جزوهٔ فیزیک دوازدهم

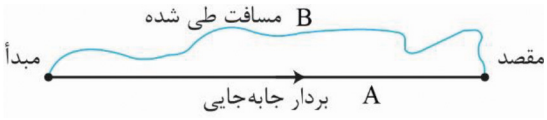
گروه آموزشی مشاوره‌ای نوتروفیل

نوتروفیل، حامی عدالت آموزشی

فصل اول: حرکت شناسی

مسافت طي شده: به طول مسیر واقعی جسم که درحین حرکت طی کرده است گفته میشود. بنابراین مسافت طی شده وابسته به مسیر می‌باشد. (مسیر **B**) (نرده ای)

جا به جايي: اگر با یک پاره خط جهت دار بدون توجه به مسیر نقطه ابتدا را به انتها وصل کنیم پاره‌خطی تحت عنوان بردار جابجایی به دست میاید. (خط **A**) (برداری)



نکته: مسافت طی شده(L)≥ اندازه جابجایی (**d**)

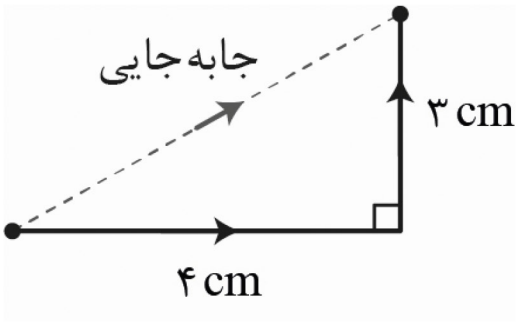
تندي متوسط: زمان طی مسافت (t / مسافت طی شده (L)= S

$$S=\frac{\Delta L}{t}$$

سرعت متوسط دارای جهت می‌باشد پس برداری است!

$$V=\frac{\Delta X}{t} \qquad V=\frac{\text{جابجایی(d)}}{\text{زمان(t)}}$$

مثال: کفش دوزکی مسیر زیرا در مدت (**s**) ۰/۵ طی کرده است، سرعت و تندی متوسط آن را در این حرکت محاسبه کنید؟



جابجایی
$$\left.\begin{matrix} t=۰/۵(s) \\ d\Rightarrow d=\sqrt{۳^۲+۴^۲}=۵cm \end{matrix}\right\} V=\frac{۵}{۰/۵}=۱۰\frac{cm}{s}$$

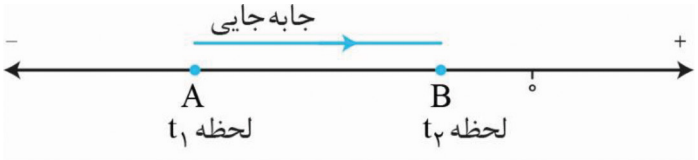
مسافت طی شده
$$\left.\begin{matrix} t=۰/۵(s) \\ =۴+۳=۷cm \end{matrix}\right\} S=\frac{۷}{۰/۵}=۱۴\frac{cm}{s}$$

- حواست باشه

✓زمانی که بین دو نقطه، مستقیم حرکت کنید اون موقع جابجایی و مسافت طی شده با هم برابر است پس و با هم برابراند.

- این نکته رو دریاب

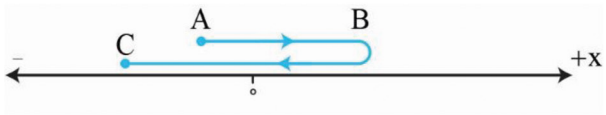
✓خیلی‌ها بردار مکان را با بردار جابجایی اشتباه می‌گیرند دقت کنید که بردار مکان برداری است که مبدأ مکان را به مکان فعلی وصل می‌کند. توی نمودار جابجایی شما در جهت مثبت است.اما مکان شما در هر لحظه همچنان در قسمت منفی است. پس میتونیم بگیم بردار جابجایی در خلاف جهت بردار مکان در بازه (t_1-t_2) است.

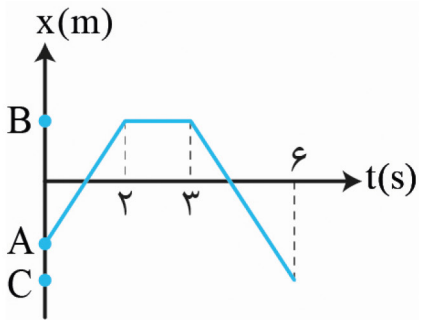


حرکت در خط راست: به نوعی حرکت گفته میشود که متحرک در مسیری مستقیم و بدون تغییر جهت حرکت میکند! لازم به ذکر است که در این نوع حرکت مسافت طی شده با جابجایی برابر میباشد.حالا تصور کنید که میخواییم در یک مسیر مستقیم حرکت کنیم مثلا میخواییم روی محورxجابجا بشیم.(چپ یا راست)

نمودار مکان-زمان: نموداری که مکان متحرک را در لحظه و بازه زمانی نشان میدهد!

• در مثال پایین نمونه تبدیل مکان متحرک را به نمودار مکان زمان مشاهده میکنیم





تصور کنید مورچه ای با سرعت **V** به مدت ۲ ثانیه در سمت مثبت محور **X** ها حرکت کرده و پس از یک ثانیه استراحت با همان سرعت به مدت سه ثانیه برخلاف جهت اول خود حرکت کرده باشد!

پس حرکت از نقطه **A** شروع شده و در **B** شاهد توقف متحرک هستیم تا هنگامی که با شروع دوباره حرکت به سمت مکان **C** میرود.

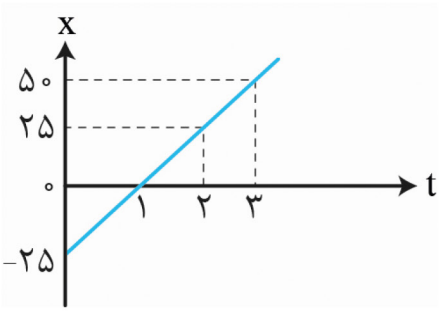
✓با توجه به اینکه افراد باهوش تنبل تشریف دارن و ماهم تنبل هستیم، بجای این همه حرف و حدیث که بالا زدیم دنبال یه چیز راحت می‌گردیم تا با یک نگاه همه چی دستمون بیاد و اون معجزه، نمودار مکان-زمان است.

محاسبه سرعت به کمک نمودار مکان-زمان:

بیایید در نمودار مقابل شیب نمودار را در بازه های زمانی یک ثانیه محاسبه کنیم!

مثال: در نمودار مقابل شیب نمودار را در بازه‌های زمانی یک ثانیه حساب کنید. (مثال کتاب)

از مکان ۲۵- رفتیم به مبدأ



$x_2 - x_1 = 0 - (-25) = +25^{m}$ از مکان ۲۵- رفتیم به مبدأ

$\frac{25}{1} = 25$ شیب $\Rightarrow$ جابجایی در جهت مثبت محور $\Rightarrow$ بازه 0 تا 1 ثانیه

$\Rightarrow x_2 - x_1 = 25 - 0 = 25^{m}$ و در بازه 1 تا 2 ثانیه

$\frac{25}{1} = 25$ شیب $\Rightarrow$ $\frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ $\Rightarrow$ شیب نمودار

$\Rightarrow x_2 - x_1 = 50 - 25 = 25\,m$ و در بازه 2 تا 3 ثانیه

نکته: شیب نمودار همان حاصل جابجایی تقسیم بر زمان است پس میتوان گفت که شیب نمودار $x - t$ همان $\vec{V}$ می‌باشد.

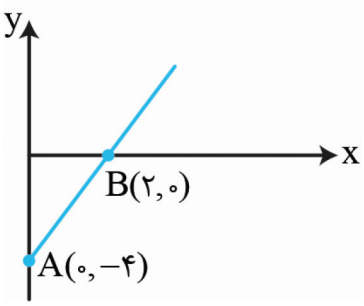
• حواست باشه

در نمودار می‌بینید که شیب ثابت مانده این یعنی حرکت با سرعت ثابت بوده و شیب شما خط صافه و مقدار شیب، همان مقدار سرعت است!

معادله مکان- زمان با سرعت ثابت:

همانطور که می‌دانید ریاضی و فیزیک از هم جدا نیستند!

برای مثال بیاید معادله خط نمودار زیر را بنویسید.



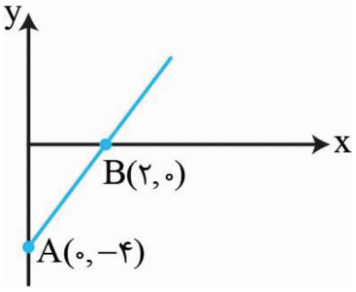
$$\frac{\Delta y}{\Delta x}=\frac{۰-(-۴)}{۲-۰}=۲\Rightarrow y=۲x-۴$$

شیب

عرض از مبدا = -4

خب تا اینجا که ریاضی بود حالا برویم سراغ فیزیک و نمودار را دوباره رسم میکنیم.

این بار **y** میشه **x** یعنی مکان و **x** میشه **t** یعنی زمان!



حال همانطور که برای نمودار اولی معادله نوشتیم برای این نمودار نیز می‌نویسیم:

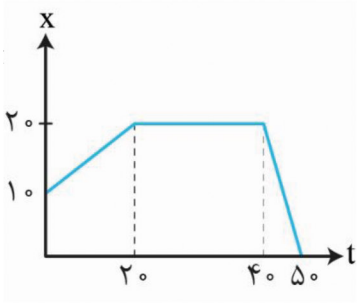
$x=۲t-۴$ ← مکان در لحظه t

مکان اولیه ↙ ↘ سرعت

$$\text{شیب نمودار}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۴}{۲}=۲m.s$$

- فرمول معادله مکان-زمان: $x=vt+x_۰$

مثال: در نمودار مقابل معادله حرکت متحرک را در بازه‌های زمانی 0s-20 و 20 s -40s و 40s تا 50s بنویسید. (۱۴۰۲ تجربی)



حرکت در جهت مثبت محور

$$V=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۲۰-۱۰}{۴۰-۲۰}=۰/۵\frac{m}{x}\rightarrow x=۰/۵t+۱۰$$

در بازه 0 تا 20 ثانیه

$x=v_t+x_۰$

$$V=\frac{۲۰-۲۰}{۴۰-۲۰}=۰\frac{m}{x}\rightarrow x=۰\times t+۲۰\rightarrow x=۲۰(m)$$

(توقف)

در بازه 20 تا 40 ثانیه

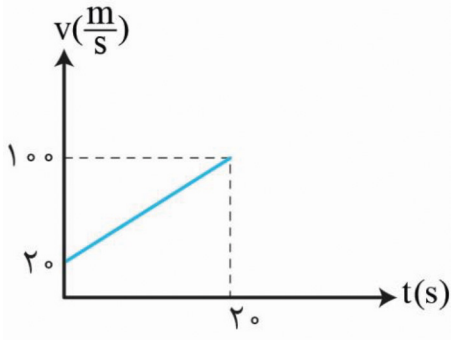
حرکت در جهت منفی محور

$$V=\frac{۰-۲۰}{۵۰-۴۰}=-۲\frac{m}{s}\rightarrow x=-۲t+۲۰$$

نکته: اندازه سرعت در بازه زمانی ۴۰ تا ۵۰ ثانیه از بازه زمانی ۰ تا ۲۰ بیشتر است.یعنی درسته در جهت منفی حرکت می‌کند اما سرعت بزرگی و مقدار حرکت آن بیشتر است.

حرکت شتابدار

هنگامی که متحرک سرعتش تغییر کند می‌گوییم که حرکت شتابدار است. مثلاً خودرو ای سرعتش از ۲۰ متر بر ثانیه به ۱۰۰ متر بر ثانیه می‌رسد یعنی حرکت خودرو دارای شتاب است!



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

فرمول بالا را می‌توانیم به کمک نمودار $V-t$ بررسی کنیم!

منظور از عدد $4\frac{m}{s^2}$ یعنی $a=\frac{\Delta V}{\Delta t}=\frac{100-20}{20}=4\frac{m}{s^2}$ خودرو در هر ثانیه $4\frac{m}{s}$ تغییر سرعت داشته است!

مفهوم شتاب: در واقع نسبت تغییرات سرعت به زمان $\Rightarrow$ شیب نمودار $=\frac{\Delta V}{\Delta t}$

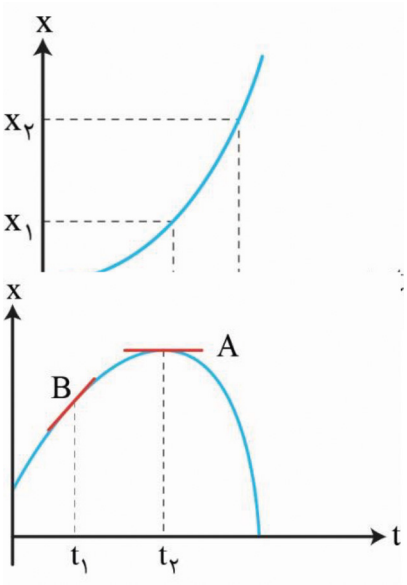
مثال: $V=4t+20$ ← سرعت در لحظه t

سرعت — مکان اولیه

- داریم: $a=\frac{V_2-V_1}{t}\rightarrow V_2-V_1=at\Rightarrow V=at+V_0$

نکته: نمودار $x-t$ حرکت شتابدار همانطور که گفته شد شیب نمودار $x-t$ معادل با سرعت متحرک است. حال اگر حرکت متحرک شتابدار باشد چی؟

هنگامی که سرعت متحرک $20\frac{m}{s}$ باشد یعنی در ۱ ثانیه ۲۰ متر جابجا می‌شود و اگر سرعت ۲۵ شود در همان یک ثانیه این بار ۲۵ متر جابجا می‌شود بنابراین شیب نمودار $x-t$ متغیر خواهد بود. اگر با سرعت صفر و با شتاب ثابت شروع به حرکت کند در بازه‌های زمانی یکسان سرعت های متفاوت و در نتیجه جابجایی متفاوت خواهیم داشت!



- **فرمول مکان-زمان حرکت با شتاب ثابت :** $x=\frac{1}{2}at^2+V_0t_1+x_0$ ← مکان در لحظه t

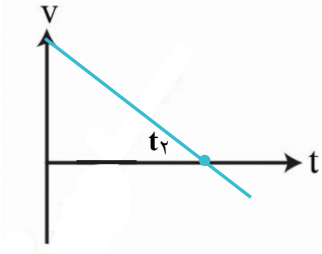
شتاب برحسته $m.s^{-2}$ — سرعت اولیه $m.s$ — مکان اولیه

نکته: در نمودار بالا میفهمیم که سرعت ثابت نیست و درحال تغییر است اما سرعت در لحظه tدر نمودار چجوری میشه؟ با کشیدن خطی مماس بر نمودار مکان-زمان در لحظه t و محاسبه شیب خط رسم شده سرعت لحظه ای متحرک در لحظه را میتوان به دست اورد.

- تغییرات نمودار مقابل را دریاب

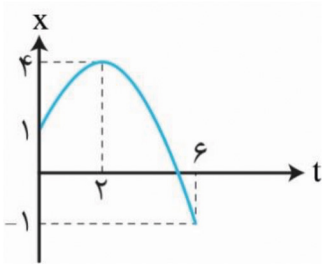
خودرویی در حال حرکت بوده که ترمز می‌گیرد، سرعتش از لحظه $t=0s$ شروع به کم شدن میکند و در لحظهt_2 متوقف شده و شروع به حرکت در خلاف جهت اولیه میکند!

شیب خط B سرعت متحرک در لحظه t_1و شیب خط A سرعت متحرک در لحظه t_2 که همانطور که میبینید، خودرو در این لحظه متوقف شده است!



حالا بیایید نمودار $v-t$ رو برای این حرکت رسم کنیم: دقت کنید که سرعت حرکت رفته رفته کم میشه و در نهایت توقف و سپس در خلاف جهت هی سرعتش زیاد میشه.

مثال: نمودار حرکت مورچه‌ای به شکل مقابل است. (دی ۱۴۰۰)



الف) بیشترین فاصله از مبدأ این مورچه چقدر است؟

۴ (m)

ب) در کدام بازه سرعت مورچه هم جهت محور **x** است؟

سرعت هم جهت محور یعنی شیب مثبت، پس منظور بازه ی زمانی ۰ تا ۲ ثانیه است.

ج) در چه لحظه‌ای جهت حرکت تغییر می‌کند؟

در لحظه تغییر جهت سرعت صفر شده و علامت شیب تغییر می‌کند یعنی $t=۲(s)$

د) سرعت متوسط در بازه ۰ تا ۶ ثانیه را حساب کنید.

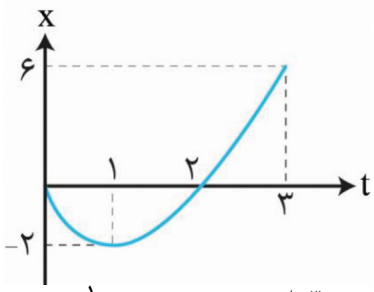
$$V=\frac{\Delta X}{\Delta t}$$

$$\vec{V}_{av}=\frac{-۱-۱}{۶-۰}=-\frac{۱}{۳}\frac{m}{s}$$

هـ) مسافت پیموده شده در این مدت چند متر است؟

در عرض ۲ ثانیه از مکان ۱ متر به مکان ۴ متر رفته است. سپس در زمان ۴ ثانیه از مکان ۴+ به ۱- رفته که وبرابر با ۵ متر است. در کل ۸ متر طی شده است!

مثال: با توجه به نمودار مقابل پاسخ دهید. (تمرین کتاب)



الف) سرعت متوسط از صفر تا ۳ ثانیه حساب کنید.

$$V_{ar}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۶-۰}{۳}=۲\left(\frac{m}{s}\right)$$

$$t=۱\rightarrow V=۰\rightarrow V=at+v_{۰}\rightarrow -V_{۰}=a$$

ب) معادله مکان- زمان متحرک را بنویسید.

$$\Rightarrow x=\frac{۱}{۲}at^{۲}+v_{۰}t+x_{۰}\xrightarrow[x=۶]{t=۳\ \ x=۰}۶=\frac{۱}{۲}a(۳)^{۲}+(-a\times ۳)+۰$$

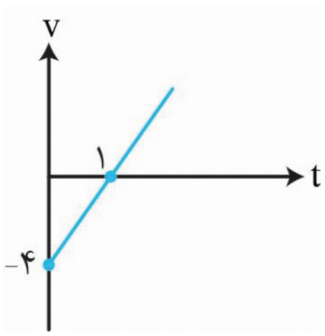
$$\Rightarrow a=+۴\frac{m}{s^{۲}}\Rightarrow V_{۰}=-۴\frac{m}{s}\rightarrow x=۲t^{۲}-۴t$$

ج) سرعت متحرک در لحظه $t=۳$ چقدر است؟

$$V=at+V_{۰}\Rightarrow V=۴t-۴\xrightarrow{t=۳}V=۴\times ۳-۴=۸\frac{m}{s}$$

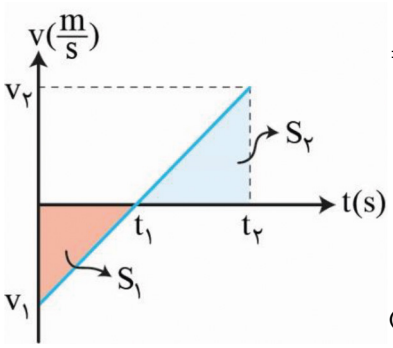
د) نمودار سرعت- زمان آن را رسم کنید.

راه نجات: وقتشه خودمونو از شر درجه ۲ خلاص کنیم دیدیم که نمودار $V-t$ حرکت با شتاب ثابت یک تابع خطی هستش برای همین میتونیم سرعت متوسط حرکت را به کمک فرمول مقابل بدست بیاریم: $V_{av}=\frac{V_{۰}+V}{۲}$



نفهمیدم: بین دوست خوبم فرض کن یک خودرویی با سرعت V_1 سرعتش رو زیاد می‌کنه تا برسه به سرعت V_2 جابجایی خودرو تواین مدت زمان برابری میکنه با حالتی که این خودرو با سرعت ثابت $\left(V_{av}=\frac{V_2+V_1}{2}\right)$ حرکت می‌کنه و می‌تونی برای یک حرکت شتابدار با شتاب ثابت بنویسی: $\Delta x=\left(\frac{V_2+V_1}{2}\right)\Delta t$ ← جابجایی (سرعت نهایی، سرعت اولیه، مدت حرکت)

مثال: هواپیمایی از حال سکون با شتاب $2/2\frac{m}{s}$ شروع به حرکت می‌کند تا به سرعت پرواز $95\frac{m}{s}$ برسد. جابجایی هواپیما روی باند چند متر است؟ (مثال کتاب)



زمان رسیدن به سرعت پرواز $V=at+V_0 \rightarrow V=2/2t \rightarrow t=\frac{95}{2/2}=43/2(s)$

جابه جایی در باند پرواز $\Delta x=\left(\frac{0+95}{2}\right)\times 43/2=2/05\times 10^3(m)$

• محاسبه جابجایی به کمک نمودار $V-t$:

مساحت محصور بین نمودار و محور **t** به شما جابجایی را میدهد (با رعایت علامت)

جابجایی از t_1 تا t_2 $=+S_2$

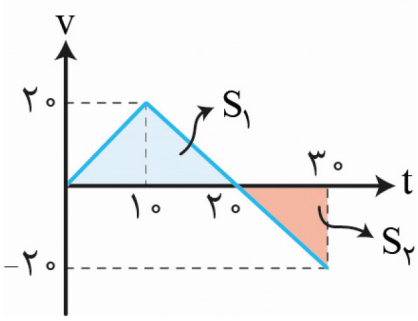
جابه جایی از 0 تا t_1 $=-S_2$

مجموع مثبت مساحت‌ها $=|-S_1|+|S_2|$ = مسافت طی شده

جابجایی از 0 تا t_2 $=-S_1+S_2$

در قسمت زیر محور **t** سرعت حرکت منفی بوده و حرکت در سمت منفی محور **x** است. بالای محور **t** سرعت مثبت و جا به جایی به سمت مثبت محور **x** است.

مثال: نمودار سرعت زمان متحرکی که از مکان اولیه $x_0=-20$ حرکت می‌کند به شکل مقابل است. (مرداد ۱۴۰۲)



الف) مکان متحرک را در لحظه $t=10$ و $t=20$ حساب کنید

$x_2-x_1=\left(\frac{V_2+V_1}{2}\right)\Delta t \Rightarrow x_2=80(m)$, $x_2=180(m)$

$t=10$ در لحظه

$t=20$ در لحظه

ب) مسافت طی شده و جابجایی در ۳۰ ثانیه اول حرکت چند متر است؟

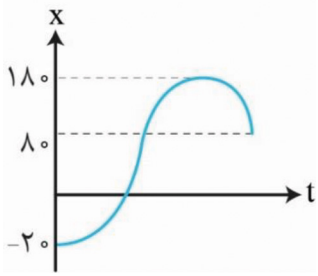
$S_1=\frac{20\times 20}{2}=200(m)$

$S_2=\frac{-20\times 10}{2}=-100(x)$

جابجایی $=200-100=100(m)$

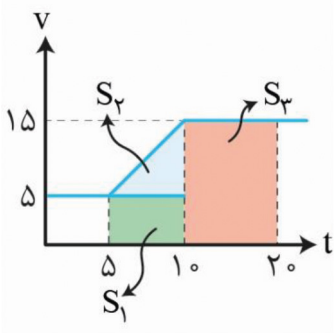
مسافت طی شده $=200+100=300(m)$

ج) نمودار $x-t$ آن را رسم کنید.



مثال: با توجه به نمودار مقابل: (تمرین کتاب)

الف) شتاب خودرو را در هر یک از لحظه های $t=۳$ و $t=۸$ و $t=۱۵$ حساب کنید. شیب صفر $\Rightarrow a=۰$



شیب صفر $\Rightarrow a=۰\frac{m}{s}$ در لحظه ۱۵

$t=۳$ و $t=۸$ $a=\frac{۱۵-۵}{۱۰-۵}=۲\frac{m}{s^۲}$

ب) شتاب متوسط را در بازه ۰ تا ۲۰ حساب کنید.

منظورش اینه یک خط از لحظه ۰ نمودار به لحظه ۲۰ وصل کن و شیب را حساب کن!

$a_{.v}=\frac{۱۵-۵}{۲۰-۰}=\frac{۱}{۲}\frac{m}{s^۲}$

ج) جا به جایی خودرو در مدت $t=۵$ تا $t=۲۰$ را حساب کنید.

منظورش مساحت زیر نمودار است

$$۲۵+۲۵+۱۵۰=۲۰۰(m)\Leftarrow S_۱+S_۲+S_۳$$

•**معادله سرعت- جابجایی:** کتاب درسی این فرمول را به کمک معادله سرعت بدست آورده اما دو روش برای بدست اوردن این معادله وجود دارد.

در فرمول $\Delta x=\left(\frac{V_۲+V_۱}{۲}\Delta t\right)$ بجای $\mathbf{t}$ بذارید $t=\frac{V_۲-V_۱}{a}\Leftarrow V_۲^۲-V_۱^۲=۲a\Delta x$

در این فرمول V_2 سرعت نهایی و ΔX جابجایی را نشان میدهد.

یا اینکه

کار کل

$W=k_۲-k_۱=F_T d$

$K=\frac{۱}{۲}mV^۲$

$F_t=ma$

مثال: خودرویی با سرعت $۴۰\frac{km}{h}$ در حال حرکت است ناگهان گوزنی در فاصله ۲۲ متری خودرو ظاهر می‌شود راننده ترمز می‌کند و با شتاب $۳/۸\frac{m}{s^۲}$ سرعت خود را کاهش می‌دهد تا متوقف شود. (مثال کتاب)

$V_۱=\frac{۴۰}{۳/۶}=۱۱/۱\frac{m}{s}$

نکته: $km/h \xrightarrow[\times ۳/۶]{\div ۳/۶} m/s$

الف) خودرو در چه فاصله‌ای از گوزن متوقف $V_۲=۰\frac{m}{s}$ می‌شود؟ توقف جابجایی تا لحظه توقف

$V_۲^۲-V_۱^۲=۲a\Delta x\rightarrow ۰^۲-(۱۱/۱)^۲=۲(-۳/۸)\Delta x$

$\Rightarrow \Delta x=۱۶/۲(m)$

فاصله از گوزن $=۲۲-۱۶/۲=۵/۸(m)$

سرعت کاهش یعنی علامت شتاب خلاف علاما سرعت اولیه $a=-۳/۸\frac{m}{s}$

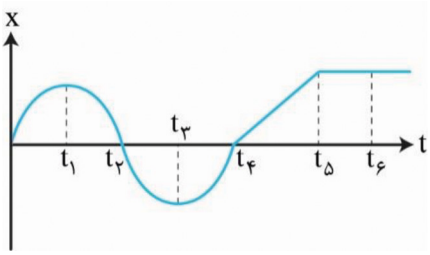
ب) چه مدت طول می‌کشد تا خودرو متوقف شود؟

$V=at+V_۰\rightarrow ۰=(-۳/۸\times t)+۱۱/۱\rightarrow t=۲/۹۲(s)$

مثال: با توجه به نمودار حرکت متحرک روبرو به سوالات زیر پاسخ دهید. (تالفی)

الف) شتاب در کدام بازه زمانی مثبت است؟

در بازه‌ای که نمودار $x-t$ به شکل $\cup$ است. یعنی t_2 تا t_4



ب) شتاب در کدام بازه زمانی منفی است؟

در زمانی که نمودار $x-t$ به شکل $\cap$ است یعنی 0 تا t_2

ج) در کدام بازه زمانی شتاب صفر است؟

در بازهt_4 تا t_5 شیب ثابت بین سرعت ثابت و شتاب صفر همچنین در بازهt_5 تا t_6 تا شیب تغییر نکرده است.

د) در کدام لحظات متجرک تغییر جهت داده است؟

در لحظه t_1 و t_3 جهت حرکت تغییر کرده است.

