☑مقایسه جابجائی (d) و مسافت طی شده (l) مقایسه سرعت متوسط (V_{ave}) و تندی متوسط

مثال) درستی و نادرستی عبارت های زیر را مشخص کنید

الف) اندازه‌ی سرعت یك جسم همان تندی آن است

ب)اندازه ی سرعت متوسط یك جسم همواره با تندی متوسط آن برابر است

ج) اگر تندی یك جسم ثابت باشد، همواره میتوان گفت سرعت متوسط آن در تمامی بازه‌های زمانی با اندازه ی سرعت لحظه‌ای جسم برابر می‌ش

الف) طبق تعریف ، تندی همان اندازه (قدرمطلق) سرعت یک جسم است بنابراین گزاره ی ((الف)) درست است

ب) گزاره ی ((ب)) نادرست است مثلا دوچرخه سواری رو در نظر بگیرید که دور یک میدان در حال حرکت است وقتی او یک دور کامل میزند جا به جایی و سرعت متوسط آن صفر $V_{av}=\frac{\Delta x=0}{\Delta t}=0$ می شود ولی تندی متوسط آن (نسبت مسافت به زمان $S_{av}=\frac{2\pi R}{\Delta t}$) صفر نیست

دقت کنید تعریفی که برای تندی ارایه شد اگر در کنارش یک کلمه ی متوسط قرار دهیم دیگر درست نیست

فقط وقتی اندازه ی سرعت متوسط و تندی متوسط برابر می شوند که حرکت روی خط راست و بدون تغییر جهت باشد

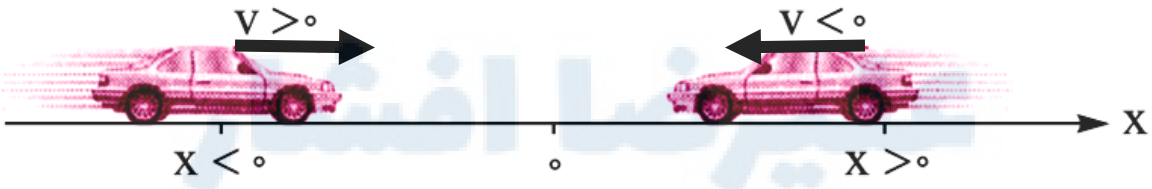
ج) گزاره ی ((ج)) نادرست است مثلا دوچرخه سواری رو در نظر بگیرید که با تندی ثابت $5\frac{m}{s}$ دور یک میدان در حال حرکت است وقتی او یک دور کامل میزند جا به جایی و سرعت متوسط آن صفر $V_{av}=\frac{\Delta x=0}{\Delta t}=0$ می شود در حالی که اندازه ی سرعت آن در هر لحظه $5\frac{m}{s}$ است

☑بررسی علامت سرعت (جهت بردار سرعت)

✪نکته ۴ : یادتون میاد برای تعیین علامت مکان از خودمون میپرسیدیم **متحرک کجاست ؟** سمت راست مبدا یا سمت چپ مبدا

اما در اینجا برای تعیین علامت سرعت از خودمون میپرسیم **متحرک کجا می‌ره ؟** به سمت راست میره یا به سمت چپ

علامت سرعت نشان دهنده ی جهت حرکت متحرک است



یعنی ؛اگر متحرکی در جهت محور حرکت کند ، سرعتش مثبت است (بردار سرعت در جهت محور است)

و اگر خلاف جهت محور حرکت کند سرعتش منفی است (یا بردار سرعت خلاف جهت محور است)

☑کمیت های متوسط ؛

نام کمیت	تندی متوسط	سرعت متوسط	شتاب متوسط
رابطه	$S_{av}=\frac{L}{\Delta t}$	$V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{d}{\Delta t}$	$a_{av}=\frac{\Delta V}{\Delta t}$
توضیحات	کمیت نرده ای ایست	کمیتی برداری است	کمیتی برداری است اگر سرعت جسمی تغییر کند (چه اندازه سرعت و چه جهت حرکت) میگوییم شتاب دارد

