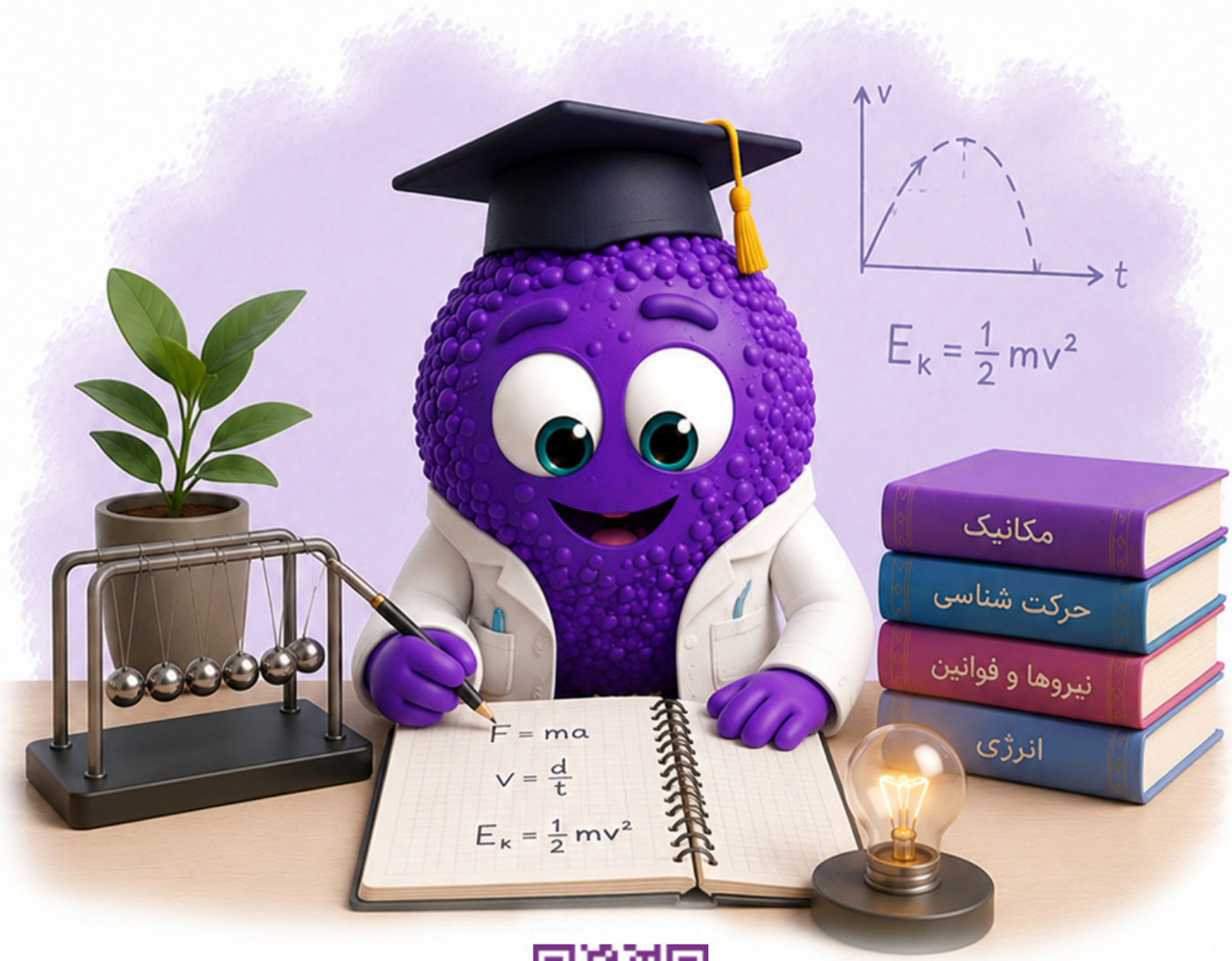
گروه آموزشی مشاوره‌ای نوتروفیل

درس

فیزیک دوازدهم - فصل ۳

نوتروبیست



نوتروفیل خونه رتبه برترها

قبولی های کنکور ۱۴۰۴

.تک رقمی نوتروفیل

رتبه ۸
ایمان نیک‌نام جهرمی

.دو رقمی‌های نوتروفیل

رتبه ۱۴
امیرمحمد کیانی

رتبه ۱۶
آریا قهرمانی

رتبه ۲۰
سینا راضی

رتبه ۳۲
امیرمحمد رضائی

رتبه ۵۵
مهسا سیاوشی

رتبه ۵۹
ایمان انفرادی

رتبه ۶۱
بهار هلالی

رتبه ۷۵
محمدصالح عارفی

رتبه ۸۰
محمدمهدی شریفی

.سه رقمی و چهار رقمی های نوتروفیل

رتبه ۱۴۷
محدثه حیدری

رتبه ۱۶۰
اشکان کوثری

رتبه ۱۶۹
هانیه خواجه

رتبه ۲۲۲
امیرمحمد شکوهی

رتبه ۲۵۹
ابوالفضل ناصریان

رتبه ۲۷۱
فاطمه سادات موسوی

رتبه ۳۰۸
سید علی اکرمی

رتبه ۳۴۱
حمیدرضا بشیری

رتبه ۴۳۲
سید محمدصادق حسینی

رتبه ۴۷۳
زهرا بابائی

رتبه ۵۱۴
محمدپارسا عبداله آبادی

رتبه ۵۳۲
فاطمه شاهسوند

رتبه ۵۳۷
ریحانه حیدری

رتبه ۵۳۹
نجمه کیخا

رتبه ۵۴۶
حسین تفضلی نژاد

رتبه ۵۵۷
محمدصالح زارعی

رتبه ۵۷۰
زهرا ولی نژاد

رتبه ۶۰۶
سجاد محمودی زاده

رتبه ۶۶۱
فاطمه اصغری

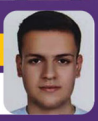
رتبه ۶۶۷
سیاوش مصطفایی

رتبه ۶۷۲
محمدماهان عنبرستانی

رتبه ۶۹۱
بهار ضرغامی

رتبه ۷۱۴
محمد یزدیان

رتبه ۷۸۱
احسان قنبری


رتبه ۷۸۶
نیما غفاری

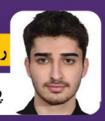
رتبه ۸۰۳
مائده رنجبر

رتبه ۸۰۴
آرمین رضایی

رتبه ۸۹۳
فاطمه مشاوری نجف آبادی

رتبه ۹۰۹
کیمیا فدائی

رتبه ۹۴۷
صفورا بقائی


رتبه ۱۰۵۲
پویان فریور افشار

رتبه ۱۰۵۸
الینا جلالی فر

رتبه ۱۱۲۲
علی طاهر زاده

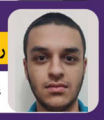
رتبه ۱۱۲۷
زهرا بابائی

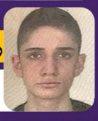
رتبه ۱۲۳۴
مطهره توحیدی

رتبه ۱۲۳۶
مبینا ایزدی

رتبه ۱۲۸۴
بهار امیری

رتبه ۱۲۸۴
فاطمه معین زاده


رتبه ۱۳۵۰
علی زینلی


رتبه ۱۳۷۲
پارسا رضایی

رتبه ۱۴۲۴
سید امیرحسین حسینی

رتبه ۱۴۸۳
سینا خاوری خراسانی

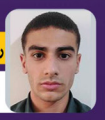
رتبه ۱۴۹۳
محمد مهدی خرم زاده

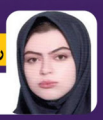
رتبه ۱۵۰۳
فاطمه رحیم زاده

رتبه ۱۵۳۴
فاطیما عبیری

رتبه ۱۶۲۸
امیرمحمد فکور حقیقی

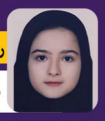
رتبه ۱۶۳۹
ابوالفضل نیرومند


رتبه ۱۶۷۸
سجاد ینکی


رتبه ۱۶۹۶
ندا ملکشاهی

رتبه ۱۷۳۱
محمدرضا محسنی

رتبه ۱۷۵۴
هلیا حاجیلوئی


رتبه ۱۹۶۶
مهسا رضایی مقدم

رتبه ۲۰۱۵
علی شیرزاد

رتبه ۲۵۵۹
سارا حمزه

رتبه ۲۶۲۵
زهره مجمعی

رتبه ۲۷۱۱
محمد غلامی

رتبه ۲۷۵۱
فهمیه سیدآبادی

رتبه ۲۷۸۱
سعید شبانی

رتبه ۲۷۹۴
مریم بادلی

رتبه ۲۸۱۰
هدیه رحیمی

رتبه ۲۸۸۱
پارسا جمال امیدی

رتبه ۳۱۳۳
صبا شایع ثانی

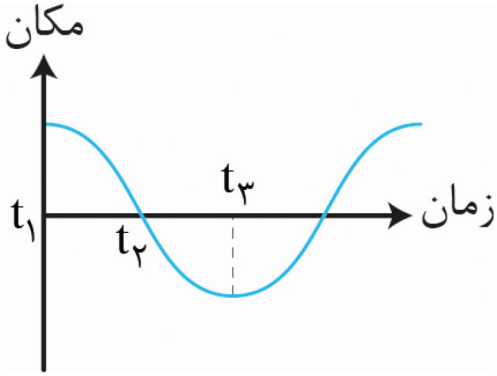
رتبه ۳۲۴۴
هلیا سجادی

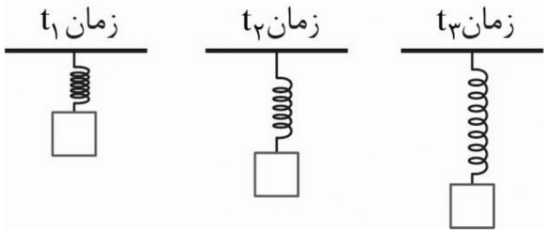
رتبه ۳۳۴۳
سینا ارزمانی

فصل ۳: نوسان و موج

نوسان دوره‌ای: اگر یک فنر را از جایی آویزان کنید و یک وزنه به آن ببندید و وزنه را پایین کشیده و رها کنید، حرکتی منظم و دائما در حال تکرار دیده میشود به اسم نوسان های دوره ای!

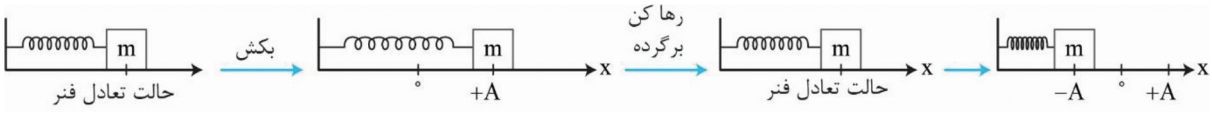
نکته: دوره به واحد زمانی که هر دوره رفت و برگشت فنر طول میکشد گفته میشود و بسامد تعداد نوسانات در مدت یک ثانیه است.





حرکت هماهنگ ساده نوسانی: وزنه **m** بین دو نقطه **+A** و **−A** روی محور **X** رفت و برگشت انجام میدهد.

- چند نکته خفن در مورد نقطه‌های **+A** و **−A** و مبدا صفر که با **O** هم نشان میدهند



O
جسم اینجا بیشترین سرعت را دارد چون فنر در حال تعادل است و هیچ نیرویی به جسم وارد نمیکند.

