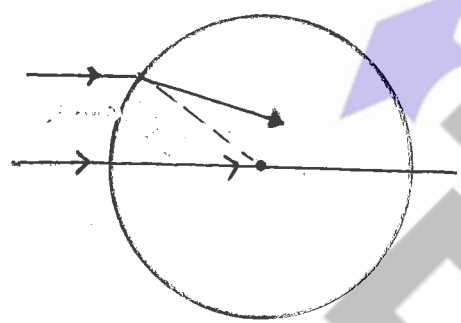
$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{\sin 45}{\sin 30} \Rightarrow$$

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{2}{1}}$$

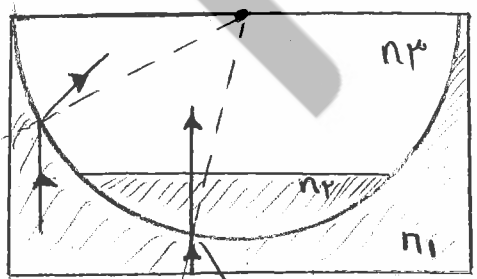
سرعت و  $\sin$  نسبت معکوس

$2 \sin$  برابر سرعت هم ۲ برابر سرعت

نکته پرتویی که در استراحت قرار دارد، بر سطح آن عمود است و شکست نمی خورد.



باتوجه به نحوه عبور از سه محیط چه رابطه‌ای بین ضرایب شکست برقرار است؟

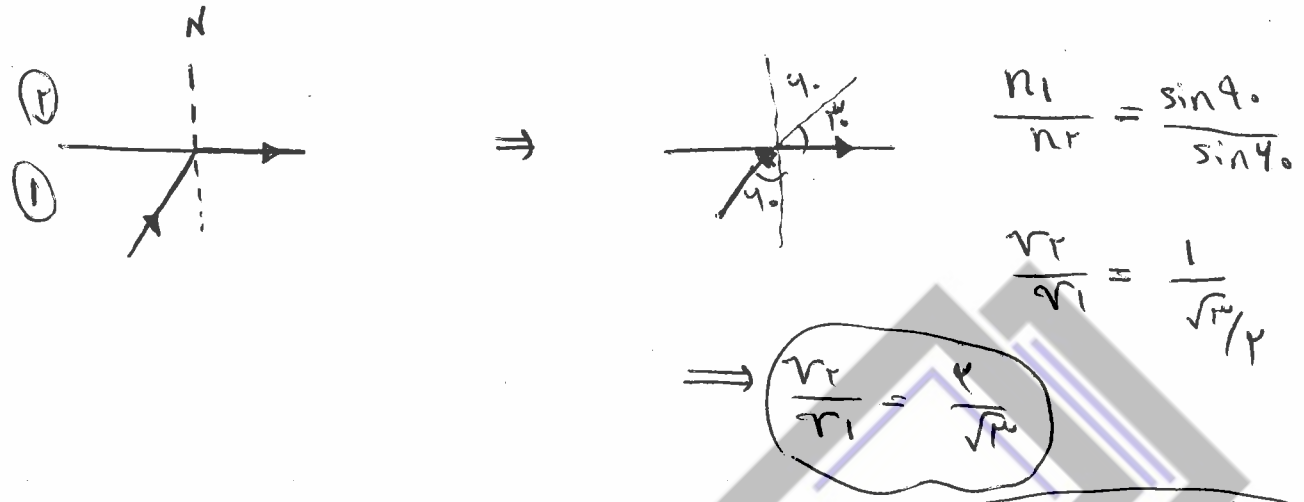


به حواصص  
تراکم شده

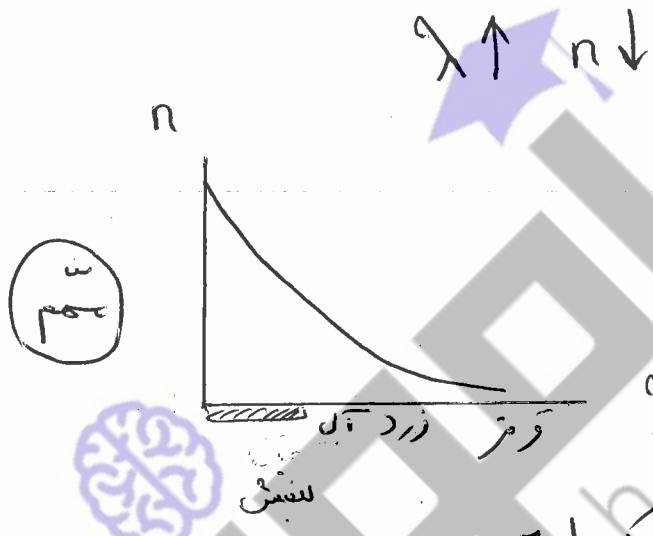
مایل و بدون شکست

$$n_1 = n_2 < n_3$$

ریاضی خارج ۸۸ : در شکل مقابل پرتو نور در دو دراز محیط ۱ به محیط ۲ به محیط ۳ درجه منحرف می شود سرعت نور در محیط ۲ چند برابر سرعت نور در محیط ۱ است ؟



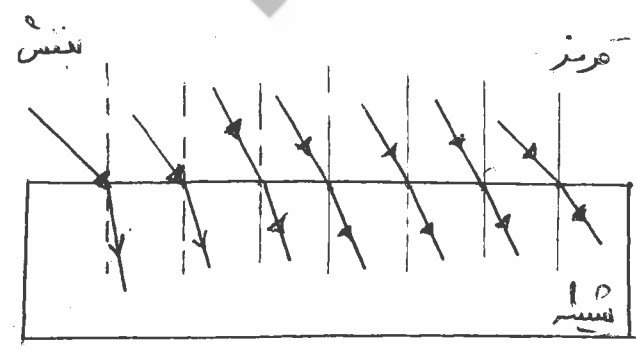
ضریب شکست و طول موج : معمولاً ضریب شکست یک محیط معین برای طول موج های کوتاه تر بیشتر است.



طول موج زیادتر میریزد  
طول موج کم میریزد

هرچه طول موج بیشتر است ضریب شکست کمتر است

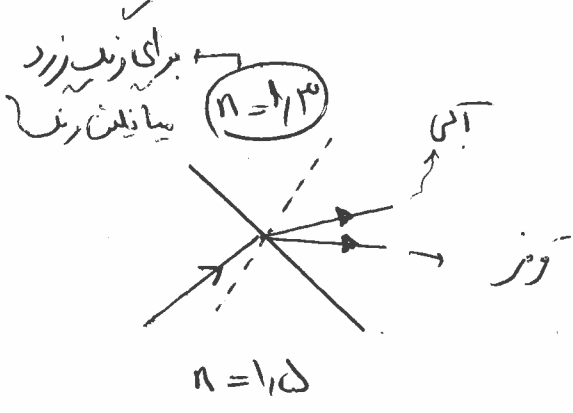
مقایسه انحراف رنگ ها در آبس از هوا به شیشه (مجموع)



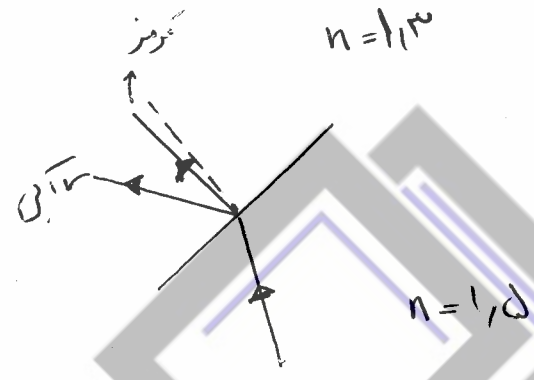
تمام خصوصیات شکست به خط عمود نزدیک می شود چون ضریب شکست شیشه از هوا بیشتر است و رنگ سفید چون ضریب شکست بیشتر است، پس نزدیک خط عمود نزدیک می شود و در رنگ کمتر از همه به خط عمود نزدیک می شود.

تیمین محکم کتاب:

در شکل مقابل پرتو فرودی که شامل نورهای عرض و آبی است در سطح مشترک دو ماده شفاف پیدا کرده اند کدام اشک، شکستی را نشان می دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟

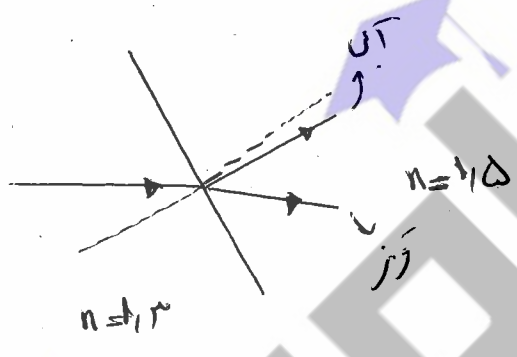


الف



ب

(X) چون پرتو داخل ربع روبرو وارد نشده

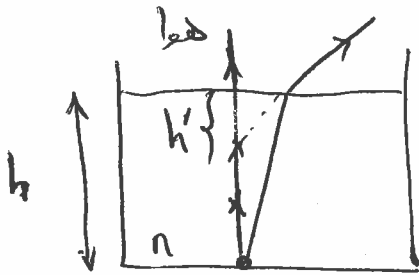


- ① به هنگام انتقال از یک محیط به محیط دیگر اگر ضریب شکست کمتر شود باید از خط عمود دور شویم
- ضریب شکست بیش تر شود به خط عمود نزدیک می شویم
- ② ضریب شکست رنگ ها با هم فرق دارد و ضریب شکست رنگ آبی بیش تر از قرمز است.

قرمز - نارنجی - زرد - سبز - آبی - بنفش

$\lambda \uparrow$   
 $n \downarrow$

$\lambda \downarrow$   
 $n \uparrow$



\* عمق حقیقی و ظاهری \*

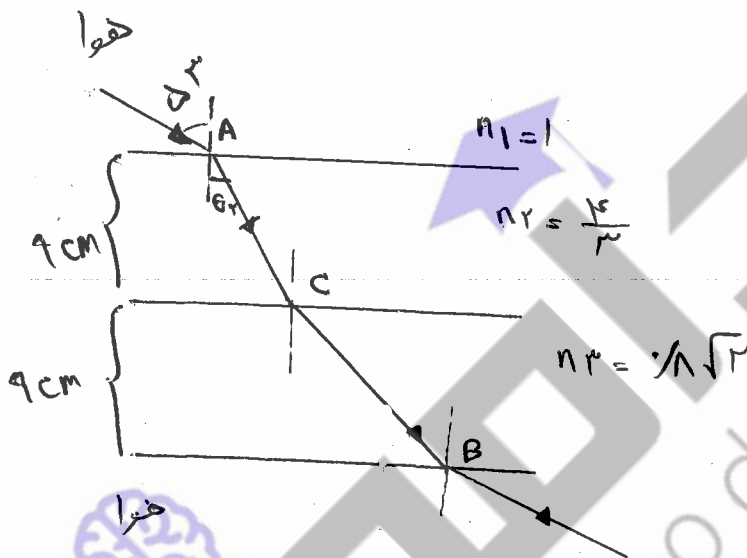
عمق واقعی

$$h' = \frac{h}{n}$$

ضرب نسبت

تجربہ ۹۹

پرتو نوری مطابق شکل زیر از هوا وارد محیط شفاف می‌شود و شکست می‌یابد این پرتو فاصله A تا B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟  
 $\sin 37^\circ = 0.4$        $n_1 = 1$        $n_2 = \frac{4}{3}$        $n_3 = \frac{1}{\sqrt{2}}$



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{4}{3} \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{3 \times 0.4}{4} = 0.3 \rightarrow \theta_2 = 18^\circ$$

$$n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3$$

$$\frac{4}{3} \times \sin 18^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \sin \theta_3 \Rightarrow \sin \theta_3 = \frac{4 \times 0.3}{3 \times \frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{4 \times 0.3 \times \sqrt{2}}{3}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_3 = \frac{4}{5} \rightarrow \theta_3 = 53^\circ$$

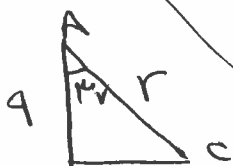
$$t_{AB} = t_{AC} + t_{BC} = \frac{r_{AC}}{v_2} + \frac{r_{BC}}{v_3}$$

$$\begin{cases} r_1 = \frac{c}{nr} \\ r_2 = \frac{c}{nr} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\left( \frac{11,25 \times 10^{-2}}{\frac{3}{4} \times 3 \times 10^8} + \frac{9\sqrt{2} \times 10^{-2}}{\frac{1}{\sqrt{2}} \times 3 \times 10^8} \right) \times 10^9$$