هـ) در کدام بازه‌ها حرکت کند شونده بوده است؟

کند شونده$a.V<0$ در بازه 0 تا t_1

$V>0$ چون شیب مثبت است.

$a<0$ چون تقعر پایین است.

در بازه تا t_2 تا t_3

$V<0$ چون شیب منفی است.

$a>0$ چون تقعر بالا است.

خ)در کدام بازه حرکت تند شونده است؟

$a.V<0$ تند شونده

در بازه t_1 تا t_2

$V<0$ چون شیب منفی است.

$a<0$ چون تقعیر پایین است.

در بازه t_3 تا t_4

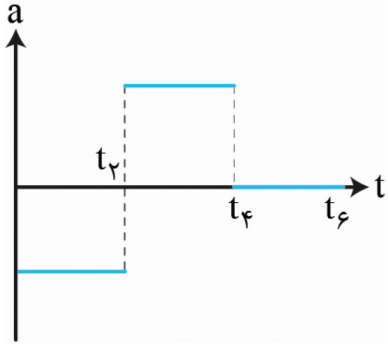
$V>0$ چون شیب مثبت است.

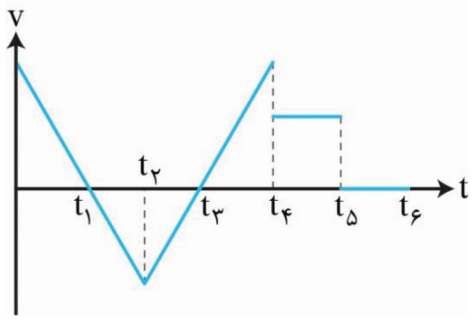
$a>0$ چون تقعر بالا است.

ز) در کدام بازه متحرک سرعت ثابت دارد و در کدام بازه متوقف است؟ t_4 تا t_5 تا سرعت ثابت

درt_5 تا t_6 تا متوقف (سرعت هم ثابت صفر است)

ر) نمودار$V-t$ و $a-t$ آن را رسم کنید.





نکته: مساحت محصور بین نمودار $a-t$ و محور t با ΔV برابر است!

نکته: در نمودار $V-t$ با نزدیک شدن نمودار به محور **t** حرکت کند شونده و با دور شدن از آن حرکت تند شونده است.

- سوالات زیر را دریاب

مثال: جسمی با سرعت ثابت حرکت می‌کند اگر در لحظه $t_1=5(s)$ در مکان $x_1=6(x)$ باشد و در $t_2=20(s)$ در مکان $x_2=36(x)$ باشد معادله مکان- زمان جسم را بنویسید. (تمرین کتاب)

داریم $x=Vt+x_.$ چون سرعت ثابت است.

حالا باید مکان اولیه را حساب کنیم $\rightarrow$ $\vec{V}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{36-6}{20-5}=+2\frac{m}{s}\rightarrow x=2t+x_.$

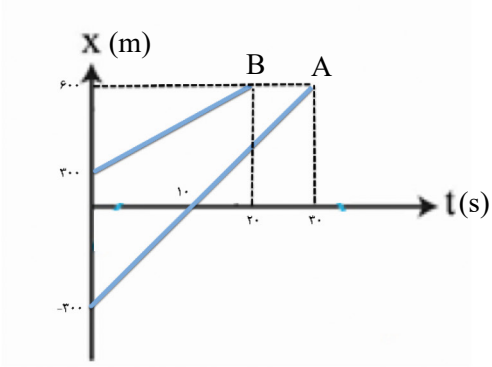
$$\Leftarrow\begin{cases}t_1=5(s)\\x=6\end{cases}$$

کافیست اطلاعات t_1 یا t_2 را در معادله جاگذاری کنیم:

$$6=5\times2+X_.\Rightarrow X_.=-4\Rightarrow X=2t-4$$

مثال: نمودار $x-t$ دو متحرک **A** و **B** شکل مقابل است. دو متحرک در چه مکان و زمانی به هم می‌رسند؟ اول باید معادله حرکت هر دو متحرک را بنویسیم:

چون شیب ثابت است پس داریم: $x=Vt+x_.$



$$30t-300=15t+300\Rightarrow t=40s$$

$$A\begin{cases}V_A=\frac{600-(-300)}{30}=30\frac{m}{s}\Rightarrow x=30t-300\\x_.=-300\end{cases}$$

$$B\begin{cases}V_B=\frac{600-300}{20}=15\frac{m}{s}\Rightarrow x=15t+300\\x_.=+300\end{cases}$$

دو خودرو زمانی به هم می‌رسند که در لحظه **t** هر دو در مکان مشترک باشند: $x_A=x_B\Leftarrow 30t-300=15t+300$

و در مکان $x_A=30\times40-300=900(m)$ یا $x_B=15\times40+300=900(m)$ $\quad 15t=600\Rightarrow t=40$

مثال: خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده با سبز شدن چراغ با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت می‌کند در همین لحظه کامیون با سرعت $36\frac{km}{h}$ از کنار خودرو عبور می‌کند: (کتاب تمرین)

الف) در چه لحظه و مکانی خودرو به کامیون می‌رسد؟

$$x=\frac{1}{2}at^2+V_.t+x_.$$

معادله حرکت خودرو $\Rightarrow x=t^2$

معادله حرکت کامیون $x=Vt+x_.$

$$\Rightarrow V=36\div3/6=10\frac{m}{s}\rightarrow x=10t$$

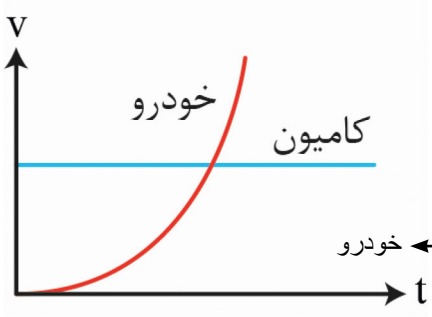
$$t^2=10t\Rightarrow t=10s$$

$$x=10\times10=100m$$

ب) نمودار $V-t$ آنها را رسم کنید.

در لحظه و در مکان $x=x \Rightarrow t^{۳}=۱۰t \rightarrow t=۱۰$

ج) در چه لحظه سرعت‌ها برابر می‌شوند؟



$V=at+V_{.}$

خودرو ← $V=۲t$

$V=۱۰$ ← کامیون

$\Rightarrow ۲t=۱۰ \rightarrow t=۵(s)$

مثال: معادله سرعت- زمان خودرویی $V=-۱۰t+۲۰$ است:

الف) در لحظه $t=۳(s)$ جهت بردار سرعت و شتاب متحرک را تعیین کنید.

شتاب ثابت $-۱۰\frac{m}{s}$ و منفی است

سرعت: $V=-۱۰\times ۳+۲۰$

منفی $V=-۳۰+۲۰=-۱۰\frac{m}{s}$

ب) در چه لحظه‌ای متحرک تغییر جهت داده است؟

زمانی‌که $V=۰$ می‌شود. $۰=-۱۰t+۲۰ \rightarrow t=۲(s)$

ج) در لحظه $t=۱(s), t=۵(s)$ نوع حرکت را مشخص کنید. در لحظه

$$x=\frac{۱}{۲}at^{۲}+v_{.}t+x_{.}$$

در لحظه $t=۵$

$\begin{cases} a=-۱۰\frac{m}{s^{۲}} \\ V=-۳۰\frac{m}{s} \end{cases}$ $aV>۰$ تند

در لحظه‌ی $t=۱$

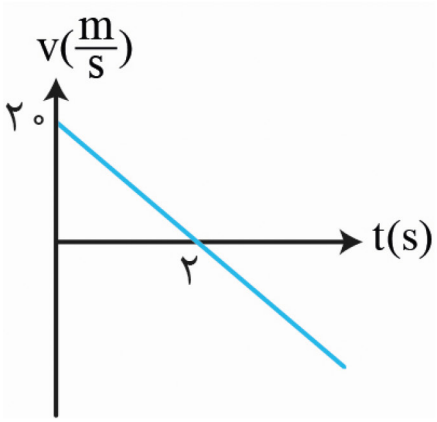
$\begin{cases} a=-۱۰\frac{m}{s^{۲}} \\ V=+۱۰\frac{m}{s} \end{cases}$ $av<0$ کند

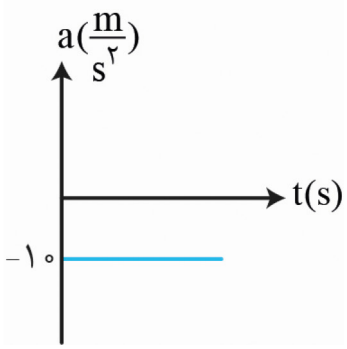
د)با فرض اینکه مکان اولیه $x=+۵(x)$ باشد معادله حرکت این متحرک را بنویسید.

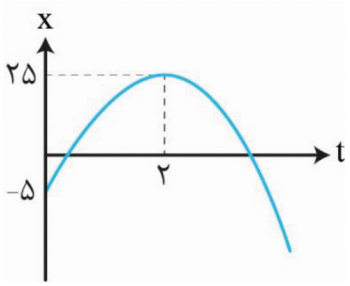
$\begin{cases} a=-۱۰ \\ V_{.}=+۲۰ \\ x_{.}=۵ \end{cases} \Rightarrow x=\frac{۱}{۲}(-۱۰)t^{۲}+۲۰t+۵$

$x=-۵t^{۲}+۲۰t+۵$

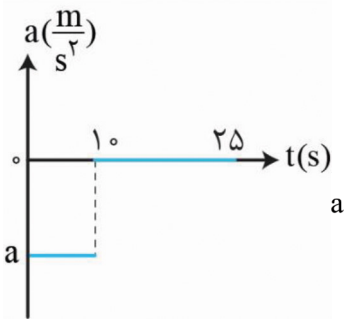
هـ) نمودارهای $V-t$ ، $a-t$ ، $x-t$ آن را رسم کنید.







مثال: با توجه به نمودار $a-t$ خودرویی $۴۰\frac{m}{s}$ اگر سرعت اولیه خودرویی و سرعت آن در لحظه $t=۱۰(s)$ برابر $۲۰\frac{m}{s}$ باشد؟ (نمودار ۱۴۰۲ ریاضی)



الف) شتاب حرکت را در ۱۰ ثانیه اول حساب کنید.

ب) جابه جایی در بازه ۱۰ تا ۲۵ ثانیه را حساب کنید.

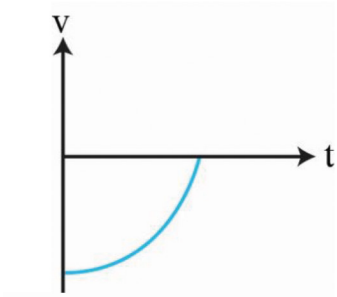
$$a=\frac{V-V_{.}}{t}\Rightarrow a=\frac{۲۰-۴۰}{۱۰}=-۲\frac{m}{s^{۲}}$$

در این بازه شتاب صفر و سرعت ثابت

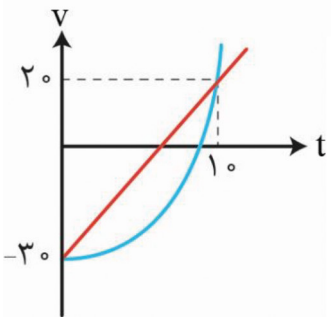
$$\Delta x=Vt$$
$$\Rightarrow \Delta x=۲۰\times ۱۵=۳۰۰(m)$$

مثال: جسمی خلاف جهت x در حال حرکت است اگر شتاب آن در حال افزایش سرعت در حال کاهش باشد نمودار $V-t$ رسم کنید. (خرداد ۱۴۰۲ ریاضی)

شتاب در حال افزایش یعنی شیب نمودار $V-t$ رفته رفته زیاد شده و وقتی سرعت در حال کاهش باشد یعنی نمودار $V-t$ به محور t نزدیک میشود.



مثال: در نمودار مقابل شتاب متوسط در بازه زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه را حساب کنید. (تالیفی)



منظورش اینه از لحظه ۰ به ۱۰ وصل کن شیب را بدست بیار:

$$a=\frac{۲۰-(-۳۰)}{۱۰-۰}=۵\frac{m}{s^{۲}}$$

مثال: از داخل پرانتز کلمه مناسب را انتخاب کنید. (خرداد ۱۴۰۲ ریاضی و تجربی)

الف) جهت بردار شتاب متوسط همواره در جهت بردار (تغییر سرعت- سرعت) است.

تغییر سرعت

ب) در حرکت کند شونده، بردار سرعت و شتاب متحرک، در خلاف جهت هم است. (درست- نادرست)

بله چون کند شونده، $a-V<۰$ منفی میشه حاصل

ج) تندی متوسط جسم برابر نسبت جابجایی به زمان است (درست- نادرست)

خیر، تغییر اون سرعت متوسط

د) بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت (عمود- مماس) است؟

مماس

هـ) شتاب متوسط کمیتی برداری و هم جهت با (تغییر سرعت- جابجایی) است؟

تغییر سرعت

ز) در حرکت یکنواخت سرعت لحظه‌ای با سرعت متوسط برابر (است- نیست)

است چون حرکت سرعت ثابته

ر) در حرکت دایره‌ای یکنواخت حرکت شتابدار (است- نیست).

است چون بردار $\mathbf{V}$ دائم در حال تغییر جهت است.

سقوط آزاد: با زمین برخورد کردن یک جسم رها شده از ارتفاع با در نظر گرفتن ناچیز بودن مقاومت هوا، سقوط ازاد نامیده میشود.

- حواست باشه

خبر خوب:کتاب گفته سقوط آزادی رو بررسی کنیم که رها میشن یعنی سرعت اولیه ندارند!

اگر ارتفاع زیاد شود و متحرک بالا برود جهت حرکت مثبت است و اگر به سمت پایین بیاید جهت حرکت متحرک منفی خواهد بود. حالا توی فرمولهای قبلی جای y ، x و جای g ، a نوشته شود! g همواره به سمت پایین است و علامتش منفی میشه !! سرعت اولیه در سقوط ازاد نیز صفر است. لازم نیست بگم که سقوط آزاد حرکت شتابداره ....!!

-

$$V = -gt \qquad y = -\frac{1}{2}gt^2 + y \qquad V^2 = +2g\Delta y$$

مثال: سنگی ار ارتفاع (□) ۱۲۲/۵ سقوط می‌کند (مثال کتاب)

الف) زمان سقوط سنگ چند ثانیه است؟

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0 \xrightarrow[\Delta y=-122/5]{} -122/5 = -\frac{1}{2}(9/8)t^2 \rightarrow t = 5(s)$$

ب) سرعت متوسط سنگ را حین سقوط آزاد پیدا کنید.

$$\vec{V} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{-122/5}{5} = -24\frac{m}{s}$$

ج) جابجایی سنگ در حین لحظه ۳ تا ۴ حساب کنید.

$$\left.\begin{array}{l} t=3 \quad y = -\frac{1}{2}(9/8)\times 3^2 = -44(m) \\ t=4 \quad y = -\frac{1}{2}(9/8)\times 4^2 = -78(m) \end{array}\right\} \Delta y = y_2 - y_1$$

$$= -78 - (-44) = -34(m)$$

مثال: گلوله‌ای در شرایط خلا از بام ساختمانی رها می‌شود، اگر در ثانیه آخر حرکت خود (m) ۳۵ را طی کند ارتفاع ساختمان چند متر است؟ (خرداد ۱۴۰۲)

فرض کنید کل حرکت t ثانیه باشه پس ثانیه آخر میشه از لحظه $t-1$ تا t داریم:

$$\Delta y=-\frac{1}{2}gt^2 \qquad \Delta y'=-\frac{1}{2}g(t-1)^2 \qquad \Delta y-\Delta y'=-35(m)$$

$$\Rightarrow \Delta y-\Delta y'=\frac{1}{2}gt^2-\left[-\frac{1}{2}(t-1)^2\right]\Rightarrow -35=-10t+5\rightarrow t=4(s)$$

کل زمان حرکت

$$\Delta y-\Delta y'=-\frac{1}{2}\times 10\times 10=-80(m)$$

مثال: گلوله A را در خلا از ارتفاع h رها می‌کنیم. سه ثانیه بعد گلوله B را از ارتفاع $\frac{h}{4}$ رها می‌کنیم. نسبت سرعت A به B در لحظه زمین خوردن چقدر است؟ (کتاب درسی)

$$v^2=2g\Delta y\rightarrow \frac{V_A}{V_B}=\frac{\sqrt{2gh}}{2g\frac{h}{4}}=\sqrt{4}=2$$

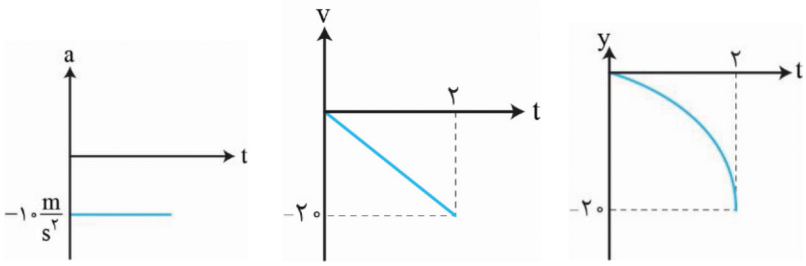
ب) اگر دو گلوله همزمان به زمین برسند مدت زمان سقوط هر گلوله و ارتفاع h را پیدا کنید.

$$\left.\begin{array}{l} v_{yA}=\frac{-1}{2}gt^2 \\ h_B=-\frac{1}{2}g(t-3)^2 \end{array}\right\}\left.\begin{array}{l} h=-\frac{1}{2}gt^2 \\ \frac{h}{4}=-\frac{1}{2}g(t-3)^2 \end{array}\right\}\Rightarrow \begin{array}{l} -\frac{1}{2}gt^2=4\times-\frac{1}{2}g(t-3)^2\Rightarrow t_A=6(s) \\ h_A=\frac{1}{2}gt^2\rightarrow h_A=176/4(m)\Rightarrow t_B=6-3=3(s) \end{array}$$

مثال: آزمایشی طراحی کنید که مقدار شتاب گرانش را بتوان حساب کرد؟

گلوله‌ای را در شرایطی که مقاومت هوا ناچیز است از ارتفاع مشخص رها کنید، مدت زمان سقوط را اندازه بگیرید و از فرمول $\Delta g=-\frac{1}{2}gt^2$ استفاده کنید تا g بدست بیاد.

مثال: جسمی از ارتفاع ۲۰ متری سقوط می‌کند نمودارهای مربوط به آن را رسم کنید. (مشابه مثال کتاب)



مدت زمان سقوط $-20=\frac{1}{2}(-10)t^2$

$$t=2(s)$$

برخورد به زمین $V=2(-10)=-20$

فصل دوم: دینامیک

بچه های تو فصل ثبل راجب حرکت حرف زدیم. خب چی باعث حرکت،توقف،افزایش یا کاهش سرعت میشه؟؟آخرین نیرو،مثل گرانش،ترمز... . بچه ها نیرو به کمک نیروسنج اندازه گیری میشه.

قوانین حرکت نیوتون:

قانون اول: یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند مگر اینکه نیروی خالص به آن وارد شود.

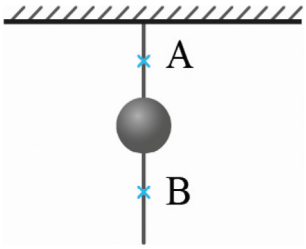
نفهمیدم: ببین عزیزم تصور کن ایستادی و دستات بازه، بعد دوتا از رفیقات میان از هر طرف دستات رو میگیرن و می‌کشن تا وقتی که زورشون برابر باشه تو از جات تکون نمیخوری اما وقتی که یکی از نیرو ها بیشتر بشه شما حرکت میکنی و دیگه نیروها همدیگرو خنثی نمی‌کنند.

یه مثال دیگه:وقتی یه خودرو با سرعت ثابت حرکت می‌کنه خب چرا موتور ماشین داره کار می‌کنه و هوا رو آلوده می‌کنه؟ برای اینکه با نیروی مقاومت هوا و اصطکاک جاده مقابله کنه.حالا اگه بخواد سرعت زیاد بشهذ باید گاز بده تا نیروی موتور بیشتر بشه .اینطوری دیگه نیروی خالص در جهت افزایش سرعت شکل می‌گیرد.

لختی چیست؟! اجسام میل دارند حرکت و وضعیت خودشان را حفظ کنند به این تمایل طبیعی لختی میگویند.

بعنوان مثال: در شکل مقابل اگر طناب آروم کشیده شود طناب از **A** پاره شده و اگر سریع کشیده شود از **B** ! چرا؟

چون در حالت دوم گلوله میخواهد سر جایش بماند!



آقا لختی چیه:بچه ها اجسام میل دارند وضعیت حرکت خودشون رو حفظ کنند ،به این میگن لختی مثلا شما تو ماشین دارین میرین دور از جون تصادف میکنید ،بدن شما میخواد همچنان حرکت کنه و وضعیت حرکت خودشو حفظ کنه اما کمربند مانع میشه و جونتو نجات میده.

آقا بازم از لختی بگو: مثلا یه سکه روی کاغذ میزاری وقتی کاغذو سرع میکشی طبق لختی که ثابت میمونه و کاغذ از زیرش خارج میشه.

بازم بگو: شکل بالارو ببین اگر آروم بکشی طناب از Aپاره میشه اگر سرع بکشی از bچرا؟

چون د رحالت دوم گلوله میخواد سرجاش بمونه...

قانون دوم نیوتن: هرگاه بر جسم نیروی خالص (غیرصفر) وارد شد جسم در جهت نیرو شتاب می‌گیرد. $\vec{F} = m.\vec{a}$

قانون دوم نیوتن: هرگاه بر جسم نیروی خالص (غیرصفر) وارد شد جسم در جهت نیرو شتاب می‌گیرد. $\vec{F}=m.\vec{a}$

مثال: قایق با سرنشین ۴۰۰ **kg** است اگر موتور قایق (**N**) ۱۳۰۰ نیرو وارد کند و مقاومت آب چقدر باشد تا نیروی خالص شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ به قایق بدهد؟ چقدر طول می‌کشد سرعت قایق از صفر به $۱۵\frac{m}{s}$ برسد؟ در این مدت چقدر جابجا میشود؟ (مثال کتاب)

الف) $F_{net}=m.a\rightarrow F_{net}=۴۰۰\times۲=۸۰۰(N)\rightarrow F_{\text{موتور}}-F_{\text{مقاومت}}=F_{net}\rightarrow F_{\text{مقاومت}}=۱۳۰۰-۸۰۰=۵۰۰(N)$

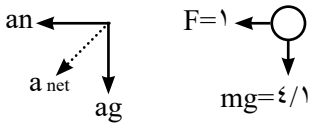
ب) $V=at+V_۰\rightarrow V=۲\times t\rightarrow ۱۵=۲\times t\rightarrow t=۷/۵(s)$

ج) $V_۲^۲-V_۱^۲=۲a\Delta x\rightarrow ۱۵^۲-۰^۲=۲(۲)\Delta x\rightarrow \Delta x=۵۶/۳(m)$

مثال: یه توپی به جرم **gr** ۴۲۰ که در هوا به صورت افقی حرکت می‌کند نیروی مقاومت هوا $F=۱(N)$ وارد می‌شود بزرگی و جهت شتاب توپ در این نقطه چقدر است؟ (مثال کتاب) $g=۹/۸\frac{m}{s^۲}$

$F_{net}=(-۱N)\vec{i}+(-۴/۱)\vec{j}$

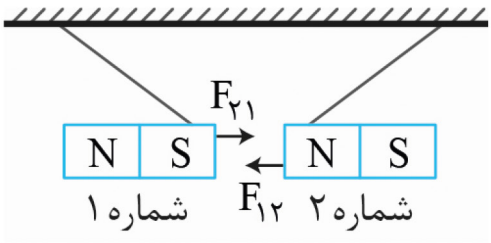
$\vec{a}=\frac{-۱-۴/۱\vec{j}}{۴۲۰\times۱۰^{-۳}}=(-۲/۴\frac{m}{s^۲})\vec{i}+(-۹/۸\frac{m}{s^۲})\vec{j}$ $\quad a=\sqrt{a_x^۲+a_y^۲}=۱۰\frac{m}{s^۲}$

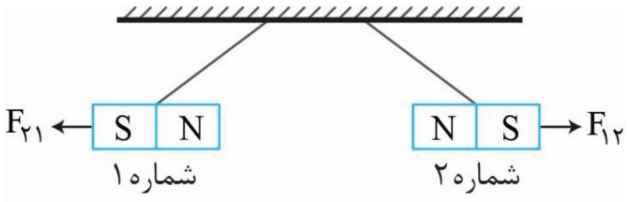


قانون سوم نیوتن: هر کنشی، واکنشی دارد! از سال قبل به یاد دارید که دو آهنربا همدیگر را دفع یا جذب می‌کردند این مثال نشان دهنده قانون سوم نیوتن است!

پس هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه و هم راستا اما در خلاف جهت وارد

$\vec{F}_{۱۲}=-\vec{F}_{۲۱}\Rightarrow|F_{۱۲}|=|F_{۲۱}|$





نکته: این قانون بین دو جسم ممکن است اثرات متفاوت ایجاد کند مثلاً میخ و چکش□کنش چکش باعث فرو رفتن میخ و واکنش میخ باعث توقف چکش میشود.

مثال: دو شخص **A** و **B** که روی کنش چرخدار بدون اصطکاک هستند روبروی هم قرار گرفته‌اند اگر شخص **A** که۷۵kg جرم دارد با نیروی (**N**) ۱۰۰ شخص **B** را که ۵۰kg جرم دارد هل بدهد شتاب هر یک چقدر است؟ (مثال کتاب)

$O_\mu^A \ O_\mu^B$

اندازه نیروها برابر است اما خلاف جهت هم اند!(قانون جرم نیوتون)

$$\overrightarrow{F_{AB}} = -\overrightarrow{F_{BA}}$$

هنگامی که شخص **A**، ۱۰۰ نیوتون نیرو وارد می‌کند شخص **B** هم ۱۰۰ نیوتون نیرو وارد می‌کند اما خلاف جهت نیروی شخص **A** پس:

$$\vec{F}_{net} = ma \begin{matrix} B \\ A \end{matrix} \begin{cases} \vec{F}_{net} = ۱۰۰(N)\vec{i} \\ \vec{F}_{net} = -۱۰۰(N)\vec{i} \end{cases} \rightarrow$$

$$a_B = \frac{۱۰۰i}{۵۰} = +۲\frac{m}{s^۲}\vec{i}$$

$$a_A = \frac{-۱۰۰i}{۷۵} = -۱/۳\frac{m}{s^۲}\vec{i}$$

- نیروهای خاص را دریاب

نیروی وزن: زمین جاذبه دارد و اجسام را به سمت خودش می‌کشد اما با چه نیرویی؟ شتاب گرانش زمین را با **g** نشان میدهند وقتی جسمی جرم **m** برحسب کیلوگرم داشته باشد نیروی گرانش زمین روی جسم برابر است با:

$$\overrightarrow{W} = m.\vec{g}$$

نکته: همیشه نیروی گرانش زمین را ۹/۸ یا همان تقریباً ۱۰ در نظر بگیریم؟

هر چه از سطح زمین دور شویم نیروی وزن متفاوت خواهد بود چون اندازه **g** متفاوت است. پس نیروی وزن علاوه بر جرم به گرانش هم بستگی دارد. بیشتر در این بابت در آخر فصل توضیح میدیم!

- **سوال بعدی:** جسمی که ساکن ایستاده چی؟

به همه اجسام اطراف زمین چه ساکن و چه متحرک نیرو وارد میشود مثل آهنربایی که همه فلزات اطراف خودش را جذب می کند حال چه فاصله جسم و زمین صفر باشد چه خیر!