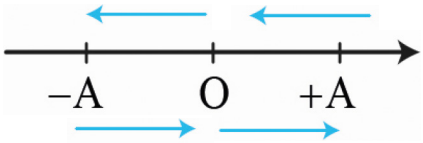
$$F = k\Delta x \xrightarrow{\Delta x = 0} F = 0$$

−A
جسم به سمت مثبت ها برمیگردد و کمترین طول را در فنر مشاهده میکنیم و بیشترین فشردگی وجود دارد. سرعت بازم صفر و بیشترین نیرو دیده میشود. چرا؟ چون $F = k\Delta x$

+A
جسم به عقب برمیگردد و جهت حرکت به سمت منفی است! سرعتش صفر میشود و فنر هم بیشترین کشیدگی و نیرو را دارد. چرا؟ چون $F = k\Delta x$

یاداوری: انرژی پتانسیل فقط گرانش نیست. فنر کشیده و یا فشرده شده هم انرژی پتاسیل دارد پس نقاط **+A** و **−A** بیشترین انرژی پتانسیل را دارند و نقطه **O** هم که حالت تعادل است که اصلاً انرژی پتانسیل ندارد!

- رابطه بین **x** و **t** در حرکت نوسانی: $x = A\cos\omega t$



نوسان بالا یک نوسان کامل(رفت و برگشتی) است چون رفت و برگشت دارد. فاصله OA با O(-A) برابر است که دامنه نامیده میشود و با **A** نشون داده میشود!

در هر نوسان کامل چند بار مسافت به اندازه **A** طی میشود؟ ۴!

در یک نوسان کامل جابجایی چقدر است؟ صفر چون مبدا و مقصد یکی است!

نکته: طی کردن هر کدام از **A**ها به اندازه $\frac{T}{۴}$ طول میکشه

مثال: نوسانگری ۵ نوسان کامل انجام داده اگر مسافت طی شده آن طی نوسان **cm** ۶۰ باشد طول دامنه این نوسانگر چند **cm** است؟ (تالیفی)

$$\frac{۶۰}{۵}=۱۲\text{cm} \qquad \xrightarrow[\text{طی میکنه }4A]{\text{هر نوسان کامل}} = \frac{۱۲}{۴}=۳\text{cm}$$

بسامد زاویه‌اي چیست؟ فرض کنید با ماشین دور فلکه با تندی ثابت می‌چرخید هر دوری که میزنید یک حرکت متناوب و تکراری است.

در این مثال سرعت زاویه ای شما سرعت چرخش شما به دور یک دایره است.

•هر دایره۲π رادیان است پس:

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

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=۲\pi f \qquad \omega(\frac{\text{rad}}{\text{s}})$$

مثال: مدت گردش متحرکی دور یک دایره (**S**) ۴ است چه مدت طول میکشه این متحرک رادیان بچرخد؟ (تالیفی)

$$\omega=\frac{۲\pi}{۴}=\frac{\pi}{۲}\left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) \quad , \quad \begin{matrix}\Delta\Theta=\frac{۳\pi}{۴}\\ w=\frac{\pi}{۲}\end{matrix} \Rightarrow \omega=\frac{\Delta\Theta}{\Delta t}\rightarrow \Delta t=\frac{\Delta\Theta}{\omega}=\frac{\frac{۳\pi}{۴}}{\frac{\pi}{۲}}=\frac{۳}{۲}=۱/۵(\text{s})$$

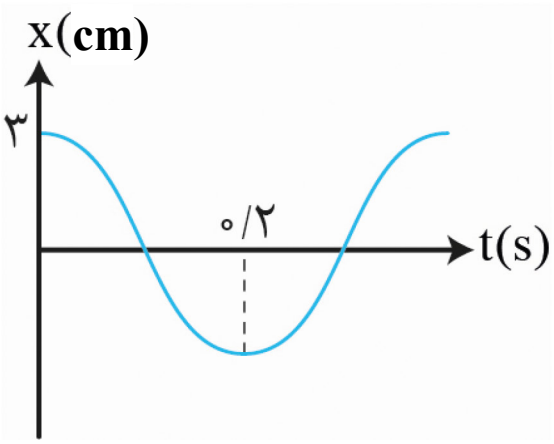
مثال: با توجه به نمودار مقابل: (دی ۱۴۰۰)

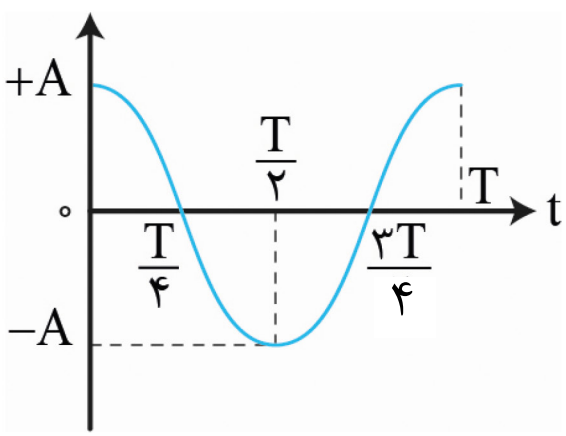
الف) دوره حرکت این متحرک $\frac{۳\pi}{۴}$ چقدر است ؟(نمودار سمت راست میتواند یک الگو باشد.)

ب) معادله حرکت را بنویسید.

$$\frac{T}{۲}=۰/۲\rightarrow T=۰/۴(\text{s}) \qquad A=۰/۰۳(\text{x})$$

$$\Rightarrow x=۰/۰۳\cos\omega.t \xrightarrow[\omega=\frac{۲\pi}{۰/۴}=۵\pi]{\omega=\frac{۲\pi}{T}} x=۰/۰۳\cos ۵\pi.t$$



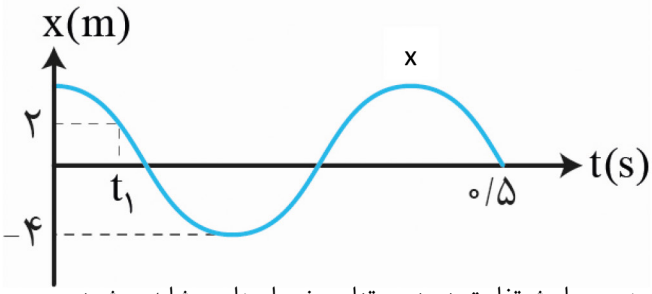


مثال: نمودار مکان- زمان نوسانگری به شکل روبرو است؟ (تمرین کتاب)

الف) معادله حرکت آن را بنویسید: نا نقطه **x** روی محور **t** یک نوسان کامل است از نقطه **x** تا ۰/۵ هم به اندازه **A** جابجایی داریم

پس در مجموع داریم: $۴A+A=۵A$

هر **A** به اندازه $\frac{T}{۴}$ زمان میخواهد پس:



$$\frac{۵T}{۴}=۰/۵\rightarrow T=۰/۴ \qquad A=۰/۴۰m$$

$$w=\frac{۲\pi}{۰/۴}=۵\pi \qquad x=۰/۴۰\cos ۵\pi t$$

$$۵\pi.t=\frac{+\pi}{۲}\rightarrow t=\frac{۱}{۱۵}(s)$$

همه فنر ها مثل هم نیستند و ضریب سختی خودشان را دارند و همین باعث تفاوت در دوره تناوب نوسان‌های مشابه میشود:

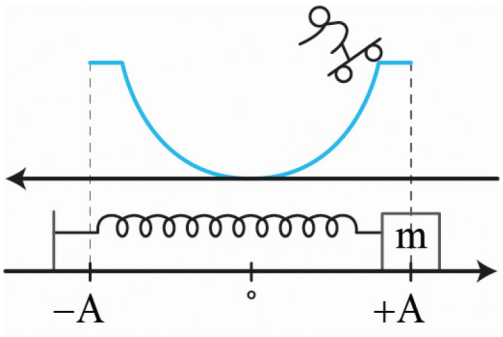
$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{T=\frac{۲\pi}{\omega}} \omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$$

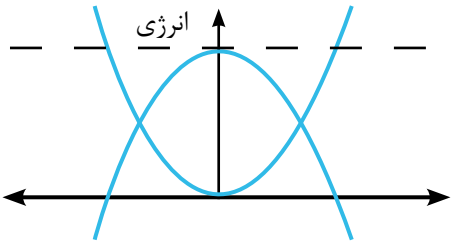
مثال: خودرو ای با سرنشین ۱۶۰۰ **kgr** است و ۴فنر دارد. با سختی $۲\times۱۰^{۴}\frac{N}{m}$ دوره تناوب و بسامد زاویه‌ای این فنرها وقتی در چاله می افتد حساب کنید. (توزیع وزن روی چرخ‌ها یکسان است) (تمرین کتاب)

$$=\frac{۱۶۰۰}{۴}=۴۰۰kgr \qquad ,k=۲\times۱۰^{۴} \qquad T=۲\pi\times\sqrt{\frac{۴۰۰}{۲\times۱۰^{۴}}}=۲\pi\times\sqrt{۲\times۱۰^{-۲}}(s)$$

$$\omega=\sqrt{\frac{۲\times۱۰^{۴}}{۴۰۰}}=\sqrt{\frac{۱}{۲}\times۱۰^{۲}}=\sqrt{۵۰}\left(\frac{rat}{s}\right)$$

انرژی در حرکت هماهنگ ساده: شکل مقابل یک اسکیت سوار در مسیر **U** شکل نشان میدهد و زیر آن یک فنر در حال نوسان است.





انرژی جنبشی کجاها حداکثر و کجا صفر میشود؟ از طرفی $E=k+U$ این یعنی **K** به **U** و **U** به **K** تبدیل میشود اما همچنان **E** ثابت است.

در هر نقطه $E=K+U$ است و **E** ثابت می‌باشد.

- حواست باشه

انرژی فنر در نقاط **A** و **-A** بیشترین مقدار خود است پس: $E=K+U\Leftarrow E=U_{max}$ و برای فنر داریم:

$$U_{max}=\frac{۱}{۲}KA^{۲}=E$$

- در نقطه **O** انرژی جنبش حداکثر میزان خود است، پس:

$$E=K_{max}\Leftarrow E=K+U$$

$$A\sqrt{\frac{k}{m}}=V_{max}\Leftarrow\sqrt{\frac{K.A^2}{m}}=V_{max}\longleftarrow\frac{K.A^2}{m}=V_{max}^2\Leftarrow\frac{1}{2}KA^2=\frac{1}{2}mV_{max}^2$$

- پس خواهیم داشت:
- حداکثر سرعت نوسانگر که در نقطه **O** خواهد بود. $V_{max}=A.\omega$
- در ادامه خواهیم داشت:

$$\Rightarrow E=\frac{1}{2}KA^2=\frac{1}{2}mV_{max}^2=\frac{1}{2}xA^2.\omega^2\xrightarrow{\omega=2\pi f}E=2\pi^2mA^2f^2=K_{max}$$

مثال: تندی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای که با دامنه **۱۰cm** و دوره **(s)** ۰/۵ نوسان می‌کند هنگام عبور از نقطه تعادل چند **m/s** است؟ (مثال کتاب)

اثبات فرمول $V_{max}=A.\omega$:

$$2\pi^2MA^2f^2=\frac{1}{2}m.V_{max}^2\rightarrow V_{max}=2\pi AF=A.\omega$$

یادآوری: $F=kx\Leftarrow$ تنها نیروی تاثیر گذار در سامانه وزنه و فنر میباشد:

$$F_{net}=F\Rightarrow kx=m.a\rightarrow a=\frac{k}{m}x\Rightarrow a=\omega^2.x$$

مثال: معادله حرکت هماهنگ ساده نوسانگری $x=0/02\cos 20\pi.t$ می‌باشد: (خرداد ۱۴۰۲ تجربی)