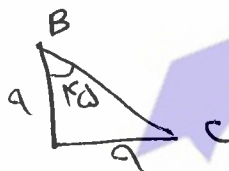
$s \rightarrow ns$

$= 1,18 ns$



$$r_{AC} = c \cdot \sin 45 = \frac{a}{r_{AC}} \Rightarrow r_{AC} = \frac{a}{c \cdot \sin 45}$$

$$r_{AC} = \frac{a}{1,18} = 11,25 cm$$



$$r_{BC} = 9\sqrt{2}$$

تجربی ۹۹: در کدام یک از موارد زیر از مکان یابی پرواز امواج فراصوتی به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود؟

- ۱) سیروفن سمپوزی
  - ۲) تعیین تندی خودروها
  - ۳) دستگاه لیتوگرافی
  - ۴) تعیین تندی کمان
- خون (لویسها قرمز در رگها)

فصل ۳-۹ ص ۷۹ کتاب دسی

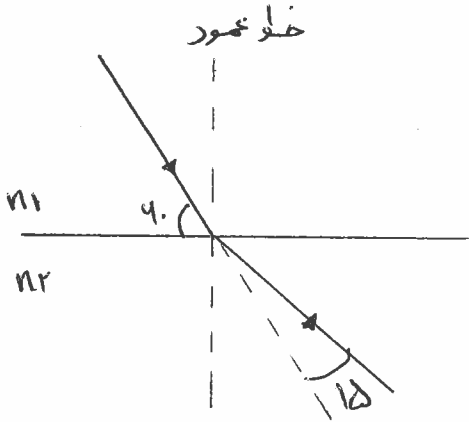
تجربی ۹۹ ف: در کدام موارد زیر از بازتاب امواج الکترومغناطیس استفاده می‌شود؟

الف: رادار دوپلری ب: سونوگرافی پ: اجاق خورشیدی ت: دستگاه سونار در کشتی‌ها

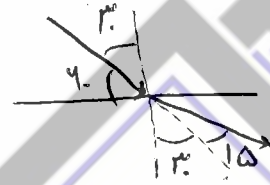
- ۱) الف و پ
- ۲) الف و ب
- ۳) الف - ب - پ
- ۴) ب - پ - ت

ریاضی ۹۹ = مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط ۱ وارد محیط ۲ می شود. طول موج نور در محیط ۲

چند برابر طول موج نور در محیط ۱ است ؟



$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\sqrt{2}$
$\frac{1}{2}$	۲



$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \Rightarrow$$

$$\frac{\sin 15}{\sin 30} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow$$

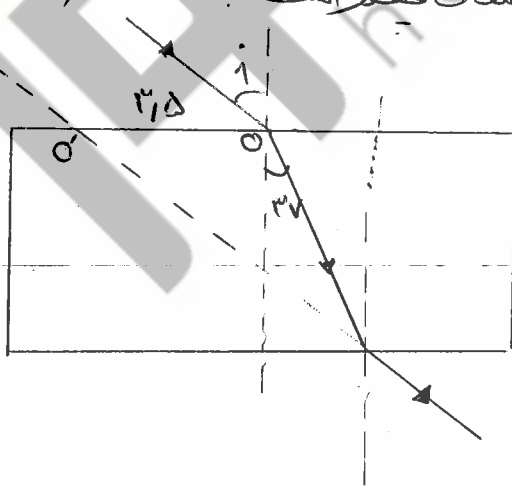
$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

ریاضی ۹۹ خ : پرتو نوری مطابق شکل زیر از هوا به یک تیغه متنازی الشطوح می تابند و پس

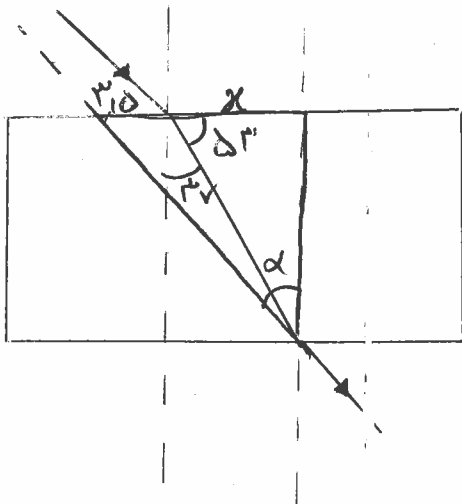
از شکست در محیط شفاف دوباره وارد هوا می شود. اگر زاویه پرتو خروجی در  $O'$  به تیغه برخورد کند

$$\sin 37 = \frac{4}{5}$$

و  $OO' = 3.5 \text{ cm}$  باشد ضلع شکست نور محیط شفاف چه مقدار است ؟



$\frac{4}{5}$	$\frac{5}{4}$
$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{3}$



4 cm

$$\tan \delta r = \frac{4}{x}$$

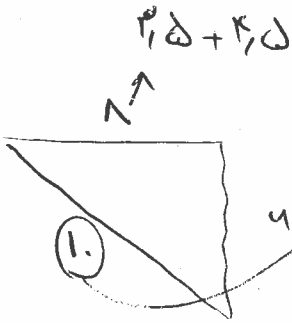
$$\rightarrow x = \frac{4}{\frac{r}{n}} = \frac{18}{r} = 4 \text{ cm}$$

$$\sin \alpha = \frac{x + r, \omega}{l} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{1}$$

$$\Rightarrow i = \alpha = \delta r$$

$$\frac{n_1}{n_r} = \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} \Rightarrow \frac{1}{n_r} = \frac{4}{18}$$

$$\rightarrow n_r = \frac{r}{n}$$



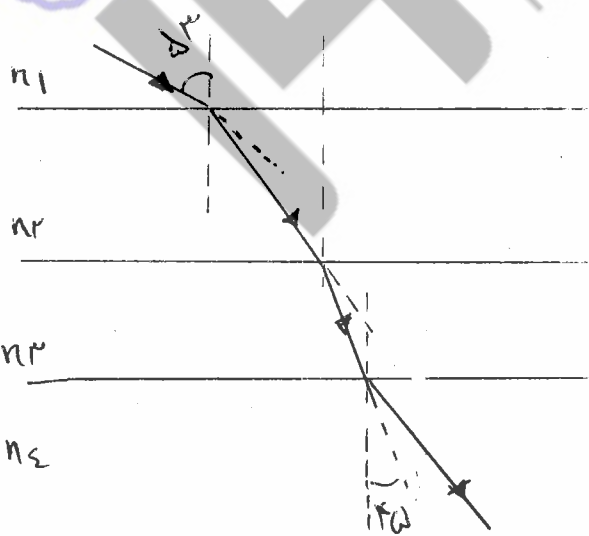
ریاضی ۹۸: مطابق شکل زیر بر روی از عمود شفاف ۱ وارد عمود شفاف دیگر شفاف نور سرعت نور

در عمود ۲ ۵ در صد کم تر از سرعت نور در عمود ۱ باشد و سرعت نور در عمود ۳ ۴ در صد

بیشتر از سرعت نور در عمود ۳ باشد نیز شکست عمود ۲ ضد برابری شکست عمود ۳ است

$$\sin 45 = \frac{1}{\sqrt{2}}, \sin \delta r = \frac{1}{18}$$

$\frac{4}{5}$	$\frac{r}{n}$
$\frac{5}{4}$	$\frac{r}{n}$



$$\frac{n_1}{n_r} = \frac{v_r}{v_1} = \frac{18 v_1}{v_1}$$

$$\frac{n_1}{n_r} = \sqrt{2}$$

$$\frac{n_3}{n_4} = \frac{v_4}{v_3} = \frac{1,4 v_3}{v_3}$$

$$\frac{n_3}{n_4} = 1,4$$

1.2

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\Rightarrow n_1 \times \lambda = n_2 \times \lambda \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{v}{\lambda}$$

$$\frac{n_1}{n_2} \times \frac{n_2}{n_3} = \frac{v \Delta}{l_{\infty}} \times \frac{l_f}{l_i} \rightarrow \frac{n_2}{n_1} \times \frac{v}{\lambda} = \frac{v \Delta \times l_f}{l_{\infty}}$$

$$\Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{v}{\lambda} \times \frac{l_{\infty}}{l_f \times v \Delta} = \frac{\omega}{\gamma}$$

روست (2)

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{v \Delta} = \frac{f}{\lambda} \rightarrow \theta_1 = \theta_2$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{f}{\lambda}$$

$$n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3$$

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_3} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{1}{v \Delta}$$

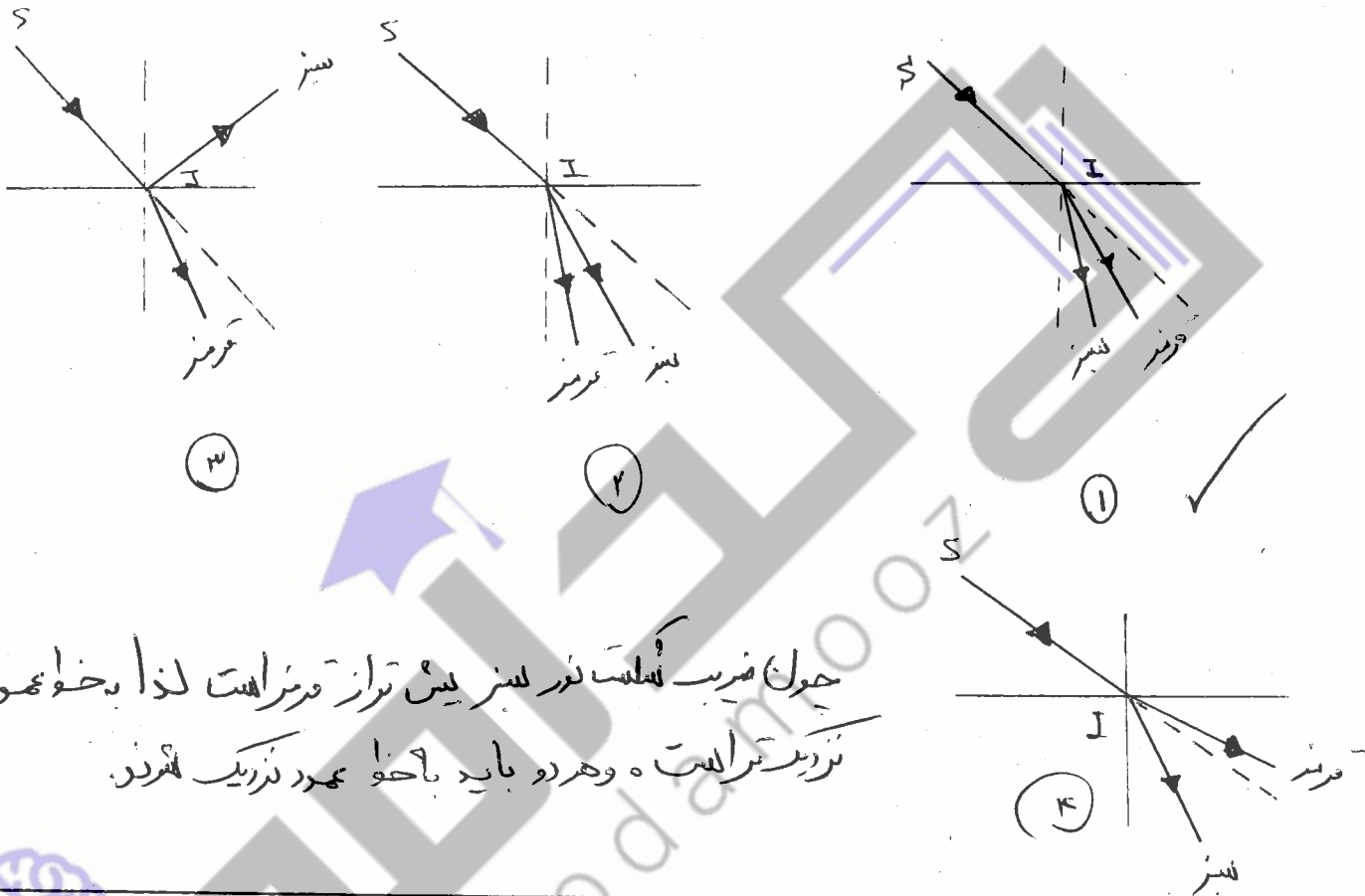
$$\sin \theta_2 = \frac{v \Delta}{l_i} \rightarrow \theta_2 = \theta_3$$

$$n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3$$

$$\Rightarrow \frac{n_2}{n_3} = \frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_2} = \frac{1}{\frac{v \Delta}{l_i}} = \frac{l_i}{v \Delta} = \frac{\omega}{\gamma}$$



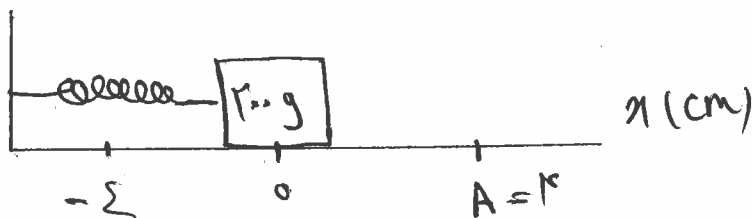
ریاضی ۹۸: در شکل زیر پرتو فرودی SI شامل نورهای تکلفاً قرمز و سبز است که از هوا وارد یک شایع شفاف می‌شود کدام یک از شکل‌ها زیر مسیر شکست نور را درست نشان می‌دهد؟



چون ضریب شکست نور سبز بیش تر از قرمز است لذا به خود عمود نزدیک تر است. و هر دو باید با خود عمود نزدیک شوند.