☑معادله ی مکان –زمان و سرعت–زمان و شتاب– زمان و ارتباط بین آنها ؛

تابعی است بر حسب زمان که با قرار دادن زمان های مختلف در آن ، فاصله ی متحرک تا **مبدا مکان** مشخص می شود

فرض کنید معادله ی مکان زمان متحرکی به صورت $x=۲t+۳$ باشد فاصله ی این متحرک از مبدا مکان در لحظه ی $t=۲s$

برابر است با $t=۲\xrightarrow{x=۲t+۳}x_۲=۲(۲)+۳=۷m$

$$x=۳t^{۳}-t^{۲}-۴t+۸$$

$$V=۹t^{۲}-۲t-۴$$

$$a=۱۸t-۲$$

مثال٦) مشابه خارج تجربی ۹۸ ؛

معادله حرکت متحرکی که بر روی محور x ها حرکت می کند در SI به صورت $x=t^{۲}-۱۰t+۱۶$ می باشد

۳)سرعت متوسط در سه ثانیه اول حرکت و جهت بردار سرعت متوسط در این بازه

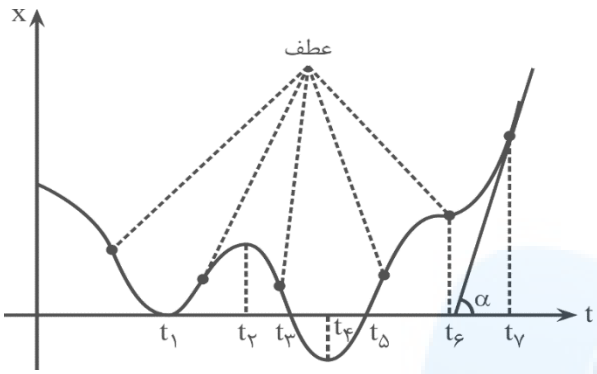
٤)شتاب متوسط در ثانیه سوم حرکت و جهت بردار شتاب متوسط در این بازه

سه ثانیه اول یعنی از لحظه ی $t=۰$ تا $t=۳s$

$V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_۳-x_۰}{۳-۰}=\frac{-۵-۱۶}{۳}=\frac{-۲۱}{۳}=-۷m/s$ سرعت متوسط در این بازه منفی شده است بنابراین بردار آن خلاف جهت محور می باشد

ثانیه سوم یعنی از لحظه ی $t=۲s$ تا $t=۳s$ $a_{av}=\frac{\Delta V}{\Delta t}=\frac{V_۳-V_۲}{۳-۲}\xrightarrow{V=\frac{dx}{dt}=۲t-۱۰}\frac{-۴-(-۶)}{۱}=۲m/s^{۲}$

درس دوم ؛ بررسی نمودار مکان زمان؛در نمودار مکان زمان رو به رو :



۱) نقطه ی شروع نشان دهنده ی مکان اولیه می باشد

۲) لحظات برخورد نمودار با محور افق ، لحظاتی است که متحرک در مبدا مکان حضور داشته است مثلا در این نمودار متحرک

در ۳ لحظه ی t_5 ، t_3 ، t_1 در مبدا مکان حضور داشته

و در دو لحظه ی t_5 ، t_3 از مبدا مکان عبور کرده است

۳) شیب نمودار مکان در هر لحظه نشان دهنده ی اندازه ی سرعت و علامت شیب نشان دهنده ی جهت حرکت در آن لحظه است $V_7 = \tan\alpha$

همچنین شیب نمودار وصل کننده بین دو لحظه نشان دهنده ی سرعت متوسط بین آن دو نقطه می باشد (شیب مثبت / شیب منفی \ )

مثلا در این نمودار ، در لحظه ی t_7 شیب مکان مثبت است و متحرک در جهت محور حرکت می کند

۴) لحظاتی که شیب نمودار مکان صفر می شود ، تندی متحرک نیز صفر شده و متحرک متوقف شده است