سوال: ماهواره‌ای به جرم ۵۰ **kgr** روی سطح زمین چه وزنی دارد؟ اگر این ماهواره در ارتفاع h از سطح زمین باشد به گونه‌ای که در آنجا شتاب گرانش $\frac{g}{۴}$ آنگاه وزن ماهواره چند نیوتون است؟$(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ تالیفی

$w = m.g$ سطح زمین **h** ارتفاع $w = m.\frac{g}{۴}$

می‌بینی که جرم ثابت اما وزن وابسته به شتاب گرانش است!

$$w = ۵۰ \times ۱۰ = ۵۰۰(N) \qquad w = ۵۰ \times \frac{۱۰}{۴} = ۱۲۵(N)$$

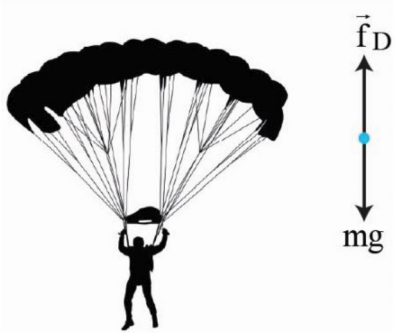
نیروی مقاومت شاره (f_0) **:** شاره یعنی گاز یا مایع و نیروی مقاومت این‌ها یعنی همان نیرویی که مثلاً به قایق از طرف آب یا به خودرو از طرف باد وارد میشود.

- حواست باشه

به نیروی مقاومت شاره که توسط هوا وارد میشود نیروی مقاومت هوا هم گفته میشود!

یک نکته با حال: هر چه سرعت بیشتر باشد نیروی مقاومت شاره هم بیشتر خواهد شد مثل وقتی که دست از شیشه ماشین بیرون است و ماشین دائم سرعت میگیرد.

مثال: چتر بازی به جرم ۶۰kg پرش آزاد می‌کند و چتر باز میشود. نیروی مقاومت هوا ۱۱۴۰ N است. شتاب چتر باز در این لحظه چقدر است؟ (مثال کتاب)



$$F_{net} = ۱۱۴۰ - (۶۰ \times ۱۰) = +۵۴۰(N)\,j \rightarrow \vec{F}_{net} = m.a$$
$$\rightarrow a = \frac{۵۴۰}{۶۰} = +۹\frac{m}{s^۲}\,j$$

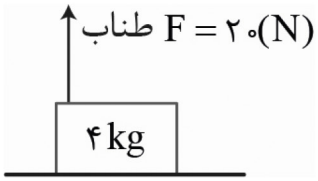
به متحرک شتاب $۹\frac{m}{s^۲}$ رو به بالا وارد شده و سرعت چتر باز رفته رفته کم میشود. با کم شدن سرعت طبق نکات بالانیروی شاره هم کم شده تا در سرعت مشخصی که تندی حدی نام دارد. نیروی F_D با **mg** برابر و چتر باز با سرعت ثابت پایین میاید. چرا؟ چون نیروی F خالص وارد بهش صفر است...

نیروي عمودي تکیه گاه: شما الان نشسته و در حال درس خواندن هستید. خب شما که رو زمین هستید و تحت تاثیر نیروی گرانشی! پس چرا ساکن مانده اید و سقوط نمی‌کنید؟

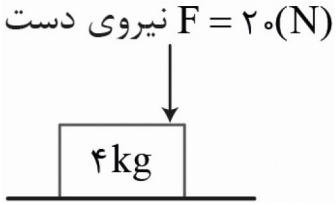
زیرا سطحی که روی آن نشسته ای در اثر تغییر شکل قرار گیری مولکول ها به تو نیرویی هم اندازه با نیروی وزنت اما در خلاف جهت وارد میکند. به این نیرو که با $\vec{F}_N$ نشان داده میشود نیروی عمودی تکیه گاه یا سطح گفته میشود.

مثال: همه اجسام زیر ساکن هستند نیروی عمودی تکیه گاه هر کدام را حساب کنید. (مثال کتاب)

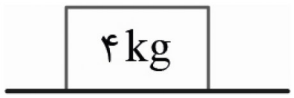
دقت کنید که اندازه برآیند نیروهایی که به سطح وارد میشود برابر با اندازه نیروی عمودی سطح هست، فقط جهتشان برعکس هم هستند.



$\vec{F}_N = (۴۰ - ۲۰) = ۲۰(N)$ بالا



$\vec{F}_N = (۴۰ + ۲۰) = ۶۰(N)$ بالا



$\vec{F}_N = mg = ۲۰(N)$ بالا

نیروي عمودي سطح در آسانسور: تصور کنید میخواهید با آسانسور به طبقه بالابروید، آسانسور با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ رو به بالا میرود، شما کف آسانسور ایستاده اید و رو به بالا با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ حرکت می‌کنید. سوال: اگر جرم شما **kg.r** ۵۰ باشد برآیند نیروهای وارد بر شما کدام سمت و چند نیوتن است؟

چون **a** رو به بالا است پس F_{net} رو به بالا و برابر: $F_{net} = m.a = ۲ \times ۵۰ = ۱۰۰(N)$

حال به شما نیروی گرانش **mg** که برابر به سمت پایین وارد میشود! پس چرا برایند نیروهای وارد بر شما که طبق قانون دوم نیوتن به دست آوردید ۱۰۰N و رو به بالا است؟

پاسخ: احسنت! نیروی عمودی سطح رو به بالا به تو نیرو وارد کرده و داریم: $F_N - mg = F_{net}$

$$F_N = mg + F_{net} \Rightarrow F_N = mg + ma \Rightarrow F_N = m)g + a) \rightarrow F_N = ۵۰(۱۰ + ۲) = ۶۰۰(N)$$

آقا اگر با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ رو به پایین در حال حرکت باشیم چی؟

داریم: $mg - F_N = F_{net}$

$$۵۰۰ - F_N = m.a \Rightarrow F_N = ۵۰۰ - (۵۰ \times ۲) = ۴۰۰(N)$$

وقتی شتاب رو به پایین است یعنی برآیند نیروها به پایین بوده و نیروهای وارد بر جسم هم که در شکل مشخص هستند!

- حواست باشه

هنگامی که احساس سنگینی کردی: $F_N = m(g + a)$

هنگامی که حس سبکی کردی: (انگار زیر پات خالی شده) $F_N = m(g - a)$

$m(g + a)$ شتاب a کند به پایین / $m(g + a)$ شتاب a تند به بالا

$m(g - a)$ شتاب a تند به پایین / $m(g - a)$ شتاب a کند به بالا

مثال: شخص به جرم **۶۰ kgr** داخل آسانسور روی ترازو$(g = ۱۰)$ ایستاده آنگاه: (خرداد ۱۴۰۲ تجربی)

الف) وقتی آسانسور رو به پایین با شتاب $۳\frac{m}{s^۲}$ حرکت کند ترازو چند نیوتون را نشان میدهد ؟

عدد ترازو همان F_N سطح است!

ب) اگر آسانسور با سرعت ثابت حرکت کند چه اتفاقی میافتد؟

وقتی سرعت ثابت بین $a = ۰$ داریم $F_N = mg \Leftarrow F_N = ۶۰ \times ۱۰ = ۶۰۰(N)$

وقتی سرعت ثابت بین داریم

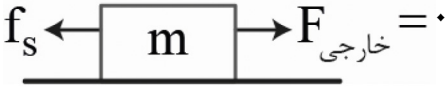
ج) اگر کابل آسانسور پاره شود چه عددی نشان داده میشود؟ توضیح دهید.

صفر، زیرا در سقوط آزاد $a = g$ می‌شود و $F = m(g - a) = ۰N$

نیروي اصطكاك: وقتی جسمی ساکن است یا حتی متحرک، همواره یک نیروی مخالف حرکت وجود دارد. به این نیروی مرموز نیروی اصطکاک گفته میشود. اگر جسم ساکن باشد از نوع اصطکاک ایستایی f_s یا اگر جسم در حال حرکت باشد اصطکاک جنبشی f_k نام دارد!

اصطكاك ايستايي f_s : همانطور که گفتیم اصطکاکی است که با حرکت مخالفت می‌کند. نیروی اصطکاک خلاف جهت حرکت است و مانع از حرکت میشود.

- آقا یعنی اگه ما نیرویی برای حرکت دادن وارد نکنیم f_s میشه صفر؟ بله ،خب چرا آقا؟اگر صفر نشه اون موقع F_{net} صفر نمیشه و جسم باید حرکت کنه!!نیروی اصطکاک که نمیتونه باعث حرکت بشه بایدم وقتی نیرو در جهت حرکت وارد نمیشه صفر بشه

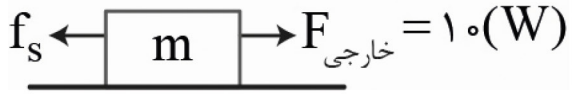


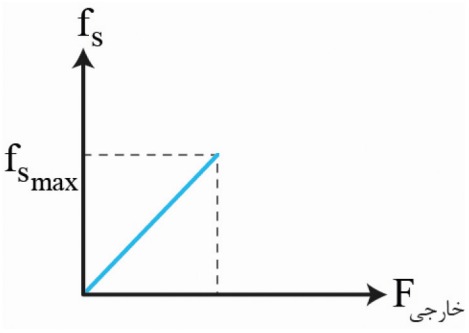
$$\vec{F_s} = -\vec{F}_{خارجی} = ۰(N)\vec{i}$$

سوال: نیروی اصطکاک ایستایی چه اندازه ای دارد؟

بستگی دارد! این نیرو هوشمند است. یعنی تو هر چقدر نیرو وارد می‌کنی اصطکاک نیز همان اندازه وارد می‌کند و هرچه نیروی تو بیشتر شود اصطکاک نیز بیشتر میشود اما این نیروی اصطکاک تا حدی بالا میرود که ماکزیمم نیروی اصطکاک ایستایی نام دارد. ($F_{s\max}$)

در این شکل‌ها جسم ساکن هستند:





نکته: لحظه‌ای که **F** خارجی با $F_{s\max}$ برابر است، آستانه حرکت نام دارد. $|\vec{F}| = |f_{s\max}|$

- محاسبه اصطکاک ایستایی ماکزیمم:

تصور کن میخوای نیمکت رو بکشی بری جلو بشینی .حالا اگر رفیقت هوس بازی کنه و بشینه رو نیمکت چه اتفاقی میفته؟ بله شما دچار فشار میشی و چه بسا حتی اگر رفیقت سنگین باشه نتونی تکون بدی.آقا ربطش چیه؟ وقتی رفقت میشنه روی نیمکت مگه نه اینکه نیروی عمودی سطح میره بالا،پس ربطش رو اینجوری مینویسیم:

$$f_{S_{max}} = \mu_s . F_N$$

مثال: جسم به جرم $۹۰kg$ را شخصی با (**N**) ۲۰۰ هل می‌دهد جسم ساکن می‌ماند اگر با (**N**) ۳۰۰ وارد کند جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد: (تمرین کتاب)

الف) نیروی اصطکاک در هر دو حالت چند نیوتن است؟

حالت اول $|f_s| = |F| = ۲۰۰(N)$ / جسم هر دو حالت ساکن است. حالت دوم حالت اول $|f_{s_{max}}| = |F| = ۳۰۰(N)$ حالت دوم

ب) ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح چقدر است؟

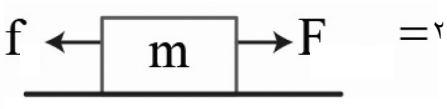
$$|f_{s_{max}}| = |F| = ۳۰۰(N) \rightarrow \mu_s F_N = ۳۰۰ \Rightarrow \mu_s = ۱$$

$$F_N = mg \longrightarrow \mu_s = (۱۰ \times ۹۰) = ۳۰۰ \quad \mu_s = ۱$$

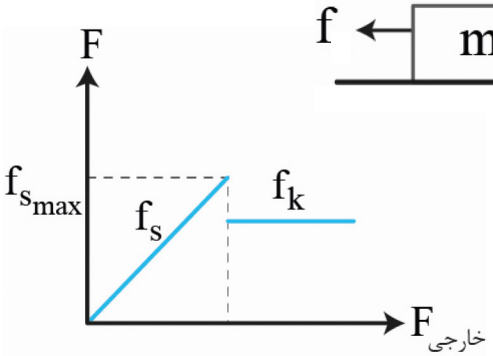
اصطکاک جنبشی: وقتی که جسم حرکت کرد دیگر f_s نداریم و f_k که مقدار ثابتی دارد جایگزین میشود، منظور از حرکت سر خوردن است.

$$F_k = \mu_k . F_N$$

مثال: در مثال قبل اگر پس از حرکت جسم نیروی مرد به (**N**) ۲۰۰ برسد شتاب حرکت چند $\frac{m}{s^2}$ است؟



نمودار نهایی اصطکاک



$$F_{net} = ۲۰۰ - ۱۸۰ = ۲۰(N) \rightarrow a = \frac{۲۰}{۹۰} = \frac{۲}{۹}\frac{m}{s^2}$$

$$F_k = (۹۰ \times ۱۰) \times ۰/۲ = ۱۸۰$$

سوال: اگر f_k از **F** خارجی بیشتر شد چه اتفاقی خواهد افتاد؟ جسم حرکت میکند تا متوقف شود!

مثال: خودرویی با سرعت **V** در حال حرکت است مانعی وجود دارد. زمان واکنش تا ترمز گرفتن (**s**) ۰/۶ طول میکشد. در این مدت (**m**) ۱۸ طی مسیر می‌کند: (تمرین کتاب)

الف) سرعت خودرو چند **m/s** بوده؟

$$V=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۱۸}{۰/۶}=۳۰\frac{m}{s}$$

ب) اگر لحظه ترمز تا توقف (**s**) ۵ طول بکشد خط ترمز و شتاب چقدر

$$V_۲=۰\rightarrow a=\frac{\Delta V}{\Delta t}=\frac{-۳۰}{۵}=-۶\frac{m}{s^۲}$$

$$V_۲^۲-V_۱^۲=۲a\Delta\rightarrow ۰-۹۰۰=۲(-۶)\Delta x\rightarrow \Delta x=۷۵(m)$$

ج) نیروی اصطکاک بین چرخ و لنت چند **N** بوده است؟ و نیروی خالص به خودرو چند نیوتون است؟ (جرم خودرو **kgr** ۱۵۰۰) نیازی به گفتن نیست که **mg** با F_N شده است.

$$|F_{nex}|=|F_k|=m.a\Rightarrow t_k=۱۵۰۰\times۶=۹۰۰۰(N)$$

نیروي کشساني فنر: وقتی فنری را فشرده کنیم یا بکشیم خلاف جهت نیروی وارد شده به دست ما نیرو وارد میکند، هر چه تغییر طول فنر بیشتر باشد نیرو نیز بیشتر است. اما آیا نیروی فنر ساعت با فنر خوردو یکسان است؟ خیر! مفهومی داریم به نام ضریب سختی فنر که ویژه هر فنر است.

- $F=k.x$

مثال: وزنه‌ای به جرم **kgr** ۲ از فنر به طول **cm** ۱۲ آویزان می‌کنیم اگر $k=۲۰\frac{N}{cm}$ باشد و فنر را از سقف آسانسور آویزان کنیم:(تمرین کتاب)

الف) طول فنر وقتی آسانسور ساکن است چند **cm** است؟

$$x=\frac{۲۰}{۲۰}=۱cm\leftarrow F=kx=۲\times۱۰=۲۰(N)\Leftarrow F=mg$$

$$L_2=L+1=1\overset{۱۳/۲cm}{.}13cm$$

ب) طول فنر وقتی با شتاب **m/s** ۲ تند شونده رو به بالا میرود چند **cm** است؟

$$L'=۱/۲+۱۲=\frac{۱۳}{۲}cm=x=\frac{۲۴}{۲۰}=۱/۲cm\Leftarrow F=۲\times۱۲=۲۴(N)\Leftarrow F=m(g+۲)$$

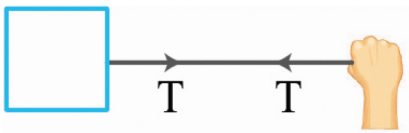
ج) طول فنر وقتی با شتاب **m/s** ۲ کند شونده رو به بالا میرود چند **cm** است؟

$$L'=۱۲+۰/۸=۱۲/۸cm\quad x=\frac{۱۶}{۲۰}=۰/۸cm\leftarrow F=\ ۸\times۲\ =۱۶(N)\Leftarrow F=m(g-۲)$$

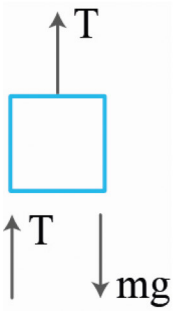
نیروي کشش طناب: در شکل زیر شما به کمک طناب جسم را می‌کشید، طبق قانون سوم وقتی شما طناب را با **F** می‌کشید طناب هم شما را با **T** که اندازه اش برابر اندازه **F** است می‌کشد.

طناب جعبه را با **T** می‌کشد و این کشیدن به شکل به حرکت در آمدن جعبه خودش را نشان میدهد و جعبه هم طناب را با **T** به سمت خود می‌کشد. به این نیروی **T** که طناب بین شما و جسم تحت کشش قرار گرفته نیروی کشش طناب میگویند.

بچه ها خیلی پیچیدش نکنید،طناب اینجا واسطه است تا نیروی شما رو به جسم برسونه و چون قسمت فشار هستش بهش حال دادن گفتن نیروی کشش طناب با T نشون دادنش، خلاص..



مثال: در شکل روبرو جسم به جرم **۴۰ kgr** با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ رو به پایین بیاد. اگر نیروی مقاومت هوا (**N**) ۱۰۰ باشد نیروی کشش طناب چند نیوتن است؟ (خرداد ۱۴۰۲ ریاضی)



$\uparrow T \quad mg\downarrow \quad \uparrow$ مقاومت هوا، خلاف جهت حرکت $\Big\} \rightarrow F_{net} = m.a \rightarrow mg - F_D - T = F_{net}$ جهت حرکت رو به پایین

$(۴۰\times۱۰) - ۱۰۰ - T = ۴۰\times۲ \rightarrow ۳۰۰ - ۸۰ = T$

$۲۲۰(N) = T$

•**تکانه و قانون دوم نیوتن:** کمیتی برداری است و به کمک قانون دوم اینطوری بدست میاید:

$$F_{net} = m.a \xrightarrow{a=\frac{\Delta V}{\Delta t}} F_{net} = m\times\frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow F_{net} = \frac{mV_۲ - mV_۱}{\Delta t} \xrightarrow[-P=m\times\vec{V}:]{} kgr.m/s = m\times\vec{V}, \vec{F}_{net} = \frac{\overrightarrow{\Delta P}}{\Delta t}$$

مثال: گلوله‌ای روی سطح افق به جرم **۱۰ gr** با سرعت $۵\frac{m}{s}$ حرکت می‌کند. (مثال کتاب/ تالیفی)

الف) تکانه گلوله چقدر است؟

$$\vec{P} = m\times\vec{V} \Rightarrow \vec{P} = ۱۰\times۱۰^{-۳}\times۵ = ۵\times۱۰^{-۲} kgr.m/s$$

ب) انرژی جنبشی گلوله چقدر است؟

$$\vec{P} = m\vec{V} \xrightarrow[\text{برسون}]{\text{توان } 2} P^۲ = m^۲V^۲ \xrightarrow[\text{و به m تقسیم}]{\text{در } 1/2 \text{ ضرب}} \frac{۱}{۲}mV^۲ = \frac{P^۲}{۲m} \rightarrow \frac{(۵\times۱۰^{-۲})^۲}{۲\times۱۰\times۱۰^{-۳}} = ۰/۱۲۵ j$$

ج) اگر گلوله به مانع برخورد کند و با همان سرعت $۵\frac{m}{s}$ برگردد تغییرات تکانه چقدر است؟

$\vec{V}$ کمیت برداری است: $\vec{V}_۱ = ۵\frac{m}{s}\vec{i} \quad \vec{V}_۲ = -۵\frac{m}{s}\vec{i}$

$$\overrightarrow{\Delta P} = m.\overrightarrow{\Delta V} \rightarrow \Delta P = ۱۰\times۱۰^{-۳}\times(-۵-۵) = -۱۰^{-۱}(kgr.\frac{m}{s})\vec{i} = -۰/۱\vec{i}$$

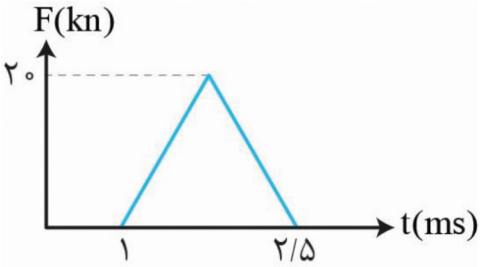
نکته: فرض کنید نیروهایی ثابت به جسم وارد میشوند. پس داریم:

$\vec{F}_{ar} = \frac{\overrightarrow{\Delta P}}{\Delta t}$ ← این میانگین نیرو هستش که به جسم وارد شده و فرض گرفتیم کل فرایند این نیرو وارد شده و ثابت بوده.

مثال: توپ به جرم **۲۸۰ gr** شوت میشه به تیر میخوره اگر سرعت شوت $۲۲\frac{m}{s}$ باشه و سرعت برگشت $۱۵\frac{m}{s}$ و کل زمانی که توپ با تیر در تماس بود (**s**) ۰/۰۶ اونوقت اندازه متوسط نیروی وارد به توپ چند نیوتن بود؟ (تمرین کتاب)

$$\left.\begin{array}{l}\vec{P}_۱ = ۲۲\times۲۸۰\times۱۰^{-۳}\ i \\ \vec{P}_۲ = -۱۵\times۲۸۰\times۱۰^{-۳}\ i\end{array}\right\} \overrightarrow{\Delta P} = -۱۰/۳۶\ kgr\frac{m}{s}\vec{i} \Rightarrow |F| = \frac{|\Delta P|}{\Delta t} = \frac{۱۰/۳۶}{\Delta t} = \frac{۱۰/۳۶}{۰/۰۶} = ۱۷۲/۶(N)$$

مثال: نمودار زیر نیروی وارد بر جسم برحسب زمان است تغییر نکانه جسم و نیروی خالص متوسط آن را حساب کنید. (تمرین



کتاب)

$$S=\Delta P=\frac{۲۰\times۱۰^{+۳}\times(۲/۵-۱)\times۱۰^{-۳}}{۲}=۱۵\,kgr.\frac{m}{s}$$

$$F=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{۱۵}{۱/۵\times۱۰^{-۳}}=۱۰۰۰۰(N)$$

نکته: مساحت بین نمودار و محور $\mathbf{t}$، ΔP است.

نیروي گرانش: نیرویی که اجسام هم اندازه و خلاف جهت هم به یکدیگر وارد می‌کنند مثل ماه و زمین. علت چرخش ماه به دور زمین نیروی گرانش است!

•نکته: نیروی گرانش شبیه نیروی بین دو آهنربا است. هر قدر آهنربا بزرگتر باشد و فاصله بین انها کمتر باشد نیرو قوی تر است!

$F=G\frac{m_۱m_۲}{r^۲}$ — $m_۱$: جرم جسم۱، $m_۲$: جرم جسم۲، r: فاصله مرکز دو جسم بر حسب m، G: ثابت گرانش

مثال: جسم در فاصله (**m**) ۲ یکدیگر را با نیروی گرانشی کوچک$(N)^{-۸}$۱۰ جذب می‌کند اگر جرم جسم اول **kgr** ۵۰ باشد جرم جسم دیگر چند کیلوگرم است؟ (تمرین کتاب)

$$F=G\frac{m_۱m_۲}{r^۲}\rightarrow m_۲=\frac{F_۰^{\,۲}}{Gm_۱}\Rightarrow m_۲=\frac{۱۰^{-۸}\times(۲۰)^۲}{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\times۵۰}\simeq ۱/۲\times۱۰^{۳}\,kgr$$

مثال: در چه فاصله‌ای از سطح زمین، وزن یک جسم نصف می‌شود؟ (تمرین کتاب)

اگر نیروی وارد بر یک جسم **F** باشد اونوقت $F=F_{net}$ و اگر جسم روی سطح زمین باشد داریم: **M** همون جرم زمین و **m** جرم جسم **Re** شعاع زمین:

$$F_{ent}=ma=GM\frac{m}{R_e^۲}\Rightarrow a=G\frac{M}{R_e^۲}$$

اگر مقدار رو حساب کنید به عدد$۹/۸\frac{m}{s^۲}$ می‌رسید یعنی در واقع $g=G\frac{M}{R_e^۲}$ می‌شود.

هرچه فاصله بیشتر **g** کمتر میشود $g'=\frac{g}{۲}=\frac{GM}{(R_c+h)^۲}$

$$\Rightarrow\frac{G\frac{M}{R_e^۲}}{۲}=\frac{GM}{(R_e+h^۲}\Rightarrow\frac{۱}{۲A_e^۲}=\frac{۱}{(R_e+h)^۲}\longrightarrow\sqrt{۲}R_e=R_e+h\rightarrow h=(\sqrt{۲}-۱)R_e$$

$$\rightarrow h\simeq ۰/۴R_e$$

مثال: در چه فاصله‌ای از سطح زمین، ماهواره‌ای که بین زمین و ماه قرار دارد برآیند نیروی صفر خواهد داشت؟ (تمرین کتاب)

با توجه به اطلاعات سوال از شعاع زمین صرف نظر می‌کنیم و داریم $\frac{GM.M}{x^۲}=G\frac{M}{y^۲}$ از طرفی $۳/۸۴\times۱۰^{۵}\,k$ پس: $x+y=۳/۸۴\times۱۰^{۵}\,k$

$$\frac{GM.x}{(۳/۸۴\times۱۰^{۵}\times۱۰^{۳}-y)^۲}=\frac{GM\times m}{(y)^۲}\Rightarrow\frac{۷/۳۶\times۱۰^{۲۲}}{(۳/۸۴\times۱۰^{۸}-y)^۲}=\frac{۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}}{y^۲}\Rightarrow y\simeq ۳/۴۶\times۱۰^{۸}(m)$$

سوال: آزمایشی طراحی کنید که در آن بتوان$\mu_۱,\mu_۲$ را حساب کرد؟

جسم به جرم **m** روی سطح افق گذاشته و با نیروسنج میکشیم. زمانی که جسم در آستانه حرکت بود عدد نیروسنج همان $F_{s\max}$ و $F_N=mg$است! حالا اگر جسم با سرعت ثابت کشیده شود عدد نیروسنج این بار همان fk خواهد شد!

$$f_t=\mu_x.F_N$$

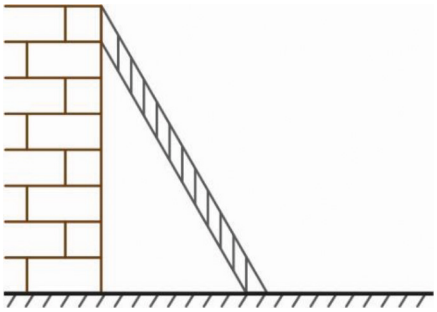
سوال: آزمایشی طراحی کنید که بتوان **k** فنر را حساب کرد.

یک فنر از سقف آویزان کرده و بعد از اینکه به تعادل رسید طولش را اندازه میگیریم. حالا جرم **m** کیلویی آویزان کرده و تغییر طول فنر را اندازه میگیریم. حالا داریم:

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

مثال: شکل روبرو ۲۰ **kgr** بتن به دیوار تکیه داده است ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و نردبان ۰/۴۶ است و جسم در استانه حرکت میباشد: (تمرین کتاب)

الف) سطح زمین به نردبان چه نیرویی وارد می‌کند؟ ۳ تا نیرو وارد می‌کند اولی نیروی عمودی سطح که هم اندازه **mg** است.



$$F_N = |mg| = ۲۰ \times ۹/۸ = ۱۹۶(N)$$

نیروی بعدی F_{smux} است جون جسم در آستانه حرکت است و F_{smux} هم سطح زمین وارد می‌کند و برایند این ۲ نیرو:

$$F_{smux} = \mu_S.F_N = ۰/۴۶ \times ۱۹۶ = ۹۰/۲(N)$$

ب) چه نیرویی از دیوار به نردبان وارد می‌شود؟

$$F_{net} = \sqrt{t_s^۲ + F_N^۲} \Rightarrow F = ۲۱۶(N)$$

جسم آستانه حرکت و نیروی دیوار برابر میشه برابر به سمت راست.