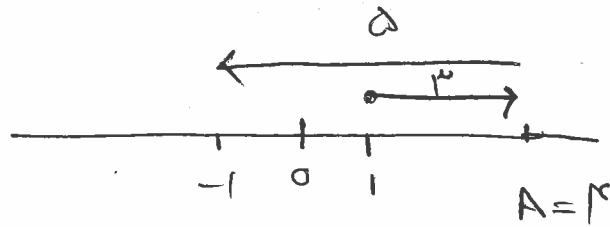
تجربہ ۱۴۰: مطابق شکل زیر نوسان‌دهی روی محور حرکت خواهند ساده انجام می‌دهد اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد تا نوسان‌دهی از مکان  $x_1 = 1 \text{ cm}$  در جهت مثبت محور  $x$  عبور کنند و به مکان  $x_2 = -1 \text{ cm}$  برسند برابر آفتاب باشد انرژی مکانی نوسان‌دهی چند سیل رول است؟  $\pi^2 = 10$

$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$



۱۰۴

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



$\Delta CM$

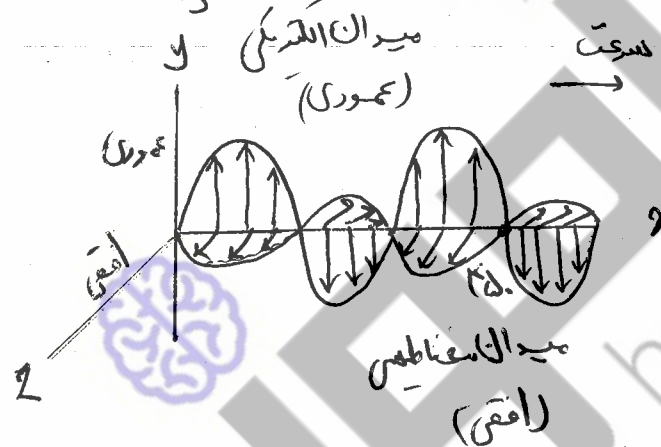
$$2A = \Delta CM$$

$$\frac{T}{2} = ۰.۲۵ \rightarrow T = ۰.۵$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{۰.۵} = 4\pi$$

$$E = \frac{1}{2} \times \frac{۴}{۲} \times \frac{۴}{۲} \times \frac{۰.۴۱}{\Sigma} \times ۱۸ \times ۱۰^{-۴} = ۴ \times ۱۰^{-۴} \text{ J} = ۰.۴ \text{ mJ}$$

تجربہ ۱۴: شلال زر تصور لفظی از موصی اللہ و مغناطیسی ارتعاشی دھوکہ با سرعت  $۳ \times ۱۰^۸ \text{ m/s}$



در حال انتشار است. کدام مورد درست است!

۱. مدت زمان که طول می کشد میدان الکتریکی و مغناطیسی یک نوبت کامل انجام دهند  $۱۰^{-۱۵}$  ثانیه است.
۲. میدان های الکتریکی و مغناطیسی در هر ثانیه  $۱۵ \times ۱۰^۸$  نوبت انجام می دهند.
۳. مسافتی که موج در مدت یک ثانیه طی می کند  $۳۰۰ \text{ nm}$  است.
۴. این موج در ناحیه مرئی طیف قرار دارد. فرایندش

①  $\frac{1}{1.5} \lambda = ۴۵۰ \rightarrow \lambda = \frac{۴۵۰}{1.5} = ۳۰۰ \text{ nm}$

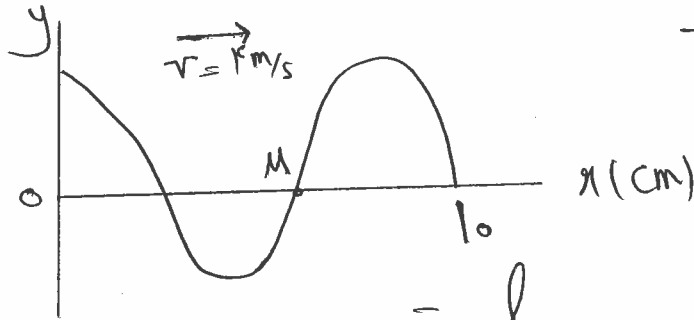
$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۳۰۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۱.۰۱۵ \text{ Hz} \rightarrow T = ۱.۰^{-۱۵} \text{ s}$$

②  $\lambda = ۳۰۰ \text{ nm}$       ③  $T = ۱.۰^{-۱۵} \text{ s}$       ④  $۱۰^{-۱۵} \text{ s} < ۱۰^{-۱۴} \text{ s}$

تجربی ۱۴۰۰: شکل زیر تصویر از موج عرضی را در یک ریبسان کشیده شده در لحظه  $t=0$

نشان می دهد. ارتعاشی متوسط حرکت ذره M در مدت ۰.۲۵ ثانیه برابر  $\frac{4m}{s}$  باشد. دامنه

موج چند سانتی متر است؟!  $\frac{3}{4} \mid \frac{2}{4}$



$$\bar{s} = \frac{l}{t} \Rightarrow v = \frac{l}{0.25} \Rightarrow l = 1.5$$

تعداد دور  $n = \frac{t}{T}$  (تعداد دور)

$$\left\{ \begin{aligned} n &= \frac{0.25}{T} \\ v &= \frac{\lambda}{T} \end{aligned} \right.$$

$$\frac{56}{4} = 10 \rightarrow \lambda = 10 \text{ cm}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{10}{2} = 0.5 \text{ s}$$

$$n = \frac{0.25}{0.5} = 0.5$$

$$\bar{s} = \frac{l}{t} \Rightarrow v = \frac{12.5 \times 2A}{0.25} \Rightarrow A = 3 \text{ cm}$$

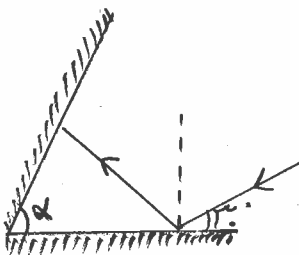
$(12.5 \times 2)$  ← ۱۲.۵ دور

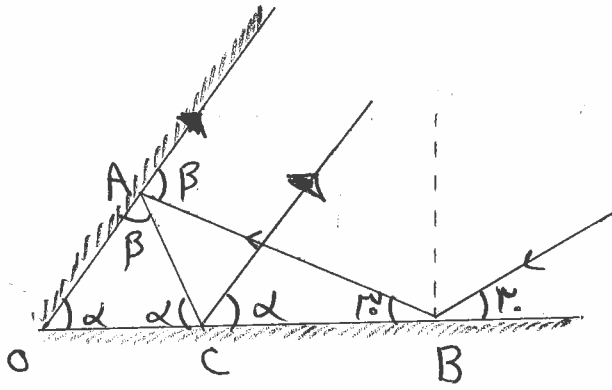
هر دور ۲A سانتی متر

تجربی ۱۴۰۰: مطابق شکل پرتو نوری تحت زاویه  $30^\circ$  به آینه تخت ۱ می تابد و پس از بازتاب

به آینه تخت ۲ می تابد. اگر در دو آینه بازتاب از آینه ۱ پرتو نور موازی آینه ۲ شود

زاویه  $\theta$  چند درجه است؟!  $\frac{4}{60} \mid \frac{2}{50}$





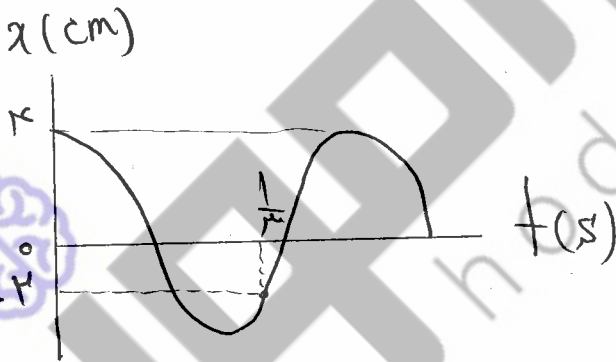
$\widehat{OAB} \Rightarrow \alpha + \gamma = \beta$

$\Delta OAC \Rightarrow 2\alpha + \beta = 180$

$2\alpha + \alpha + \gamma = 180 \rightarrow 3\alpha = 180$   
 $\alpha = 60$

تجربہ ۱۰.۱۰: بندہ در مکان رو حرکت نوسانی مطابقت نسل زیر است. انرژی جنبشی نوک در

در لحظه  $t = \frac{2}{14}$  س چند برابر انرژی مکانیکی آن است؟



$$\frac{1/2}{1} \quad \frac{1/2}{2/14}$$

$\frac{2}{14} = \frac{1}{7} \rightarrow \frac{\pi}{4}$

$\frac{\pi}{7} + (\pi - \frac{\pi}{7}) = \frac{\pi}{7} + \frac{6\pi}{7} = \frac{7\pi}{7} = \frac{\pi}{2}$

$\frac{2 \times 2\pi}{14} = \frac{1}{7} \rightarrow \frac{2 \times T}{14} = \frac{1}{7} \rightarrow T = \frac{1}{2}$

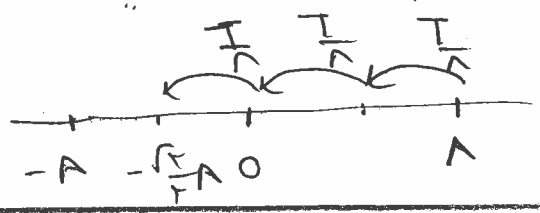
$\frac{1}{7} = \frac{2}{14} \Rightarrow t = \frac{2}{14} T = \frac{2}{14} \times 2\pi = \frac{\pi}{7}$

$\frac{u}{E} = \cos^2 \theta = \frac{1}{7}$

یا می توان نوشت

$$\frac{3T}{\lambda} \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} A$$

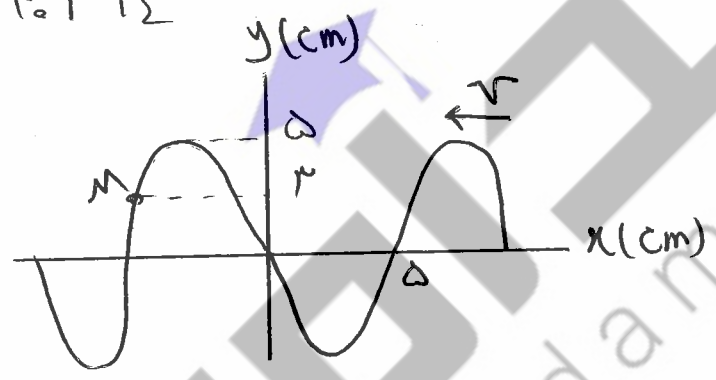
انرژی جنبشی و پتانسیل نوسان در با هم برابر است لذا انرژی جنبشی نصف انرژی مکانیکی است.