مثلا در این نمودار ، متحرک در ۴ لحظه ی t_6 ، t_4 ، t_2 ، t_1 متوقف شده

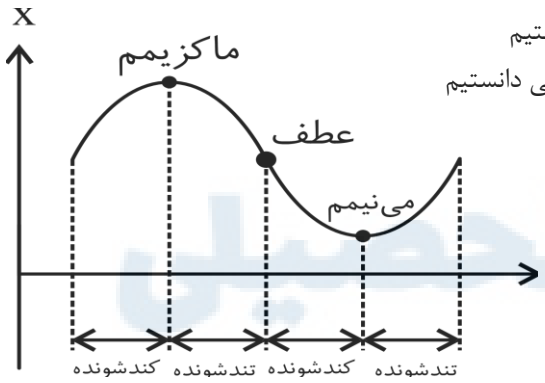
و در لحظاتی که شیب نمودار مکان صفر می شود و بعد و قبل از صفر شدن علامتش عوض می شود متحرک (یا بردار سرعت) تغییر جهت داده است

مثلا در این نمودار و در۳ لحظه ی t_4 ، t_2 ، t_1 متحرک (یا بردار سرعت) تغییر جهت داده است

بنابراین دقت کنید در لحظه ی t_6 متحرک متوقف شده است ولی تغییر جهت نداده است (قبل و بعد t_6 متحرک دارای سرعت مثبت است)

۵) در نمودار مکان زمان تقعر (شکم) نشان دهنده ی علامت شتاب است مثلا در این نمودار تقعر بین دو لحظه ی t_3 و t_5 تقعر مثبت (شکم رو به بالا) است این یعنی شتاب متحرک ، مثبت است (یا بردار شتاب در جهت محور است)

۶) در نمودار مکان زمان ، در نقاط عطف (بین دو شکم) شتاب متحرک صفر می شود مثلا در نمودار بالا به تعداد نقاط عطف یعنی ۵ بار شتاب (یا نیروی خالص) متحرک صفر می شود



۷) قبلا دیدین برای تعیین نوع حرکت (تند شونده یا کند شونده) به سراغ علامت شتاب می رفتیم و اگر علامت این دو کمیت موافق بود حرکت را تند و اگر مخالف هم بود حرکت را کند شونده می دانستیم اما در نمودار علاوه بر روش گفته شده میتوان سریعتر نوع حرکت را تعیین کرد

مطابق نمودار رو به رو ،

لحظاتی که نمودار به سرعت صفر (شیب مکان صفر) نزدیک شویم حرکت کند شونده

لحظاتی که نمودار از سرعت صفر (شیب مکان صفر) دور می شود حرکت تند شونده است

بنابراین پیشنهاد میکنم برای اینکه خیلی سریع در نمودار بتوانید نوع حرکت را تعیین کنید

#اول_برو به سراغ نقاطی که در نمودار سرعت در آنجا صفر است

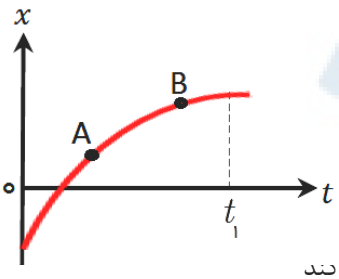
بعد ببین به این نقاط نزدیک میشی یا دور (تا کجا نوع حرکت عوض نمیشه؟ تا عطف)

مثال۹) شکل روبرو، نمودار مکان–زمان متحرکی است که در راستای محور x در حال حرکت است

در مورد این حرکت از لحظه ی صفر تا لحظه $t = t_1$ به سوالات زیر پاسخ دهید

۱) بردار مکان متحرك در کدام جهت است ؟ **۲) متحرك در کدام جهت حرکت می کند ؟**

۳) متحرك به مبدا نزدیك می شود یا دور ؟ **٤) حرکت تند شونده است یا کند شونده**



۱) بردار مکان در ابتدا در خلاف جهت سپس در جهت محور

۲) علامت سرعت (شیب نمودار مکان) دائما رو به بالا است و مثبت است پس متحرک در جهت محور حرکت می کند