مثال: جسمی به جرم ۲ **kgr** با نیروی **F** کشیده می‌شود و جسم در آستانه است اگر نیروی F' به صورت لحظه‌ای وارد شود و جسم که حرکت کرد نیروی F' حذف شود آن وقت پس از طی چند متر سرعت چسم به ۱۸ **m/s** می‌رسد؟ و اگر نیروی **F** در این سرعت حذف شود جسم پس از طی چند متر از لحظه حذف نیروی **F** متوقف می‌شود؟ (تالیفی) $\mu_s = ۱$,

جسم در آستانه حرکت و داریم $\mu_k = ۰/۹۵$

$$F_N = mg = ۲ \times ۱۰ = ۲۰(N) \Rightarrow Fsmax = F_N\mu_s = ۲۰ \times ۱ = ۲۰ = |F| \quad : |Fsmax| = |F|$$

جسم که حرکت کند فقط F و F_k داریم:

$$a = \frac{F_{net}}{x}, f_t = F_x \times \mu_۴ = ۲۰ \times ۰/۵ = ۱۰(N), F = ۲۰(N)$$

$$F_{net}\ m \cdot -۱۰ = ۱۰(N) \rightarrow a = \frac{۱۰}{۲} = ۵\frac{m}{s}\ \ V = at \Rightarrow ۱۸ = ۵ \times t \rightarrow t = ۳/۶(s)$$

تا لحظه توقف با سرعت $۱۸\frac{m}{s}$ داریم: فقط بیرون F_k اثر دارد پس: $F_{net} = F_k$ $a = \frac{fx}{x_k}$ کند شونده

$$a = \frac{۱۰}{۲} = -۵\frac{m}{s} \Rightarrow V_۲^۲ - V_۱^۲ = ۲۰\Delta x \rightarrow ۰ - (۱۸^{m} = ۲(-۵)\Delta x \rightarrow \Delta x = ۳۲/۴(m)$$

۲

مثال: انتخاب کنید. (خرداد ۱۴۰۲ ریاضی)

الف) با افزایش ارتفاع از سطح زمین وزن جسم (تغییر می‌کند- ثابت می‌ماند) .

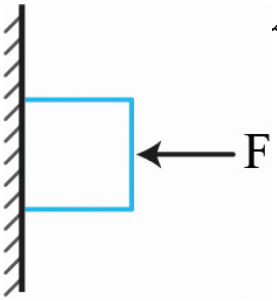
چون **g** تغییر می‌کند.

ب) مسافت که خودرو از لحظه دیدن مانع تا لحظه گرفتن ترمز طی می‌کند می‌گویند (خط قرمز- مسافت واکنش)

تا ببینی و ترمز بگیری یکم مسافت طی میکنی.. پس آروم برون!

پ) نیروی اصطکاک جنبشی به (ضریب اصطکاک جنبش- مساحت سطح تماس دو جسم) بستگی ندارد.

ت) نیروی ثابت خالص وارد بر جسم برابر با تغییر (سرعت- تکانه) جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است.



مثال: در شکل مقابل جرم کتاب ۲/۵ kgr است و ساکن می‌باشد، اصطکاک چقدر و کدام سو است؟ (تم

اگر نیروی F زیاد شود چطور؟

Fs رو به بالا است و برابر با نیرویی که میخواهد کتاب را حرکت بدهد یعنی نیروی گرانش!

$$F_s = mg = ۲/۵ \times ۱۰ = ۲۵(N)$$

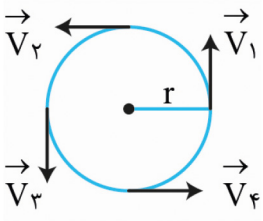
F زیاد شود، زیاد میشود ولی چون همچنان فقط نیروی mg میخواهد کتاب را حرکت دهد.

باز هم fs برابر اندازه mg میشود.

حرکت دایره‌ای:

وقتی شما با یک تندی ثابت (تعریف تندی که یادته) در یک مسیر دایره‌ای حرکت کنید حرکت دایره‌ای یکنواخت گفته میشود!

مثلا اگر با ماشین در حال دور زدن میدان باشید گردش عقربه سرعت ماشین شما عدد ثابتی را نشان میدهد! این عدد در واقع تندی حرکت شما است! پس سرعت چی؟ سرعت کمیتی برداری است بنابراین بردار حرکت شما در هر نقطه مماس به حرکت شما است.



طبق شکل روبرو اندازه سرعت‌های شما برابر است اما چون جهت فرق دارد داریم:

ببینید اندازه سرعت های شما برابره اما چون جهت فرق داره اینجوری از آب در میاد،در واقع ما داریم لحظه رو بررسی میکنیم نه کل حرکت رو، برای همین V ها مماس شدن.

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

دوره — T

$2\pi r$ → شعاع m

v → تندی m/s

دوره تناوب: مدت زمان لازم برای طی کردن یک دور کامل دوره تناوب است.

مثال: پره یک بالگرد با دوره (s) ۰/۰۲ به طور یکنواخت می‌چرخد (مثال کتاب)

الف) تعداد دور بر دقیقه پره بالگرد چقدر است؟ (rmp)

$t = ۶۰(s)$

$$rpm = \left(\frac{۱}{T}\right)\left(\frac{۶۰(s)}{۱min}\right) = \left(\frac{۱}{۰/۰۲}\right)\left(\frac{۶۰}{۱min}\right) = ۳۰۰۰ \text{ دقیقه/دور}$$

ب) اگر شعاع پره (□) ۲ باشد نوک پره با چه تندی می‌چرخد؟

تندی نوک پره با وسط ان فرق دارد چون در بازه زمانی یکسان مساحت بیشتری طی می‌کند:

$$V = \frac{۲\pi r}{T} = \frac{۲(۳/۱۴)(۲)}{۰/۰۲} = ۶۲۸\frac{m}{s}$$

•شتاب مرکز گرا: گفته شد که در حرکت دایره ای اندازه سرعت ثابت بوده اما جهت تغییر میکند. چرا؟ چون شتاب به سمت مرکز بوده که همواره بر جهت سرعت عمود است.

$$a_c = \frac{V^۲}{r} \quad V = \frac{۲\pi ۲}{T} \qquad a_c = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲}$$

مثال: خودرویی در یک میدان به شعاع ۱۰۰ m با تندی $۳۶\frac{km}{h}$ در حال دور زدن است دوره و شتاب مرکز گرا خودرو را حساب کنید. (مثال کتاب)

$$V=۳۶\frac{hm}{h}=۱۰\frac{m}{s},T=\frac{۲\pi r}{v}=\frac{۲(۲/۴)(۱۰۰)}{۱۰}=۶۲/۸(s)\Rightarrow a_c=\frac{V^۲}{r}=\frac{(۱۰)^۲}{۱۰۰}=۱\frac{m}{s^۲}$$

قانون دوم در حرکت دایره‌ای: در حرکت دایره ای شتاب مرکز گرا داریم پس این امر به این معنی است که نیروی خالص غیرصفر وجود دارد پس: ثابت بودن مدار گردش ماه به دور زمین به دلیل قانون دوم مرکت دایره ای و گرانش بین این دو جسم است.

$$F_{nct}=m\frac{V^۲}{r}$$

نکته: خودرویی که دور فلکه می‌چرخد بهخاط. اصطکاک سر نمیخورد!

مثال: حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ خودرو و جاده چقدر باشد تا خودرو بتواند با سرعت ۵۴ km/h پیچ افقی سطحی که شعاع آن (m) ۵۰ است دور بزند؟ (تمرین کتاب)

$$V=\frac{۵۴}{۳/۶}=۱۵\frac{m}{s}$$

لختی خودرو میخواهد از سطح جاده فرار کند و مستقیم برود اما اصطکاک این اجاره را نمیدهد. پس:

$$F_{net}=m\frac{V^۲}{r}=\mu_۲.F_N=F_{s_{max}}$$

$$\frac{V^۲}{r}=\mu_s=.mg\Rightarrow\mu=\frac{V^۲}{r.g}=\frac{۱۵^۲}{۵۰\times۱۰}=\frac{۲۲۵}{۵۰\times۱۰}=۰/۴۵$$

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!

به اینطور چیزها میگن نوسان دوره ای ،چرا؟ چون در زمان های منظمی اتفاق می‌افتن و مدت زمان یک چرخه کامل رو میگن تناوب مثلا قلب در دقیقه ۶۵ بار میزنه ئس هر تپش ۰/۹۲(s) طول میکشه. این عدد رو میگن دوره تناوب و با T نشان میدن واحدشم ثانیه است.

حالا بسامد چیه؟ تعداد نوسان یا همون تعداد چرخه ای که در مدت (s) اتفاق می افته رو میگن بسامد (فرکانس) و با f نشون میدن واحدشم s^{-1} یا $\frac{1}{s}$

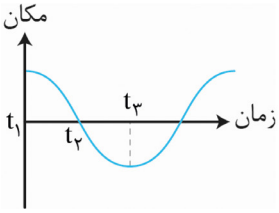
$$f = \frac{1}{T}$$

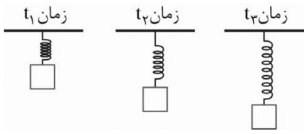
بچه ها بیایید مثل فنر بالارو نمودار مکان-زمان رسم کنیم:

نگاه کنید تو لحظه t_2سرعت بیشترین بود (شیب نمودار خیلی زیاده) تو لحظه t_3 نوسانگر برگشته از فصل اول بلیدی سرعت در نقطه بازگشت صفر میشه (شیب نمودارم صفره)

✓دقت کنید شکل نمودار حالت cos داره چون با y حال نمیکنیم یه حرکت میزنیم ،یه سطح بدون اصطکاک درست میکنیم و فنر رو یه جا محکم می بندیم سپس وزنه بهش متصل میکنیم و رها می کنیم دقیقا مثل بالا مدام رفت و برگشت انجام میده.

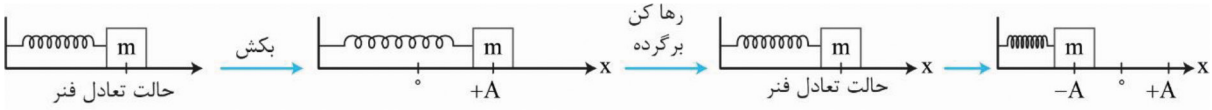
نکته: دوره به واحد زمانی که هر دوره رفت و برگشت فنر طول میکشد گفته میشود و بسامد تعداد نوسانات در مدت یک ثانیه است.





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 $F = k\Delta x$

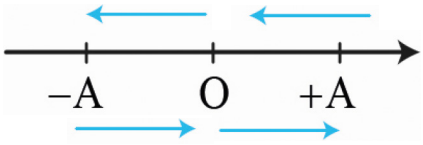
+A

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: $x = A\cos\omega t$ ← مکان در زمان t

(s) بسامد زاویه ای بچه ها فاصله C تا+A یا C تا−A بهش میگن دامنه با Aنشون میدن



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)

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

بسامد زاویه‌اي چیست؟ فرض کنید با ماشین دور فلکه با تندی ثابت می‌چرخید هر دوری که میزنید یک حرکت متناوب و تکراری است. خب هردور شما اگر به مدت T طول بکشه بخوایم برای شما سرعت زاویه ای تعریف کنیم چی میشه؟ سرعت زاویه همون سرعت چرخش شما به دور یک دایره هستش ،هر دایره می دونید که به اندازه ۲. رادیان هستش پس:

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)

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

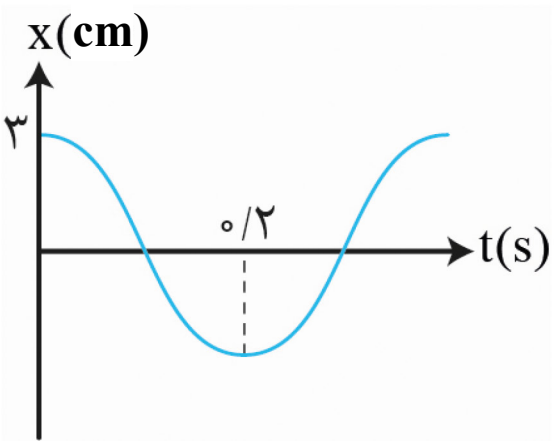
مثال: با توجه به نمودار مقابل: (دی ۱۴۰۰)

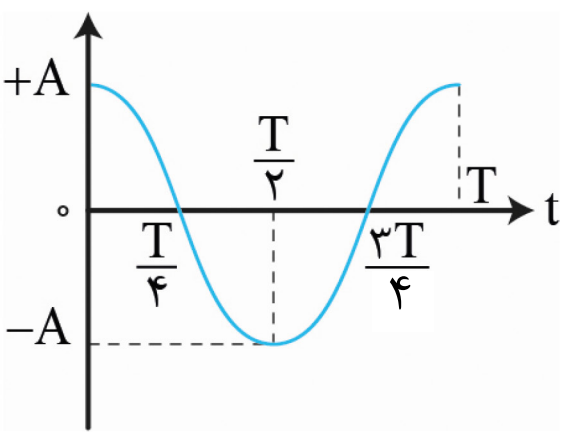
الف) دوره حرکت این متحرک $\frac{۳\pi}{۴}$ چقدر است ؟(نمودار سمت راست میتواند یک الگو باشد.)

ب) معادله حرکت را بنویسید.

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

$$A=۰/۰۳(\text{x})$$





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

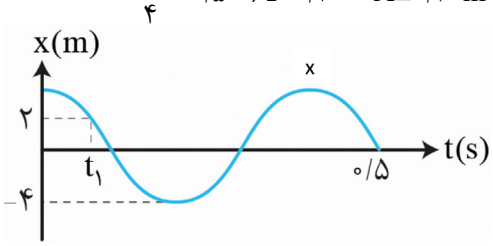
الف) معادله حرکت آن را بنویسید: نا نقطه **x** روی محور **t** یک نوسان کامل است از نقطه **x** تا ۰/۵ هم به اندازه **A** جابجایی داریم

$\frac{\Delta T}{۴}=۰/۵ \rightarrow T=۰/۴ \quad A=۰/۴۰m \quad w=\frac{۲\pi}{۰/۴}=۵\pi \quad x=۰/۴۰\cos ۵\pi t$

پس در مجموع داریم: $۴A+A=۵A$

هر **A** به اندازه $\frac{T}{۴}$ زمان میخواهد پس: $۵\pi.t=\frac{+\pi}{۲} \rightarrow t=\frac{۱}{۱۵}(s)$

ب)مقدار $t_۱$ را حساب کنید.



$\frac{۵T}{۴}=۰/۵ \rightarrow T=۰/۴(s), \omega=\frac{۲\pi}{۰/۴}=۵\pi, A=۰/۰۴(m) \rightarrow \quad X=۰/۰۴\cos ۵\pi.t$

$X=۰/۰۲(m) _\rightarrow ۰/۰۲=۰/۰۴\cos ۵\pi.t \quad \cos ۵\pi.t=\frac{۱}{۲} \rightarrow ۵\pi.t=۲k\pi \pm \frac{\pi}{۳}$

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

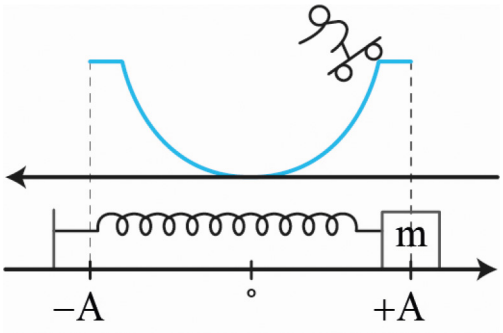
$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{T=\frac{۲\pi}{\omega}} \omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$$

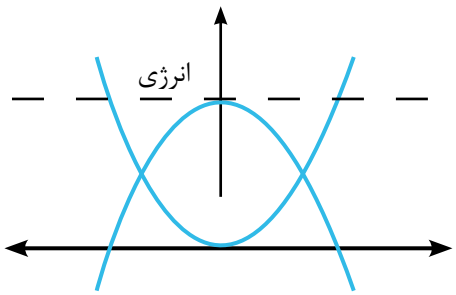
مثال: خودرو ای با سرنشین ۱۶۰۰ **kgr** است و ۴فنر دارد. با سختی $۲\times۱۰^{۴}\frac{N}{m}$ دوره تناوب و بسامد زاویه‌ای این فنرها وقتی در چاله می افتد حساب کنید. (توزیع وزن روی چرخ‌ها یکسان است) (تمرین کتاب)

جرم روی هر فنر $=\frac{۱۶۰۰}{۴}=۴۰۰kgr \quad , k=۲\times۱۰^{۴} \quad T=۲\pi\times\sqrt{\frac{۴۰۰}{۲\times۱۰^{۴}}}=۲\pi\times\sqrt{۲\times۱۰^{-۲}}(s)$

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

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: $E=U_{max} \Leftarrow E=K+U$ و برای فنر داریم:

$$U_{max}=\frac{۱}{۲}KA^{۲}=E$$

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

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

K_{max}

- پس خواهیم داشت: $A\sqrt{\frac{k}{m}}=V_{max} \Leftarrow \sqrt{\frac{K.A^{۲}}{m}}=V_{max} \longleftarrow \frac{K.A^{۲}}{m}=V_{max}^{۲} \Leftarrow \frac{۱}{۲}KA^{۲}=\frac{۱}{۲}mV_{max}^{۲}$

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

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

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) $V_{max} = A.\omega = A(\frac{2\pi}{T}) = (0/1)(\frac{2\pi}{T}) = 1/3 m.s$

اثبات فرمول $V_{max} = A.\omega$:

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

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.

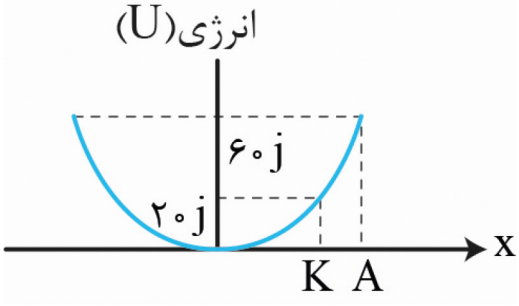
$$a = \omega^2.x \begin{cases} \omega = 20\pi \\ x = 0/01 \end{cases} \Rightarrow a = (20\pi)^2 \times 0/01 = 4\pi^2 \frac{m}{s^2}$$

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

$$t = \frac{T}{4} \rightarrow t = \frac{0/1}{4} = \frac{1}{40}$$

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** ۲۰۰ می‌باشد تندی وزنه رادیکال **x** بدست بیاورید. (خرداد ۱۴۰۲ تجربی)



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

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

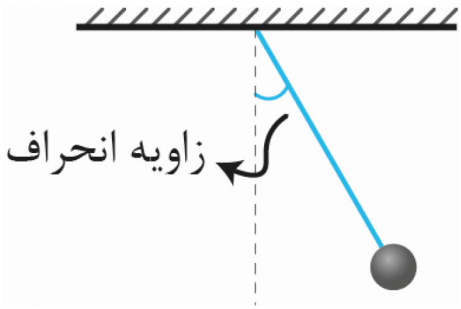
ب) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی کشسان با جنبشی برابر شود؟ (مشابه تمرین کتاب)

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

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

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)

$g_{\text{استوا}}=۹/۷m.s$ $g_{\text{تهران}}=۹/۸m.s$

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

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

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

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

افزایش دما یعنی افزایش طول آهنگ در اثر انبساط:

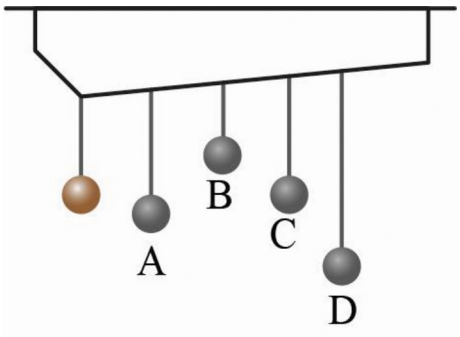
$$\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}}>۱$$

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.

یه مثال خفن تر: زلزله هم که بجور بندری زدن زمین است.دارای ندین موج است که هر زلزله فرکانس نوسانی اون محدوده ای داره حالا اگر ساختمون شما فرکانسش تو اون محدوده باشه دچار تشدید میشه و میریزه...

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.

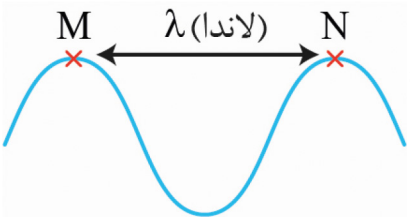
نکته این موج است که حرکت میکند و ذرات طناب یا فنر فقط سر جای خود نوسان می‌کنند مثل موج مکزیکی! اینم بگم اینجور موج ها اسم دارن که می‌گن پیش دونده!

مشخصه هاي موج:

- موج عرضی

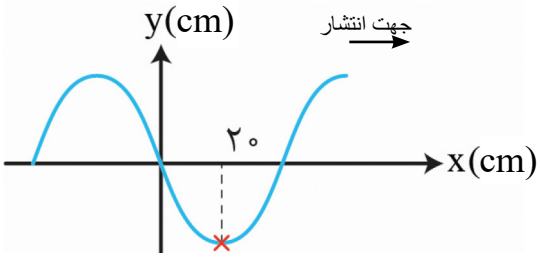
نقطه **M** سر جایش بالا پایین میرود پس حرکت نوسانی در حال انجام است!

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

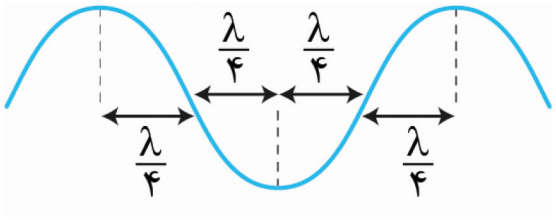


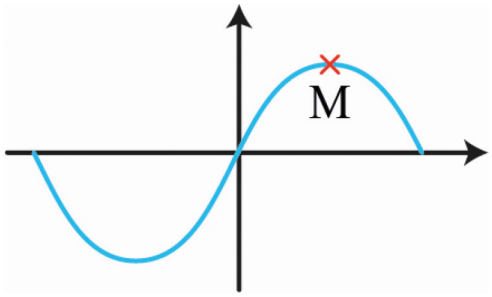
تندی انتشار موج $\Rightarrow V=\frac{X}{T}=\lambda f$

شکل مقابل نمودار موج عرضی را در لحظه $t=0$ نشان میدهد اگرتندی انتشار موج **m/s** ۴ باشد نمودار را در لحظه$t=\frac{1}{10}(s)$ رسم کنید. (نهایی ۱۴۰۲ ریاضی)



تندی انتشار موج: $v=\frac{\lambda}{T}=\lambda f$

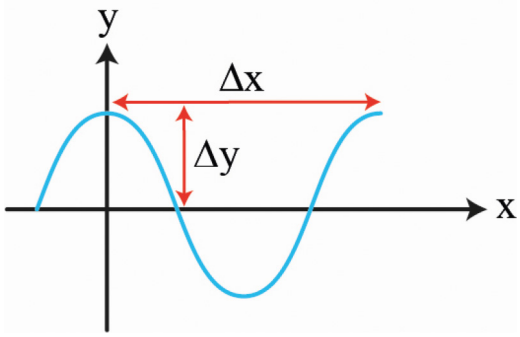




فاصله دو قله میشودλ پس:

$\lambda=VT\Rightarrow T=\frac{0/8}{4}=\frac{2}{10}s$ $\quad t=\frac{1}{10}=\frac{T}{2}$

مثال: در نمودار جابجایی مکان موج عرض شکل زیر$\Delta x=40cm,\Delta y=15cm$ است اگر بسامد نوسان **Hz** ۸باشد طول موج، دامنه تندی و دوره تناوب موج چقدر است؟ (تمرین کتاب)



$\lambda=\Delta H=40cm$ $\quad A=\Delta y=15Cm$ $\quad \lambda=\frac{V}{F}\Rightarrow V=3/2\frac{m}{s}$ $\quad T=\frac{1}{F}=\frac{1}{8}(s)$

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)

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}},\mu\frac{m}{L}=\frac{0/5}{2}=\frac{1kgr}{4m}\Rightarrow V=\sqrt{\frac{9}{\frac{1}{4}}}=\sqrt{36}=6\frac{m}{s}$$

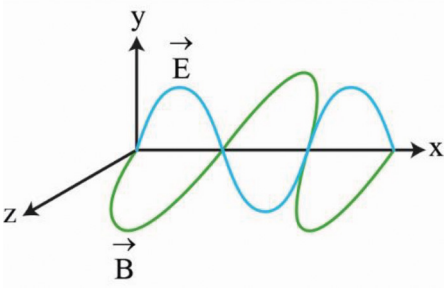
نکته: موج حاصل انرژی است.

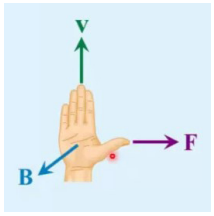
امواج الکترومغناطیسی: امواج الکترومغناطیسی لزوماً ناشی از تغییرات هم زمان میدان الکتریکی و مغناطیسی است تازه عمود به هم هستند.

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)

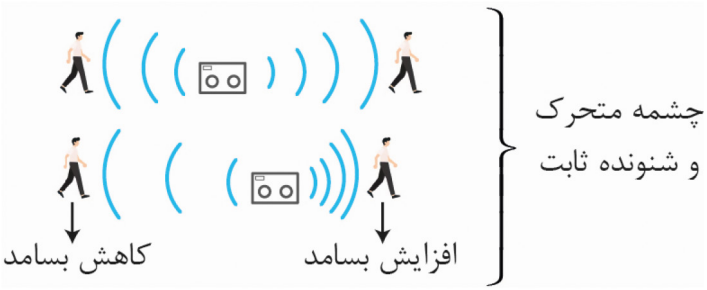
$\text{Log}۲ = ۰/۳$

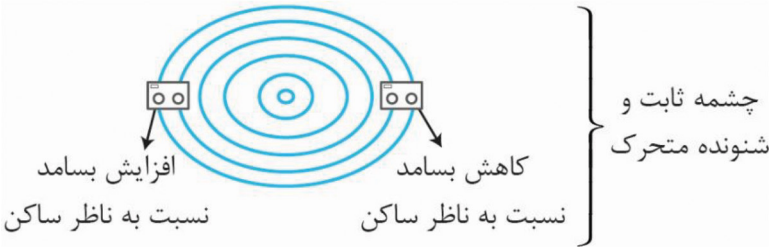
$$\Delta B = ۱۰ \, \text{Log} \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow AB = ۱۰ \times \text{Log}^{۲} \quad \Rightarrow \Delta B = ۳db$$

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** ۲۰ تا **Hz** ۲۰۰۰۰ می‌باشد.

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





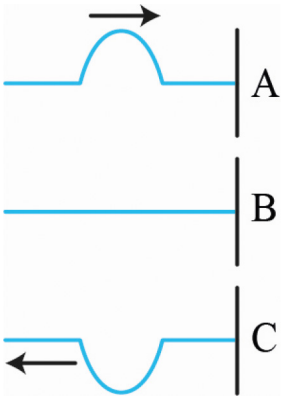
نکته: در امواج الکترومغناطیسی مثل نور اثر دوپلر شاهد کاهش طول موج خواهیم شد مثلاً طول موج نوری که **nm** ۷۰۰ است.

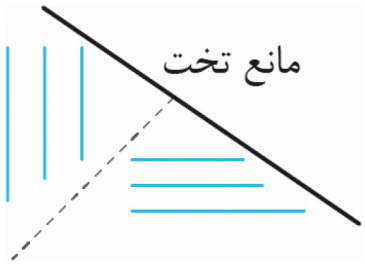
وقتی به سمتش می‌رویم مثلاً **nm**۵۰۰ می‌بینیم مثل اینکه نور قرمز رو به رنگ آبی ببینیم.