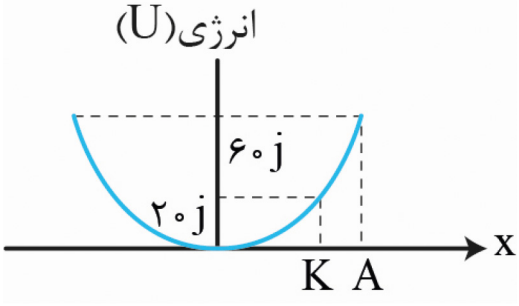
الف) اندازه شتاب نوسانگر را در مکان محاسبه کنید.

$$a=\omega^2.x\begin{cases}\omega=20\pi\\x=0/01\end{cases}\Rightarrow a=(20\pi)^2\times 0/01=4\pi^2\frac{m}{s^2}$$

ب) در چه لحظه ای برای اولین بار تندی بیشینه می‌شود؟

برای اولین بار یعنی از **O** می‌گذرد اگر به نوسانگر $t=0$ بدهیم می‌بینیم که مکان شروع حرکت **+A** است. پس برای رسید به **O** به $\frac{T}{4}$ زمان نیاز دارد:

مثال: نمودار مقابل انرژی برحسب مکان سامانه جرم- فنری است که جرم متصل به فنر **۲۰۰gr** می‌باشد تندی وزنه رادیکال **x** بدست بیاورید. (خرداد ۱۴۰۲تجربی)



$$U_{max}=E=60j\Rightarrow\qquad Y=20j\Rightarrow E=U+K\Rightarrow K=E-U$$

$$\Rightarrow K=60-20=40j\xrightarrow{t=\frac{1}{2}mr^2}\frac{1}{2}(0/2)V^2=40\Rightarrow V=20\frac{m}{s}$$

ب) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی کشسان با جنبشی برابر شود؟ (مشابه تمرین کتاب)

$$if\quad t=U\Rightarrow k+U=E\Rightarrow E=2k$$

$$\Rightarrow 60=2\times\frac{1}{2}(0/2)V^2\Rightarrow 300=V^2\rightarrow V=10\sqrt{3}\frac{m}{s}\simeq 17\frac{m}{s}$$

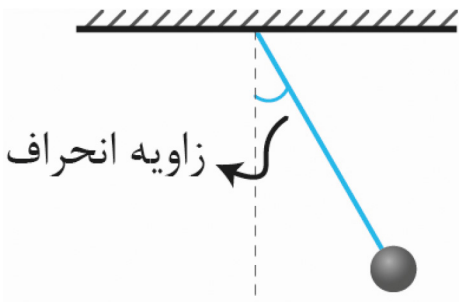
آیا نوسان مختص وزنه-فنر است؟ خیر. آونگ نیز میتواند نوسان داشته باشد.

هرچه بند آونگ بلند تر باشد زمان رفت و برگشت و در نتیجه دوره تناوب بیشتر میشود.

فرمول میگه:

L طول طناب

g شتاب گرانشی در محل



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

مثال: دوره تناوب آونگ ساده‌ای (**S**) ۱/۲است. طول آونگ را حساب کنید.($\pi=۳\ ,\ y=۱۰$) (خرداد ۱۴۰۲ریاضی)

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\rightarrow\frac{۱}{۲}=۲\times۳\sqrt{\frac{L}{۱۰}}\Rightarrow L=۰/۴\ (m)$$

مثال:ساعت آونگ داری در تهران تنظیم شده، ساعت را به استوا میبریم، ساعت جلو میرود یا عقب؟ در یک شبانه روز جقدر تغییر خواهیم داشت؟ در تابستان ساعت چه تغییری میکند؟ (تمرین کتاب)

تهران$g=۹/۸m.s$ استوا$g=۹/۷m.s$

زمان تناوب در استوا بیشتر میشود. پس چون رفت و برگشت بیشتر طول میکشد عقربه‌ها دیر به دیر تکان میخورند و ساعت عقب میافتد

$\frac{T_{\text{استوا}}}{T_{\text{تهران}}}=\sqrt{\frac{g_{\text{تهران}}}{g_{\text{استوا}}}}=\sqrt{\frac{۹/۸}{۹/۷۸}}=۱/۰۰۱$

در هر نوسان$\Rightarrow\Delta t=T-T=۱/۰۰۱-۱=۰/۰۰۱(s)$

میزان عقب افتادن $۰/۰۰۱\times(۲۴\times۶۰\times۶۰)=۸۶/۴(s)$ در ۲۴ ساعت $\rightarrow$

افزایش دما یعنی افزایش طول آهنگ در اثر انبساط:

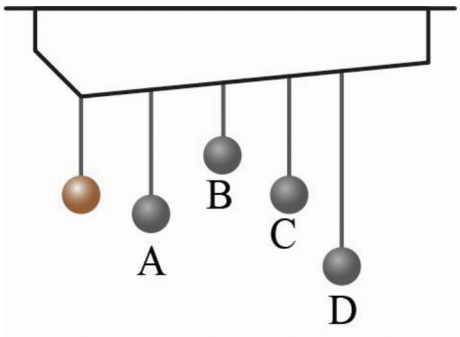
$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}}>۱$$

باز هم آونگ ساعت را عقب میاندازد!

- عجب سوالیِ بود

تشدید: تشدید زمانی اتفاق می افتد که **T**ها برای دو نوسانگر برابر باشد و در آونگ میشه طول برابر! چون **g** برابر ست.

طبق مطلب بالا فقط آونگ **C** که طول برابری با آونگ اصلی دارد دچار تشدید میشود.



یک مثال بارز از پدیده تشدید در رژه سرباز ها دیده میشود!سرباز ها وقتی به یک پل برسند دیگر رژه نمیروند زیرا حرکت منظم پاها باعث لرزش پل و تشدید این لرزه میشوند. در نتیجه پل فرو میریزد.

موج و انواع آن:

مکانیکی: برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد مانند موج روی سطح آب

الکترومغناطیسی: برای انتشار نیاز به محیط مادی نیاز ندارد مثل امواج رادیویی، نور و...

موج عرضی: موجی که راستای نوسان ذرات عمودی و جهت اتتشار موج افقی است.

موج طولی: موجی که جهت حرکت موج‌ها با ذرات نوسان کننده همسو است.

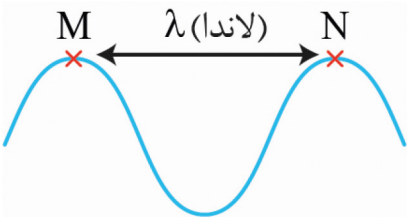
نکته این موج است که حرکت میکند و ذرات طناب یا فنر فقط سر جای خود نوسان می‌کنند مثل موج مکزیکی!

مشخصه هاي موج:

- موج عرضی

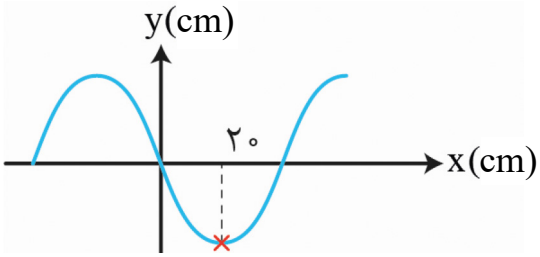
نقطه **M** سر جایش بالا پایین میرود پس حرکت نوسانی در حال انجام است!

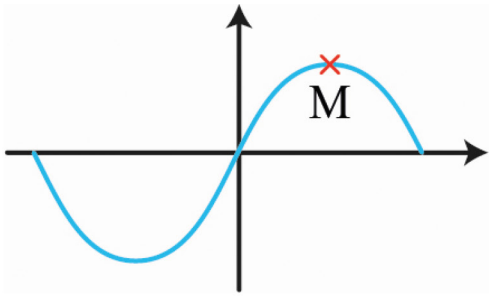
به هر کدام از این قله ها جبهه موج می‌گویند و فاصله بین دو قله را طول موج می‌گویند.

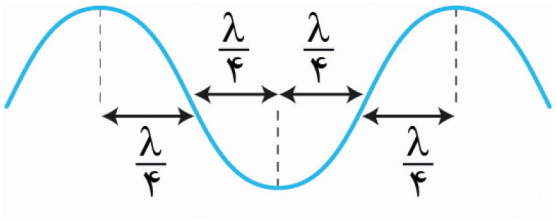


تندی انتشار موج $\Rightarrow V=\frac{X}{T}=\lambda f$

شکل مقابل نمودار موج عرضی را در لحظه **t**=۰ نشان میدهد اگرتندی انتشار موج **m/s** ۴ باشد نمودار را در لحظه$t=\frac{۱}{۱۰}(s)$ رسم کنید. (نهایی ۱۴۰۲ ریاضی)



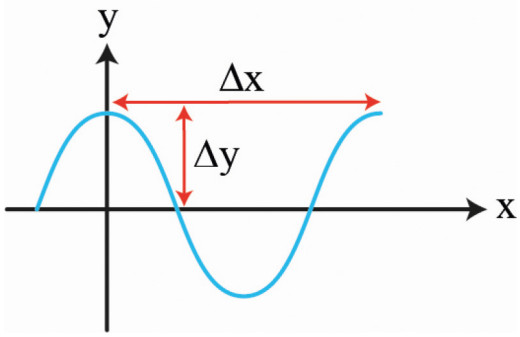




فاصله دو قله میشودλ پس:

$\lambda=VT\Rightarrow T=\frac{۰/۸}{۴}=\frac{۲}{۱۰}s$ $\quad t=\frac{۱}{۱۰}=\frac{T}{۲}$

مثال: در نمودار جابجایی مکان موج عرض شکل زیر$\Delta x=۴۰tcm,\Delta y=۱۵cm$ است اگر بسامد نوسان **Hz** ۸باشد طول موج، دامنه تندی و دوره تناوب موج چقدر است؟ (تمرین کتاب)



$\lambda=\Delta H=۴۰cm$ $\quad A=\Delta y=۱۵Cm$ $\quad \lambda=\frac{V}{F}\Rightarrow V=۳/۲\frac{m}{s}$ $\quad T=\frac{۱}{F}=\frac{۱}{۸}(s)$

یه سوال اون طناب که توش موج ایجاد کردی اگر ضخیم باشه موج چجوریا میشه ؟ اگر دو طرف طناب رو شل بگیری چی؟

این نشون میده که ضخامت طناب و نیروی دو سر طناب که محکم کردی اثر تو گیتار هرچی تار گیتار محکم تر باشه با یه اشاره با سرعت بالا به لرزش درمیاد و هرچی ضخیم تر سرعت لرزش کمتر پس:

سرعت m/s

$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ ← نیروی کشش تار یا فنر، چگالی خط

$\mu=\frac{m}{L}$ ← جرم(تار)، طول(تار) $\quad kgr$

مثال: فنری به جرم **kgr** ۵ و طول **m** ۲ با نیروی **N** ۹ میکشیم تندی انتشار موج عرضی چند **m/s** است؟ (خرداد ۱۴۰۱ ریاضی)

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}},\mu\frac{m}{L}=\frac{۰/۵}{۲}=\frac{۱kgr}{۴m}\Rightarrow V=\sqrt{\frac{۹}{\frac{۱}{۴}}}=\sqrt{۳۶}=۶\frac{m}{s}$$

نکته: موج حاصل انرژی است.