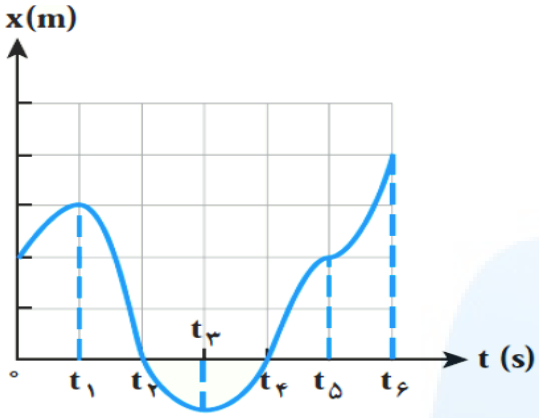
۳) در ابتدا نزدیک سپس دور می شود

۴) سرعت متحرک رو به کاهش است، زیرا شیب خط مماس بر نمودار کاهش می‌یابد.بنابراین $V_A > V_B$

مثال۱۰) تمرین منزل ؛ با توجه به نمودار مکان – زمان شکل روبرو، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

۱) متحرك چند بار از مبدأ مکان و چند بار از مبدا حرکت عبور می‌کند؟

۲) متحرك چند بار متوقف شده است ؟ چند بار تغییر جهت داده است ؟



۱) در دو لحظه ی t_2 و t_4 متحرک از مبدا مکان عبور می کند

و در دو لحظه ، یکبار بین دو لحظه ی t_1 و t_2 و یکبار هم در لحظه ی t_5 از نقطه ی شروع حرکت (یعنی از مبدا حرکت) عبور میکند

۲) توقف سه بار ، تغییر جهت دو بار ؛

شیب نمودار مکان (یعنی سرعت) در سه لحظه صفر می شود بنابراین متحرک در سه لحظه ی t_1 و t_3 و t_5 متوقف می شود

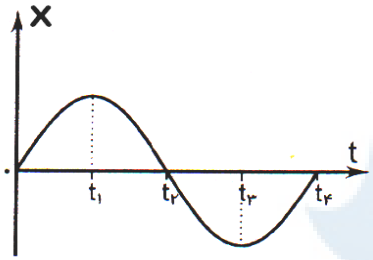
برای تغییر جهت علاوه بر صفر شدن سرعت ، باید علامت سرعت قبل و بعد از آن باید تغییر کند در این سوال در دو لحظه ی t_1 و t_3 متحرک تغییر جهت میدهد

دقت کنید در لحظه ی t_5 متحرک متوقف می شود ولی تغییر جهت نمی دهد

مثال۱۱)سراسری ریاضی ۸۴ و ۸۶ و ۸۷ و تمرین صفحه ۱۱ کتاب درسی :

نمودار مکان زمان متحرکی که از مبدا شروع به حرکت می کند مطابق رو به رو ست

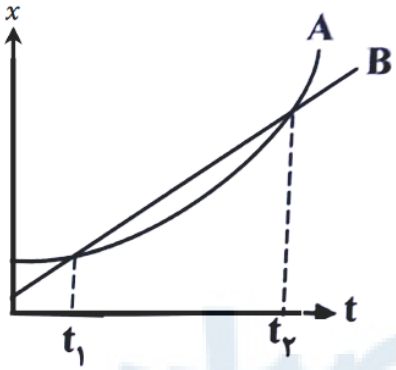
در کدام بازه زمانی متحرك حرکتش تند شونده و در خلاف جهت محور x می باشد ؟



۱) صفر تا t_1 ۲) t_1 تا t_2 ۳) t_2 تا t_3 ۴) t_3 تا t_4

مثال۲۰) #احتمالی_۱۴۰۰ ، بیشتر از ریاضی ۹۹ و تمرین ۹ پایان فصل کتاب درسی ؛

با توجه به نمودار مکان زمان که برای دو متحرك A و B که روی خط راست حرکت میکنند رسم شده است در بازه های زمانی t_1 تا t_2 کمیت های زیر برای این دو متحرك مقایسه کنید ؟