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

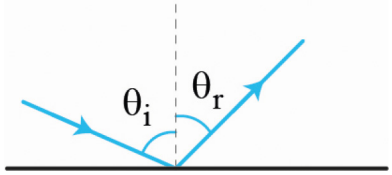
بازتاب موج عرضی: به بازتاب موج مشابه شکل مقابل گفته میشود

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





جبهه‌های موج تخت بازتاب پیدا کرده است.



نمودار پرتویی

به مثال دیگه :وقتایی که سر به کوه می زنی وقتی فریاد میکشی بعدش صدای خودتو می شنوی،جرا؟چون صوت رفته به کوه بعد برمیگرده به خودت . اینا مثال هایی از بازتاب موج بود.

بازتاب موج تخت :تشت آب یه موج ایجاد کن،یه شکل شیشه مانند کج بذار تو مسیرش می بینی که موج میخوره به شیشه و به طرف دیگه بازتاب می کنه ،این موج چون تو سطح هستش، سطح هم که دو بعدی...

قانون بازتاب عمومي:

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)

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

الف)طول موج صوت چقدر است؟

نکته فوق خفن:برای تشخیص جسم اندازه طول موج به کار رفته در حدود برابر یا کمتر از اندازه اون جسم باشه ، واسه همین شناسایی ریز پرنده ها تو آسمون سخته.

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

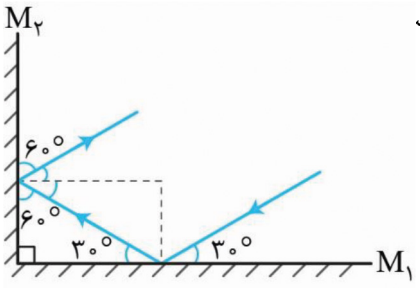
رفته برگشت پس تایم کلی برابر است با: $۲\times۱۰۰=۲۰۰m$

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

مثال: در شکل مقابل پرتو بازتاب از آینه‌های **m**۱ و **m**۲ را حساب کنید؟ (تمرین کتاب)

۲

با زاویه ۳۰ برخورد کرده است پس با ۳۰ برگشته و با **m**۲ برخورد میکند. زاویه برخورد به **m**۲ میشه ۶۰ که زاویه تابش که تعریفش زاویه بین پرتو خط عمود است: میشود ۳۰ درجه پس بازتابش هم ۳۰ درجه اس

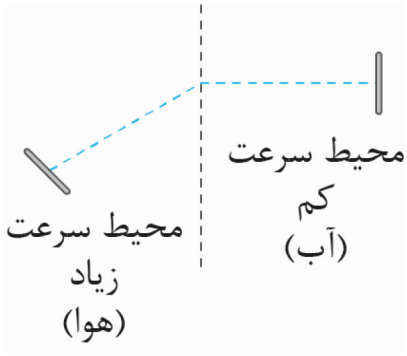


دو نوع بازتاب داریم:

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

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

برای نور چون طول موجش در حد ۵/۰ هستش سطحی که اجزا اون بزرگتر باشه از ۵/۰ ناهموار هستش.



شکست موج:

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

!یه مداد بردار بذار تو لیوان که نصفش با آب پر شده از بغل نگاه کن ، عه مداد چرا حالت شکسته داره مداد شکست! خیر خطای دید هستش دلیلشم هست شکست موج هست.

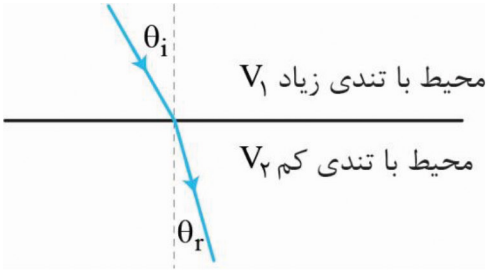
مقایسه سرعت نور در محیط‌های مختلف

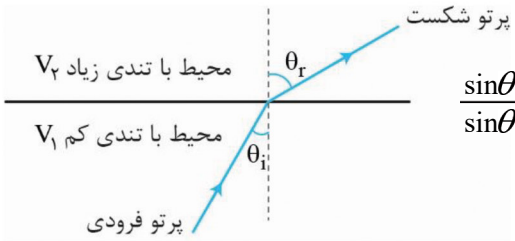
مقایسه سرعت تور در محیطهای مختلف $V<V_t<V$

قانون شکست عمومي

θi زاویه پرتو فرودی و θr زاویه پرتو شکست است.

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





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

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

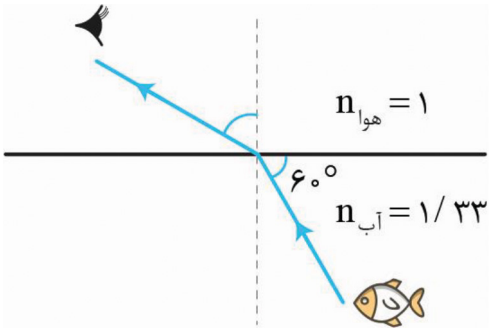
مثال: پرتو نوری مطابق شکل است زاویه شکست آن را حساب کنید. (تمرین کتاب) (آموزشی)

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

- به این $n=\frac{C}{V}$ $=\frac{\text{تندی نور در خلا}}{\text{تندی نور در محیط}}$ 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 $n_1 \sin\theta_1 = n_1 sin\theta_2$



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

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

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

الف) بسامد این موج چقدر است؟

$$f=\frac{V}{\lambda}=\frac{C}{\lambda}=\frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۶۳۳\times ۱۰^{-۹}}=۴/۷۴\times ۱۰^{۱۴}\,\text{Hz}$$

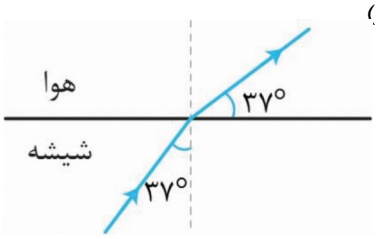
ب) ضریب شکست چشم‌ها چقدر است؟

$$n=\frac{C}{V}=\frac{\lambda_{\circ} f}{\lambda f}=\frac{\lambda_{\circ}}{\lambda}=\frac{۶۳۳\times ۱۰^{-۹}}{۴۷۴\times ۱۰^{-۹}}=۱/۳۴$$

ج) نور داخل چشم‌ها چقدر تندی دارد؟

$$V=\frac{C}{n}=\frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۱/۳۴}=۲/۲۵\times ۱۰^{۸}\left(\frac{m}{s}\right)$$

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



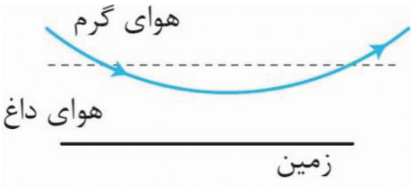
الف) ضریب شکست شیشه چقدر است؟

$$\frac{\sin ۵۳}{\sin ۳۷}=\frac{n_2}{n_1}\Rightarrow\frac{۰/۸}{۰/۶}=\frac{n_2}{n_1}\rightarrow n_1=\frac{۴}{۳}$$

$\sin ۳۷=۰/۶ \quad \sin ۵۳=۰/۸$

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!

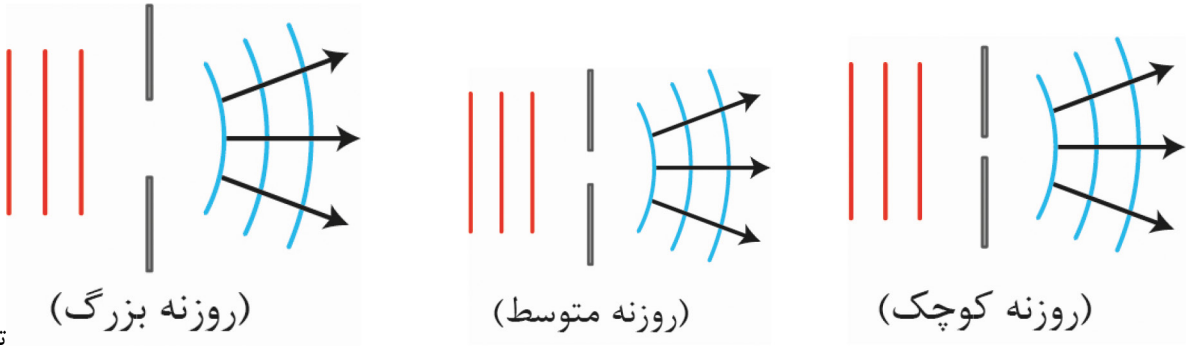


پاشندگي نور: وقتی نور سفید که شامل همه طیف‌های مرئی نور است به منشور برخورد میکند نور پخش شده و رنگین کمانی میشود. اما چرا؟ ضریب شکست هر محیطی به زخ به طول موج نور وابسته است.

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 حال طی موج است عبور کند پراش نمایان‌تر است. و هر چه روزنه ریزتر شود پراش شدیدتر است!



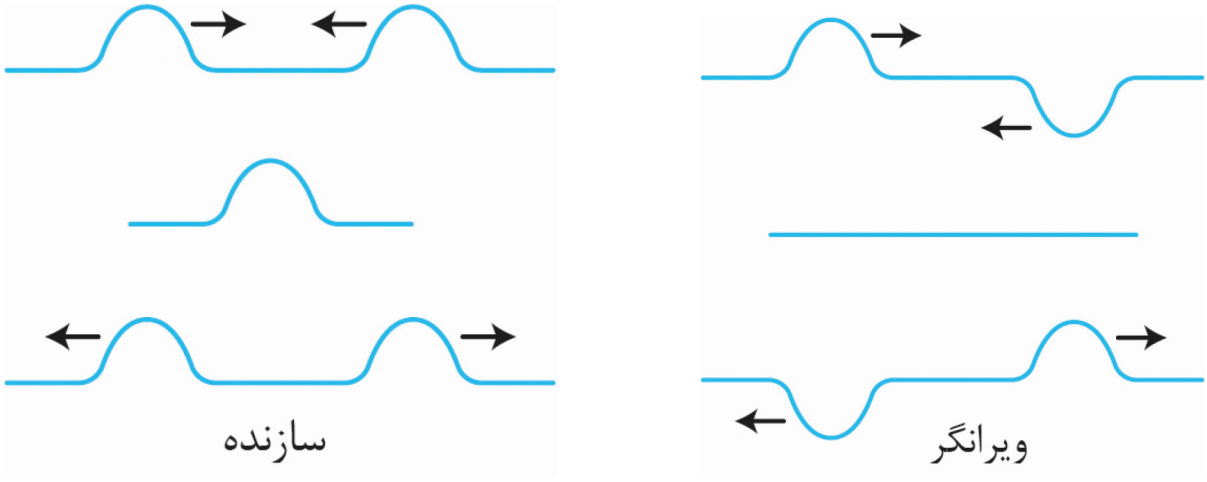
تداخل

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

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

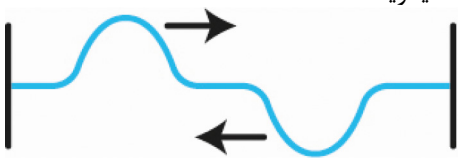
تداخل امواج صوتی: در تالار ها دیدی بلندگوها روبرو هم هستند. اگر صدا را آورم زیاد کنید در یک حد خاصی volume کم و در حدی دیگر زیاد است.

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.



خب بچه ها اگر این موج ها شبیه هم نباشن که موج ایستاده تشکیل نمیشه.ببین مثلا این شکل نمیتونه تشکیل موج ایستاده بده

خب آقا چجوری تشکیل بدیم؟ با یه فرکانسی این موج رو بسازیم که ایستاده تشکیل بده که بهش میگن بسامد تشدیدی.

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \qquad n = 1,2,\dots$$

L طول تار (همون کش) (طول موجهای تشدیدی)

$$f_n = \frac{V}{\lambda_n} = \frac{nV}{2L} \qquad n = 1,2,\dots$$

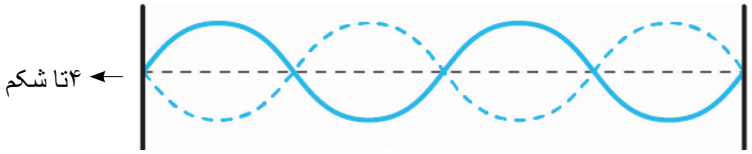
N تعداد شکم (بسامدهای تشدیدی تار)

• 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 **m** ۱/۲ باشه و تندی انتشار موج عرضی **m/s** ۲۴ باشد (خرداد ۱۴۰۱ریاضی)

الف) بسامد هماهنگ چهارم چند هرتز است؟

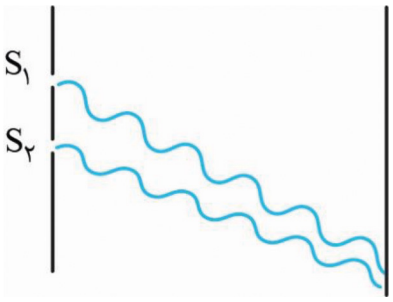


$$f = \frac{nv}{2l} \rightarrow f = \frac{4\times 240}{2\times 1/2} = 400\,Hz$$

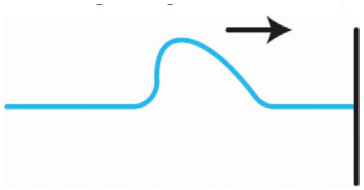
ب) شکلش را رسم کنید.

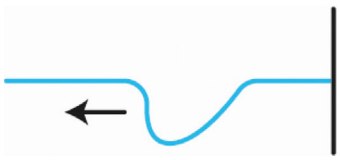
مثال: در آزمایش یانگ مقابل محل تداخل دو موج چه نواری تشکیل میشود چرا؟ (خرداد ۱۴۰۲ریاضی)

روشن، زیرا دو موج همدیگر را تقویت می‌کنند.



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





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.

موج ایستاده و تشدید در لوله های صوتی : بچه ها موج ایستاده میتونه توی لوله هم شکل بگیره ،دیدی تو لوله حرف میزنی صدا متفاوته ،اون بخاطر همین هستش یا توی نی فوت می کنی حالا فرق میکنه لوله شما دو سرش باز باشه یا بسته.

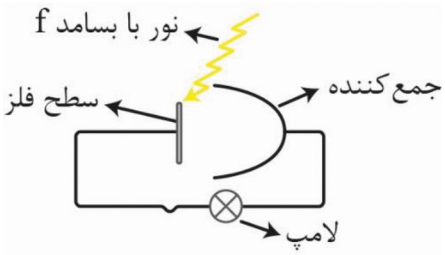
تشدید هملهولتز: به دهانه یک بطری بدمید حالا ممکنه شما صدای قوی بشنوید که این بخاطر گردن بطری هستش که با هوای بقیه قسمت بطری تشدید ایجاد می کنند.

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. $h = ۶/۶۷\times۱۰^{-۳۴}\,j/s$ ثابت F بسامد نور فرودی ☐ $E = n.ht$ انرژی n فوتون

$h = (۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴})(\frac{۱۰v}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}) = ۴/۱۴\times۱۰^{-۱۵}\,ev.s$ ☐ $E = h.f$ انرژی هر فوتون

عدد hخیلی کوچیک و گفتنش هم سخته ،بیایید معیار جدیدی برای خودمون خلق کنیم:تصور کن یک e با بار $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$ از یک نقطه به نقطه دیگه جابجا بشه ،بطوریکه اختلاف پتانسیل دو نقطه $\Delta V = 1(V)$ باشه:

این عدد رو ۱(ev) در نظر می گیریم و داریم:

$\Delta U = 1g.\Delta Vl = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}j$

۱(ev)= $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}j$ الکترون ولت

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

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

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

الف) انرژی هر فوتون چند(**ev**) است

ب) چه 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:

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

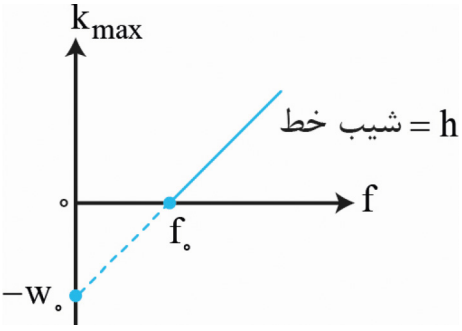
قانون پایستگي انرژي در اثر فوتو الکتریك:

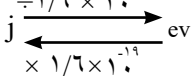
به طور کلی انرژی لازم برای خارج کردن **e** را تابع کار (**w**) مینامند.

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. $f = \frac{w_{.}}{h}$





دقت کنید تو کتاب گفته تور رو به برق نما می تابه ،اگر eکنده بشه ورقه ها جابجا میشن در غیر اینصورت ثابت میمونه.

قانون پایستگی انرژی در اثر فتوالکتریک: بچه ها فکر کنید برای کنده شما مثلا $2j$ انرژی میخواین ،حالا نوری می تابونی که اترژی هر فوتونش $4j$ باشه خب eکه با $2j$ اون کنده میشه $2j$دیگه چی میشه؟ آفرین $2j$ دیگه به انرژی جنبشی e تبدیل میشه

حداقل انرژی لازم برای خارج کردن e از سطح فلز رو میگن:تابع کار فلز $kgw.$ انرژی جنبشیe بعد از کنده شدن از سطح فلز

البته **برای کندن سطحی ترین eهستش، بطور کلی انرژی لازم برای خارج کردن e رو میگن تابع کار(w)

قانون پایستگی انرژی $hf= w+k$

آقا اگه بسامد کمتر باشه چی میشه؟ خب طبق $E=hf$فوتون انرژی کافی برای کندن e رو نداره آقا بیشتر بود چی؟ باقی انرژی فوتون به kتبدیل میشه .

مثال:در پدیده فوتو الکتریک،ماهش طول موج نسبت به طول موج آستانه ،چه تاویری روی k_{max}دارد؟

طبق$E=hf$ با کاهش طول موج ،جمله اول افزایش می یابد و k_{max} هم افزایش،چون $k_{max}=\frac{hc}{\lambda}-w.$ ثابت هستش

مثال: در یک آزمایش تابع کار فلز ev ۴است؟ $(hc=1240ev.nm)$ (خرداد ۱۴۰۱ریاضی)

الف) طول موج آستانه چند نانومتر است؟

$$\lambda_{.}=\frac{hc}{w_{.}}\rightarrow\lambda_{.}=\frac{1240}{4}=310(nm)$$

ب) اگر طول موج نور فرودی $200nm$ باشد، K برای فوتو الکترون‌ها چند ev است؟

طیف خطی:

$$k_{max}=\frac{hc}{\lambda}-w_{.}\rightarrow k_{max}=\frac{1240}{200}-4=2/2(ev)\Rightarrow k=\frac{1}{2}x_e v^2$$

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 $5/29\times10^{-11}(m)$

شعاع nامین مدار هیدروژن: $r_n=a_0\times n2$

حالت پایه: e در مدار $n=1$ که $13/6$ ev است!

$^{3}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{1}_{1}H$
تریتیوم	دوتریوم	هیدروژن (پروتیوم)

✓بچه های آقای بور خیلی در حق هیدروژنی زحمت کشید و حتی شعاع مدارهای الکترون هیدروژن رو هم براش رابطه ساخت:

بچه ها eانگار ته چاه افتاده(لایه$n=1$) میخواد ازش در بیاد حالا چرا مول چاه،چون نیروی جاذبه بین هسته و eوجود داره برای همین انرژی $13/6$ ev علامت منفی داره پشتش یعنی$13/6$ evانرژی بدهی داره تا از قید هسته بیاد بیرون و آزاد بشه.

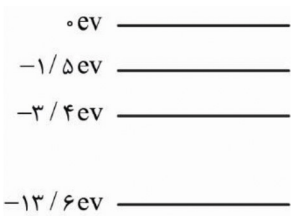
حالت‌هاي برانگيخته: به ترازهای بالاتر گفته میشود. (برانگیخته بودنش هم بخاطر انرژی ای است که گرفته که گرفته)

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؟$(he=1240ev.nm)$ (خرداد ۱۴۰۲ تمرین)

$$E_2-E_1=\frac{hc}{\lambda}\longrightarrow-1/5-(-13/6ev)=\frac{1240}{\lambda}\Rightarrow\lambda=102/4v$$



حواست باشه •

اگر نور سفید را از گاز هیدروژن رقیق رد کرده و سپس از منشور عبور دهیم، به نوری رنگین کمتنی با جند 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_1^{2+}).
- 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.

لیزر: اگر e خودش از مدار بالا بیاد پایین خود به خودی،اما حالا eتو مدار بالاس یه فوتون که انرژیش برابر تفاوت انرژی مدار بالا و پایین هستش می فرستی میخوره به eو الکترون میره مدار پایین حالا فوتون خودت با فوتونی که اونم اترژیش مول فوتون خودت بود، دوتایی گسسل میشن.

✓انرژی فوتون ورودی از طریق تخلیه ولتاژ بالا یا درخشش های شدید نور معمولی تامین میشه .

✓وارونی جمعیت: انرژی برسه تعداد e های در مدار برانگیخته برای تراز شبه پایدار بیشتر از eهای مدار پایه باشه می گن.

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: پرتون‌ها 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!

$^{A}_{Z}X_{N}$ (عدد جرمی ← A، عدد اتمی ← Z، تعداد نوترون ← N)

جرم الکترون<جرم پروتون<جرم نوترون

$$A=Z+N$$

شعاع هسته اتم $10^{-5}=\frac{1}{100000}$ برابر شعاع کل اتم هستش

✓آقا تو واکنش های شیمیایی مثل سوختن چرا هسته ها متلاشی نمیشه اون جا که انرژی داریم آخه؟ ببین این انرژی لازم برای هسته خیلی بزرگه.

✓بچه ها هیته های ناپایدار واپاشی میشه .برخی نیمه عمرشون زیاده بعضی کم حالا در کل وقتی یک هسته سنگین به دو هسته با جرم کمتر تقسیم بشه می گن شکافت هسته ای.

مثلا اورانیوم اگر یه نوترون بگیره زودی می پاشه:

$$^{1}_{0}n+^{235}_{92}U\rightarrow \underbrace{^{236}_{92}U^{*}}_{\text{هستهٔ مرکّب (ناپایدار)}}\rightarrow \underbrace{^{141}_{56}Ba}_{\text{باریم}}+\underbrace{^{92}_{36}Kr}_{\text{کریپتون}}+\underbrace{3\,^{1}_{0}n}_{\text{سه نوترون}}$$

اورانیوم ۲ایزوتوپ داره ^{238}Uو ^{235}U که دونی به عنوان سوخت هست چرا؟ چون تو اپلی فرایند زنجیره رخ نمیده درصد*تو سنگ اورانیوم حدود ۷۲/۰٪ هستش یعنی از ۱۴۰تا فقط یدونش ^{235}Uپس باید فراوانی ^{235}U رو بالا ببریم که بهش میگن غنی سازی

درصد*نیروگاه۳٪ درصد راکتور پژوهشی۲۰٪

بچه ها نوترون آزاد شده خیلی تنده میره میخوره به ^{238}U که اونم زنجیره ای نمیشه پس باید کند بشه تا احتمال برخورد به ^{235}Uبالا بره.

کند سازهای معروف آب معمولی H_2Oو آب سنگین و گرافیت (اتم کربن)

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: پرتون‌ها 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: $^{۲۰۹}_{۸۳}Bi$ 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 $E=mc^{۲}$ 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^{+} بار مثبت بدوم جرم (پوزیترون) $\left\{ {}^{A}_{Z}x \rightarrow {}^{A}_{z-۱}Y + i e^{+} \right.$

*اینجا پروتون به یدونه نوترون و یدونه بار +بدون جرم تبدیل میشه .در مجموع عدد جرمی ثابت میمونه ولی اتمی کاهش

$^{۷۱}_{۵۳}x \rightarrow {}^{۷۲}_{۵۲}Y + B^{+}$

B^{-} اولین پرتوزایی $\left\{ {}^{A}_{z}x \rightarrow {}^{A}_{Z+۱}Y + \dot{}_{-۱}e^{-} \right.$

*یدونه نوترون به pوe تبدیل میشه بعد e گسیل میشه و یدونه هم به عدد اتمی اضافه میشه

$^{۱۴۴}_{a.}x \rightarrow {}^{۱۴۳}_{۹۱}Y + e$ (الکترون)

$\alpha\left\{ {}^{A}_{Z}x \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}He \right.$ بار مثبت، سنگین (هسته هلیم)

$^{۱۴۶}_{۹۲}x \xrightarrow{\alpha} {}^{۱۴۴}_{۹۰}Y + \alpha$

مثال: کامل کنید (دی ۱۴۰۱ تجربی)

$$^{۲۱۱}_{۸۲}Pb {}^{۲۱۱}_{۸۳}Bi + -ie^{-} \rightarrow B^{-}$$

$$^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۲۳۴}_{۹۰}Th + {}^{۴}_{۲}He \rightarrow \alpha$$

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!

$$N = N_{۰}(\frac{۱}{۲})^{n}$$

مقدار باقی مونده ↓ ، مقدار اولیه ↓

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

t ← مدت زمان گذشته

T ← مدت زمان نیمه عمر ماده

نیروگاه چطوریه: میله سوخت که اورانیوم ۳٪ U^{235} هستش به قطر ۱cm میره تو قلب راکتور ، میله کنترل هم که میخاد تعداد نوترون موجود برای شکافت رو تنظیم میکنه اونم میره تو قلب راکتور جنس میله کادمیم یا بور هستش که نوترون جذب می کنن.

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

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

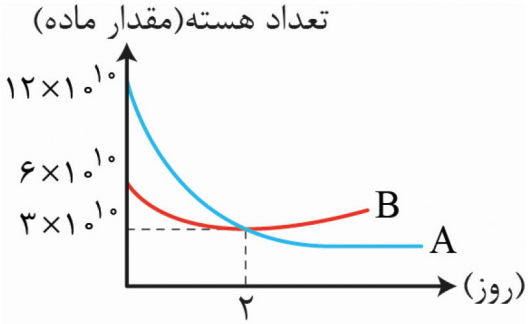
مثال: اگر نیمه عمر ماده‌ای ۳ روز باشه بعد چند روز $\frac{۳}{۴}$ مقدار آن واپاشیده شده؟ (خرداد ۱۴۰۲ تجربی)

$$\frac{N_۰}{۴}=\frac{N_۰}{۲^n}\qquad ۲^n=۲^۲\qquad n=۲$$

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

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)



$$N=\frac{N_۰}{۲^n},۳\times۱۰^{۱۰}=\frac{۶\times۱۰^{۱۰}}{۲^n}\rightarrow$$

$$\frac{t}{T_B}=n_B=۱$$

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

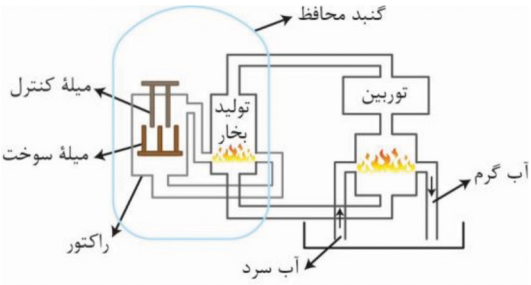
$$\frac{T_A}{T_B}=\frac{۱}{۲}$$

وقتی یک هسته سنگین به دو هسته با جرم کمتر تقسیم شود شکاف هسته ای میگویند. مانند اورانیوم.

این پروسه با کمک شلیک نوترون به سمت هسته، هسته ناپایدار شده و بصورت زنجیره وار واپاشی های هسته ای رخ میدهد.

$$۳(n)\rightarrow۳\rightarrow۹(n)\rightarrow۹\rightarrow۲۷(n)$$

ب فراورده‌های شکافت هسته سبک‌تر از واکنش دهنده هستند و طبق $E=xc^۲$ تفاوت جرم به انرژی تبدیل میشوند. واکنش هسته ای حدود ۲۰۰ mev انرژی آزاد میکند کت برابر است با 10^8 برابر انرژی آزاد شده از سوختن یک مولکول بنزین!



گرافت (همجوشی هسته ای): در خورشید و ستاره ها دو هسته اتم سبک به هم برخورد کرده و به هسته سنگین تبدیل میشوند و فرآورده سبک‌تر از مجموع واکنش دهنده‌ها هست. دقیق $E=xc^۲$ انرژی آزاد میشود مثلاً

$$D+T\rightarrow{}^۴He+{}^۱n$$

مثال: کامل کنید: (خرداد ۱۴۰۱)

A: هسته اتم از نوترون‌ها و پرتون تشکیل شده که به طور کلی..... نامیده می‌شود.