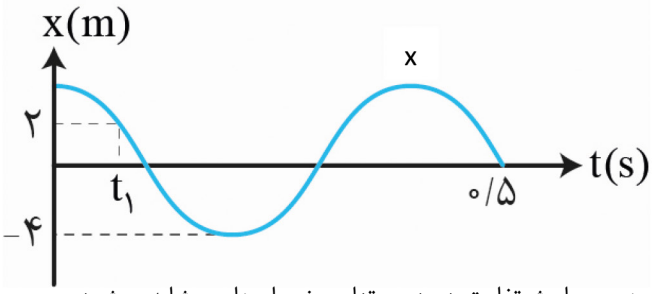
امواج الکترومغناطیسی: امواج الکترومغناطیسی لزوماً ناشی از تغییرات هم زمان میدان الکتریکی و مغناطیسی است تازه عمود به هم هستند.

مثال: نمودار مکان- زمان نوسانگری به شکل روبرو است؟ (تمرین کتاب)

الف) معادله حرکت آن را بنویسید: نا نقطه **x** روی محور **t** یک نوسان کامل است از نقطه **x** تا ۰/۵ هم به اندازه **A** جابجایی داریم

پس در مجموع داریم: $۴A+A=۵A$

هر **A** به اندازه $\frac{T}{۴}$ زمان میخواهد پس:



$$\frac{۵T}{۴}=۰/۵\rightarrow T=۰/۴ \qquad A=۰/۴۰m$$

$$w=\frac{۲\pi}{۰/۴}=۵\pi \qquad x=۰/۴۰\cos ۵\pi t$$

$$۵\pi.t=\frac{+\pi}{۲}\rightarrow t=\frac{۱}{۱۵}(s)$$

همه فنر ها مثل هم نیستند و ضریب سختی خودشان را دارند و همین باعث تفاوت در دوره تناوب نوسان‌های مشابه میشود:

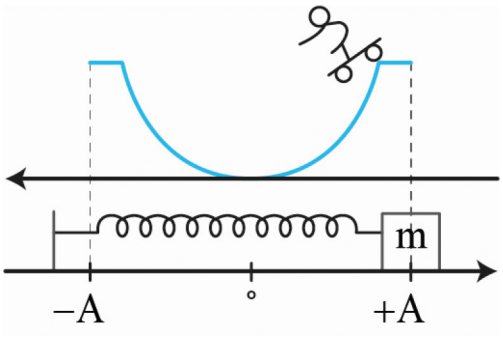
$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{T=\frac{۲\pi}{\omega}} \omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$$

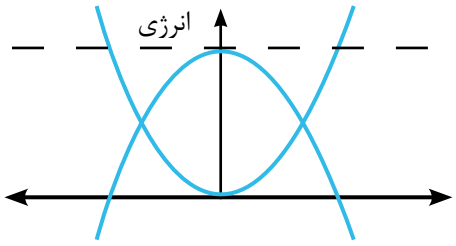
مثال: خودرو ای با سرنشین ۱۶۰۰ **kgr** است و ۴فنر دارد. با سختی $۲\times۱۰^{۴}\frac{N}{m}$ دوره تناوب و بسامد زاویه‌ای این فنرها وقتی در چاله می افتد حساب کنید. (توزیع وزن روی چرخ‌ها یکسان است) (تمرین کتاب)

$$=\frac{۱۶۰۰}{۴}=۴۰۰kgr \qquad ,k=۲\times۱۰^{۴} \qquad T=۲\pi\times\sqrt{\frac{۴۰۰}{۲\times۱۰^{۴}}}=۲\pi\times\sqrt{۲\times۱۰^{-۲}}(s)$$

$$\omega=\sqrt{\frac{۲\times۱۰^{۴}}{۴۰۰}}=\sqrt{\frac{۱}{۲}\times۱۰^{۲}}=\sqrt{۵۰}\left(\frac{rat}{s}\right)$$

انرژی در حرکت هماهنگ ساده: شکل مقابل یک اسکیت سوار در مسیر **U** شکل نشان میدهد و زیر آن یک فنر در حال نوسان است.





انرژی جنبشی کجاها حداکثر و کجا صفر میشود؟ از طرفی $E=k+U$ این یعنی **K** به **U** و **U** به **K** تبدیل میشود اما همچنان **E** ثابت است.

در هر نقطه $E=K+U$ است و **E** ثابت می‌باشد.

- حواست باشه

انرژی فنر در نقاط **A** و **-A** بیشترین مقدار خود است پس: $E=K+U\Leftarrow E=U_{max}$ و برای فنر داریم:

$$U_{max}=\frac{۱}{۲}KA^{۲}=E$$

- در نقطه **O** انرژی جنبش حداکثر میزان خود است، پس:

$$E=K_{max}\Leftarrow E=K+U$$

$$A\sqrt{\frac{k}{m}}=V_{max}\Leftarrow\sqrt{\frac{K.A^2}{m}}=V_{max}\longleftarrow\frac{K.A^2}{m}=V_{max}^2\Leftarrow\frac{1}{2}KA^2=\frac{1}{2}mV_{max}^2$$

- پس خواهیم داشت:
- حداکثر سرعت نوسانگر که در نقطه **O** خواهد بود. $V_{max}=A.\omega$
- در ادامه خواهیم داشت:

$$\Rightarrow E=\frac{1}{2}KA^2=\frac{1}{2}mV_{max}^2=\frac{1}{2}xA^2.\omega^2\xrightarrow{\omega=2\pi f}E=2\pi^2mA^2f^2=K_{max}$$

مثال: تندی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای که با دامنه **cm**۱۰ و دوره (**s**) ۰/۵ نوسان می‌کند هنگام عبور از نقطه تعادل چند **m/s** است؟ (مثال کتاب)

اثبات فرمول $V_{max}=A.\omega$:

$$2\pi^2MA^2f^2=\frac{1}{2}m.V_{max}^2\rightarrow V_{max}=2\pi AF=A.\omega$$

یادآوری: $F=kx\Leftarrow$ تنها نیروی تاثیر گذار در سامانه وزنه و فنر میباشد:

$$F_{net}=F\Rightarrow kx=m.a\rightarrow a=\frac{k}{m}x\Rightarrow a=\omega^2.x$$

مثال: معادله حرکت هماهنگ ساده نوسانگری $x=0/02\cos 20\pi.t$ می‌باشد: (خرداد ۱۴۰۲ تجربی)

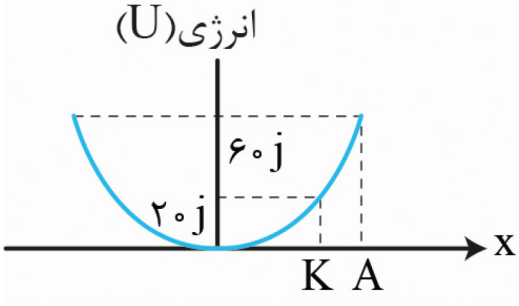
الف) اندازه شتاب نوسانگر را در مکان محاسبه کنید.

$$a=\omega^2.x\begin{cases}\omega=20\pi\\x=0/01\end{cases}\Rightarrow a=(20\pi)^2\times 0/01=4\pi^2\frac{m}{s^2}$$

ب) در چه لحظه ای برای اولین بار تندی بیشینه می‌شود؟

برای اولین بار یعنی از **O** می‌گذرد اگر به نوسانگر $t=0$ بدهیم می‌بینیم که مکان شروع حرکت **A**+ است. پس برای رسید به **O** به $\frac{T}{4}$ زمان نیاز دارد:

مثال: نمودار مقابل انرژی برحسب مکان سامانه جرم- فنری است که جرم متصل به فنر **gr** ۲۰۰می‌باشد تندی وزنه رادیکال **x** بدست بیاورید. (خرداد ۱۴۰۲تجربی)



$$U_{max}=E=60j\Rightarrow\qquad Y=20j\Rightarrow E=U+K\Rightarrow K=E-U$$

$$\Rightarrow K=60-20=40j\xrightarrow{t=\frac{1}{2}mr^2}\frac{1}{2}(0/2)V^2=40\Rightarrow V=20\frac{m}{s}$$

ب) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی کشسان با جنبشی برابر شود؟ (مشابه تمرین کتاب)

$$if\quad t=U\Rightarrow k+U=E\Rightarrow E=2k$$

$$\Rightarrow 60=2\times\frac{1}{2}(0/2)V^2\Rightarrow 300=V^2\rightarrow V=10\sqrt{3}\frac{m}{s}\simeq 17\frac{m}{s}$$

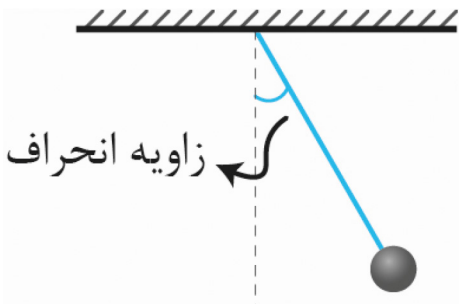
آیا نوسان مختص وزنه-فنر است؟ خیر. آونگ نیز میتواند نوسان داشته باشد.

هرچه بند آونگ بلند تر باشد زمان رفت و برگشت و در نتیجه دوره تناوب بیشتر میشود.

فرمول میگه:

L طول طناب

g شتاب گرانشی در محل



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

مثال: دوره تناوب آونگ ساده‌ای (**S**) ۱/۲است. طول آونگ را حساب کنید.($\pi=۳\ ,\ y=۱۰$) (خرداد ۱۴۰۲ریاضی)

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\rightarrow\frac{۱}{۲}=۲\times۳\sqrt{\frac{L}{۱۰}}\Rightarrow L=۰/۴\ (m)$$

مثال:ساعت آونگ داری در تهران تنظیم شده، ساعت را به استوا میبریم، ساعت جلو میرود یا عقب؟ در یک شبانه روز جقدر تغییر خواهیم داشت؟ در تابستان ساعت چه تغییری میکند؟ (تمرین کتاب)

استوا$g=۹/۷m.s$ تهران$g=۹/۸m.s$

زمان تناوب در استوا بیشتر میشود. پس چون رفت و برگشت بیشتر طول میکشد عقربه‌ها دیر به دیر تکان میخورند و ساعت عقب میافتد

$$\frac{T_{\text{استوا}}}{T_{\text{تهران}}}=\sqrt{\frac{g_{\text{تهران}}}{g_{\text{استوا}}}}=\sqrt{\frac{۹/۸}{۹/۷۸}}=۱/۰۰۱$$

در هر نوسان$\Rightarrow\Delta t=T-T=۱/۰۰۱-۱=۰/۰۰۱(s)$

میزان عقب افتادن $۰/۰۰۱\times(۲۴\times۶۰\times۶۰)=۸۶/۴(s)$ در ۲۴ ساعت $\rightarrow$

افزایش دما یعنی افزایش طول آهنگ در اثر انبساط:

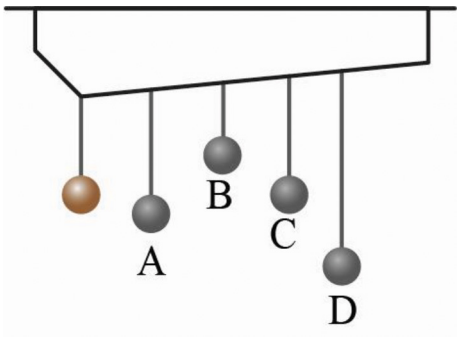
$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}}>۱$$

باز هم آونگ ساعت را عقب میاندازد!

- عجب سوالیِ بود

تشدید: تشدید زمانی اتفاق می افتد که **T**ها برای دو نوسانگر برابر باشد و در آونگ میشه طول برابر! چون **g** برابر ست.

طبق مطلب بالا فقط آونگ **C** که طول برابری با آونگ اصلی دارد دچار تشدید میشود.