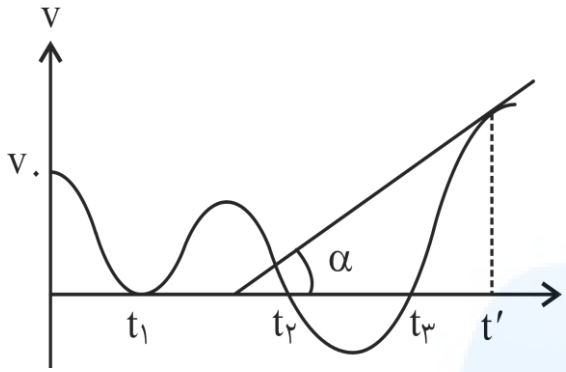


۱) جابه جایی ۲) سرعت متوسط

۳) مسافت طی شده ۴) تندی متوسط

۵) تندی متحرك در لحظه ی t_1, t_2

درس۳ : نمودار سرعت زمان



در نمودار سرعت- زمان ، رو به رو ؛

۱) نقطه شروع نمودار نشان دهنده ی ، سرعت اولیه است مثلا در این نمودار متحرک با سرعت **اولیه مثبت حرکتش را آغاز می کند** یعنی در ابتدا حرکتش **را در جهت محور آغاز کرده است** (یادتون که نرفته ، علامت سرعت نشان دهنده جهت حرکت بود)

۲) لحظاتی که نمودارسرعت زمان ، بالای محور افق است سرعت متحرک مثبت است و در جهت مثبت محور حرکت می کند و لحظاتی که پایین محور افق است سرعت منفی است و در خلاف جهت محور حرکت میکند مثلا در این نمودار بین دو لحظه ی $t_۲$ و $t_۳$ سرعت متحرک **منفی** است و حرکت آن در **خلاف جهت محور** می باشد

۳) لحظات برخورد نمودار با محور افق ، لحظاتی است که متحرک توقف داشته است مثلا در این نمودار متحرک **۳ بار متوقف شده است**

۴) لحظاتی که نمودار محور افق را قطع کند (یعنی هم رعت صفر شود و هم تغییر علامت بدهد) متحرک (بردار سرعت) تغییر جهت داده است مثلا در این نمودار متحرک **۲ بار تغییر جهت داده است**

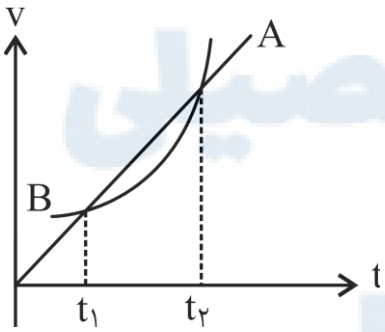
۵) شیب نمودار سرعت در هر لحظه نشان دهنده ی ، شتاب در آن لحظه است (شیب مثبت / شیب منفی \ )و شیب خط واصل بین دو لحظه در این نمودار نشان دهنده ی شتاب متوسط بین آن دو لحظه است مثلا در این نمودار متحرک در ابتدا با **شتاب منفی** حرکتش را در **جهت محور** آغاز کرده است یا مثلا در این نمودار شتاب متحرک در لحظه ی t' از شتاب در لحظه ی $t_۳$ ، **کمتر** است

۶) لحظاتی که شیب نمودار سرعت صفر می شود ، شتاب نیز صفر شده است مثلا در این نمودار **۳ بار شتاب یا نیروی وارد بر متحرک صفر شده است** (دقت کنید نقاط عطف در نمودار سرعت زمان نشان دهنده ی اتفاق خاصی نیست)

۷) لحظاتی که نمودار به محور افق نزدیک میشود حرکت کند شونده و لحظاتی که از آن دور می شود حرکتش تند شونده می باشد مثلا در این نمودار بین دو لحظه ی $t_۲$ و $t_۳$ **ابتدا حرکت تند شونده سپس کند شونده** خواهد بود

۸) سطح زیر نمودار سرعت زمان ، جا به جایی را نشان می دهد . برای محاسبه ی ((**مسافت پیموده شده**)) **تمامی** مساحت ها را با **علامت مثبت جمع جبری** میکنیم (چه مساحت های بالای محور و چه مساحت های پایین محور) اما برای ((**جا به جایی**)) مساحت **قسمت بالای محور را با علامت مثبت و قسمت پایین آن را با علامت منفی در نظر می گیریم**