نوکلئون

B: با وارد کردن..... به داخل راکتور، آهنگ واکنش شکافت تنظیم میشود.

میله‌های کنترل

C: یک نوع واکنش که منشا تولید انرژی تو ستاره‌ها و خورشید هستش ..... نام دارد.

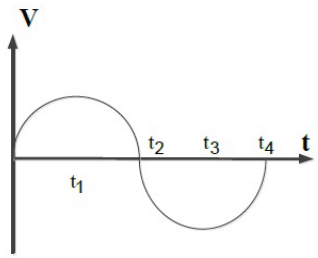
همجوش هسته‌ای

✓**آقا چرا دو تا هسته رو بهم نمیزنن این که انرژی بیشتری آزاد میشه؟** چون دو هسته بار + هستن بلید به نیرو ی دافعه غلبه کنیم خب دوتا هسته رو پرتاب کنید تا بهم بخورن و نیروی کوتاه برد هسته به دافعه غلبه کنه که این پرتاب سخته و به دمای خیلی بالا نیازه که فعلا تو ستاره ها هست و تو زمین هم درحد آزمایش.

سوالات فیزیک

فصل اول

سوال ۱ باتوجه به نمودار درستی یا نادرستی عبارت‌ها را مشخص کنید. (دی ۱۴۰۱)



الف) در بازه زمانی t_2 تا t_3 بردار شتاب در جهت محور x است.

ب) در بازه زمانی t_1 تا t_2 حرکت کندشونده است.

ج) در لحظه‌ی t_2 شتاب صفر است.

پاسخ: الف) نادرست

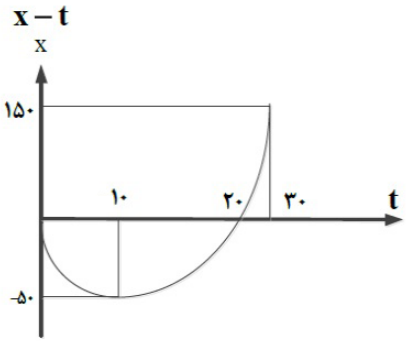
ب) درست

ج) نادرست

سوال ۲ چتربازی در ارتفاع ۶۰۰ متر به تندی حدی $5\ m/s$ می‌رسد. چند ثانیه طول می‌کشد تا به سطح زمین برسد؟ (دی ۱۴۰۱)

پاسخ: $\Delta y = V_{\cdot}\Delta t \rightarrow ۶۰۰ = ۵ \times \Delta t \rightarrow \Delta t = ۱۲۰(s)$

سوال ۳ متحرکی که نمودار $x-t$ آن به شکل مقابل است با شتاب ثابت حرکت می‌کند. (دی ۱۴۰۱)



الف) معادله مکان- زمان آن را بنویسید.

ب) مسیر حرکت متحرک در امتداد محور x را رسم کنید.

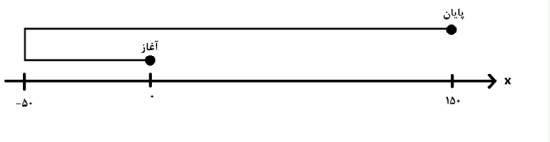
پاسخ: الف)

$$\Delta x = (\frac{V + V_{\cdot}}{۲})\Delta t \rightarrow -۵۰ = \frac{۰ + V_{\cdot}}{۲} \times ۱۰ \rightarrow V_{\cdot} = -۱۰\ m/s$$

$$a = \frac{V - V_{\cdot}}{t} \rightarrow a = \frac{۰ - (-۱۰)}{۱۰} = ۱\ m/s^۲$$

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + V_{\cdot}t + x_{\cdot} \rightarrow x = \frac{۱}{۲}t^۲ - ۱۰t$$

ب)



سوال ۴ متحرکی با شتاب ثابت $-۲\,m/s^۲$ و تندی $۱۰\,m/s$ در خلاف جهت محور x شروع به حرکت می‌کند.

(شهریور ۱۴۰۲)

الف) معادله سرعت- زمان متحرک را بنویسید.

ب) نمودار سرعت- زمان متحرک را در (s)۵ اول حرکت رسم کنید.

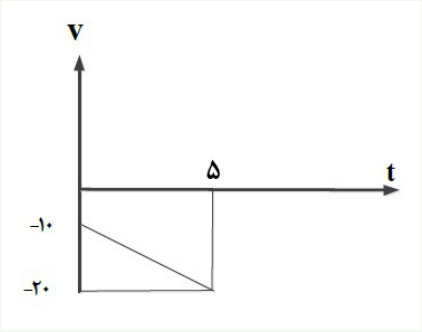
پاسخ:

الف)

$$V = at + V_۰ \rightarrow V = -۲t - ۱۰$$

$$V = -۲\times ۵ - ۱۰ = -۲۰\,m/s$$

ب)



سوال ۵ اتومبیلی با سرعت $۱۰۸\,km/h$ در جاده‌ای مستقیم در حال حرکت است. راننده مانعی ساکن در فاصله ۱۲۰ متری از خود می‌بیند و ترمز می‌گیرد. سرعت اتومبیل با چه شتابی کاهش یابد تا در فاصله ۲۰ متری از مانع متوقف شود؟

(شهریور ۱۴۰۲)

پاسخ:

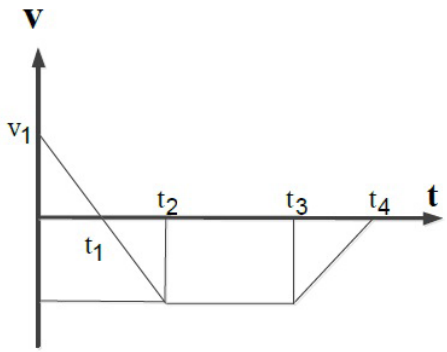
$$\Delta x = ۱۲۰ - ۲۰ = ۱۰۰(m)$$

حواستون باشه حتماً علامت منفی شتاب رو بزارید!

$$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow ۰ - ۳۰^۲ = ۲a\times ۱۰۰ \rightarrow a = -\frac{۹۰۰}{۲۰۰} = -۴/۵\,m/s^۲$$

سوال ۶ با توجه به نمودار سرعت- زمان مقابل پاسخ دهید.

(شهریور ۱۴۰۲)



الف) در چه لحظه یا لحظه‌هایی جهت حرکت متحرک تغییر می‌کند؟

ب) در کدام بازهٔ زمانی، حرکت کندشونده و در خلاف جهت محور x است؟

ج) نوع حرکت در بازه زمانی $t_۲$ تا $t_۳$ چیست؟

د) جابجایی در کل مدت زمان حرکت، در جهت محور x است یا در خلاف جهت آن؟

پاسخ: الف) $t_۱$

ب) $t_۳$ تا $t_۴$

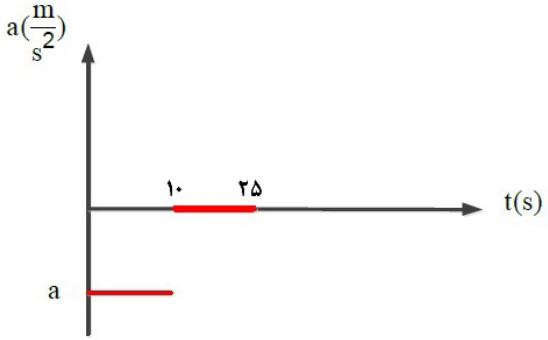
ج) سرعت ثابت

د) در خلاف جهت محور x

سوال ۷ نمودار شتاب- زمان متحرکی که سرعت اولیه آن $۴۰\frac{m}{s}$ و سرعت آن در $t=۱۰(s)$ برابر $۲۰\frac{m}{s}$ باشد مشاهده می‌کنید. (خرداد ۱۴۰۲)

الف) شتاب حرکت این ماشین را در ۱۰ ثانیه اول حرکت محاسبه کنید.

ب) جابجایی ماشین در بازهٔ زمانی $۱۰(s)$ تا $۲۵(s)$ را بدست آورید.



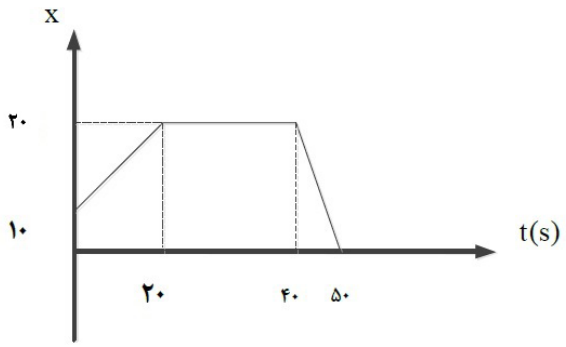
پاسخ: الف)

$$a=\frac{V-V_{.}}{t}\rightarrow a=\frac{۲۰-۴۰}{۱۰}=-۲\frac{m}{s^{۲}}$$

ب)

$$\Delta x=V.t\rightarrow \Delta x=۲۰\times ۱۵=۳۰۰(m)$$

سوال ۸ با توجه به نمودار مقابل معادله حرکت را در بازهٔ ۲۰ – ۰ و ۲۰ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۵۰ بنویسید. (خرداد ۱۴۰۲)



پاسخ:

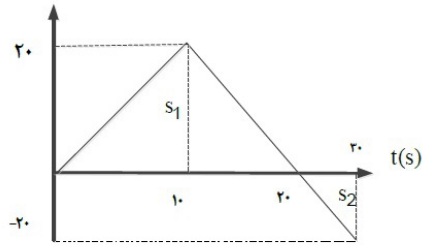
$$x=Vt+x_{.}$$

$۰-۲۰$: $V=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۲۰-۱۰}{۲۰-۰}=۰/۵\frac{m}{s}\rightarrow x=۰/۵t+۱۰$ در جهت محور x

$۲۰-۴۰$: $V=\frac{۲۰-۲۰}{۴۰-۲۰}=۰\frac{m}{s}\rightarrow x=۰\times t+۲۰\rightarrow x=۲۰(m)$ توقف

$۴۰-۵۰$: $V=\frac{۰-۲۰}{۵۰-۴۰}=-۲\frac{m}{s}\rightarrow x=-۲t+۲۰$ در خلاف جهت محور

سوال ۹ نمودار سرعت- زمان متحرکی که از مکان اولیه $-۲۰m$ حرکت می‌کند به شکل مقابل است. (خرداد ۱۴۰۲)



الف) مکان متحرک را در لحظه $t=۱۰$ و $t=۲۰$ حساب کنید.

ب) مسافت طی‌شده و جابجایی در ۳۰ ثانیه اول حرکت چندمتر است؟

ج) نمودار $x-t$ آن را رسم کنید.

پاسخ: الف)

$$x_۲ - x_۱ = (\frac{V_۲ + V_۱}{۲})\Delta t$$

$$\xrightarrow{t=۱۰} x_۲ = (\frac{۰+۲۰}{۲})\times ۱۰ - ۲۰ = ۸۰(m), \xrightarrow{t=۲۰} x_۲ = s - ۲۰ = ۲۰۰ - ۲۰ = ۱۸۰(m)$$

ب)

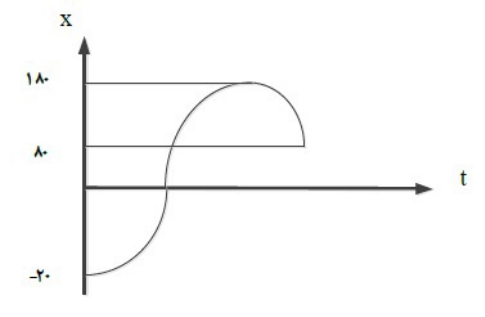
$$S_۱ = \frac{۲۰\times ۲۰}{۲} = ۲۰۰(m)$$

جابه‌جایی: ۱۰۰-۲۰۰= ۱۰۰ متر

$$S_۲ = \frac{-۲۰\times ۱۰}{۲} = -۱۰۰(m)$$

مسافت: ۱۰۰+۲۰۰= ۳۰۰ متر

ج)

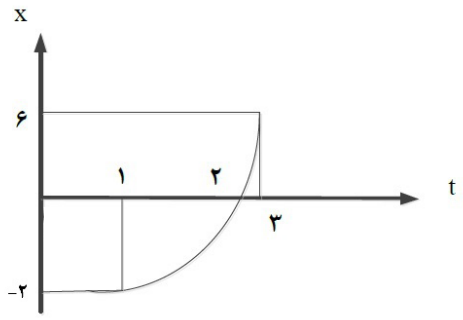


توجه کنید که همیشه نیاز نیست فرمول نمودار داشته باشید.

برای کشیدنش گاهی وقتا داشتن چندتا نقطه کافیه.

سوال ۱۰ باتوجه به نمودار پاسخ دهید.

(تمرین کتاب)



الف) سرعت متوسط از صفر تا $۳(s)$ را حساب کنید.

ب) معادله مکان- زمان متحرک را بنویسید.

ج) سرعت متحرک در لحظه $t = ۳$ چقدر است؟

پاسخ: الف)

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۶-۰}{۳} = ۲ m/s$$

ب)

$$t = ۱ \rightarrow V = ۰ \rightarrow V = at + V_۰ \rightarrow -V_۰ = a$$

$$\Rightarrow x = \frac{۱}{۲}at^۲ + V_۰t + x_۰ \xrightarrow[x=۶]{t=۳, x_۰=۰} ۶ = \frac{۱}{۲}a(۳)^۲ + (-a\times ۳) + ۰$$

$$\Rightarrow a = ۴\frac{m}{s^۲}, V_۰ = -۴\frac{m}{s} \rightarrow x = ۲t^۲ - ۴t$$

ج)

$$V = at + V_۰ \rightarrow V = ۴t - ۴ \xrightarrow{t=۳} V = ۴\times ۳ - ۴ = ۸\frac{m}{s}$$

سوال ۱۱ خودرویی با شتاب $۴\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون سرعت خود را به $۶۰\frac{m}{s}$ می‌رساند جابجایی خودرو در این مدت چند متر است؟ (تالیفی)

پاسخ:

$V = at + V_۰ \rightarrow ۶۰ = ۴ \times t + ۰ \rightarrow t = ۱۵(s)$

$\Delta x = \frac{V_۰ + V}{۲}\Delta t \rightarrow \Delta x = \frac{۶۰ + ۰}{۲} \times ۱۵ = ۴۵۰(m)$

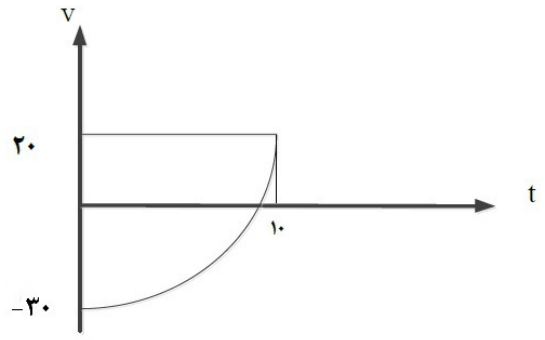
یا

$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x$

$(۶۰)^۲ - ۰^۲ = ۲ \times ۴ \times \Delta x$

$\Delta x = ۴۵۰$

سوال ۱۲ در نمودار مقابل شتاب متوسط در بازه زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه را حساب کنید. (تالیفی)



پاسخ:

$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۲۰ - (-۳۰)}{۱۰ - ۰} = ۵\frac{m}{s^۲}$

سوال ۱۳ کلمات مناسب را انتخاب کنید. (نهایی)

الف) جهت بردار شتاب متوسط همواره در جهت بردار (تغییر سرعت- سرعت) است.

ب) شتاب متوسط کمیتی برداری و هم جهت با (تغییر سرعت- جابجایی) است.

ج) بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت (عمود-مماس) است.

د) در حرکت دایره یکنواخت حرکت شتاب‌دار (است- نیست).

پاسخ: الف) تغییر سرعت

ب) تغییر سرعت

ج) مماس

د) است

سوال ۱۴ خودرویی با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ شروع به حرکت می‌کند. اگر در همین لحظه کامیونی ۴۰ متر عقب‌تر با سرعت $۱۴\frac{m}{s}$ در حرکت باشد در چه لحظاتی از یکدیگر سبقت می‌گیرند؟ (تالیفی)

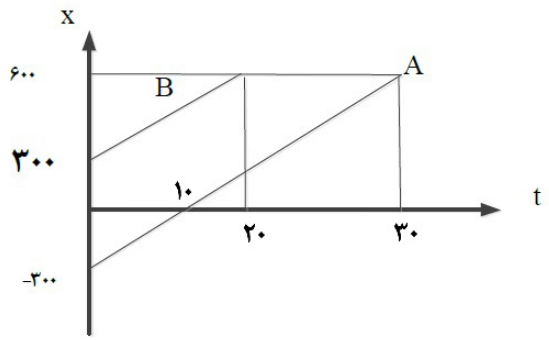
پاسخ: فرض خودرو در مکان مبدا و کامیون ۴۰ متر عقب‌تر

$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + V_۰t + x_۰ \rightarrow x = t^۲$

کامیون $x = Vt + x_۰ \rightarrow x = ۱۴t - ۴۰$

در لحظات: $t^۲ = ۱۴t - ۴۰ \rightarrow t^۲ - ۱۴t + ۴۰ = ۰ \rightarrow (t - ۱۰)(t - ۴) = ۰ \begin{matrix} \rightarrow t = ۴(s) \\ \rightarrow t = ۱۰(s) \end{matrix}$

سوال ۱۵ با توجه به نمودار دو متحرک A و B:



الف) معادله حرکت هر کدام را بنویسید.

ب) در چه زمان و مکانی به هم می‌رسند؟

پاسخ: الف)

$$x = v_t + x_.$$

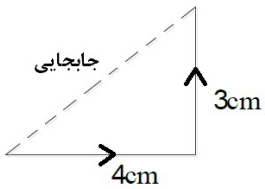
$$V_B = \frac{۶۰۰-۳۰۰}{۲۰} = ۱۵\frac{m}{s}, x_B = ۱۵t + ۳۰۰ \qquad V_A = \frac{۶۰۰-(-۳۰۰)}{۳۰} = ۳۰\frac{m}{s}, x_A = ۳۰t - ۳۰۰$$

ب)

$$x_B = x_A \rightarrow ۱۵t + ۳۰۰ = ۳۰t - ۳۰۰ \rightarrow ۶۰۰ = ۱۵t \rightarrow t = ۴۰(s)$$

$$\xrightarrow{t=۴۰(s)} x = ۱۵(۴۰) + ۳۰۰ = ۹۰۰(m)$$

سوال ۱۶ کفشدوزکی مسیر زیر را در مدت ۵(s) طی می‌کند، سرعت و تندی متوسط آن را محاسبه کنید. (تالیفی)



پاسخ:

$$t = ۰/۵(s)$$

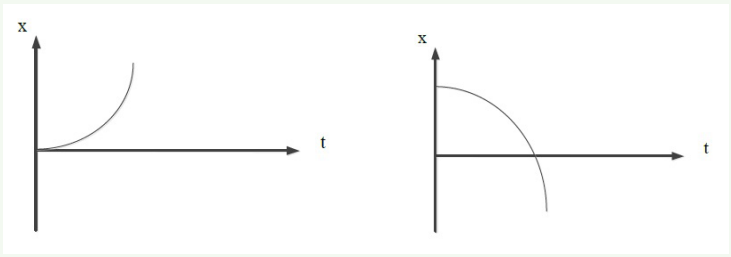
$$\text{مسافت} = ۴ + ۳ = ۷cm$$

$$s = \frac{۷}{۰/۵} = ۱۴\frac{cm}{s} \left\{ \begin{array}{l} t = ۰/۵(s) \\ d \Rightarrow d = \sqrt{۴^۲ + ۳^۲} = ۵cm \end{array} \right. \rightarrow V = \frac{۵}{۰/۵} = ۱۰\frac{cm}{s}$$

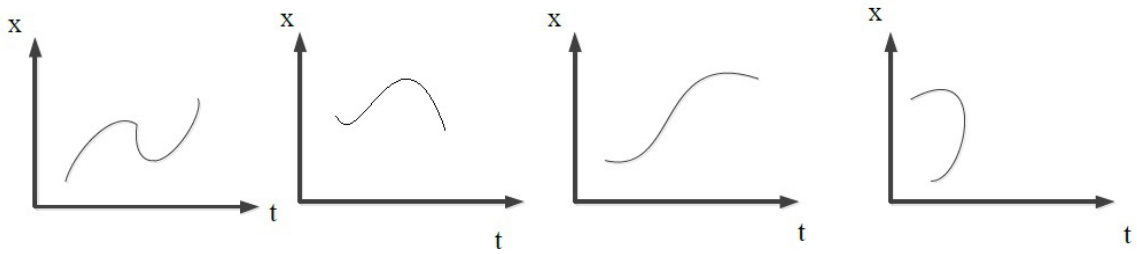
سوال ۱۷ نمودار $x - t$ متحرکی را که از حالت سکون حرکت می‌کند و به تدریج بر تندی آن افزوده می‌شود را رسم کنید. (تالیفی)

پاسخ: چون از حال سکون است شیب خط مماس نقطه آغاز تقریباً صفر می‌شود و رفته رفته اندازه شیب باید زیاد شود.

یکی از دو حالت روبه‌رو:



سوال ۱۸ توضیح دهید کدام نمودار نمی‌تواند نشان‌دهنده نمودار $x-t$ متحرک باشد؟ (مشابه کتاب)



پاسخ: نمودار الف - زیرا متحرک در یک زمان نمی‌تواند در دو مکان متفاوت باشد.و یک جسم در یک زمان نمی‌تواند در دو مکان باشد.

سوال ۱۹ معادله حرکت متحرکی بصورت $x = 3t^2 - 12t + 4$ می‌باشد. (تالیفی)

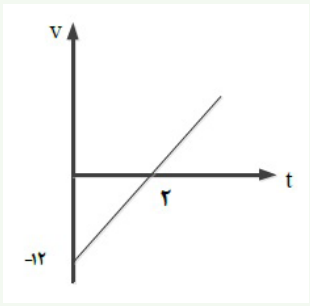
الف) در چه لحظه‌ای جهت حرکت عوض می‌شود؟

ب) چه مدت حرکت کندشونده است؟

پاسخ: الف)

$$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t + x_0 \rightarrow a = 6\frac{m}{s^2}, V = -12\frac{m}{s}$$

$$V = 6t - 12 \rightarrow 0 = 6t - 12 \rightarrow t = 2(s)$$



ب) به کمک رسم نمودار $V-t$:

مدت زمانی که نمودار به محور t نزدیک می‌شود کندشونده: به مدت $2(s)$

سوال ۲۰ متحرکی در راستای محور x با شتاب ثابت در حرکت است. در مکان $x_1 = 10(m)$ سرعت $+4\frac{m}{s}$ و در مکان $x_2 = +20(m)$ سرعت متحرک $+6\frac{m}{s}$ است. (شهریور ۹۹)

الف) شتاب حرکت متحرک چقدر است؟

ب) پس از چند ثانیه سرعت متحرک از $4\frac{m}{s}$ به $6\frac{m}{s}$ می‌رسد؟

پاسخ: الف)

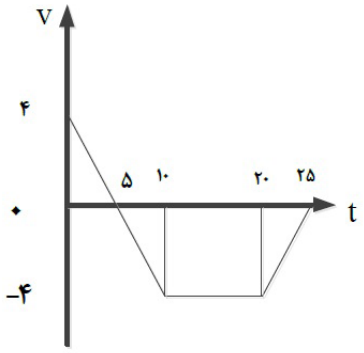
$$V_{۲}^{۲} - V_{۱}^{۲} = ۲a\Delta x \rightarrow ۶^{۲} - ۴^{۲} = ۲(a)(۲۰ - ۱۰)$$

$$۲۰ = ۲a(۱۰) \rightarrow a = ۱\frac{m}{s^{۲}}$$

ب)

$$V = axt + V_{۰} \rightarrow ۶ = ۱ \times t + ۴ \rightarrow t = ۲(s)$$

سوال ۲۱ باتوجه به نمودار پاسخ دهید. (خرداد ۱۴۰۱)



الف) متحرک در بازهٔ ۱۰ تا ۲۰ در جهت x حرکت کرده یا خلاف؟

ب) در چه لحظه‌ای جهت حرکت تغییر کرده است؟

ج) در کدام بازهٔ زمانی حرکت جسم کندشونده بوده؟

د) جابه‌جایی متحرک در بازهٔ صفر تا ۱۰ ثانیه را پیدا کنید.

پاسخ: الف) خلاف. چون سرعت منفی است.

ب) در لحظه‌ی ۵ علامت سرعت تغییر کرده.

ج) ۰ تا ۵ و ۲۰ تا ۲۵ چون نمودار به سمت محور t رفته

د) مساحت محصور را حساب می‌کنیم:

$$\left.\begin{aligned} S_{۱} &= \frac{۴ \times ۵}{۲} = ۱۰ \\ S_{۲} &= \frac{-۴ \times ۵}{۲} = -۱۰ \end{aligned}\right\} ۱۰ - ۱۰ = ۰$$

ویژه رشته ریاضی

سوال ۲۲ به کمک دستگاهی که اندازه شتاب گرانش را محاسبه می‌کند اندازه گرانش $۹/۸\frac{m}{s^{۲}}$ به دست می‌آید. اگر ارتفاع گلوله‌ای که رها شود ۱۹/۶ سانتی‌متر باشد، مدت زمان سقوط گلوله را حساب کنید. (شهریور ۱۴۰۲)

پاسخ:

$$\Delta y = -\frac{۱}{۲}gt^{۲} \rightarrow -۰/۱۹۶ = \frac{۱}{۲}(۹/۸)t^{۲}$$

$$\Rightarrow t^{۲} = ۰/۰۴ \rightarrow t = ۰/۲(s)$$

سوال ۲۳ گلوله‌ای از بام ساختمان رها می‌شود. اگر در ثانیه آخر ۳۵(m) حرکت کند ارتفاع ساختمان چند متر است؟ (خرداد ۱۴۰۲)

پاسخ: فرض کن کل حرکت t باشد. ثانیه آخر از $t-1$ تا t می‌شود.

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2, \Delta y' = -\frac{1}{2}g(t-1)^2$$

$$\Delta y - \Delta y' = -35(m) = -\frac{1}{2}gt^2 - [-\frac{1}{2}g(t-1)^2] \Rightarrow -35 = -10t + 5 \rightarrow t = 4(s)$$

ارتفاع کل ساختمان: $\Delta y = -\frac{1}{2}(10)4^2 = -80(m)$

سوال ۲۴ گلوله A را در خلا از ارتفاع h رها می‌کنیم. سه ثانیه بعد گلوله B را از ارتفاع $\frac{h}{4}$ رها می‌کنیم. نسبت سرعت A به B در لحظه زمین خوردن چقدر است؟ (کتاب)

پاسخ:

$$V^2 = 2g\Delta y \rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{2gh}{2g\frac{h}{4}}} = \sqrt{4} = 2$$

سوال ۲۵ سنگی از ارتفاع $122/5(m)$ سقوط می‌کند. (کتاب)

الف) زمان سقوط سنگ چند ثانیه است؟

ب) سرعت متوسط سنگ را حین سقوط حساب کنید.

ج) جابه‌جایی سنگ در بین لحظات ۳ و ۴ ثانیه را حساب کنید.