یک مثال بارز از پدیده تشدید در رژه سرباز ها دیده میشود!سرباز ها وقتی به یک پل برسند دیگر رژه نمیروند زیرا حرکت منظم پاها باعث لرزش پل و تشدید این لرزه میشوند. در نتیجه پل فرو میریزد.

موج و انواع آن:

مکانیکی: برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد مانند موج روی سطح آب

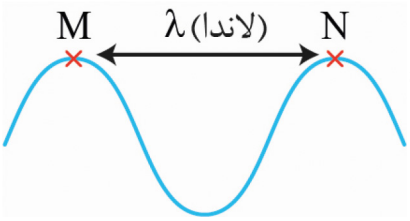
الکترومغناطیسی: برای انتشار نیاز به محیط مادی نیاز ندارد مثل امواج رادیویی، نور و...

موج عرضی: موجی که راستای نوسان ذرات عمودی و جهت اتتشار موج افقی است.

موج طولی: موجی که جهت حرکت موج‌ها با ذرات نوسان کننده همسو است.

نکته این موج است که حرکت میکند و ذرات طناب یا فنر فقط سر جای خود نوسان می‌کنند مثل موج مکزیکی!

مشخصه هاي موج:



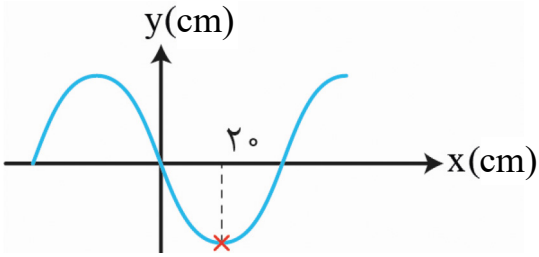
تندی انتشار موج $\Rightarrow V=\frac{X}{T}=\lambda f$

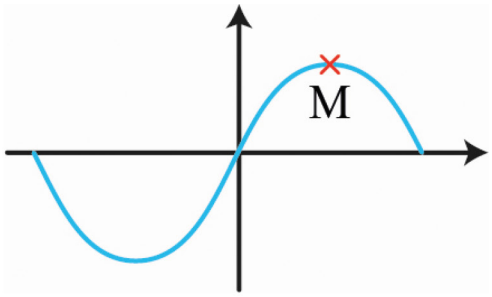
- موج عرضی

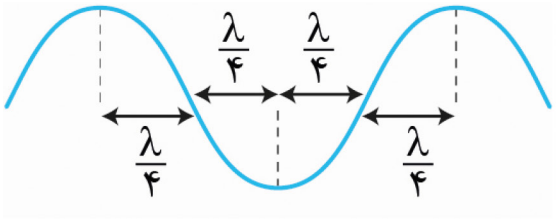
نقطه **M** سر جایش بالا پایین میرود پس حرکت نوسانی در حال انجام است!

به هر کدام از این قله ها جبهه موج می‌گویند و فاصله بین دو قله را طول موج می‌گویند.

شکل مقابل نمودار موج عرضی را در لحظه **t**=۰ نشان میدهد اگرتندی انتشار موج **m/s** ۴ باشد نمودار را در لحظه$t=\frac{۱}{۱۰}(s)$ رسم کنید. (نهایی ۱۴۰۲ ریاضی)



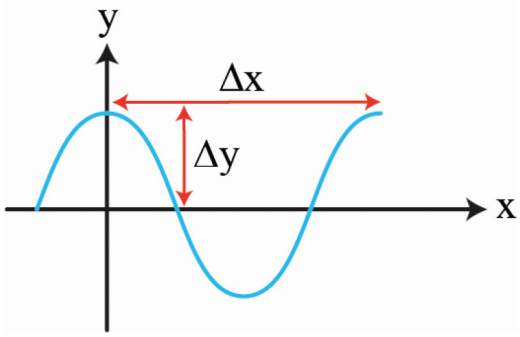




فاصله دو قله میشودλ پس:

$\lambda=VT\Rightarrow T=\frac{۰/۸}{۴}=\frac{۲}{۱۰}s$ $\quad t=\frac{۱}{۱۰}=\frac{T}{۲}$

مثال: در نمودار جابجایی مکان موج عرض شکل زیر$\Delta y=۱۵cm,\Delta x=۴۰tcm$ است اگر بسامد نوسان **Hz** ۸باشد طول موج، دامنه تندی و دوره تناوب موج چقدر است؟ (تمرین کتاب)



$\lambda=\Delta H=۴۰cm \quad A=\Delta y=۱۵Cm \quad \lambda=\frac{V}{F}\Rightarrow V=۳/۲\frac{m}{s} \quad T=\frac{۱}{F}=\frac{۱}{۸}(s)$

یه سوال اون طناب که توش موج ایجاد کردی اگر ضخیم باشه موج چجوریا میشه ؟ اگر دو طرف طناب رو شل بگیری چی؟

این نشون میده که ضخامت طناب و نیروی دو سر طناب که محکم کردی اثر تو گیتار هرچی تار گیتار محکم تر باشه با یه اشاره با سرعت بالا به لرزش درمیاد و هرچی ضخیم تر سرعت لرزش کمتر پس:

سرعت m/s

$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ ← نیروی کشش تار یا فنر، چگالی خط

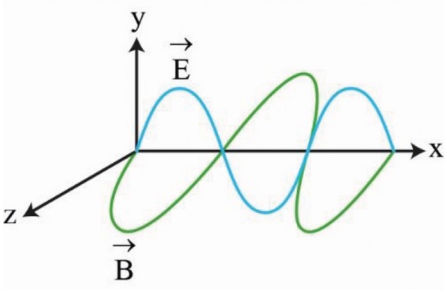
$\mu=\frac{m}{L}$ ← جرم(تار)، طول(تار) kgr

مثال: فنری به جرم **kgr** ۵ و طول **m** ۲ با نیروی **N** ۹ میکشیم تندی انتشار موج عرضی چند **m/s** است؟ (خرداد ۱۴۰۱ ریاضی)

$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}},\mu\frac{m}{L}=\frac{۰/۵}{۲}=\frac{۱kgr}{۴m}\Rightarrow V=\sqrt{\frac{۹}{\frac{۱}{۴}}}=\sqrt{۳۶}=۶\frac{m}{s}$

نکته: موج حاصل انرژی است.

امواج الکترومغناطیسی: امواج الکترومغناطیسی لزوماً ناشی از تغییرات هم زمان میدان الکتریکی و مغناطیسی است تازه عمود به هم هستند.



قاعده دست راست محور **y** موج الکتریکی (چهار انگشت)

محور **z** موج مغناطیسی (از کف دست خارج)

محور **x** جهت انتشار موج (انگشت شست)

جالب: اگه یه گوشی بزاری تو یه ظرف شیشه ای با تلمبه هوای داخل ظرف رو خالی کنی میتونی با تلفن دیگه با گوشی تماس بگیری اما صدای گوشی داخل طرف نمیاد.

مثال: گستره طول موج نورمرئی در خلا ۴۰۰ nm تا **nm** ۷۰۰ است. گستره بسامد مربوط به این نور را حساب کنید. (مثال کتاب)

سرعت امواج الکترومغناطیسی در خلا مثل نور: $C = ۳\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}$

بنفش $f = \frac{C}{\lambda} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۴۰۰\times۱۰^{-۹}} = ۷/۵\times۱۰^{۱۴}\,Hz$

قرمز $f : \frac{C}{\lambda} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۴۰۰\times۱۰^{-۹}} = ۴/۳\times۱۰^{۱۴}\,Hz$

چند نکته:

✓برای امواج مکانیکی، تندی انتشار امواج طولی مثل صوت در محیط جامد بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی در همان محیط است.

✓امواج صوتی در واقع تپ‌هایی هستند که در آن به طور متوالی مولکول‌ها متراکم یا منبسط میشوند.

✓زمین لرزه شامل دو موج است. عرضی امواج **S** و طولی امواج **P** نام دارند و موج طولی سریعتر است.

✓ $\Delta x = \frac{V_s . V_p}{V_p - V_s}$

مثال: تندی موج **P** برابر $۸\,\frac{km}{s}$ و موج **S** برابر $۴/۵\,\frac{km}{s}$ است اگر دو زمین لرزه‌ای موج **P** حدود **min** ۳ زودتر برسد کانون زمین لرزه در چه فاصله‌ای از سطح زمین است؟ (مثال کتاب)

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{V_s} - \frac{\Delta x}{V_p} \rightarrow \Delta x = \frac{V, V_p}{V_p - V_s}\Delta t \Rightarrow \frac{۴/۵\times۸}{۸-۴/۵}(۳\times۶۰) = ۱/۹\times۱۰^{۳}\,km$$

صوت: صورت در تمام جهات بصورت کره منتشر میشود.

پس با فاصله گرفتن از چشمه صوت کره بزرگتر میشه و شدت صوت کمتر آهنگ متوسط انرژی که بخواهد مسطح میرسه $I = \frac{P_{or}}{A}$ شدت صوت

•برای سادگی و راحتی از تراز شدت صوت استفاده می‌کنیم: $B = (۱۰\,db)Log\frac{I}{I_.}$ دسی بل

نکته: $I_. = ۱۰^{-۱۲}\,\frac{w}{m^۲}$ است و به این دلیل مرجه انتخاب کردیم چون به پایین‌ترین حد شنوایی انسان نزدیکتر است و بقیه را هم بر مبنای همین با این فرمول می‌سنجیم.

مثال: تراز شدت صوتی **dB** ۸۰ است. شدت این صوت چقدر است؟ (مثال کتاب)

$$B = ۱۰\,Log\frac{I}{I_.} = ۸۰ \rightarrow Log\frac{I}{I_۱} = ۸ \Rightarrow \frac{I}{I_.} = ۱۰^{۸}\times۱۰^{-۱۲} = ۱۰^{-۴}\,\frac{V}{m^۲}$$

•در فاصله ۱۰ متری در مدت (**S**) ۲ چه انرژی به گوش یک فرد می‌رسد؟ (تالیفی) شرمنده سختش کردم فحش نده (مساحت کره)

$$P = I.A \Rightarrow P = ۱۰^{-۴} \times ۴ \times \pi \times ۱۰^{۲} = ۱۲ \times ۱۰^{-۲} (w) \Rightarrow E = P.t = ۱۲ \times ۱۰^{-۲} \times ۲ = ۲۴ \times ۱۰^{-۲} \, j$$

مثال: با زیاد کردن صدای تلویزیون شدت صوت ۲برابر میشود، تراز شدت صوتی که می‌شنویم چقدر تغییر میکند؟ (خرداد ۱۴۰۲تجربی)

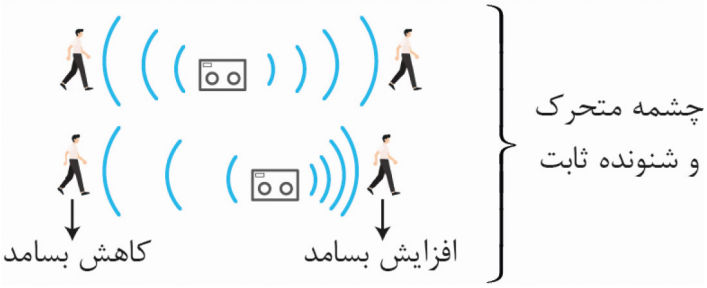
$\text{Log}۲ = ۰/۳$

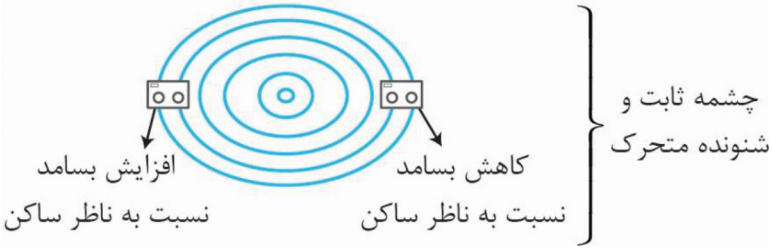
$$\Delta B = ۱۰ \, \text{Log} \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow AB = ۱۰ \times \text{Log}^{۲} \quad \Rightarrow \Delta B = ۳ db$$

چند نکته: ارتفاع صوت، بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند و بلندی صوت، شدتی است که گوش انسان حس می‌کند

گوش انسان قادر به شنیدن **Hz** ۲۰تا **Hz** ۲۰۰۰۰می‌باشد.