تجرب ۱۲.۰

شکل زیر تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظه  $t_1$  نشان می دهد و موج به سمت چپ حرکت می کند. اگر سرعتی موج  $\frac{20 \text{ cm}}{\text{s}}$  باشد بزرگی سرعت متوسط ذره M در صورت  $t_1$  تا  $t_2$  باشد  $\frac{1}{3} + t_1$  چند  $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$  ؟

۲۰	۱۲
۲۰	۲۴



$$\begin{cases} v = \frac{20 \text{ cm}}{\text{s}} \\ \lambda = 5 \times 2 = 10 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow \lambda = v \cdot T \Rightarrow 10 = 20 \cdot T \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s}$$

بنابراین بازه زمانی  $\Delta t = \frac{1}{3} + t_1$  برابر با نصف دوره یعنی  $\frac{T}{2}$  است از آنجمله هر ذره از طنان در مدت  $\frac{T}{2}$  مسافتی برابر با  $2A$  طی می کند ذره M نیز در این مدت مسافت  $2A = 2 \times 5 = 10 \text{ cm}$  را طی می کند بطوری که با توجه به جهت حرکت موج به سمت چپ ذره M ابتدا به قله می رسد و سپس به سمت پایین حرکت می کند.

$$\begin{cases} y_1 = 3 \text{ cm} \\ y_2 = -3 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow v_{\text{م}} = \left| \frac{-3 - 3}{\frac{1}{2}} \right| = 12 \text{ cm/s}$$

۱۰۸

تجربہ ۱۴: = ۳ نافرند A, B, C در فاصدها ۲, ۲۲, و ۲۲۲ ازین جهت صوت تفعلی

قرار دارند تراز سکت صوتی که نافرند A و B در عرض آن قرار دارند و  $\beta$  و  $\frac{5}{4}\beta$  است.

تراز سکت صوتی که نافرند C در عرض آن قرار دارد چند دسی بل است؟  $\log 2 = 0.3$  و

از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف نظر شود

۲۲	۲۲
۲۸	۳۴

$$\beta_A - \beta_B = 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{I_A}{I_B} \right)$$

$$\Rightarrow \beta - \frac{5}{4}\beta = 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{I_A}{I_B} \right) \quad \begin{matrix} I = \frac{E}{A \cdot t} \\ A = \pi r^2 \end{matrix}$$

$$\frac{1}{4}\beta = 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{r_B}{r_A} \right)^2 \rightarrow \frac{1}{4}\beta = 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{22}{2} \right)^2$$

$$= 10 \cdot \text{Log} 4 = 10 \cdot \text{Log} 2^2 = 20 \cdot \text{Log} 2 = 20 \cdot 0.3 = 6$$

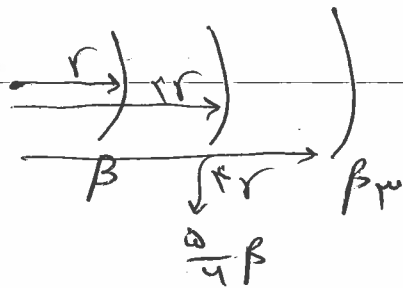
$$\beta = 34 \text{ dB}$$

$$\beta_A - \beta_C = 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{I_C}{I_A} \right) = 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{r_C}{r_A} \right)^2$$

$$\Rightarrow 34 - \beta_C = 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{22}{2} \right)^2 = 20 \cdot \text{Log} 4 = 20 \cdot \text{Log} 2^2$$

$$34 - \beta_C = 20 \cdot 0.3 \rightarrow \beta_C = 24 \text{ dB}$$

روش دوم



$$\beta_2 - \beta_1 = 20 \cdot \text{Log} \frac{r_1}{r_2}$$

$$-\frac{1}{4}\beta = 20 \cdot \text{Log} \frac{1}{2}$$

$$-\frac{1}{4}\beta = -20 \cdot 0.3 \Rightarrow \beta = 34 \text{ dB}$$

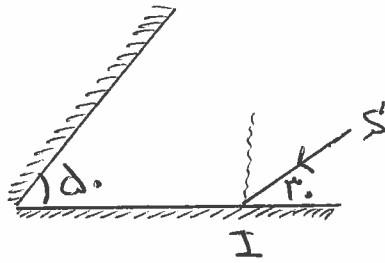
$$\beta_3 - \beta_2 = 20 \cdot \text{Log} \frac{1}{2} \rightarrow \beta_3 - \frac{5}{4}\beta = -6$$

$$\Rightarrow \beta_3 = 24 \text{ dB}$$

تجربہ ۱۴: در شکل زیر امتداد پرتو بازتابیده از آینه  $M_2$  با امتداد پرتو

SI زاویہ چند درجہ می سازد؟

$\alpha$	۴۰
$\beta$	۱۱۰



$$D = 2\alpha = 2 \times 50 = 100$$

ریاضی ۱۴: معادله حرکت نوسان داری در SI بصورت  $x = 0.2 \cos \frac{\pi}{4} t$  است

تندی متوسط نوسانگر در بازه زمانی  $t_1 = \frac{1}{12}$  س تا  $t_2 = \frac{25}{12}$  س چند  $\frac{cm}{s}$  است؟

$\lambda$	۲
$\nu$	۸

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2} \rightarrow T = 4 \text{ s}$$

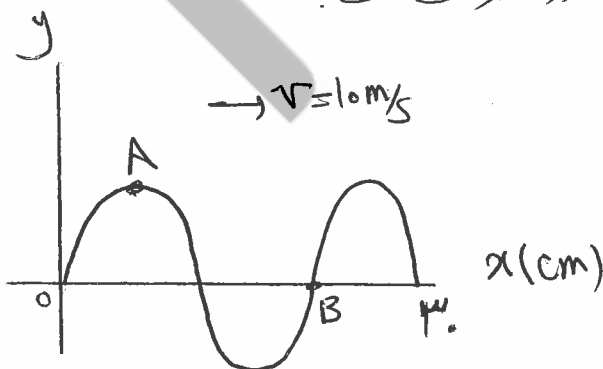
$$\Delta t = \frac{25}{12} - \frac{1}{12} = \frac{24}{12} = 2 \text{ s}$$

یعنی یعنی دوره طی شده  $2A \leftarrow 2A \leftarrow 2 \times 0.2 = 0.4$

$$v = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ m/s} = \frac{2 \text{ cm}}{s}$$

ریاضی ۱۴: شکل زیر تصویری از یک موج عرضی در یک ریبان کشیده شده را در لحظه  $t_1$  نشان

می دهد در لحظه  $t_2 = t_1 + \frac{9}{100}$  کدام مورد درست است؟



① تندی ذره B، صفر است.

② تندی ذره A، بیست است.

③ حرکت ذره A تندسوزنده است. ✓

④ حرکت ذره B تندسوزنده است.

$$\lambda = 2.0 \text{ cm} \rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ s}$$

$$\frac{1 \text{ s}}{100} \rightarrow x = \frac{9}{10} \text{ m} = 22.5 \text{ cm}$$

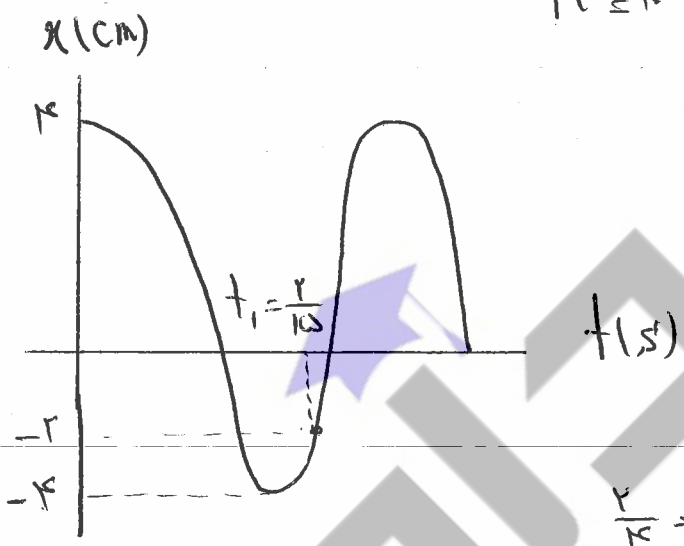
یعنی موج  $22.5 \text{ cm}$  پس روی کند که  $2.0 \text{ cm}$  آن یک دوره می شود و ذرات آنها تند لحظه  $t_1$

(شکل زیر) هستند و یا  $15 \text{ cm}$  دیگر پس روی ذره A به سمت O و ذره B به سمت A -

می رود A ← تند شو نده  
B ← کند شو نده

پایه ۱۴ - ، نمودار مکان زمان نوسان لری به جرم  $5.0 \text{ g}$  مطابق شکل زیر است. انرژی

مکانی نوسان لری چقدر است ؟  $\pi^2 = 10$



$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{15}$
$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{5}$

$$\frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{15} \rightarrow 0 \rightarrow \frac{\pi}{6} \Rightarrow \frac{\pi}{6}$$

$$\frac{\pi}{6} + \pi - \frac{\pi}{6} = \pi + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6}$$

$$\frac{7\pi}{6} = \frac{xT}{15} = \frac{x}{15} \rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s}$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-2} \times 14 \times 10^{-2} \times \left(\frac{7\pi}{6}\right)^2$$

$$= \boxed{\frac{1}{25} \text{ J}}$$



ریاضی ۱۴: یک دستگاه صوتی صدایی با ترازیست  $P_1 = 28 \text{ dB}$  و دستگاه صوتی دیگر

صدایی با ترازی  $P_2 = 92 \text{ dB}$  ایجاد می کند. شدت‌ها مربوط به این ترازی بر  $\frac{W}{m^2}$

به ترتیب  $I_1$  و  $I_2$  است. کدام است؟  $(\log 2 = 0.3)$

$2.5 \times 10^{-1}$	$2.5 \times 10^{-4}$
$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-4}$

$$B_2 - B_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$92 - 28 = 64 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\Rightarrow 6.4 = \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^{0.64} = 10^{0.7} \times 10^{-0.06}$$

$$= 10^{0.7} \times (10^{0.3})^{-2} = \frac{1}{4} \times 10^{0.7} = 2.5 \times 10^{-4}$$

ریاضی ۱۴: مطابق شکل زیر پرتو نوری از هوا به یک محیط شفاف می تابد و در ورودی عمود

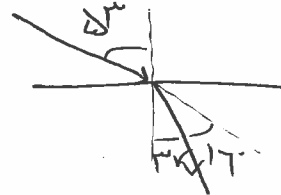
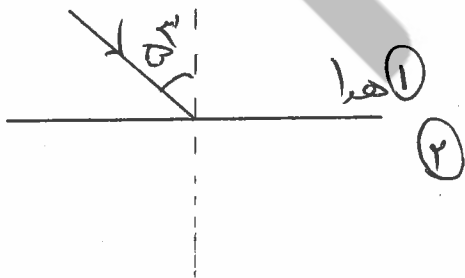
(۲) از راستای اولیه منحرف می شود. اگر طول موج نور در محیط دوم  $\frac{1}{8} \mu\text{m}$

از طول موج نور در هوا کمتر باشد یا مدور چند هرتز است!

$$\sin \theta_2 = \frac{1}{8}$$

$$\text{سرعت نور در هوا} = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$4 \times 10^{15}$	$4 \times 10^{14}$
$4 \times 10^{15}$	$4 \times 10^{14}$



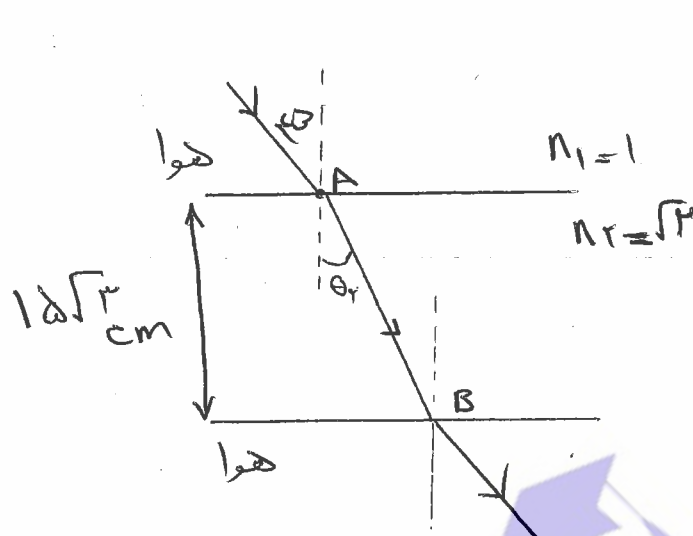
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \frac{1}{8}}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \frac{1}{8}} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{1}{7} \mu\text{m}$$

$$v = \lambda f \Rightarrow 3 \times 10^8 = \frac{1}{2} \times 10^{-4} f \Rightarrow f = 4 \times 10^{12} \text{ Hz}$$