پاسخ: الف)

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 \rightarrow -122/5 = -\frac{1}{2}(9/8)t^2 \rightarrow t = 5(s)$$

ب)

$$V = \frac{\Delta y}{\Delta t} = -\frac{122/5}{5} = -24/5\frac{m}{s}$$

ج)

$$\left.\begin{array}{l} t=3, y = -\frac{1}{2}(9/8)\times 3^2 = -44(m) \\ t=4, y = -\frac{1}{2}(9/8)\times 4^2 = -78(m) \end{array}\right\} \Delta y = -34(m)$$

فصل دوم

سوال ۲۶ قایقی با سرنشین $400kg$ است. اگر نیروی موتور قایق $1300(N)$ باشد، مقاومت هوا و آب چقدر باشد که شتاب خالص قایق $2\frac{m}{s^2}$ شود؟ چقدر طول می‌کشد سرعت قایق از صفر به $15\frac{m}{s}$ برسد؟ در این مدت چقدر جابجا می‌شود؟ (کتاب)

پاسخ:

$F_{net} = m.a \rightarrow F = ۴۰۰ \times ۲ = ۸۰۰(N) \rightarrow F_{motor} - F_{resistance} = F_{net} \rightarrow F_{resistance} = ۱۳۰۰ - ۸۰۰ = ۵۰۰(N)$

$V = at + V_. \rightarrow V = ۲ \times t \rightarrow ۱۵ = ۲ \times t \rightarrow t = ۷/۵(s)$

$V_۲^۲ - V_۱^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow ۱۵^۲ - ۰^۲ = ۲(۲)\Delta x \rightarrow \Delta x = ۵۶/۳(m)$

سوال ۲۷ شخصی به جرم ۶۰kgr داخل آسانسور روی ترازو ایستاده. آنگاه: $(g = ۱۰)$ (خرداد ۱۴۰۲)

الف) وقتی آسانسور روبه پایین با شتاب $۳\frac{m}{s^۲}$ حرکت کند ترازو چند نیوتون نمایش می‌دهد؟

ب) اگر آسانسور با سرعت ثابت حرکت کند چطور؟

ج) اگر کابل آسانسور پاره شود چه عددی نشان می‌دهد؟ چرا؟

پاسخ: الف)

$F_N = m(g - a)$

$F_N = ۶۰ \times (۱۰ - ۳) = ۴۲۰(N)$

ب)

$F_N = ۶۰ \times ۱۰ = ۶۰۰(N) \leftarrow F = M.a, a = ۰$

ج) صفر زیرا $a = g$ آنگاه: $F = m(g - g)$ $F=۰$, $F=mx_.$

سوال ۲۸ مطابق شکل جسم به جرم 2kg به کمک فنری با ثابت $۱۰۰\frac{N}{m}$ روی یک سطح افقی، با شتاب ثابت $۰/۵\frac{m}{s^۲}$ به سمت چپ حرکت می‌کند. اگر طول فنر 6cm افزایش یابد نوع و اندازه نیروی اصطکاک بین جسم و سطح را حساب کنید. (شهریور ۱۴۰۲)

پاسخ: چون حرکت می‌کند اصطکاک جنبشی است.

$F_{net} = F - F_k = m.a \rightarrow kx - f_k = m.a \rightarrow ۱۰۰ \times ۰/۰۶ - F_k = ۲ \times ۰/۵ \rightarrow F_k = ۵(N)$

سوال ۲۹ درستی یا نادرستی را مشخص کنید. (شهریور ۱۴۰۲)

الف) واکنش نیروی وزن، نیرویی است در خلاف جهت آن که از طرف جسم به زمین وارد می‌شود.

ب) با پاره شدن کابل آسانسور در خلاء، شتاب حرکت آسانسور صفر می‌شود.

ج) اگر به اندازه شعاع زمین دور شویم از سطح زمین گرانش ۴ برابر می‌شود.

د) با افزایش تندی یک جسم در شاره، نیروی مقاومت شاره بیشتر می‌شود.

پاسخ: الف) درست

ب) نادرست

ج) نادرست

د) درست

سوال ۳۰ آزمایشی طراحی کنید که بتوان ثابت یک فنر را حساب کرد. (خرداد ۱۴۰۲)

پاسخ: فنر را از سقف آویزان کنید. طول آن را اندازه بزنید. وزنه‌ای معلوم را از آن آویزان کنید. تغییر طول را حساب کنید.

با داشتن وزن و تغییر طول فنر داریم: $F = k.\Delta x \leftarrow k = \frac{\text{وزن}}{\text{تغییر طول}}$

سوال ۳۱ وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم از فنری به طول ۱۲cm آویزان می‌کنیم. اگر فنر از سقف آسانسور آویزان باشد: $(k = ۲۰\frac{N}{cm})$ (کتاب)

الف) طول فنر وقتی آسانسور ساکن است چند cm می‌باشد؟

ب) وقتی با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ تند رو به بالا می‌رود چطور؟

پاسخ: الف)

$$F = mg \rightarrow F = mg = kx \rightarrow ۲\times ۱۰ = ۲۰ \times \Delta x \rightarrow \Delta x = ۱cm$$
$$L = L_۱ + \Delta x = ۱۲ + ۱ = ۱۳cm$$

ب)

$$F = m(g+a) \rightarrow F = kx = m(g+a) \rightarrow ۲۰ \times \Delta x = ۲(۱۰+۲) \rightarrow \Delta x = ۱/۲$$
$$L = L_۱ + \Delta x = ۱۲ + ۱/۲ = ۱۳/۲cm$$

سوال ۳۲ چتربازی به جرم ۶۰kg پس از سقوط آزاد چتر خود را باز می‌کند. نیروی مقاومت هوا ۱۱۴۰(N) می‌شود، شتاب چترباز چگونه می‌شود؟ اگر به تندی حدی برسد چگونه می‌شود؟ (کتاب)

پاسخ:

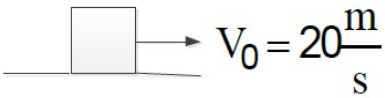
$F_{net} = \vec{f}_D - mg = ۱۱۴۰ - (۶۰\times ۱۰) = +۵۴۰(N)$ رو به بالا

$F_{net} = m.a \rightarrow a = \frac{۵۴۰}{۶۰} = +۹\frac{m}{s^۲}$ رو به بالا

در تندی حدی چترباز با سرعت ثابت پایین می‌آید و نیروی مقاومت هوا با گرانش برابر می‌شود.

$F_D = mg$

سوال ۳۳ مطابق شکل جسم با سرعت $V_۰ = ۲۰\frac{m}{s}$ روی سطح پرتاب می‌شود، پس از ۴۰(m) متوقف می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی سطح با جسم چقدر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ (دی ۱۴۰۱)



پاسخ:

$$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x \rightarrow ۰^۲ - ۲۰^۲ = ۲a \times ۴۰ \rightarrow a = -۵\frac{m}{s^۲}$$

$$a = -\frac{F_k}{m} \rightarrow a = -\frac{\mu_k F_N}{m} \rightarrow a = -\frac{\mu_k mg}{m} = -\mu_k.g \rightarrow a = -۵ = -۱۰\mu_k \rightarrow \mu_k = ۰/۵$$

سوال ۳۴ فنر سبکی از سقف آویزان است. اگر فنر را بکشیم تا طول آن ۱۲cm شود، نیروی کشسانی فنر ۲(N) است و اگر فنر را فشرده کنیم تا طول ۷cm شود نیروی کشسانی فنر ۳(N) می‌شود. طول فنر در حالت عادی چند cm است؟ (دی ۱۴۰۱)

پاسخ:

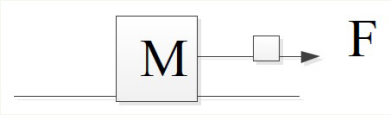
$$F_e = kx \rightarrow ۲ = k(۱۲ - L_۰), ۳ = k(L_۰ - ۷)$$

$$\frac{۲}{۳} = \frac{۱۲ - L_۰}{L_۰ - ۷} \Rightarrow L_۰ = ۱۰cm$$

سوال ۳۵ آزمایشی طراحی کنید تا بتوانیم ضریب اصطکاک ایستایی را حساب کنیم. (کتاب)

پاسخ: مطابق شکل به جسم نیروسنج متصل کنید و آرام بکشید در لحظه‌ای که جسم در آستانه حرکت بود داریم:

عدد نیروسنج $= F_{s\max} = \mu_s \times mg$ و داریم: $\mu_s = \frac{\text{عدد نیروسنج}}{mg}$

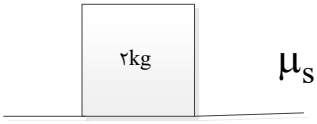


سوال ۳۶ در شکل زیر (تالیفی)

الف) جسم را با نیروی ۵(N) می‌کشیم. جسم ساکن است، اصطکاک آن چقدر است؟

ب) حداکثر اصطکاک ایستایی جسم چند نیوتن می‌تواند باشد؟

ج) اگر جسم ساکن باشد چطور؟



پاسخ: الف)

$$|F_s| = F$$

$$f_s = ۵(N)$$

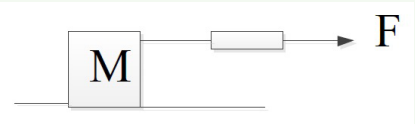
ب)

$$F_{s\max} = \mu_s \times F_N \Rightarrow F_{s\max} = ۰/۶ \times (۲ \times ۱۰) = ۱۲(N)$$

ج) بنابه قانون اول نیوتن در جسم در حال سکون برآیند نیروها صفر می‌شود و چون نیروی محرک با اصطکاک برابر است بنابراین می‌شود: $F_s = ۰$

سوال ۳۷ آزمایشی طراحی کنید تا ضریب اصطکاک جنبشی را حساب کنیم. (کتاب)

پاسخ: به جسم نیروسنج وصل کرده (مطابق شکل) و با سرعت ثابت می‌کشیم: سرعت ثابت یعنی برایند نیروها صفر است.

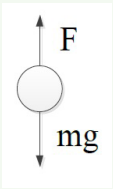


$$|F_k| = F \rightarrow \mu_k = \frac{\text{عدد نیروسنج}}{mg}$$

سوال ۳۸ سیبی را در نظر بگیرید که به شاخه درختی آویزان است. نیروهای وارد بر سیب را رسم کنید و تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها به چه اجسامی وارد می‌شود؟ (شهریور ۱۴۰۲)

پاسخ: واکنش نیروی وزن از طرف سیب به زمین

واکنش نیروی شاخه از طرف سیب به شاخه



سوال ۳۹ توپی به جرم $۰/۷۵kg$ با سرعت ثابت $۱۰\frac{m}{s}$ بطور افقی حرکت می‌کند. (شهریور ۱۴۰۲)

الف) تکانه توپ را حساب کنید.

ب) اگر تکانه توپ دوبرابر شود، انرژی جنبشی آن چند برابر می‌شود؟ چرا؟

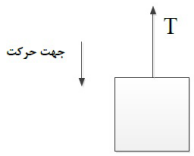
پاسخ: الف)

$$P = m.V \rightarrow P = ۰/۷۵ \times ۱۰ = ۷/۵ kgr.\frac{m}{s}$$

ب)

$$k = \frac{P^۲}{V.m} = \frac{k_۲}{k_۱} = (\frac{۲P_۱}{P_۱})^۲ = ۴$$

سوال ۴۰ جعبه‌ای به جرم $۴۰kg$ مطابق شکل با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ رو به پایین حرکت می‌کند. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت جسم $۱۰۰(N)$ باشد نیروی کشش طناب را حساب کنید. (خرداد ۱۴۰۲)



پاسخ:

$$mg - T - f_. = m.a \rightarrow ۴۰۰ - T - ۱۰۰ = ۴۰ \times ۲ \rightarrow T = ۲۲۰(N)$$

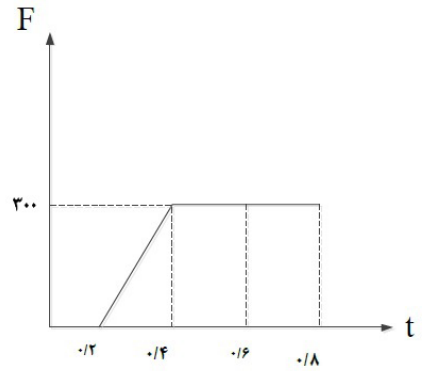
سوال ۴۱ به یک فنر قائم با ثابت k یکبار وزنه ۱ نیوتونی و یکبار وزنه ۸ نیوتونی آویزان می‌کنیم، اگر مقدار افزایش طول فنر در حالت دوم $۳/۵cm$ بیشتر از حالت اول باشد، ثابت فنر چند نیوتن برسانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰)$ (خرداد ۱۴۰۲)

پاسخ:

$$kx = mg \rightarrow kx = ۱, k(x + ۳/۵) = ۸$$

$$۸ - ۱ = ۳/۵k \rightarrow k = ۲\frac{N}{cm}$$

سوال ۴۲ شکل روبرو نمودار نیروی خالص وارد بر یک جسم برحسب زمان را نشان می‌دهد نیروی متوسط وارد بر جسم در بازه زمانی $۰/۲(s)$ تا $۰/۸(s)$ چند نیوتون است؟ (شهریور ۱۴۰۲)



پاسخ:

$$\Delta P = s \rightarrow \Delta P = \left(\frac{۰/۶ + ۰/۴}{۲}\right) \times ۳۰۰ = ۱۵۰ kgr.\frac{m}{s}$$

$$F_{ar} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \rightarrow F_{ar} = \frac{۱۵۰}{۰/۸ - ۰/۲} = ۲۵۰(N)$$

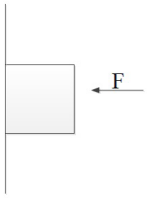
سوال ۴۳ توپی با سرعت $۶\frac{m}{s}$ به دیوار برخورد می‌کند و با سرعت $۴\frac{m}{s}$ برمی‌گردد. اگر جرم توپ $۲kgr$ باشد و مدت زمان تماس آن با دیوار $۰/۴(s)$ باشد، متوسط نیروی وارد از طرف دیوار به جسم چند نیوتون است؟ (تالیفی)

پاسخ:

$$\rho = mv \Rightarrow \vec{\rho}_۱ = ۶ \times ۲ = ۱۲ kgr.\frac{m}{s}, \vec{\rho}_N = -۴ \times ۲ = -۸ kgr.\frac{m}{s}$$

$$\Delta\rho = ۱۲ - (-۸) = ۲۰ kgr.\frac{m}{s} \Rightarrow F = \frac{\Delta\rho}{\Delta t} = \frac{۲۰}{۰/۴} = \frac{۲۰۰}{۴} = ۵۰(N)$$

سوال ۴۴ مانند شکل جسم با نیروی عمودی F به دیوار قائم فشرده و ثابت نگه داشتیم. توضیح دهید تاثیر افزایش نیروی F برهر یک از کمیت‌های زیر چگونه است: (خرداد ۱۴۰۱)



الف) اندازه نیروی اصطکاک ایستایی دیوار:

ب) اندازه نیروی عمودی سطح:

پاسخ: الف) چون نیروی محرک همان mg است ثابت نیروی اصطکاک ثابت می‌ماند، البته اصطکاک ایستایی ماکزیمم افزایش می یابد

ب) افزایش می‌یابد.

سوال ۴۵ ماهواره‌ای روی مدار تقریباً دایره‌ای در ارتفاع $h = ۱۶۰۰km$ از سطح زمین به دور زمین می‌چرخد. شتاب گرانش وارد بر ماهواره در این فاصله چند برابر شتاب گرانشی وارد به آن در سطح زمین است؟ $(R_e = ۶۴۰۰km)$ (خرداد ۱۴۰۱)

پاسخ:

$$\frac{g'}{g}=\frac{\frac{GMm}{(R_e+h)^2}}{\frac{GMm}{R_e^2}}\Rightarrow\frac{g'}{g}=\frac{R_e^2}{(R_e+h)^2}=\frac{(6400\times10^3)^2}{(6400+1600)^2\times(10^3)^2}=\frac{(6400)^2}{(8000)^2}=0/64$$

سوال ۴۶ چوب مکعب شکل به جرم $5kgr$ را به نخ بسته و با نیروی ثابت و افقی $15(N)$ روی سطح افقی می‌کشیم و از حال سکون به حرکت در می‌آوریم. بعد از ۲ ثانیه نخ پاره می‌شود. اگر $\mu_k=0/2$ باشد کل مسافت طی شده توسط جعبه از ابتدای حرکت تا توقف چند متر است؟ (کنکور ۱۴۰۰)

پاسخ:

$$f_k=\mu_k.F_N=5\times10\times0/2=10(N)$$

$$F_{net}=15-10=5(N)=ma\rightarrow a=\frac{5}{5}=1\frac{m}{s^2},\Delta x=\frac{1}{2}at^2+V_0t$$

$$\Delta x_1=\frac{1}{2}(1)(2)^2=2(m),\Rightarrow F_{net}=f_k=10(N)=m.a$$

$$\Rightarrow a=\frac{10}{5}=-2\frac{m}{s^2}\Rightarrow V^2-V_0^2=2a\Delta x\Rightarrow$$

$$V=at+V_0\rightarrow V=1\times2=2\frac{m}{s}\Rightarrow0-2^2=2(-2)\Delta x\rightarrow\Delta x_2=1(m)$$

ویژه رشته ریاضی

سوال ۴۷ پره یک بالگرد با دوره $0/03(s)$ بطور یکنواخت می‌چرخد اگر شعاع پره $2(m)$ باشد، تندی چرخش نوک پره را حساب کنید. $(\pi=3)$ (شهریور ۱۴۰۲)

پاسخ:

$$V=\frac{2\pi r}{T}\rightarrow V=\frac{2\times3\times2}{0/03}\rightarrow V=400 \text{ متر بر ثانیه}$$

سوال ۴۸ حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌های خودرو و سطح جاده چقدر باشد تا خودرو نتواند با تندی ۵۴ کیلومتر بر ساعت پیچ افقی مسطحی را که شعاع آن ۵۰ متر است دور بزند؟ (کتاب)

پاسخ:

$$V = ۵۴ \div ۳/۶ = ۱۵\frac{m}{s}$$

$$f_s = \mu_s N = \mu_s mg$$

$$F = \frac{mV^۲}{r}$$

$$\rightarrow \mu_s mg = \frac{mV^۲}{r} \rightarrow \mu_s = \frac{V^۲}{rg} = \frac{(۱۵)^۲}{۹/۸ \times ۵۰} = ۰/۴۶$$

نیروی گریز از مرکز باید با اصطکاک ایستایی برابر باشد:

سوال ۴۹ مهره‌ای به جرم $۳۰g$ به انتهای نخی به طول $۴۰cm$ بسته و سردیگر ثابت است که می‌تواند حول نقطه ثابت بچرخد. بیشینه کشش قابل تحمل نخ $(N)۱۲۰$ است. بیشترین سرعتی که مهره می‌تواند داشته باشد چند $\frac{m}{s}$ است؟

(تالیفی)

پاسخ:

$$F = \frac{mV^۲}{r} \rightarrow ۱۲۰ = \frac{۳۰ \times ۱۰^{-۳} \times V^۲}{۰/۴} \rightarrow V^۲ = ۲۰۰ \rightarrow V = ۱۰\sqrt{۲}\frac{m}{s}$$

سوال ۵۰ ثابت کنید در حرکت دایره‌ای شتاب مرکزگرا از رابطه $a_c = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲}$ بدست می‌آید؟ (کتاب)

پاسخ:

$$V = \frac{۲\pi r}{T}$$

$$a = \frac{V^۲}{r}$$

$$\rightarrow a = \frac{۱}{r}(\frac{۲\pi r}{T})^۲ = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲}$$

فصل سوم تجربی / فصل ۳ و ٤ ریاضی

سوال ۵۱ معادله حرکت نوسانگری به صورت $x = ۰/۰۲\cos(۱۰\pi t)$ است (نهایی ۹۹)

الف- در چه لحظه ای پس از لحظه صفر برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می رسد؟

ب- اندازه بیشترین شتاب حرکت این نوسانگر چقدر است؟ $\pi^۲ = ۱۰$

پاسخ: الف- در مکان $x = -A$:

$$-۰/۰۲ = ۰/۰۲\cos ۱۰\pi t \rightarrow ۱۰\pi t = \pi \rightarrow t = \frac{۱}{۱۰}$$

ب-

$$a_{max} = |\omega^۲ \times A| \rightarrow a_{max} = |۱۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۰۲| = ۲۰\frac{m}{s^۲}$$

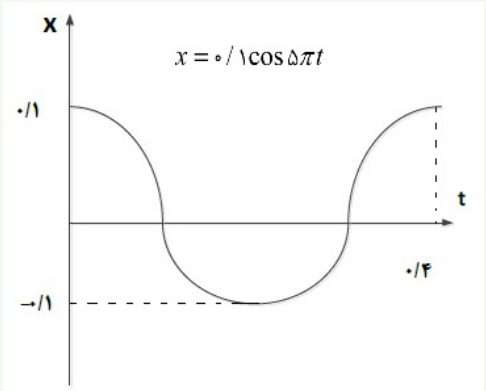
سوال ۵۲ معادله نوسانگری که دامنه ی آن $۰/۰۶(m)$ و بسامد آن $۲/۵(Hz)$ است را بنویسید. با این فرض که در $t=۰s$ نوسانگر در بیشینه فاصله از نقطه تعادل $x=+A$ باشد. (نهایی۹۹)

پاسخ:

$$x=A\cos\omega t \rightarrow x=۰/۰۶\cos(۲\pi\times ۲/۵)t=۰/۰۶\cos ۵\pi t$$

سوال ۵۳ دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $۰/۱(m)$ و دوره تناوب ان $۰/۴(s)$ است. با فرض اینکه در مبدا زمان در انتهای مثبت نوسان قرار دارد نمودار مکان و زمان را رسم کنید

پاسخ:



سوال ۵۴ معادله حرکت نوسانگری $x=\frac{۲}{\pi}\cos ۲۵\pi t$ است

دوره تناوب این نوساگر چند ثانیه است ؟ (نهایی۱۴۰۰)

پاسخ:

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\rightarrow T=\frac{۲\pi}{۲۵\pi}\rightarrow T=۰/۰۸(s)$$

سوال ۵۵ کلمه مناسب را انتخاب نمایید. (نهایی ۹۹)

الف- در حرکت هماهنگ ساده دامنه نوسان بیشینه فاصله نوسانگر از (نقطه بازگشتی - نقطه تعادل) است.

ب- تندی انتشار صوت در هوا به (دامنه امواج صوتی - دمای هوا)بستگی دارد.

پ- طول موج (امواج رادیویی -نور مرئی) از طول موج فروسرخ بیشتر است.

ت- میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یک موج الکرومغناطیسی همواره (عمود بر - موازی با)جهت حرکت موج هستند

ث- در دماهای معمولی بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیه (فرابنفش - فروسرخ) است

ج- وقتی چشمه صوت به ناظر ساکن نزدیک می‌شود فاصله‌ی جبهه‌های موج در عقب چشمه (بیشتر - کمتر) است.

پاسخ: الف- نقطه تعادل

ب- دمای هوا

پ- امواج رادیویی

ت- عمود بر

ث- فرابنفش و فروسرخ

ج- بیشتر

سوال ۵۶ معادله نوسانگری $x=۰/۲\cos ۲۰\pi t$ است. (نهایی ۱۴۰۱)

الف- در لحظه ی $t=\frac{۱}{۶۰}(s)$ اندازه شتاب نوسانگر چند $\frac{m}{s^۲}$ است؟

ب- اگر جرم نوسانگر ۲۰ گرم باشد انرژی مکانیکی آن چند ژول است ؟ $(\cos\frac{\pi}{۲}=\frac{۱}{۲},\pi^۲=۱۰)$

پاسخ: الف-

$$x=۰/۲\cos ۲۰\pi\times\frac{۱}{۶۰}=۰/۱(m)$$

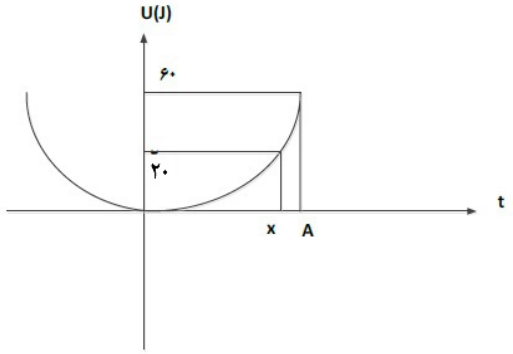
$$|a|=\omega^۲x\rightarrow|a|=۴۰۰\pi^۲\times۰/۱=۴۰۰\frac{m}{s^۲}$$

ب-

$$E=\frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲\rightarrow E=\frac{۱}{۲}\times۰/۰۲\times۴۰۰\pi^۲\times۰/۰۴=۱/۶j$$

سوال ۵۷ نمودار انرژی سامانه جرم فنری به شکل مقابل است.

اگر جرم وزنه ۲۰۰gr باشد تندی ان در مکان x چند $\frac{m}{s}$ است ؟ (نهایی ۱۴۰۲)



پاسخ:

$$E=k+U\rightarrow۶۰=۲۰+k\rightarrow k=۴۰j$$

$$k=\frac{۱}{۲}mV^۲\rightarrow۴۰=\frac{۱}{۲}\times۰/۲V^۲\rightarrow V=۲۰\frac{m}{s}$$

سوال ۵۸ در سامانه جرم و فنر به معادله $x=۰/۰۵\cos ۲۰\pi t$ تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل باشد؟ (کتاب)

پاسخ:

$$E=K+U\rightarrow E=۲k\rightarrow\frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲=۲(\frac{۱}{۲}mV^۲)$$

$$\rightarrow V=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\omega A\xrightarrow{A=۰/۰۵}V=\frac{\sqrt{۲}}{۲}(۲۰\pi)\times۰/۰۵\rightarrow V=۰/۵\pi\sqrt{۲}\frac{m}{s}$$

سوال ۵۹ درمکانی که شتاب گرانش $۹/۷۵\frac{m}{s^۲}$ است دوره تناوب آونگی ۲ ثانیه است. (نهایی ۹۹)

الف- طول اونگ چند متر است ؟ $(\pi^۲=۱۰)$

ب- ایا جرم اونگ تاثیری در بسامد دارد ؟

پاسخ: الف-

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow ۲^۲ = ۴\times۱۰(\frac{L}{۹/۷۵}) \rightarrow L = ۰/۹۷۵(m)$$

ب- خیر

سوال ۶۰ با استفاده از یک آونگ ساده و زمان سنج چگونه می شود شتاب گرانش را اندازه گرفت؟ (نهایی ۱۴۰۲)

پاسخ: طول آونگ را اندازه می گیریم. آونگ را از نقطه آویزان و به نوسان در می آوریم و مدت چند نوسان کامل را اندازه می‌زنیم. از تقسیم زمان بر تعداد نوسان دوره تناوب بدست می‌آید و سپس به کمک معادله $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ مقدار g به دست می‌آید

سوال ۶۱ طنابی به جرم $۰/۴kgr$ و طول $۴(m)$ با نیروی $۱۰(N)$ کشیده می‌شود. تندی انتشار موج عرضی در این طناب چقدر است ؟ (نهایی ۱۴۰۲)

پاسخ:

$$V = \sqrt{\frac{FL}{m}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{۱۰\times۴}{۰/۴}} = \sqrt{۱۰۰} = ۱۰\frac{m}{s}$$

سوال ۶۲ در یک سامانه جرم فنر، فنر را $۰/۱(m)$ می‌کشیم و رها می‌کنیم. اگر پس از $T = ۰/۲۵(s)$ برای اولین بار از نقطه‌ی تعادل عبور کند معادله آن را بنویسید. (نهایی ۱۴۰۲)

پاسخ:

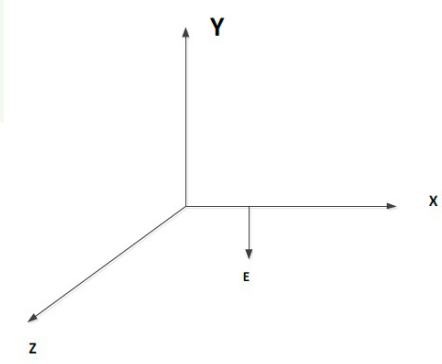
$$\frac{T}{۴} = ۰/۲۵ \rightarrow T = ۱(s)$$

$$x = A\cos(\frac{۲\pi}{T})t \rightarrow x = ۰/۱\cos ۲\pi t$$

سوال ۶۳ چشمه موجی با بسامد $۲۰(Hz)$ در محیطی که تندی انتشار موج $۲۰۰\frac{cm}{s}$ است نوسان‌های عرضی ایجاد می‌کند. فاصله یک قله و دره متوالی چند سانتی متر cm است ؟ (نهایی ۱۴۰۲)

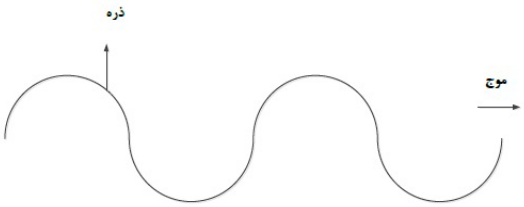
پاسخ:

سوال ۶۴ مطابق شکل روبرو در نقطه‌ای از فضا در یک لحظه خاص، جهت میدان خلاف جهت محور y است. اگر در این لحظه موج در محور $z+$ منتشر شود جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید .



پاسخ: با توجه به قانون دست راست چهارانگشت در جهت E، انگشت شست در جهت حرکت موج T و آنگاه موج مغناطیسی از کف دست خارج می‌شود. یعنی x+

سوال ۶۵ شکل زیر موج عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد که با موج V به سمت راست حرکت می‌کند. در حالی که تندی ذره نشان داده شده $V_{ذره}$ است. آیا این دو تندی با هم برابراند؟ توضیح دهید.

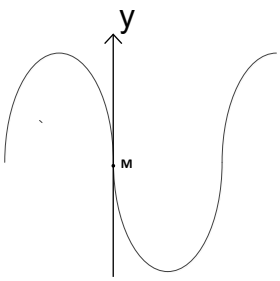


پاسخ: تغییر تندی انتشار موج به شرایط فیزیکی محیط بستگی دارد و با تغییر محیط تغییر می‌کند. تندی انتشار در یک محیط مقدار ثابت است. تندی ذره که فقط به شرایط چشمه موج بستگی دارد

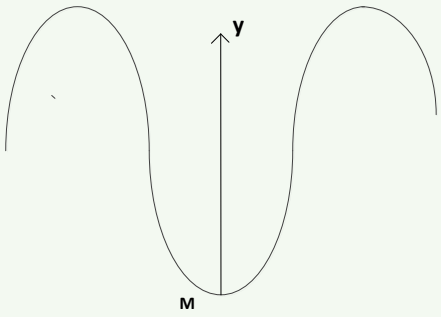
سوال ۶۶ شکل مقابل یک موج عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد. الف. نقش موج را در زمان $\frac{T}{۴}$ بعد رسم کنید

ب. نشان دهید جزء M در چه جهتی حرکت کرده؟

(نهایی ۹۸)



پاسخ: الف:



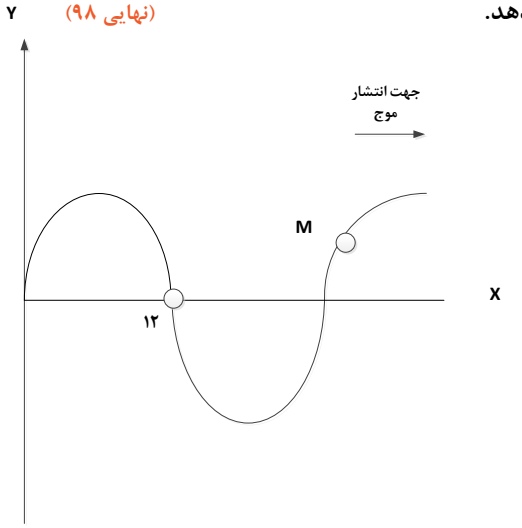
ب. پایین

سوال ۶۷ شکل روبرو یک موج سینوسی را در یک لحظه نشان می‌دهد.

(نهایی ۹۸)

الف) اگر تندی موج $۱/۲\frac{m}{s}$ باشد بسامد آن چند هرتز است؟

ب) نقطه M در این لحظه بالا می‌رود یا پایین؟



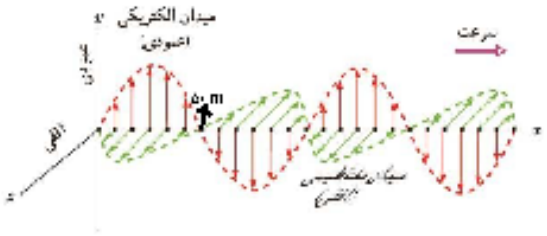
پاسخ: الف)

$$\frac{\lambda}{۲}=۱۲\rightarrow\lambda=۲۴cm$$

$$f=\frac{V}{\lambda}\rightarrow f=\frac{۱/۲}{۰/۲۴}=۵Hz$$

ب) پایین

سوال ۶۸ شکل مقابل، یک موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد. (نهایی ۹۹)



الف) این نوع موج طولی است یا عرضی؟

ب) طول موج و بسامد موج را بدست آورید. $(C=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s})$

پاسخ: الف) عرضی

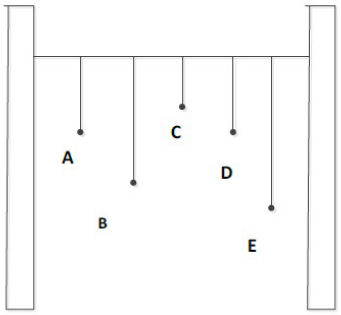
ب)

$$\lambda=۱۰۰(m)\rightarrow f=\frac{c}{\lambda}$$

$$\Rightarrow f=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۱۰۰}=۳\times۱۰^{۶}Hz$$

سوال ۶۹ در شکل مقابل چند آونگ را از سیمی آویخته‌ایم. (نهایی ۱۴۰۰)

آونگ A را به نوسان در می‌آوریم. کدام آونگ با دامنه بزرگتری به نوسان در می‌آید؟ چر



پاسخ: آونگ D چون طول آونگ D با طول آونگ A برابر است و طبق $f=\frac{\sqrt{\frac{g}{l}}}{۲\pi}$ نوسان آونگ D و A برابر بوده و موجب تشدید می‌شود.

سوال ۷۰ شخصی میان دو صخره قائم قرار دارد فاصله شخص از صخره نزدیکتر ۳۴۰ متر است. شخص فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۲ ثانیه و صدای پژواک دوم را یک ثانیه بعد از پژواک اول می‌شنود. فاصله بین دو صخره چند متر است؟ (نهایی ۹۹)

پاسخ:

$$V=\frac{x}{t}=۳۴۰\rightarrow V=\frac{۲x'}{۲t'}\rightarrow\frac{۳۴۰}{۱}=\frac{۲x'}{۳}\rightarrow x'=۵۱۰(m)$$
$$\rightarrow L=۵۱۰+۳۴۰=۸۵۰(m)$$

سوال ۷۱ با زیاد کردن صدای تلویزیون شدت صوتی که به گوش می‌رسد ۲ برابر می‌شود. تراز شدت صوت که می‌شنویم چقدر و چگونه تغییر می‌کند؟ (نهایی ۱۴۰۲)

پاسخ:

$$\Delta\beta=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\rightarrow\Delta B=۱۰\log۲$$
$$\rightarrow\Delta\beta=۱۰\times۰/۳=۳db$$

سوال ۷۲ شدت صوت حاصل از یک منبع در فاصله $r_۱=۸۰(m)$ برابر $۲\times۱۰^{-۴}\frac{w}{m^۲}$ است. با فرض چشم‌پوشی از جذب انرژی صوتی در محیط و بازتاب موج، شدت این صوت در فاصله $r_۲=۳۲۰(m)$ به چه مقدار می‌رسد؟ (نهایی ۱۴۰۰)

پاسخ:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\rightarrow\frac{I_۲}{۲\times۱۰^{-۴}}=(\frac{۸۰}{۳۲۰})^۲\rightarrow\frac{I_۲}{۲\times۱۰^{-۴}}=\frac{۱}{۱۶}\rightarrow I_۲=\frac{۱}{۸}\times۱۰^{-۴}\frac{w}{m^۲}$$

سوال ۷۳ شخص گوش خود را روی میله‌ای قرار داده و با چکش به آن ضربه می‌زند. اگر با اختلاف زمانی $۰/۱۲(s)$ بشنود طول میله چقدر است؟ تندی صوت در میله ۱۵ برابر هوا است و تندی هوا $۳۴۰(\frac{m}{s})$ است. (تمرین کتاب)

پاسخ: تندی هوا V_a / تندی میله V_b

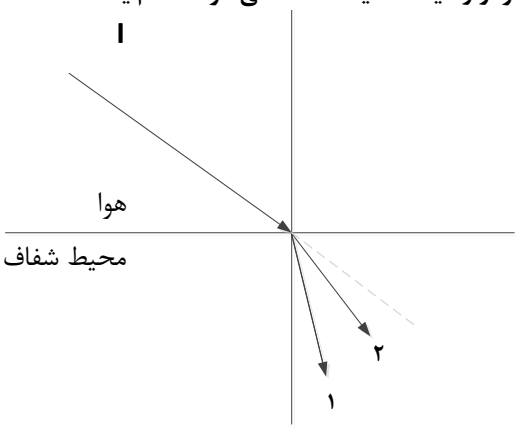
$$\Delta t=\frac{\Delta x}{V_a}-\frac{\Delta x}{V_b}=\frac{(V_b-V_a)\Delta x}{V_aV_b}\rightarrow\Delta x=(\frac{V_a\times V_b}{V_b-V_a})\Delta t$$
$$\Rightarrow\Delta x=\frac{(۱۵V_a)V_a}{۱۵V_a-V_a}=\frac{۱۵\times۳۴۰}{۱۴}\times۰/۱۲=۴۳/۷(m)$$

سوال ۷۴ ضریب شکست یک نوع شیشه $\frac{۳}{۲}$ است. تندی انتشار نور در این محیط چند $\frac{m}{s}$ است؟ $(c=۳\times۱۰^۸\frac{m}{s})$ (نهایی ۱۴۰۰)

پاسخ:

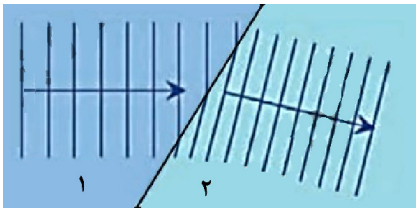
$$n=\frac{c}{v}\rightarrow\frac{۳}{۲}=\frac{۳\times۱۰^۸}{v}\rightarrow v=۲\times۱۰^۸(\frac{m}{s})$$

سوال ۷۵ در شکل زیر پرتوی فرودی I شامل نورهای قرمز و آبی است که از هوا وارد یک محیط شفاف می‌شود. کدام یک از پرتوهای ۱ یـا ۲ مسیر قرمز را نشان می‌دهد؟ توضیح دهیـد



پاسخ: پرتو ۲ - چون طول‌موج نور قرمز بیشتر از آبی است، بنابراین ضریب شکست پرتو قرمز کمتر است و کمتر منحرف می‌شود.

سوال ۷۶ شکل زیر طرحی از شکست امواج سطحی در مرز آب عمیق و آب کم‌عمق را نشان می‌دهد طول‌موج، تندی انتشار و عمق آب دو محیط را با هم مقایسه کنید. (نهایی ۱۴۰۲)



پاسخ: طول موج و تندی انتشار در محیط ۱ بیشتر از محیط ۲ و محیط ۱ عمیق‌تر از محیط ۲ است.

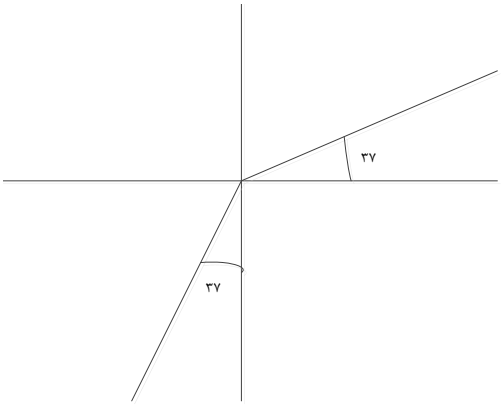
سوال ۷۷ در شکل مقابل پرتو نور از شیشه وارد هوا می‌شود. اگر ضریب شکست هوا $n = ۱$ باشد. (نهایی ۱۴۰۲)

الف) ضریب شکست شیشه چقدر است؟

ب) اگر بسامد نور در شیشه $۴\times۱۰^{۱۴}\ Hz$ باشد بسامد آن در هوا چقدر است؟

$\sin ۳۷ = ۰/۶$

$\sin ۵۳ = ۰/۸$



پاسخ: الف)

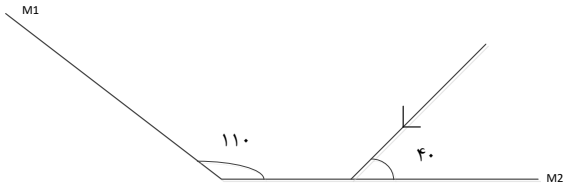
$$\frac{\sin ۵۳}{\sin ۳۷} = \frac{n_۱}{n_۲} \Rightarrow \frac{۰/۸}{۰/۶} = \frac{n_۲}{۱}$$

$$\Rightarrow n_۲ = \frac{۴}{۳}$$

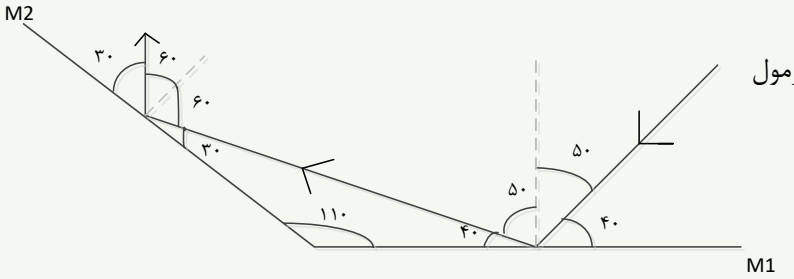
ب) بسامد ثابت است $۴\times۱۰^{۱۴}\ Hz$

سوال ۷۸ در شکل مقابل پرتوهای بازتاب از آینه تخت M_1 و M_2 را رسم کنید و زاویه بازتاب M_2 را تعیین کنید.

(نهایی ۹۹)



پاسخ:

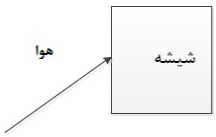


توجه کنید که زاویه با خط عمود باید در فرمول $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_2}$ قرار گیرد.

سوال ۷۹ در شکل مقابل موج فرود شکسته می‌شود و وارد شیشه می‌شود.

تغییرات طول موج، بسامد و تندی انتشار موج شکست را با موج فرودی مشخص کنید.

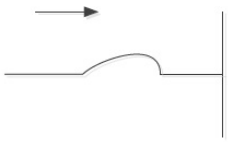
(نهایی ۹۹)



پاسخ: طول موج کاهش- بسامد ثابت- تندی انتشار کاهش

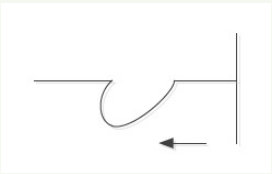
سوال ۸۰ امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش در یک نقطه کانون می‌شوند. این سازوکار در چه وسایلی استفاده می‌شود؟ (نهایی ۱۴۰۱)

ب) در شکل مقابل انتهای طناب بلند بر تکیه‌گاهی ثابت شده است بازتاب آن را رسم کنید.



پاسخ: الف) آنتن‌های بشقابی- اجاق‌های خورشیدی

ب) شکل مقابل:



ویژه رشته ریاضی

سوال ۸۱ در آزمایش یانگ ، پهنای هر نوار روشن یا تاریک چه تغییر می‌کند، اگر: (نهایی ۹۹)

الف) به جای نور تک‌فام آبی از نور تک‌فام قرمز استفاده کنیم؟

ب) آزمایش را به جای هوا در آب انجام دهیم؟

پاسخ: الف) بیشتر می‌شود

ب) کمتر می‌شود.

سوال ۸۲ در آزمایش یانگ توضیح دهید در محل تداخل دو موج چه نواری تشکیل می‌شود؟ (نهایی ۱۴۰۲)

پاسخ: نوار روشن، زیرا دو موج همدیگر را تقویت می‌کنند و تداخل آنها سازنده است.

سوال ۸۳ آشکارسازی برای یک کهکشان پدیده انتقال به سرخ را ثبت کرده: (نهایی ۱۴۰۲)

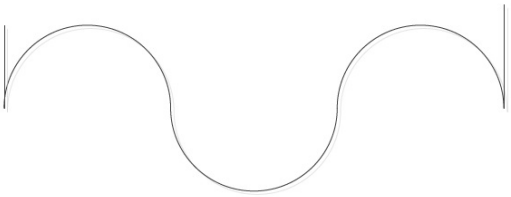
الف) کهکشان در حال نزدیک شدن است به آشکارساز یا دور شدن؟

ب) بسامد نور دریافتی آشکارساز کاهش یافته است یا افزایش؟

پاسخ: الف) دور شدن

ب) کاهش

سوال ۸۴ شکل زیر موج ایستاده‌ای را نشان می‌دهد که در یک تار دو سر بسته به طول ۶۰cm تشکیل شده است.



اگر تندی انتشار موج در تار $۲۴۰\frac{m}{s}$ باشد: (نهایی ۹۹)

الف) بسامد موج حاصل چند هرتز است؟

ب) طول موج حاصل را به دست آورید.

ج) اختلاف بسامد هماهنگ‌های سوم و چهارم چند هرتز است؟

پاسخ: الف)

$$f=\frac{nv}{2l}\Rightarrow f=\frac{3\times 240}{2\times 0/6}=600(Hz)$$

ب)

$$l=n\frac{\lambda}{2}\rightarrow \lambda=\frac{2\times 60}{3}=40cm$$

ج)

$$f_{net}-f_n=f_1\rightarrow f=\frac{1\times 240}{2\times 0/6}=200(Hz)$$

سوال ۸۵ تاری بین دو تکیه‌گاه محکم شده. در هماهنگ اول خود با بسامد f به نوسان در می‌آید.

شکل مقابل جابجایی تار در $t=0$ را نشان می‌دهد. (نهایی ۱۴۰۲)

الف) فاصله بین تکیه‌گاه‌ها ۳۵cm است. اگر تندی انتشار موج عرضی در تار $۲۴۰\frac{m}{s}$ باشد، بسامد تار چقدر است؟

ب) جابجایی تار را در $t=\frac{3}{4f}$ رسم کنید.

پاسخ: الف)

$$f=\frac{nV}{2L}\rightarrow f=\frac{1\times 240}{2\times 0/3}=400Hz$$

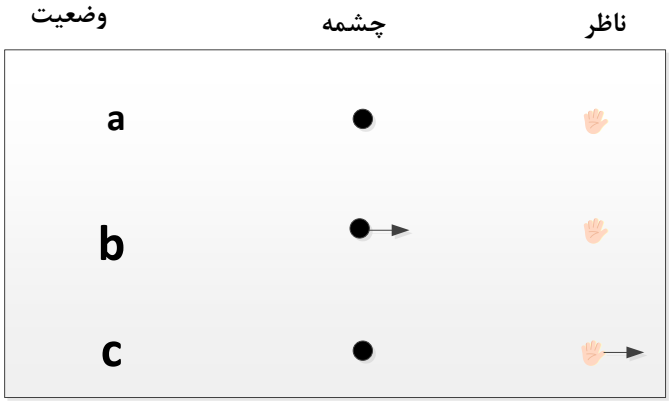
ب)

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

سوال جمع‌بندی حفظی هر دو رشته

سوال ۸۶ به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) باتوجه به جدول مقابل بسامدی که ناظر در وضعیت‌های b و c می‌شنود با وضعیت a مقایسه کنید.



ب) جاهای خالی را پر کنید.

A) خفاش از طریق مکان‌یابی ..... مکان اجسام متحرک مقابل خود را تعیین می‌کند.

B) اگر سطح بازتابنده نور مانند آینه، بسیار ..... باشد بازتاب را منظم می‌گویند.

C) بازتاب موج در اجسامی مانند ..... را بازتاب در یک بعد می‌گویند.

D) علت پدیده سراب ..... می‌باشد.

پاسخ: الف)

$$f_a > f_c$$
$$f_a < f_b$$

ب)

A) پژواکی

B) هموار (صیقلی)

C) طناب

D) شکست نور

فصل چهارم تجربی / فصل ۵ و ۶ ریاضی

سوال ۸۷ جاهای خالی را پر کنید. (نهایی۹۹)

الف) تشکیل طیف گسیلی ..... توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است.

ب) در گسیل ..... فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.

ج) به دلیل ..... بودن نیروی رانشی الکتروستاتیکی یک پروتون تمام پرتون‌های دیگر درون هسته را دفع می‌کند

د) پرتوهای ..... بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌ای سربی به ضخامت ..... بگذرند.

پاسخ: الف) پیوسته

ب) خود به خود

ج) بلند برد

د) گاما - حدود ۱۰۰ میلی‌متر

سوال ۸۸ یک چشمه نور فوتون‌هایی با طول موج $398nm$ گسیل می‌کند. انرژی هر فوتون چند ژول است؟

$(hc = 19/9 \times 10^{-26}\ j.m)$ (نهایی ۹۹)

پاسخ:

$$E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E = \frac{19/9 \times 10^{-26}}{398 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^{-19}\ j$$

سوال ۸۹ الف) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته است؟

ب) منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید.

پاسخ: الف) طیف گسیلی جامد پیوسته- طیف گسیلی گاز کم فشار و رقیق گسسته است.

ب) طیف پیوسته ناشی از برهم کنش قوی بین اتم‌های سازنده جسم جامد است. در حالی که اتم‌های منفرد گازها از این برهم کنش‌های قوی بین اتم‌ها آزادانـد

سوال ۹۰ الف) در شکل مقابل (فوتوالکتریک) فاصله صفحات برق نما تغییر نمی‌کند علت را توضیح دهید.

(نهایی ۱۴۰۲)

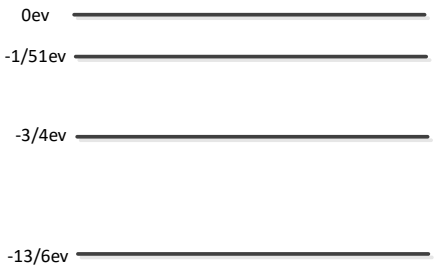
ب) دو ویژگی گسیل القایی را بنویسید.

پاسخ: الف) چون بسامد نور تابیده شده کمتر از بسامد آستانه است.

ب) ۱- یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود.

۲- فوتون گسیلی در همان جهت فوتون ورودی است.

سوال ۹۱ اگر الکترون در اتم هیدروژن از دومین حالت برانگیخته به حالت پایه برسد، طول موج فوتون گسیلی چقدر است؟ (نهایی ۱۴۰۲)



پاسخ:

$$E_۲ - E_۱ = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow -۱/۵ - (-۱۳/۶) = \frac{۱۲۴۰}{\lambda}$$
$$\rightarrow \lambda = ۱۰۲/۴۷nm$$

سوال ۹۲ با استفاده از رابطه بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن، اختلاف انرژی $\Delta E(۴ \rightarrow ۲)$ را حساب کنید. $(E_R = ۱۳/۶ev)$ (نهایی ۹۹)

پاسخ:

$$\Delta E = E_R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \Delta E = ۱۳/۶ \times (\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶}) \rightarrow \Delta E = ۲/۵۵ev$$

سوال ۹۳ بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج‌های رشته بالمر $(n' = ۲)$ هیدروژن اتمی را به دست آورید. $R = ۰/۰۱(nm)^{-۱}$ (نهایی ۱۴۰۲)

پاسخ:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$
$$\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{\infty^۲}) \rightarrow \lambda = ۴۰۰(nm)$$
$$\lambda = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲}) \rightarrow \lambda = \frac{۳۶۰۰}{۵} = ۷۲۰(nm)$$

سوال ۹۴ معادله‌ی واپاشی زیر را کامل کنید. (نهایی ۱۴۰۱)

$$^{۲۲۲}_{۸۶}Rn \rightarrow \ ... \ + \ ^{۴}_{۲}\alpha$$

پاسخ:

$$^{۲۱۸}_{۸۴}Y$$

سوال ۹۵ پس از گذشت ۱۰۰ روز تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه به $\frac{۱}{۱۶}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟ (نهایی ۱۴۰۱)

پاسخ:

$$N=\frac{N_0}{2^n}\rightarrow N=\frac{N_0}{16}=\frac{N_0}{2^4}\Rightarrow$$

$$n=\frac{t}{T}\Rightarrow n=4\Rightarrow T=\frac{100}{4}=25 \text{ روز}$$

سوال ۹۶ به سوال‌های زیر را پاسخ دهید.

الف) با تابش نور فرابنفش به کلاهک یک برق‌نما انحراف ورقه‌ها از هم کمتر می‌شود. نوع بار برق‌نما چیست؟

ب) اگر پرتو نوری از هوا وارد آب شود، انرژی فوتون آن تغییر می‌کند؟

ج) یک نارسایی مدل اتمی بور را بنویسید.

پاسخ: الف) منفی

ب) خیر

ج) ۱- نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.

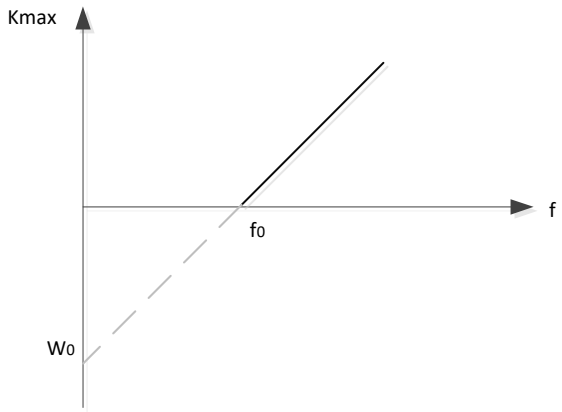
۲- فقط برای اتم‌های هیدروژن گونه صادق است.

ویژه رشته ریاضی

سوال ۹۷ نمودار k_{max} بر حسب بسامد نور فرودی مطابق شکل است. الف) مقادیر f_0 و w_0 نشان‌دهنده چه کمیت‌هایی هستند؟ (نهایی ۱۴۰۱)

ب) اگر تابع کار ۴ev باشد و طول موج نور فرودی ۲۰۰nm باشد، k_{max} برای فوتوالکترون‌ها چند ev است؟

$$h_c=1240(ev.nm)$$



پاسخ: الف) بسامد آستانه- تابع کار

ب)

$$k_{max}=\frac{h_c}{\lambda}-w_0\rightarrow k_{max}=\frac{1240}{200}-4=2/2ev$$

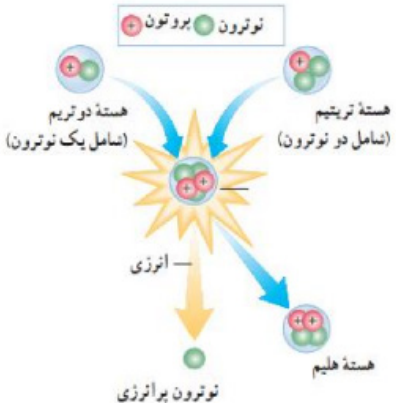
سوال ۹۸ دو ماده کندساز نوترون در راکتور هسته‌ای را نام ببرید. (نهایی ۱۴۰۲)

پاسخ: آب معمولی- آب سنگین- گرافیت

سوال ۹۹ **قسمت‌های اصلی یک راکتور هسته‌ای نام ببرید.** (نهایی ۹۹)

پاسخ: سوخت هسته‌ای- ماده کندساز- میله‌های کنترل- شاره برای خنک کردن

سوال ۱۰۰ **الف) شکل مقابل مربوط به کدام واکنش هسته‌ای است؟** (نهایی۱۴۰۲)



ب) جرم محصولات فرایند نسبت به مجموع جرم هسته‌های اولیه چه تغییری کرده است؟

ج) چرا در این واکنش مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود؟

د) این واکنش در کجا به طور طبیعی رخ می‌دهد؟

پاسخ: الف) گرافیت هسته‌ای

ب) کمتر شده است.

ج) به علت ضرب در C به توان ۲

د) در ستارگان و خورشید