اثر دوپلر: وقتی چشمه صوت یا شنونده متحرک باشد بسامد دریافتی تغییر میکند. کاربرد خفن: دوربین پلیس





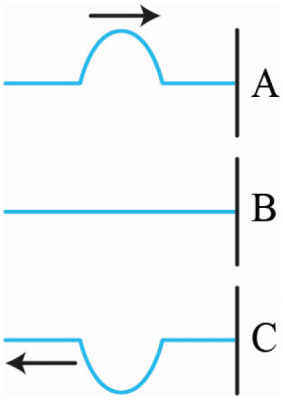
نکته: در امواج الکترومغناطیسی مثل نور اثر دوپلر شاهد کاهش طول موج خواهیم شد مثلاً طول موج نوری که **nm** ۷۰۰ است.

وقتی به سمتش می‌رویم مثلاً **nm**۵۰۰ می‌بینیم مثل اینکه نور قرمز رو به رنگ آبی ببینیم.

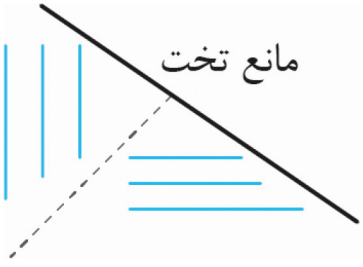
بازتاب موج: دیدن خودت در آینه، فریاد زدن در کوه و شنیدن صدای خود بعد از مدتی کوتاه مثالهایی از بازتاب موج میباشند.

بازتاب موج عرضی: به بازتاب موج مشابه شکل مقابل گفته میشود

بازتاب موج تخت: موجی که در سطح و دو بعدی است.

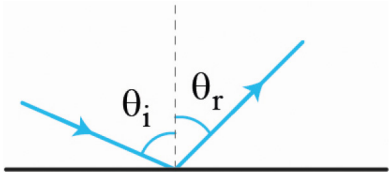


نمودار پرتویی



جبهه‌های موج تخت بازتاب پیدا کرده است.

قانون بازتاب عمومی:



مکان‌یابی پژواکی کاربرد بازتاب موج: خفاش با شنیدین بازتاب صوت می‌بینند. دستگاه سونوگرافی و ناو کشتی نیز همین طور هستند!

تندی شارش خون را هم به کمک اثر دوپلر تعیین میکنند.

مثال: وال از مکان‌یابی پژواکی استفاده میکند اگر بسامد امواج وال **khz** ۱۰۰باشد و تندی صوت در آب $۱/۵۲\times۱۰^{۳}\ \frac{m}{s}$ باشد: (مثال کتاب)

الف)طول موج صوت چقدر است؟

$$\lambda=\frac{V}{f}=\frac{۱/۵۲\times۱۰^{۳}}{۱۰۰\times۱۰^{۳}}=۱/۵۲\times۱۰^{-۲}=۱/۵۳cm$$

ب) زمان رفت برگشت صوت از مانع ۱۰۰متری چقدر است؟

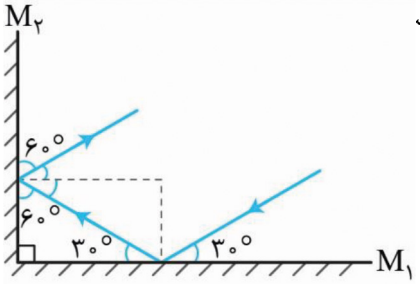
رفته برگشت پس تایم کلی برابر است با: $۲\times۱۰۰=۲۰۰m$

۲

$$t=\frac{200}{152\times10}=0.132(s)$$

مثال: در شکل مقابل پرتو بازتاب از آینه‌های **m۱** و **m۲** را حساب کنید؟ (تمرین کتاب)

با زاویه ۳۰ برخورد کرده است پس با ۳۰ برگشته و با **m۲** برخورد میکند. زاویه برخورد به **m۲** میشه ۶۰ که زاویه تابش که تعریفش زاویه بین پرتو خط عمود است: میشود ۳۰ درجه پس بازتابش هم ۳۰ درجه اس

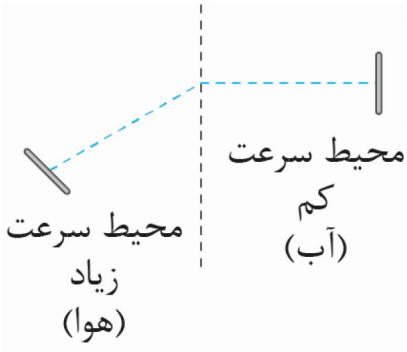


دو نوع بازتاب داریم:

بازتاب آینه‌ای (منظم): از سطح مساحت صیقلی مثل آینه

بازتاب پخشنده: از سطح ناهموار که موج را در تمام جهت بخش میکند

شکست موج:



شکست موج به دلیل اختلاف سرعت موج در محیط مجزا از هم رخ میدهد.

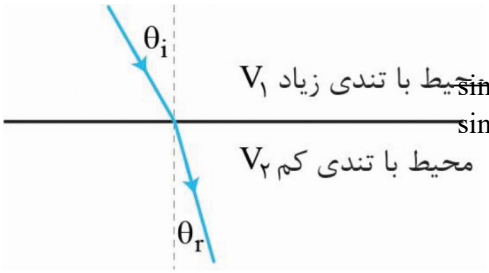
مقایسه سرعت نور در محیط‌های مختلف

مقایسه سرعت تور در محیطهای مختلف $V<V_t<V$

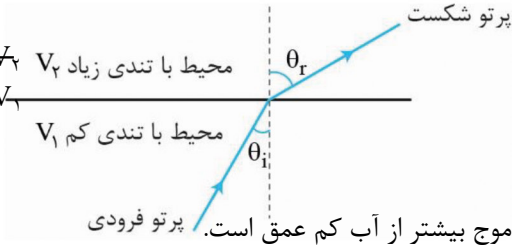
$$V_{\text{جامد}}<V_{\text{مایع}}<V_{\text{هوا}}$$

قانون شکست عمومی

θi زاویه پرتو فرودی و θr زاویه پرتو شکست است.



$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{V_2}{V_1}$



نکته: در آب λ, V موج بیشتر از آب کم عمق است.

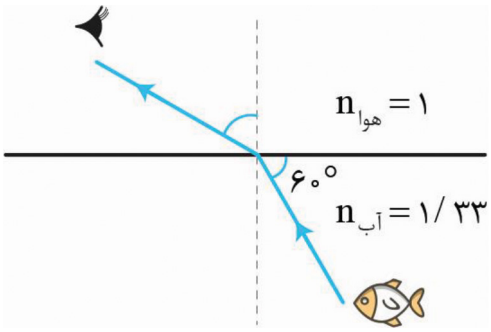
مثال: پرتو نوری مطابق شکل است زاویه شکست آن را حساب کنید. (تمرین کتاب) (آموزشی)

دیدیم که V در شکست نقش داشت بیاید سرعت نور در محیط‌های شفاف رو نسبت به سرعت نور در خلا ببینیم:

- به این $n = \frac{C}{V}$ میگن ضریب شکست که برای هر محیطی جایی خود مشه مثلاً هوا n=1

حالا این رابطه را در قانون شکست عمومی بذاریم، داریم:

- قانون شکست اسنل $\rightarrow n_1 Sin = n_2 Sin_2$



$۱/۳۳ \times Sin\,۳۰ = ۱ \times Sin\,\theta \Leftarrow$ میدونی که زاویه تایش بین پرتو و خط عمود است نه مرز در محیط $۹۰ - ۶۰ = ۳۰$

$۰/۶۶ = Sin\,\theta \Rightarrow \theta = ۴۱/۷^{\circ}$

مثال: طول موج قرمزی **nmb** ۶۳۳است ولی چشم آنرا ۴۷۴ nm می‌بینید (تمرین کتاب)

الف) بسامد این موج چقدر است؟

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{C}{\lambda} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۶۳۳\times۱۰^{-۹}} = ۴/۷۴\times۱۰^{۱۴}\,Hz$$

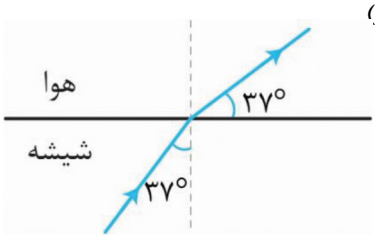
ب) ضریب شکست چشم‌ها چقدر است؟

$$n = \frac{C}{V} = \frac{\lambda_{\circ} f}{\lambda f} = \frac{\lambda_{\circ}}{\lambda} = \frac{۶۳۳\times۱۰^{-۹}}{۴۷۴\times۱۰^{-۹}} = ۱/۳۴$$

ج) نور داخل چشم‌ها چقدر تندی دارد؟

$$V = \frac{C}{n} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۱/۳۴} = ۲/۲۵\times۱۰^{۸}(\frac{m}{s})$$

مثال: با توجه به شکل پاسخ دهید: $n = ۱$ (خرداد ۱۴۰۲)



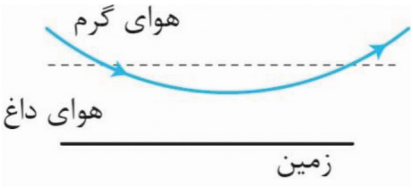
الف) ضریب شکست شیشه چقدر است؟

$\sin۳۷ = ۰/۶ \quad \sin۵۳ = ۰/۸$

$$\frac{\sin۵۳}{\sin۲۷} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{۰/۸}{۰/۶} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow n_1 = \frac{۴}{۳}$$

ب) بسامد نور در شیشه(Hz) ۴×۱۰^{۱۴} است بسامد در هوا چقدر است؟ (Hz) ۴×۱۰^{۱۴} بسامد همواره ثابت است چون فقط به چشمه وابسته است.

سراب: در روزهای گرم وقتی زمین داغ است هوای نزدیک سطح زمین داغ و چگالی آن کاهش یافته است. همین امر موجب کاهش ضریب شکست نور شده و باعث میشود از دور آب ببینیم درحالی که واقعیت ندارد!