مطابق شکل زیر پرتو نوری از هوا وارد محیط شفاف می‌شود و شکست می‌یابد

این پرتو فاصله A تا B را در چند نانومتر طی می‌کند؟  
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$



۱	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
۳	$\frac{1}{\sqrt{2}}$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$1 \times \sin 45 = \sqrt{2} \sin \theta_2$$

$$\Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{\sin 45}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

$$AB \cdot \sin 30 = 15\sqrt{2}$$

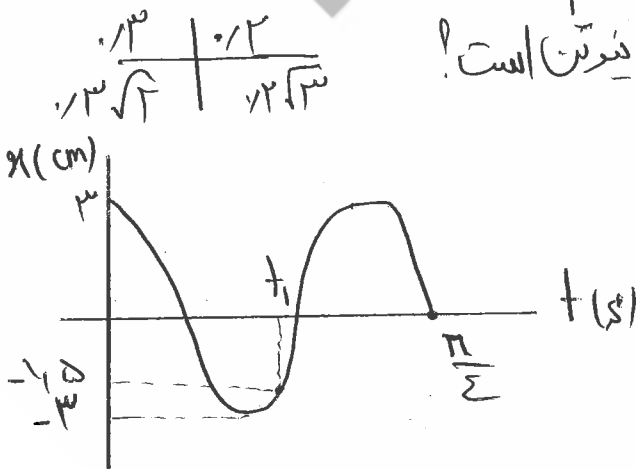
$$AB \cdot \sin 30 = 15\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow AB = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$$

$$\lambda = v \cdot t \Rightarrow 0.3 = 3 \times 10^8 \cdot t$$

$$\Rightarrow t = 10^{-9} \text{ s} = \boxed{1 \text{ ns}}$$

ریاضی ۱۴۰۰ خ: نمودار مکان زمان نوسان گدی به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل زیر است.



شروع خالص وارد بر نوسان کرد در لحظه ۱ چند نیوتن است؟

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\pi}{\Sigma} \rightarrow T = \frac{\pi}{5}$$

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

$$F = kx = m\omega^2 x = \frac{2}{10} \times 10^2 \times \frac{1}{2} = \boxed{\sqrt{2} \text{ N}}$$

ریاضی خ ۱۴۰۰

وزن ای به جرم ۲۰۰ گرم به انعطاف فنری که ثابت آن  $K = 200 \frac{N}{m}$  است بستند و روی سطح افقی پاراسته ۲cm حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد مسافتی که نوسان کرد در جهت

که ۱/۲ طرف می کند چند cm است؟  $(\pi^2 = 10)$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{200}{0.2}} = 10\sqrt{2} = 10\pi$$

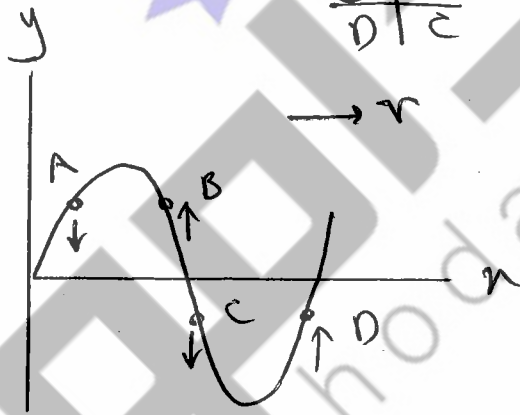
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = 0.2 \text{ s} \Rightarrow \text{نصف دوره}$$

$$2A = 2(4) = 8 \text{ cm}$$

ریاضی خ ۱۴۰۰

شکل زیر موج مکانیکی عرضی سینوسی را در یک لحظه نشان می دهد پس از این لحظه تندی کدام ذره زودتر منفی شود!

$\begin{matrix} B & | & A \\ D & | & C \end{matrix}$



باتوجه به جهت حرکت موج B و D به نقاط بازگشتی نزدیک می شوند و تندی آن رو به بالاست که ذره B خاصیت کمتری تا صفر شدن دارد.

ریاضی خ ۱۴۰۰

در مکانی که تندی صدا ۹۲db است در مدت یک دقیقه چه مقدار انرژی صوتی می رسد؟

$$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2} \quad \text{و} \quad \text{Log } 2 = 0.3$$

$$\begin{array}{r|l} 248 & 224 \\ \hline 280 & 24 \end{array}$$

۱۱۴

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 94 = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$\log \frac{I}{I_0} = 9.4 = 9 + 2(\log 2) = 9 + 2 \log 2$$

$$\log \frac{I}{I_0} = \log 10^9 + \log 2^2$$

$$\frac{I}{I_0} = 2 \times 10^9 \rightarrow I = 2 \times 10^9 \times 10^{-12}$$

$$I = 2 \times 10^{-3} \frac{W}{m^2}$$

$$I = \frac{E}{A \cdot t} \Rightarrow E = 2 \times 10^{-3} \times 10^{-4} \times 40 = 240 \times 10^{-9} J = 240 \mu J$$

ریاضی ۱۴.۱۰: موج عرضی سینوسی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن وارد می‌شود

بسیار در طول موج آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

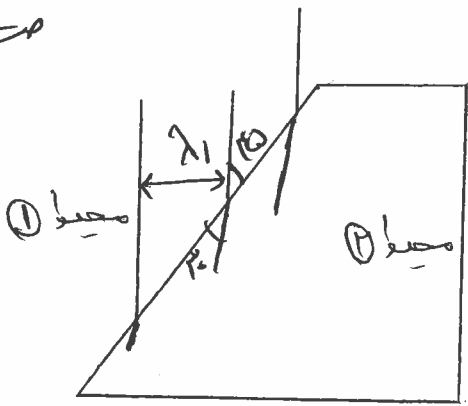
↓ v = ↓ f  
↑ f = ↓ v

- ① کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند
- ② کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد
- ③ ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد
- ④ ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد ✓

ریاضی ۱۴.۱۰: شکل زیر چشمه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که از محیط ① وارد

محیط ② شده است. وقتی نور در محیط ① چند برابر وقتی نور در محیط ② است!

$\mu$	$v$
$\sqrt{\mu_1}$	$\sqrt{\frac{c}{\mu_1}}$
$\mu_2$	$\sqrt{\frac{c}{\mu_2}}$

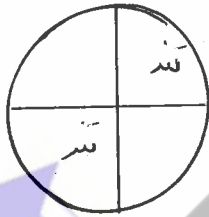


$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

۱۴.۱ تجربی: معادله حرکت همانند سلاخ یک نوسانگر در SI بصورت  $x = 0.2 \cos \pi t$

است. در بازه زمانی  $t_1 = \frac{1}{12}$  s تا  $t_2 = \frac{1}{4}$  s حرکت نوسانگر، چندانی متوسل شده است؟

$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{12}$
$\frac{13}{12}$	$\frac{5}{4}$



$$\frac{2\pi}{T} = 2\pi \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s}$$

$$t_1 = \frac{1}{12} = \frac{1}{2 \times 4} = \frac{T}{4}$$

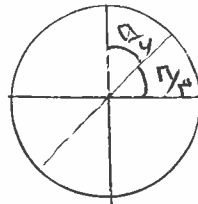
$$t_2 = \frac{1}{4} = \frac{1}{2 \times 2} = \frac{T}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2} - \frac{T}{4} = \frac{13T}{4}$$

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

$$\frac{13T}{4} = 2T + \frac{T}{4} \quad \div 2$$

$$\begin{aligned} \text{شبه } \Delta t &= T + \frac{T}{12} = \frac{1}{2} + \frac{1}{12} \\ &= \frac{1}{2} + \frac{1}{12} = \frac{13}{12} \end{aligned}$$



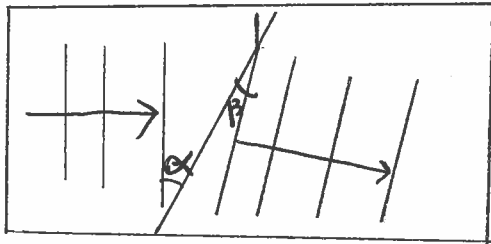
(در یک دور چرخش  $\frac{T}{2}$  کانتر در ناصبه متوسل شده است.)

تجربی ۱۴.۱

شکل زیر ورودی موج از محیط ۱ به ۲ را نشان می دهد اگر  $\alpha = 37^\circ$  و  $\beta = 30^\circ$

نسبت سرعت انتشار موج در محیط ۱ به سرعت انتشار موج در محیط ۲ چند است!

$$c \cdot \sin 37^\circ = \frac{4}{5}$$



$\frac{4}{5}$	$\frac{5}{4}$
$\frac{1.4\sqrt{3}}{3}$	$\frac{5\sqrt{3}}{8}$

زاویه بین جهت موج با سطح جابجایی ها زاویه پیرامون موج با خط عمود فرض است.

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\sin 37^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{0.6}{0.5} = 1.2 = \frac{6}{5}$$

تجربی ۱۴.۱

کدام مورد یا توجه به شکل زیر که تصویر لحظه ای از یک موج عرضی را درست

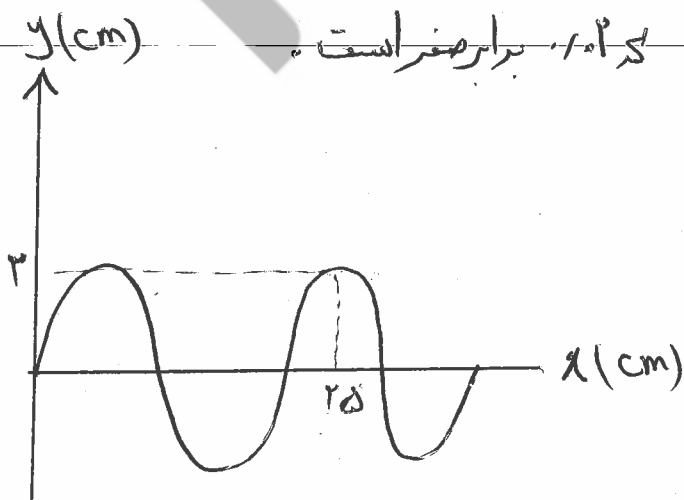
نشان می دهد!

الف	ب
موج	موج
در هر ثانیه طی می کند برابر ۲ cm است.	در هر ثانیه طی می کند ۴ cm است.

یا - مسافتی که هر ذره از محیط در صورت گذر از ۱/۲ طی می کند ۴ cm است.

یا - جابجایی هر یک از ذرات محیط در مدت گذر از ۱/۲ برابر ۴ cm است.

یا - جابجایی هر یک از ذرات محیط در صورت گذر از ۱/۲ برابر صفر است.