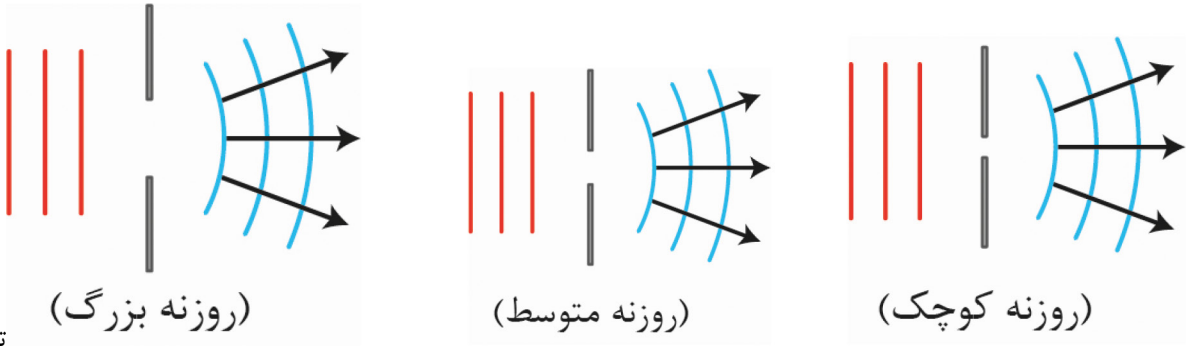


پاشندگي نور: وقتی نور سفید که شامل همه طیف‌های مرئی نور است به منشور برخورد میکند نور پخش شده و رنگین کمانی میشود. اما چرا؟ ضریب شکست هر محیطی به جز خلا به طول موج نور وابسته است.

میزان شکست در منشور: بنفش > آبی > سبز > زرد > نارنجی > قرمز

پراش: هرگاه موج در مسیر خود به مانعی برخورد کند دچار تغییر شکل می‌شود و پس از عبور از مانع با شکل جدید ادامه میدهد.

نکته: اگر موج از روزنه ای که در ابعاد طول موج است عبور کند پراش نمایان‌تر است. و هر چه روزنه ریزتر شود پراش شدیدتر است!



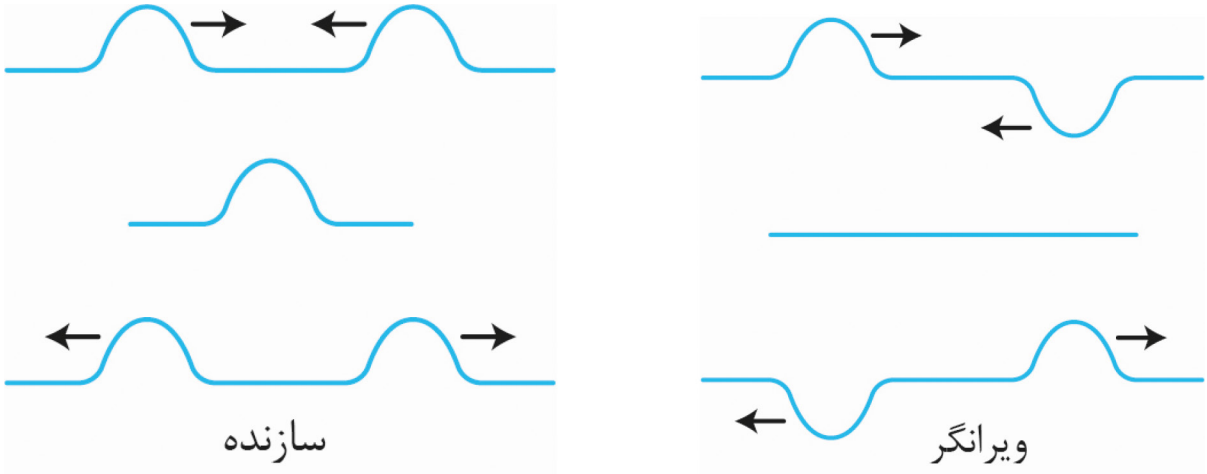
تداخل

امواج: به ترکیب موج‌ها با هم گفته میشود! طبق اصل برهم تهی:

امواج تداخل میکنند بدون تغییر شکل و با همان سرعت ادامه میدهند.

۲- جابجایی هر ذره از محیط در محل تداخل امواج بر آیند جابجایی‌ها است که هر موج به تنهایی می‌تواند ایجاد کند

تداخل سازنده و ویرانگرا: اگر جابجایی‌های حاصل از دو موج از نقطه تداخل هم جهت باشند برآیند آنها برابر مجموع جابجایی‌های حاصل از دو موج است.(تداخل سازنده). حالا اگه جابجایی حاصل از دو موج در نقطه ی تداخل،خلاف جهت هم باشند، برایند آنها برابر تفاضل جابجایی حاصل از دو موج است.(تداخل ویرانگر)



تداخل امواج سطحی آب: اگر دو موج آب بهم برخورد کنند برخی نقاط ویرانگر و در برخی نقاط سازنده میشن

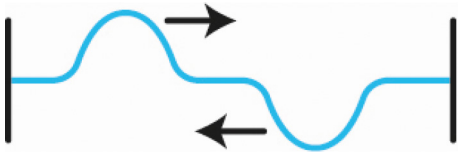
تداخل امواج صوتی: در تالار ها دیدی بلندگوها روبرو هم هستند. اگر صدا را آورم زیاد کنید در یک حد خاصی volume کم و در حدی دیگر زیاد است.

تداخل امواج نوری: آزمایش یانگ • نور از شکاف اول رد میشود بعد به دو روزنه میرسد و رد میشود. روی صفحه خطوط روشن و تیره دیده میشود. روشن‌ها سازنده‌ها و تاریک‌ها وایرانگرها هستند.

موج ایستاده و تشدید در ریسمان کشیده: اگر یک کش را از وسط کشیده و رها کنیم شکل زیر بوجود میاید.

هنگامی که موجی به انتها میرود و برمیگردد، در جاهایی که هم فاز هستن سازنده (گره)

و در جاهایی که نا هم فاز هستند ویرانگر (شکم) اند. به نقش موج نهایی موج ایستاده میگویند.



L طول تار (همون کش) (طول موجهای تشدیدی) $n = ۱,۲,....$ $\lambda_n = \frac{۲L}{n}$

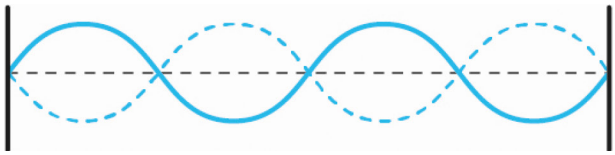
N تعداد شکم (بسامدهای تشدیدی تار) $n = ۱,۲,....$ $f_n = \frac{V}{\lambda_n} = \frac{nV}{۲L}$

• میخواهم فرمول رو توضیح بدم

ببین یه وقت هست یدونه شکم داری یه وقت دو تا یا چند تا! خب هر کدوم از اینا یه نوسان خاص خودشونو دارن. حالا بسامدی که باهاش یدونه شکم بوجود بیاد بسامد اصلیه! به n که تعداد شکم هستش هم عدد هماهنگ میگن!

مثال: در تار پیانو موج ایستاده ایجاد شده است اگر طول تار $۱/۲$ m باشه و تندی انتشار موج عرضی ۲۴ m/s باشد (خرداد ۱۴۰۱ریاضی)

الف) بسامد هماهنگ چهارم چند هرتز است؟

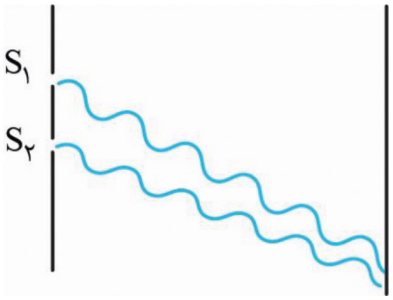


$$f = \frac{nv}{۲l} \rightarrow f = \frac{۴\times۲۴۰}{۲\times۱/۲} = ۴۰۰\,Hz$$

ب) شکلش را رسم کنید.

مثال: در آزمایش یانگ مقابل محل تداخل دو موج چه نواری تشکیل میشود چرا؟ (خرداد ۱۴۰۲ریاضی)

روشن، زیرا دو موج همدیگر را تقویت می‌کنند.



ب) کدام شکل بازگشت را صحیح نشان می‌دهد؟ شکل سمت چپ

مثال: شکل مقابل جابجایی تار را درلحظه t=0 نشان می‌دهد که در بسامد **f** (خرداد ۱۴۰۲ریاضی)

الف) فاصله بین تکیه گاه‌ها **cm** ۳۰۰است اگر تندی انتشار موج عرض **m/s** ۲۴ باشد، بسامد تار چقدر می‌شود؟

$$f=\frac{nv}{tL}\rightarrow f=\frac{۱\times۲۴۰}{۲\times۰/۳}=۴۰۰\,HZ$$

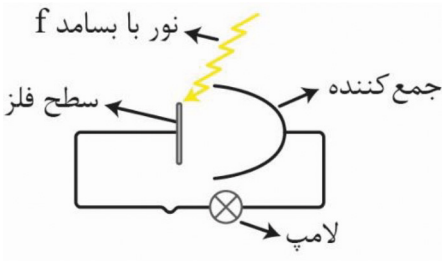
ب) جابجایی تار در $t=\frac{۳}{۴}f$ را رسم کنید.

$$t=\frac{3}{4f}=\frac{3T}{4}$$

نکته: مایکروفر براساس تداخل امواج الکترومغناطیسی کار می‌کنند.

مثال: چرا وقتی بطری آب پر میکن با کم شدن آب صدای گلوپ تغییر میکند؟ صدا بم میشود یا زیر؟ (تمرین کتاب)
با کم شدن آب فضای هوای خالی زیاد میشود و هر چه فضا زیادتر بشود اندازه بسامد تشدیدی کمتر میشود (صدای بم)

اثر فوتو الکترون: به شکل مقابل توجه کنید:



اگر چنین مداری درست کنید و نور با بسامدهای متفاوت بتابانید، مثلا قرمز و بنفش، می‌بینید که در نور قرمز لامپ خاموش اما در نور بنفش لامپ روشن میشود. حتی وقتی شدت تابش نور قرمز را زیاد کنید باز هم لامپ خاموش است. این پدیده با فیزیک کلاسیک توجیه نمیشود پس نظریه انیشتین وارد عمل شد: وقتی نور تابیده میشود الکترون‌های سطحی از فلز جدا میشوند چون **e** برای کنده شدن به حداقل انرژی نیاز دارد و نور نیز موج است و دارای انرژی. طبق قانون انیشتین، نور را بسته های انرژی

درنظر گرفته و هر فوتون انرژی خاص خودش را دارد. مثلا قرمز، فوتون‌هایش هر کدام **j** ۲اما بنفش ۴ **j** انرژی دارند. وقتی شدت بالا میرود یعنی تعداد فوتون زیاد میشود باز **e** کنده نمیشه چون هر **e** فقط یک فوتون را قبول می‌کند و همزمان چند فوتون را قبول نمیکند. برای همین شاید شما ۲۰ تا فوتون **j**۲ داشته باشید اما نتوانید **e** بکنید اما هرکدام یک فوتون **j** ۴ داشته باشد و بتواند.