① مسافتی که موج در یک دوره طی می کند ،  $\Delta t = 0.2$  طولی کند ،  $20 \text{ cm}$  است در  $1 \text{ s}$  ع

② طول زین  $1 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$  هر زره عمیق یا نوسان خود  $\frac{T}{2} = 0.2 \text{ s}$   $2A = 4 \text{ cm}$  را طی می کند

③ اگر نقطه  $y=0$  را در نظر بگیریم ، در این مدت با  $\pm A$  رفت و برگشت  $y=0$  را برسی کردد

لذا  $\Delta y = 0$  خواهد بود

④ در مدت  $T = 0.2$  هر زره عمیق یک نوسان کامل می کند لذا  $\Delta y = 0$  است

تجربی ۱۴.۱ غ: نوسان لری بد جرم  $m$  در سطح افقی بدون اصطکاک حرکت می کنند

ساده انجام می دهد اگر در این حرکت  $2 \text{ cm}$  از زره جیس و بیانی نوسان کرد در یک لحظه بدترین

$5 \text{ mJ}$  و  $15 \text{ mJ}$  باشد با مد نوسان چند مرتبه است ؟  $\frac{10}{20} \mid \frac{5}{15}$   $(\pi^2 = 10)$

$E = K + U = 15 + 5 = 20 \text{ mJ}$

$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \Rightarrow 20 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times \frac{100}{1000} \times \left(\frac{2}{0.02}\right)^2 \times 4 \times 10^{-4} \times f^2$

$E = \frac{1}{2} m A^2 \times 4 \pi^2 f^2$

$\Rightarrow 20 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 10^{-1} \times 4 \times 10^{-4} \times 4 \times 10^4 \times f^2$

$f = \frac{4 \times 10^{-3}}{16 \times 10^{-4}} = \frac{1}{4} \times 10 = 25 \text{ Hz}$   $\sqrt{f = 5 \text{ Hz}}$

تجربی ۱۴.۱ غ: دو حرکت ساده هارمونیک هم فاز در حرکت در  $SI$  بصورت  $x = 0.4 \cos \pi t$

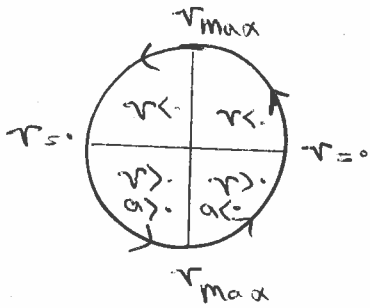
امت در بازه زین  $t_1 = 0.5 \text{ s}$  تا  $t_2 = 5 \text{ s}$  چند ثانیه بردار استان و سرعت هم زمان در جهت محور

$\frac{1.5}{2.5} \mid \frac{1}{2}$   $\alpha$  هستند ؟

$$A = \frac{1}{2} \cdot 4 = 2 \text{ cm}$$

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

در A در ۱ ثانیه طی می کند



$$\begin{cases} v < 0 \\ a > 0 \end{cases}$$

$$1 \text{ s} = \frac{T}{4} \text{ یعنی مدت زمان}$$

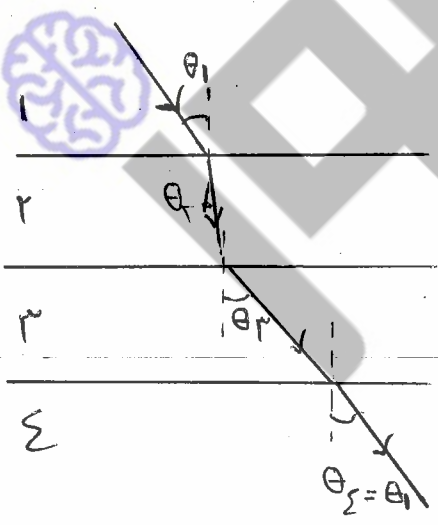
۱۴. تجربی

نوسان لری به جرم ۱۰۰ گرمی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. اگر دامنه حرکت ۲ cm، انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در یک لحظه به ترتیب ۵ mJ و ۱۵ mJ باشد بسامد نوسان چند هرتز است! (π² = ۱۰)

۱۰	۵
۲۰	۱۵

۱۴.۱

در شکل زیر پرتو نور از محیط ۱ وارد محیط شفاف ۲ و ۳ شده است کدام راننده برای سرعت نور در این محیط ها درست است! (پرتو خروجی موازی پرتو ورودی است)



۱)  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_4}{v_3}$

۲)  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_3}{v_4}$

۳)  $v_2 < v_3 = v_4 < v_1$

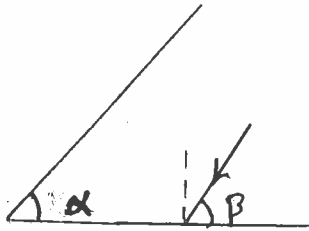
۴)  $v_2 < v_1 = v_4 < v_3$

$$\theta_3 > \theta_4 = \theta_1 > \theta_2 \Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow$$

$$v_3 > v_4 = v_1 > v_2$$



انحراف در n برخورد:



مثال ۱۵ تجربی ۹۸

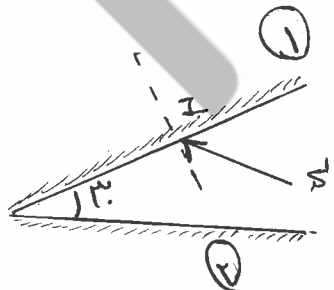
انحراف	تعداد برخورد
$2\beta$	①
$2\alpha$	②
$2\alpha + 2\beta$	$3 = 2 + 1$
$4\alpha$	$4 = 2 + 2$
$4\alpha + 2\beta$	$5 = 2(2) + 1$

$7 \text{ برخورد} = 3(2) + 1 = 3(2\alpha) + 2\beta = 6\alpha + 2\beta$

$10 \text{ برخورد} = 5(2) + 1 = 5(2\alpha) + 2\beta = 10\alpha + 2\beta$

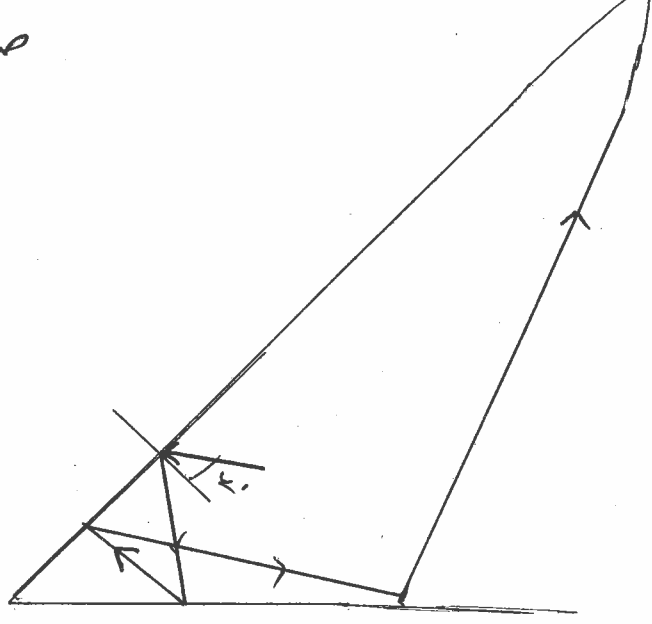
۲.۱ تجربی خ: مطابق شکل زیر پرتو SI با زاویه تابش  $\alpha$  درجه برآینه  $AB$  میتابد. این

پرتو پس از بازتابشهای متوالی آینهها را ترک می کند. آخرین زاویه بازتابش صد درجه است! (مسطح آینههای تخت به اندازه کافی بزرگ فرض شود)



۶۰	۵۰
۸۰	۷۰

$4(30) = 120 \rightarrow 180$



ریاض ۱۴.۱: در یک فضای باز، تراز لستون صوت در فاصله ۵.۰ m چپ صوت برابر ۶۰ دسی بل است.

$\beta = 3$ ,  $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$

توان چسب صوت چقدر است و آن است!

۶	۱۴
۳	۷.۵

$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 40 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$

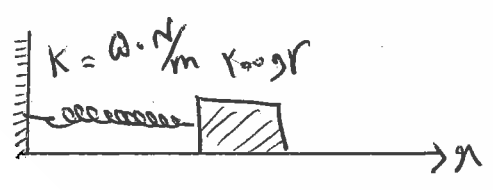
$10^4 = \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow I = 10^{-8} \frac{W}{m^2}$

$I = \frac{P}{A} \Rightarrow P = I \cdot A \times 10^{+3} \quad mW = 10^{-8} \times 10^3 \times 5.0^2 \times 10^{+3}$   
 $= 10^3 \times 25.0 \times 10^{-5} = 2.5 \text{ mW}$

ریاض ۱۴.۱: در شکل زیر، اسپرنگ سبک مسطح افقی نایز است. وزنه ۳ cm از حالت تعادل در جهت محور x

کشیده درها می بینیم تا حرکت هافند ساده انجام دهد. در رسم فایز اول <sup>فشی</sup> که نورال کر می بیناید

چند برابر بزرگی جابجایی آن است!  $(\pi \sqrt{10})$



۳	۵
۱.۵	۲.۵

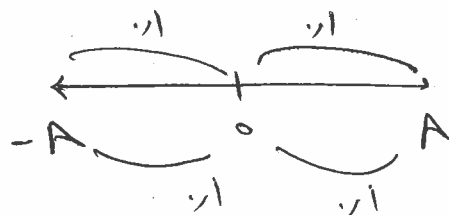
۱۲.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{12}{50}} = 2 \times \sqrt{10} \times \sqrt{\frac{2 \times 10^{-1}}{50}} = 2 \sqrt{\frac{2}{50}}$$

$$= 2 \left( \sqrt{\frac{1}{25}} \right) = \frac{2}{5} = \boxed{0.4 \text{ s}}$$

یکبار → ۰.۴ s

۰.۵ ثانیه → ۰.۴ + ۰.۱ → T + T/2



۵ برابر  
 مساحت = 5A  
 جابجایی = A

ریاضی ۱۴.۱: در مکانی که شتاب گرانشی برابر  $g = \frac{\pi^2}{5} \frac{m}{s^2}$  است طول آونگ ساده را چند سانتی‌متر

انتخاب کنیم تا در هر ثانیه یک نوسان کامل انجام دهد؟

۲۵	۵۰
۷۵	۱۰۰

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2} \rightarrow$$

$$L = \frac{4\pi^2 \times L}{4\pi^2} \rightarrow L = \frac{1}{2} \text{ m} \rightarrow 25 \text{ cm}$$

ریاضی ۱۴.۱: جیس بدیم m به قدری با ثابت  $5 \text{ N/cm}$  متصل است. شتاب را به اندازه ۴ cm می‌کنیم

و سپس رها می‌کنیم و جسم در طول مسیر افقی بدون اصطکاک شروع به نوسان می‌کند. لحظه‌ای که قدری نوسان کرد

به  $\frac{1}{2}$  تنوعا رسیدی پس می‌رسد انرژی مکانیکی آن چند ژول از انرژی جیس آن بیست‌تر است؟

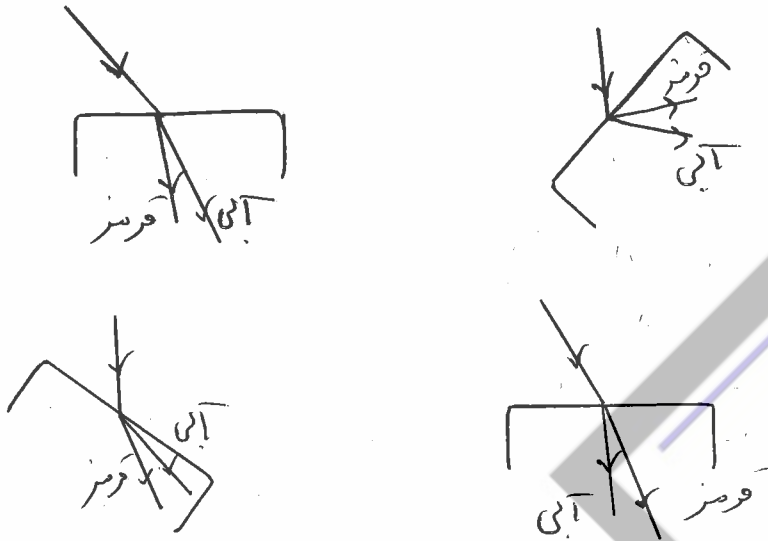
۱۲	۱۲
۱۴	۱۴

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} \times 500 \times \left(\frac{4}{100}\right)^2 = 0.4 \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m}} v_m \rightarrow \frac{v}{v_m} = \sqrt{\frac{2}{m}} \Rightarrow \frac{k}{E} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow k = 0.2 \rightarrow \boxed{E - k = 0.2}$$

ریاض ۱۴.۱ : کدام نسل آکوستی نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟



در ماه ۱۴.۱ تجربی: شدت صوتی  $2\sqrt{10} \times 10^5$  برابر شدت صوت مرجع است. تراز شدت این صوت

چند دسی بل است!

$\text{Log } 2 = \frac{1}{3}$

۱.۳	۵.۱
۱.۳	۵.۸

$\frac{I}{I_0} = 2\sqrt{10} \times 10^5$

$\beta = 10 \cdot \text{Log } \frac{I}{I_0} = 10 \cdot (\text{Log } 2 + \text{Log } \sqrt{10} + 5)$

$= 10 \cdot \text{Log } 2 \times 10^{\frac{11}{2}} = 10 \cdot [\text{Log } 2 + \frac{11}{2}]$

$= 10 \cdot [5.18] = 51.8 \text{ dB}$

در ماه ۱۴.۱ تجربی: جرم  $100 \text{ g}$  روی یاروخس به طول  $4 \text{ cm}$  حرکت می‌دهد. شماره انطامی دور

الدریینه تکانه نوبان در  $5 \text{ s}$  باشد  $2 \times 10^3 \text{ N}$  باشد از زمین مکانی نوبان در چند متر دور است؟

$\frac{2\pi^2}{20\pi^2} \mid \frac{\pi^2}{10\pi^2}$

$$E = \frac{1}{2} m v_{max}^2 \quad \frac{P = m v}{P_{max} = m v_{max}} \quad E = \frac{P r}{\omega}$$

$$E = \frac{(2 \times 10^{-3} \pi)^2}{2 \times 1} \times 1.4 = 2.0 \pi^2 \text{ mJ}$$

تجربہ دیساہ ۱۴.۱: نوسان لہری روی پارہ خصی بہ طول ۸ cm روی سطح افقی بدون

اصعکان حرکت مہاند ہمارہ انجامی دہد آرد در لحظہای کہ فاصلہ نوبان کر از نقطہ تعادل ۲ cm و بزرگی شای  $\frac{\pi^2}{2} \text{ m/s}^2$  باشد تندی نوبان کر در لحظہ عبور از نقطہ تعادل چند متر بر ثانہ است؟

$\frac{\pi}{\omega}$	۱۰π
۲.۰π	$\frac{\pi}{\omega}$

$$L = 8 \text{ cm} \Rightarrow A = 4 \text{ cm}$$

$$a = \omega^2 x \Rightarrow \frac{\pi^2}{2} = \omega^2 \times 4 \rightarrow \omega^2 = 2.5 \pi^2$$

$$\rightarrow \omega = 5\pi \rightarrow v_{max} = A\omega = 4 \times 5\pi = \frac{\pi}{5}$$

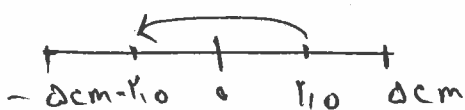
یاضی ۱۴.۱ دیساہ: نوسان لہری ہرجم ۳-۴ روی پارہ خصی بہ طول ۱۰ cm حرکت مہاند ہمارہ

انجامی دہد. اگر محض زمان لازم برای طی یک وقت ۵ cm برابر  $\frac{1}{3}$  ثانیہ باشد تندی بزرگی  
 خصی این نوسان کر چند سین (رول) است! (۳-۳)

۹.۰	۹.۰
۹.۰	۹.۰

$$A = 5 \text{ cm}$$

$$\frac{x}{A} = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{T} = \frac{T}{12}$$



$$2 \times \frac{T}{12} = \frac{1}{3} \rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s} \rightarrow \omega = 10\pi$$

$$\frac{2.5}{5} = \frac{1}{3}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-3} \times (10\pi)^2 \times (0.05)^2 = \frac{K_{max}}{mJ}$$

ریاضی ری

۱۴.۱

معادله مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $x = 0.03 \cos 50\pi t$  است. در کدام بازه زمانی مشخص شده برحسب ثانیه، بُردارهای سرعت و شتاب نوسانگر، هر دو در جهت محور X است؟

(۱)  $0 < t < 0.01$  ✓  
 (۲)  $0.01 < t < 0.02$  ✓  
 (۳)  $0.02 < t < 0.04$  ✓  
 (۴)  $0.04 < t < 0.05$  ✓

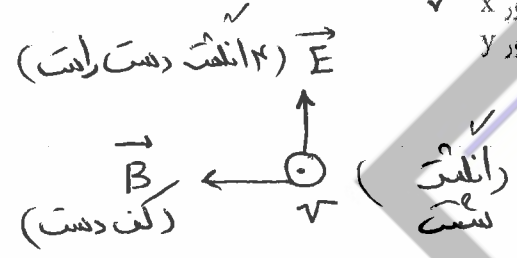
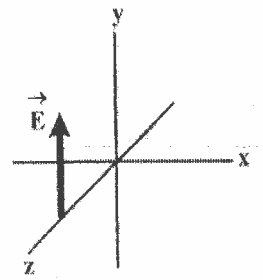
$$\omega = 50\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{1}{25} \text{ s} = 0.04 \text{ s}$$

در بازه‌ی  $0.02 < t < 0.04$  در راستای  $\vec{v}$  و  $\vec{a}$

ریاضی ری

۱۴.۱

در شکل زیر، موج الکترومغناطیسی سینوسی در جهت محور Z منتشر می‌شود و میدان الکتریکی آن، در یک لحظه و در یک نقطه نشان داده شده است. در این نقطه و در این لحظه، میدان مغناطیسی موج به کدام جهت است؟



- (۱) در خلاف جهت محور X ✓
- (۲) در خلاف جهت محور Y ✓
- (۳) در جهت محور X ✓
- (۴) در جهت محور Y ✓

ریاضی ری

۱۴.۱

نوری که طول موج آن در خلأ  $\lambda_0$  است، وارد محیط شفاف می‌شود و طول موج آن  $150$  نانومتر تغییر می‌کند. اگر بسامد این نور  $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$  باشد، ضریب شکست این محیط شفاف چقدر است؟ ( $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ )

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

ریاضی ری

۱۴.۱

نیروی کشش یک تار  $60 \text{ N}$  است و هنگامی که با بسامد  $200$  هرتز به ارتعاش درمی‌آید، طول موج در آن  $25$  سانتی‌متر می‌شود. اگر چگالی تار  $8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  باشد، قطر مقطع آن چند میلی‌متر است؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱) ۴ ✓
- (۲) ۳ ✓
- (۳) ۲ ✓
- (۴) ۱ ✓

$$\lambda_1 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{14}} = 0.6 \times 10^{-6} \text{ m} = 600 \text{ nm}$$

$$\lambda_2 = 600 - 150 = 450 \text{ nm}$$

چون در محیط شفاف تندی و طول موج کاهش می‌یابد.

$$n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\lambda_2 f} = \frac{3 \times 10^8}{450 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^{14}} = \frac{200}{150} = \frac{4}{3}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow 250 = \frac{70}{\sqrt{10000 \times A \times 10^{-7}}}$$

$$v = \lambda f = \frac{1}{2} \times 200 = 50 \text{ m/s}$$

$$A = 3 \text{ mm}^2 \rightarrow \pi r^2 = 3 \rightarrow r = 1 \text{ mm} \rightarrow d = 2 \text{ mm}$$

۵۵- آونگ ساده‌ای در مدت ۳۶ ثانیه، ۲۰ نوسان انجام می‌دهد. اگر طول آونگ ۱۷ cm کاهش یابد، در مدت ۴۰ ثانیه

چند نوسان انجام می‌دهد؟ ( $g = \pi^2$ )

- ۲۵ (۱)      ۲۸ (۲)      ۳۰ (۳)      ۳۲ (۴)

۵۶- تار مرتعشی به قطر ۲ mm و چگالی  $\frac{g}{cm^3}$  با نیروی ۲۳۴ N کشیده می‌شود و در آن موج عرضی با بسامد

۲۰۰ Hz ایجاد می‌شود. فاصله یک قله و یک دره بعد از آن چند سانتی‌متر است؟ ( $\pi = 3$ )

- ۱۲/۵ (۱)      ۲۲/۵ (۲)      ۲۵ (۳)      ۵۰ (۴)

۵۷- معادله حرکت نوسانگری در SI به صورت  $x = 0.04 \cos \frac{4\pi}{3} t$  است. حداقل بازه زمانی دو عبور متوالی از مکان

$x = 2 \text{ cm}$  چند ثانیه است؟

- ۰/۵ (۱)      ۱ (۲)      ۱/۵ (۳)      ۲ (۴)

۵۸- دانش آموزی بین دو صخره قائم ایستاده است و فاصله بین دو صخره ۱۰۲۰ m است. دانش آموز فریاد می‌زند و اولین

پژواک صدای خود را پس از ۲ s و صدای پژواک دوم را ۲ s بعد از پژواک اول می‌شنود. فاصله دانش آموز از صخره

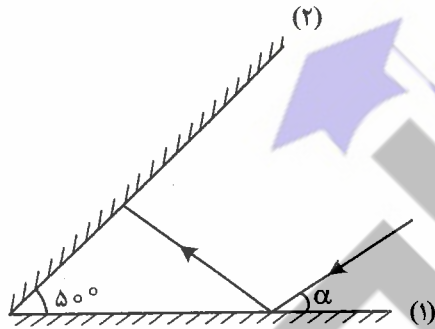
نزدیک‌تر چند متر است؟

- ۱۷۰ (۱)      ۳۴۰ (۲)      ۵۱۰ (۳)      ۶۸۰ (۴)

۵۹- پرتو نوری مطابق شکل، تحت زاویه  $\alpha$  به آینه تخت (۱) می‌تابد. اگر پس از دومین برخورد به آینه (۱) موازی آینه (۲)

شود،  $\alpha$  چند درجه است؟

- ۵۰ (۱)      ۴۰ (۲)      ۳۰ (۳)      ۲۰ (۴)



۵۵)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \frac{24}{1.5} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{9.8}}$

$118 = 2\sqrt{L} \rightarrow \sqrt{L} = 59 \rightarrow L = 3481 \text{ m} = 3481 \text{ cm}$

$L_2 = 11 - 17 = 75 \text{ cm}$

$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow \frac{T_2}{118} = \sqrt{\frac{75}{3481}} \rightarrow$

$T_2 = 1.25$        $n = \frac{t}{T} = \frac{4}{1.25} = 3.2$

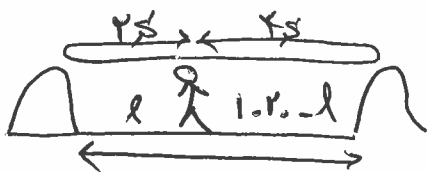
۵۶)  $v = \lambda f = \frac{v}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} \rightarrow \lambda \times 200 = \frac{v}{2 \times 10^{-3}} \sqrt{\frac{235}{7800 \times 3}} \rightarrow$

$\lambda = 15 \text{ m} = 1500 \text{ cm} \rightarrow \frac{\lambda}{T} = \frac{1500}{1.25} = 1200 \text{ cm/s}$

۵۷)  $A = F \text{ cm} \quad \frac{2\pi}{T} = \frac{F \pi}{\mu} \rightarrow T = \frac{4}{\mu}$

$2 \times \frac{4}{\mu} = \frac{4}{\mu} = \frac{4}{\mu} = \frac{4}{\mu} = 1.5 \text{ s}$

محل انجام محاسبات

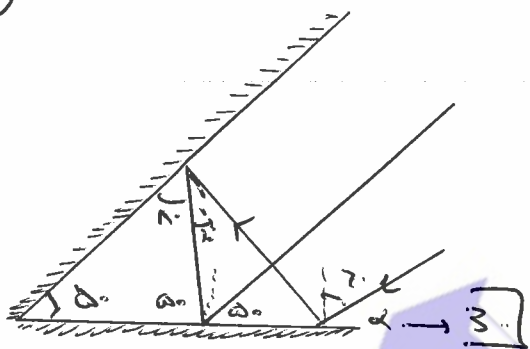


۱.۲۰

$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

$$l = 2 \times r_{\text{صوت}} \Rightarrow 1.20 - l = 2 r_{\text{صوت}} = 2l$$

$$3l = 1.20 \rightarrow l = 0.4 \text{ m}$$



$$180 - (90 + 100) = 90$$

زاویه بازتاب در دو سن برخورد است

$$2 \times 50 - \alpha = 90 \rightarrow \alpha = 10$$

نوسانگری روی سطح افقی بدون اصطکاک، روی پاره خطی به طول ۴ cm حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. اگر بیشینه تندی آن  $0.08\pi \frac{m}{s}$  باشد، بزرگی شتاب نوسانگر در لحظه ای که جهت حرکت آن تغییر می کند، در SI



- چقدر است؟
- ۰,۳۲π² (۴) ✓
  - ۰,۱۶π² (۳)
  - ۰,۰۴π² (۲)
  - ۰,۰۶π² (۱)

$$v_{\text{max}} = A\omega \Rightarrow \frac{1}{100} \pi = \frac{4}{100} \omega \rightarrow \omega = \frac{\pi}{4}$$