ثابت $h = ۶/۶۷\times۱۰^{-۳۴}\ j/s$

F بسامد نور فرودی

□ انرژی n فوتون $E = n.ht$

□ انرژی هر فوتون $E = h.f$

$$h = (۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴})(\frac{۱۰v}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}) = ۴/۱۴\times۱۰^{-۱۵}\ ev.s$$

مثال: چشمه نور با توان ۱۰۰ (**W**) و طول موج نور$\lambda = ۵۵۰(nm)$ داریم: (مثال کتاب)

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \qquad f = \frac{c}{\lambda}$$

$$E = \frac{۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}{۵۵۰\times۱۰^{-۹}}\times\left(\frac{۱ev}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ j}\right) = ۲/۲۵\ ev$$

الف) انرژی هر فوتون چند(**ev**) است

ب)fچه تعداد فوتون در هر ثانیه گسیل شده؟

$$E = p.t \rightarrow E = ۱۰۰\times۱ = ۱۰۰\ j \Rightarrow E = n\times E \Rightarrow n = \frac{۱۰۰\ j}{۲/۲۵\times۱/۶۰\times۱۰^{۱۹}} = ۲/۷۷\times۱۰^{۲۰}$$

۱۰۰برحسب **j** هست پس **E** هر فوتون هم باید برحسب **j** بذاریم یا میتونیم **E** کل رو برحسب **ev** بنویسیم و **E** هر فوتون هم برحسب **ev** جاگذاری کنیم:

$$E = ۱۰۰j(\frac{۱ev}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ j}) = ۶/۲۵\times۱۰^{۲۰}(ev) \rightarrow n = \frac{۶/۲۵\times۱۰^{۲۰}}{۲/۲۵ev} = ۲/۷۷\times۱۰^{۲۰}$$

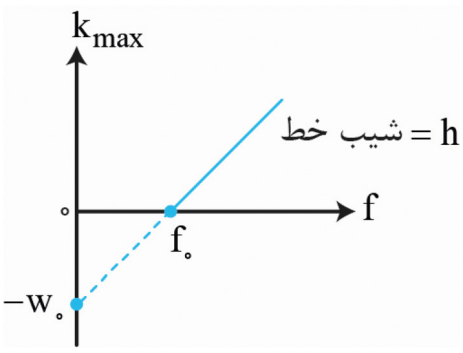
قانون پایستگي انرژي در اثر فوتو الکتریك:

به طور کلی انرژی لازم برای خارج کردن **e** را تابع کار (**w**) مینامند.

بیشترین انرژی جنبشی که یک **e** در تحت تاثیر فوتون قرار گرفته میتواند داشته باشد K_{max} نام دارد.

- معادله فوتو الکتریکی $k_{max} = hf - w_.$

بچه‌ها پایین‌ترین بسامد که بشه باهاش **w**۰ را تامین کند، بسامد آستانه میگویند. $f = \frac{w_.}{h}$



$$j \xrightarrow[\times ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}]{\div ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} ev$$

مثال: در یک آزمایش تابع کار فلز **ev** ۴است؟ $(hc = ۱۲۴۰\ ev.nm)$ (خرداد ۱۴۰۱ریاضی)

الف) طول موج آستانه چند نانومتر است؟

$$\lambda_{\circ} = \frac{hc}{w_{\circ}} \rightarrow \lambda_{\circ} = \frac{۱۲۴۰}{۴} = ۲۱۰(nm)$$

ب) اگر طول موج نور فرودی **۲۰۰nm** باشد، **K** برای فوتو الکترون‌ها چند **ev** است؟

$$k_{max} = \frac{hc}{\lambda} - w_{\circ} \rightarrow k_{max} = \frac{۱۲۴۰}{۲۰۰} - ۴ = ۲/۲(ev) \Rightarrow k = \frac{۱}{۲} x_e v^{۲}$$

طیف خطی:

پیوسته: مانند رنگین کمان که مرز مشخصی بین رنگها نیست! یا حتی رشته داغ یک لامپ.

گسسته(خطی): اگر گاز هیدروژن د فشار کم داغ شود طیفی نوری از خود منتشر میکند که پس از عبور از منشور میتوان دید که از ۴ خط گسسته تشکیل شده است! عدم توجیه طیف خطی گسسته یکی از نقاط ضعف فیزیک کلاسیک است •

شعاع مدارهای الکترون هیدروژن:

شعاع لایه اولین مدار $۵/۲۹\times۱۰^{-۱۱}(m)$

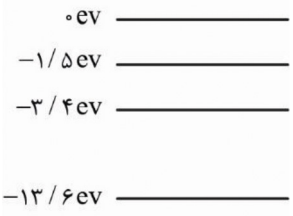
شعاع **n**امین مدار هیدروژن: $r_n = a_0 \times n2$

حالت پایه: **e** در مدار **n**=۱ که ۱۳/۶ **ev** است!

حالت‌های برانگیخته: به ترازهای بالاتر گفته میشود. (برانگیخته بودنش هم بخاطر انرژی ای است که گرفته که گرفته)

انرژی یونش **e**: کمترین انرژی لازم برای خارج کردن **e** حالت پایه و تبدیل **H** به **H+** است!

مثال: اگر **e** در اتم هیدروژن از دومین حالت برانگیخته به حالت پایه برود طول موج فوتون گسیلی چقدر است؟$(he = ۱۲۴۰ ev.nm)$ (خرداد ۱۴۰۲ تمرین)



$$E_۲ - E_۱ = \frac{hc}{\lambda} \longrightarrow -۱/۵ - (-۱۳/۶ev) = \frac{۱۲۴۰}{\lambda} \Rightarrow \lambda = ۱۰۲/۴v$$

• حواست باشه

اگر نور سفید را از گاز هیدروژن رقیق رد کرده و سپس از منشور عبور دهیم، به نوری رنگین کمتنی با چند خط تیره در آن دست پیدا خواهیم کرد. خطوط تیره همان طول موج هایی هستند که گاز هیدروژن برانگیخته از خود گسیل میکند!

ضعف های مدل اتمی بور:

- فقط برای اتم‌های هیدرژن گونه جواب بود چون تاثیر نیروی بین **e** ها را در نظر گرفت(H و $L_{۱}^{۲+}$).
- نتوانست توضیح دهد که چرا رنگ های گسیل شده متفاوت هستند.

سه ویژگی گسیل القایی:

- یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود.
- فوتون گسیل شده با فوتونی که خودت فستادی هم مسیر هستند.
- فوتون گسیل با فوتون ورودی هم فاز هستند.

ساختار هسته

به مجموع پرتون و نوترون همگی نوکلئون میگویند.

به اتم‌هایی که عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت دارن ایروتوپ میگویند پس تفاوت آنها در تعداد نوترون هایشان است.

سوال: پروتون‌ها که همدیگر را دفع می‌کنند چطور کنار هم پایدارند؟

نیروی هسته ای کوتاه برد و نیروی الکترواستاتیکی بلند برد است! در حالت عادی نیروی هسته ای بر نیروی الکترواستاتیکی غالب است. اگر تعداد پروتون بالا رود بایستی به همان نسبت تعداد نوترون زیاد شود تا تعادل بین نیروی هسته ای و الکترواستاتیکی به هم نریزد! پس هر چه هسته بزرگتر شود نسبت **Z** به **N** پایین تر میرود.

نکته: $^{209}_{83}Bi$ هسته پایداری است که بیشترین پرتون را دارد بعد از آن دیگه ناپایدار میشوند. مثل: توریم.

ساختار هسته:

شعاع هسته اتم 10^{-5} برابر شعاع کل اتم است!

$^{A}ZX_{N}$

A=Z+N

- حواست باشه

در معادله بالا **A** عدد جرمی، **Z** عدد اتمی و N تعداد نوترون است!

انرژی بستگی هسته: انرژی لازم برای جدا کردن نوکلنون‌های یک هسته انرژی بستگی هسته نام دارد. انرژی دریافتی نوکلئون‌ها هم کوانتیده هستند!

- فرمول $E=mc^2$ را زیاد دیده اید.

فرمول جداسازی اجزای هسته بصورت پایین است:

نوکلئون‌ها انرژی + هسته مجموع جرم نوکلئون‌ها **>** جرم هسته

نکته: با واپاشی هسته ذراتی مانند فوتون و ذرات مثل (β بتا)، (γ گاما)، (α آلفا) آزاد میشوند.

مقایسه قدرت نفوذ در سرب $\alpha<\beta<\gamma$

$B^+\left\{{}^{A}_{Z}x\rightarrow{}^{A}_{Z-1}Y+i e^{+}\right.$ بار مثبت بدوم جرم (پوزیترون)

$^{71}_{53}x\rightarrow{}^{72}_{52}Y+B^{+}$

$B^-\left\{{}^{A}_{z}x\rightarrow{}^{A}_{Z+1}Y+{}^{\cdot}_{-1}e^{-}\right.$ اولین پرتوزایی

$^{144}_{a.}x\rightarrow{}^{143}_{91}Y+e$ (الکترون)

$\alpha\left\{{}^{A}_{Z}x\rightarrow{}^{A-4}_{Z-2}Y+{}^{4}_{2}He\right.$ بار مثبت، سنگین (هسته هلیم)

$^{146}_{92}x\xrightarrow{\alpha}{}^{144}_{90}Y+\alpha$

مثال: کامل کنید (دی ۱۴۰۱ تجربی)

$^{211}_{82}Pb{}^{211}_{83}Bi+-ie^{-}\rightarrow B^{-}$

$^{238}_{92}U\rightarrow{}^{234}_{90}Th+{}^{4}_{2}He\rightarrow\alpha$

هسته بعد از واپاشی α,β در حالت برانگیخته قرار میگیرد و با گسیل پرتویی خیلی پرانرژی به نام گاما به حالت پایه میرود.

- حواست باشه

گاما ذره نیست بلکه انرژی است!

$\gamma\left\{{}^{A}_{Z}x^{*}\rightarrow{}^{A}_{Z}x+\gamma\right.$

نیمه عمر: ایزوتوپ‌ها واپاشی دارند و مقدارشان نصف میشود. به حد فاصل زمانی که جرم ماده نصف میشود نیمه عمر میگویند!

$$N=N_0(\frac{1}{2})^{n}$$

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

مثال: نیمه عمر ماده‌ای یک ساعت است اگر مقدار اولیه آن **mg** ۲ باشد مقدار آن پس از ۴ ساعت چقدر خواهد بود؟

$$n=\frac{4}{1}=4\Rightarrow N=20\times(\frac{1}{2})4=\frac{20}{16}=\frac{5}{4}=1.25gr$$

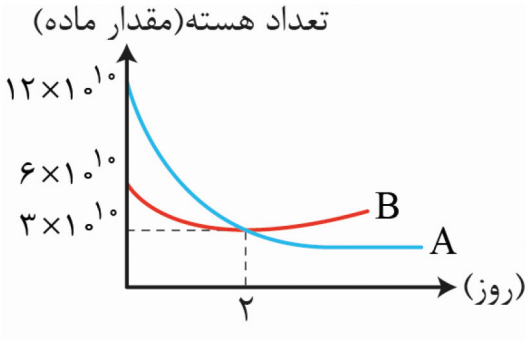
مثال: اگر نیمه عمر ماده‌ای ۳ روز باشه بعد چند روز $\frac{۳}{۴}$ مقدار آن واپاشیده شده؟ (خرداد ۱۴۰۲ تجربی)

$$\frac{N_{۰}}{۴}=\frac{N_{۰}}{۲^{n}} \qquad ۲^{n}=۲^{۲} \qquad n=۲$$

$$n=\frac{t}{T}\Rightarrow ۲=\frac{t}{۳}\Rightarrow t=۶$$

ببین $\frac{۳}{۴}$ از بین رفت چقدرش مونده بود؟ $۱-\frac{۳}{۴}=\frac{۱}{۴}$

مثال: در نمودار زیر نیمه عمر ماده **A** چند برابر نیمه عمر ماده **B** است؟ (دی ۱۴۰۱ تجربی)



$$N=\frac{N_{۰}}{۲^{n}}, ۳\times۱۰^{۱۰}=\frac{۶\times۱۰^{۱۰}}{۲^{n}}\rightarrow$$

$$\frac{t}{T_B}=n_B=۱$$

$$۳\times۱۰^{۱۰}=\frac{۱۲\times۱۰^{۱۰}}{۲^{n}}\Rightarrow\frac{t}{T_A}=n_A=۲$$

$$\frac{T_A}{T_B}=\frac{۱}{۲}$$