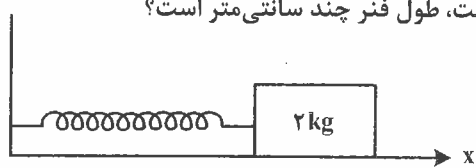
$$a = a_{\text{max}} = A\omega^2 = \frac{4}{100} \times \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 = \frac{1}{25} \pi^2$$



صحیح

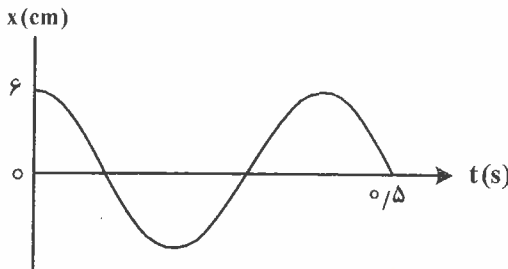
۶۰- مطابق شکل، وزنه‌ای به جرم ۲ kg به فنری که ثابت آن  $200 \frac{N}{m}$  است بسته شده و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر کمترین و بیشترین طول فنر در حین نوسان به ترتیب ۴۰ cm

و ۵۰ cm باشد، در لحظه‌ای که شتاب نوسانگر  $\vec{a} = (\frac{2}{3} \frac{m}{s^2}) \vec{i}$  است، طول فنر چند سانتی‌متر است؟



(۱) ۴۲  
 (۲) ۴۳  
 (۳) ۴۷  
 (۴) ۴۸

۶۱- نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است. بزرگی شتاب متوسط نوسانگر در بازه زمانی  $t_1 = 0.18$  تا  $t_2 = 0.18$  چند متر بر مربع ثانیه است؟



(۱)  $\frac{25}{7} \pi$   
 (۲)  $\frac{15}{7} \pi$   
 (۳)  $\frac{3}{7} \pi$   
 (۴)  $\frac{2}{7} \pi$

۶۲- طول موج یک موج الکترومغناطیسی ۳ متر است. مسافتی که این موج در مدت  $6 \times 10^{-8}$  s طی می‌کند، چند برابر طول موج است؟ ( $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ )

(۱) ۶ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

۶۳- پرتو نوری مطابق شکل زیر به آینه (۱) می‌تابد. در چهارمین بازتاب، چه زاویه‌ای با سطح آینه (۲) می‌سازد؟



(۱)  $10^\circ$   
 (۲)  $40^\circ$   
 (۳)  $50^\circ$   
 (۴)  $80^\circ$

۴۰

$2A = L_{max} - L_{min} \rightarrow A = 5 \text{ cm}$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{1}} = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$x_0 + A = 5 \rightarrow x_0 = 4 \text{ cm}$   
 $x_0 - A = 1$

$a = -\omega^2 x \rightarrow 2 = -100 x$

$x = -2 \text{ cm}$        $\text{موقع} = 4 - 2 = 2 \text{ cm}$

محل انجام محاسبات

۴۱)  $\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{\omega} \rightarrow T = \frac{1}{\omega} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 5\pi \quad t = 0.1 \text{ s} \rightarrow v_1 = -v_{max} \sin \omega t = -A\omega \sin \omega t \Rightarrow v_1 = \frac{3\pi}{\sqrt{5}}$

$t = 0.1 \text{ s} \rightarrow v = 0 \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10\pi}{0.1 - 0} = \frac{100\pi}{1}$

42

$$\Delta x = v \Delta t \Rightarrow 3 \times 10^8 \times 4 \times 10^{-9} = 1.2 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{1.2}{0.3} = 4$$

ریاضی ۱۲.۲

۵۳- تار به طول ۶۰ cm با دو انتهای ثابت ارتعاش می‌کند و در طول آن ۳ شکم تشکیل شده است. اگر بسامد ایجاد شده

۳۰۰ هرتز باشد، تندی موج عرضی در تار چند متر بر ثانیه است و بسامد صوت اصلی تار چند هرتز است؟

- (۱) ۳۰۰ و ۵۰۰ (۲) ۱۲۰ و ۳۰۰ (۳) ۱۲۰ و ۱۰۰ (۴) ۵۰۰ و ۱۰۰

۵۴- اگر فاصله از چشمه صوت نصف شود و همزمان توان چشمه صوت دو برابر شود، تراز شدت صوت چگونه تغییر

می‌کند؟ ( $\log 2 = 0.3$ )

- (۱) ۸ برابر می‌شود. (۲) ۹ برابر می‌شود.

- (۳) ۴ دسی‌بل افزایش می‌یابد. (۴) ۹ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

۵۵- طول آونگ ساده‌ای را ۱۷ سانتی‌متر تغییر می‌دهیم، دوره آن  $12/5$  درصد افزایش می‌یابد. دوره آونگ (قبل از تغییر

طول) چند ثانیه است؟ ( $g = \pi^2 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱)  $1/2$  (۲)  $1/4$  (۳)  $1/6$  (۴)  $1/8$

۵۶- معادله مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $x = A \cos 50\pi t$  است. اگر تندی متوسط نوسانگر

در بازه زمانی  $t_1 = 0.5$  s تا  $t_2 = 0.75$  s برابر با  $1/5 \frac{m}{s}$  باشد، دامنه نوسان چند سانتی‌متر است؟

- (۱)  $1/5$  (۲) ۳ (۳)  $4/5$  (۴) ۶

۵۷- مطابق شکل، تار که بین دو تکیه‌گاه محکم شده است، در هماهنگ اول خود با بسامد  $f$  به نوسان درمی‌آید. اگر

فاصله دو تکیه‌گاه  $50 \text{ cm}$  و تندی موج عرضی در آن  $250 \frac{m}{s}$  باشد، چند میلی‌ثانیه طول می‌کشد تا هریک از

ذرات تار یک نوسان انجام دهند؟



- (۱) ۲۵  
(۲) ۲  
(۳) ۵  
(۴) ۴

۵۲

$$f = \frac{nv}{2L} \rightarrow v = \frac{2fL}{n} = \frac{2 \times 120 \times 0.4}{3} \Rightarrow v = 120$$

$$f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{120}{1.2} = 100$$

۵۳

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 2 \times 4 = 8 \rightarrow \Delta\beta = 10 \cdot \log \frac{I_2}{I_1} = 9$$

۵۵

$$L_2 = L_1 + 17 \quad \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \rightarrow \frac{112.5}{100} = \sqrt{\frac{L_1 + 17}{L_1}} \rightarrow (1.125)^2 = \frac{L_1 + 17}{L_1}$$

$$\Rightarrow L_1 = 72 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.72}{9.8}} \quad 2 \times \frac{\Delta}{T_1} = 1.7$$

۵۶

$$1.125 = 1 + \frac{17}{L_1} = 1 + \frac{1}{n} = \frac{4}{3}$$

۵۶)  $x = Ac \cdot \sin \omega \cdot \pi t \Rightarrow \omega = \omega \cdot \pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 0.2 \text{ s}$

$0.1260 \rightarrow \frac{T}{2} \rightarrow 2A \quad v = \frac{2A}{0.2} = 45 \rightarrow A = 1.5$

۵۷)  $L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 1.5 = 1 \times \frac{\lambda}{2} \rightarrow \lambda = 1 \text{ m}$

$\lambda = vT \rightarrow 1 = 250 \times T \rightarrow T = 0.004 \text{ s}$

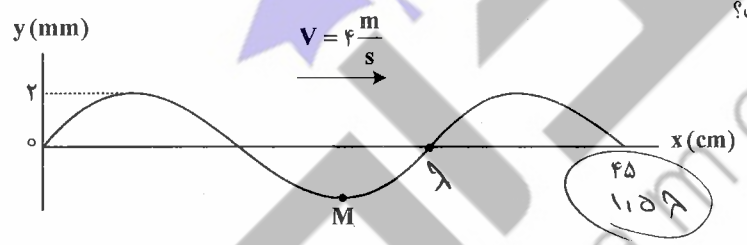
۵۸) بسامد اصلی یک تار ویولن به طول ۲۰ cm برابر ۵۰۰ Hz است. طول موج امواج صوتی گسیل شده توسط تار، چند سانتی متر است؟ (سرعت صوت را در هوا  $340 \frac{m}{s}$  بگیرید.)

- ۸۰ (۱)      ۶۸ (۲)      ۴۰ (۳)      ۳۴ (۴)

۵۵) دو بسامد تشدیدی متوالی یک تار دو انتها ثابت، ۲۴۰ هرتز و ۲۸۰ هرتز است. کدام بسامد بر حسب هرتز، از بسامدهای تشدید این تار نیست؟

- ۶۰ (۱)      ۸۰ (۲)      ۱۶۰ (۳)      ۳۲۰ (۴)

۵۶) شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه  $t = 0$  نشان می دهد. تندی متوسط نقطه M از لحظه  $t_1 = 0.5$  تا لحظه  $t_2 = 0.55$  چند متر بر ثانیه است؟



- ۰/۰۵ (۱)  
۰/۰۶ (۲)  
۰/۰۸ (۳)  
۰/۱۰ (۴)

۵۷) اگر تراز شدت صوت A،  $11/5$  دسی بل بیشتر از تراز شدت صوت B باشد، در آن مکان، شدت صوت A چند برابر شدت صوت B است؟ ( $\log 2 = 0.3$ )

- $10\sqrt{3}$  (۴)       $10\sqrt{2}$  (۳)       $10\sqrt{23}$  (۲)       $\sqrt{23}$  (۱)

۵۸) وزنه‌ای به جرم ۱۰۰ گرم با بسامد ۲۰ هرتز روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد و در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی آن نصف مقدار بیشینه اش شود، انرژی جنبشی آن به  $0.1\pi^2 \text{ J}$  می رسد. معادله مکان - زمان آن در SI کدام است؟

- $x = 0.05 \cos 20\pi t$  (۲)       $x = 0.05 \cos 40\pi t$  (۱)  
 $x = 0.02 \cos 20\pi t$  (۴)       $x = 0.02 \cos 40\pi t$  (۳)

۵۹)  $v = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{35}{500} = 0.07 \text{ m} = 7 \text{ cm}$

۵۵)  $f_{n+1} - f_n = (n+1)f_1 - nf_1 = f_1 \rightarrow 280 - 250 = f_1 \rightarrow f_1 = 30$   
(۴) ضرب ۴ نسبت

۵۷)  $1.5\lambda = 45 \rightarrow \lambda = 30 \text{ cm}$        $v = \frac{\lambda}{T} \rightarrow T = \frac{30}{250} = \frac{3}{25}$

$t = 0.5 \text{ s} = \frac{2T}{5} = \frac{12}{25}$

مسافت =  $2A + \frac{A}{2} = 2 \times 1.5 + \frac{1.5}{2} = 2.25 \text{ mm}$        $\text{تندی} = \frac{25 \times 10^{-3}}{0.05} = 0.5 \text{ m/s}$

ریاضی  
۱۳۰۲

۱۲۹

$$\beta_A = \beta_B = 1 \cdot \text{Log} \frac{I_A}{I_B}$$

$$\Rightarrow 11, \Delta = 1 \cdot \text{Log} \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow 1, \Delta = \text{Log} \frac{I_A}{I_B}$$

$$1 + 1, \Delta = \text{Log} \frac{I_A}{I_B} \rightarrow \text{Log} 1 + \text{Log} \sqrt{r} = \text{Log} \frac{I_A}{I_B}$$

$$\frac{I_A}{I_B} = 1 \cdot \sqrt{r}$$

ی دایره  $\text{Log} r = \sqrt{r} \rightarrow \frac{1}{r} \text{Log} r = 1, \Delta \rightarrow \text{Log} \sqrt{r} = 1, \Delta$

①  $\frac{U}{E} = \frac{1}{r}, K = 1, \pi r, f = r \cdot Hz$

$$\Delta = 2\pi r \cdot = r \cdot \pi$$

$$K + U = E \rightarrow K + \frac{1}{r} E = E \rightarrow K = \frac{1}{r} E$$

$$1, \pi r = \frac{1}{r} + \left( \frac{1}{r} \times m A r \omega^2 \right) \rightarrow A r = \frac{1}{\Sigma} \rightarrow A = \frac{1}{r} = 1, \Delta m$$

$$\alpha = 1, \Delta \text{ c.s.c. } \pi t$$