مثال۲۴) نمودار سرعت زمان برای دو متحرک A و B که روی خط راست حرکت می کنند رسم شده است



بین دو لحظه ی $t_۱$ ، $t_۲$ مطلوب است ؟

الف) مقایسه ی جابه جایی و سرعت متوسط این دو متحرک

ب) مقایسه مسافت و تندی متوسط این دو متحرک

ج) مقایسه ی شتاب متوسط بین این دو متحرک

د) مقایسه شتاب در دو نقطه ی $t_۱$ ، $t_۲$

الف) سرعت متوسط نسبت جا به جایی به زمان می باشد . از طرفی میدانیم سطح زیر نمودار سرعت زمان نشان دهنده ی جا به جایی است و با توجه به نمودار داده شده در بازه ی زمانی t_1 تا t_2 سطح زیر نمودار برای متحرک A بیشتر از B می باشد $\Delta x_A > \Delta x_B$ بنابراین داریم ؛

$$\left.\begin{matrix}\Delta x_A > \Delta x_B \\ \Delta t_A = \Delta t_B\end{matrix}\right| \xrightarrow{V_{ave}=\frac{\Delta x}{\Delta t}} V_{ave\,A} > V_{ave\,B}$$

ب) از آنجاییکه حرکت روی خط راست است و در بازه ی زمانی t_1 تا t_2 هیچ کدام از متحرک های A و B تغییر جهت هم نمی دهند بنابراین برای این دو متحرک مسافت به مثابه همان اندازه جابه جایی است و همان مقایسه ای که برای جابه جایی صورت دادیم برای مسافت هم نیز برقرار است $\Delta x_A > \Delta x_B \rightarrow l_A > l_B$ پس مسافت پیموده شده و تندی متوسط در این بازه توسط متحرک A از B بیشتر خواهد بود

$$\left.\begin{matrix}l_A > l_B \\ \Delta t_A = \Delta t_B\end{matrix}\right| \xrightarrow{S_{ave}=\frac{l}{\Delta t}} S_{ave\,A} > S_{ave\,B}$$

ج) شتاب متوسط نسبت تغییرات سرعت به زمان است $a_{ave} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$. با توجه به نمودار داده شده و مقادیر سرعت در ابتدا و انتهای بازه روی محور قائم ، نتیجه میگیریم در در بازه ی زمانی t_1 تا t_2 اندازه تغییرات سرعت برای هر دو متحرک یکسا ن است $\Delta V_A = \Delta V_B$

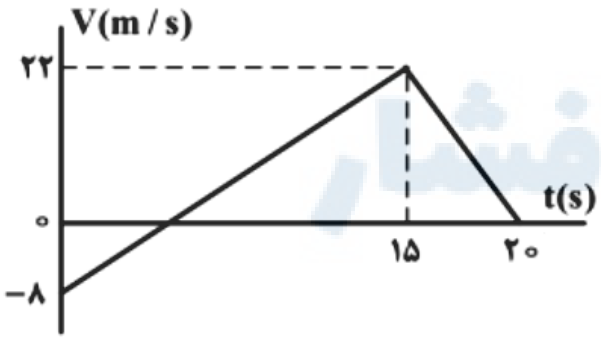
$$\left.\begin{matrix}\Delta V_A = \Delta V_B \\ \Delta t_A = \Delta t_B\end{matrix}\right| \xrightarrow{a_{ave}=\frac{\Delta V}{\Delta t}} a_{ave\,A} = a_{ave\,B}$$

نکته ؛ سطح زیر نمودار سرعت-زمان ، نشان دهنده ی جا به جایی است برای جا به جایی مساحت قسمت بالای محور زمان را با علامت مثبت و قسمت پایین آن را با علامت منفی در نظر می گیریم ولی برای مساحت تمامی قسمت ها را با علامت مثبت قرار میدهیم

نکته ؛ هروقت در نموداری خط راستی دیدی که محور افقی را قطع کرده #اول_برو به کمک تشابه در ابتدا و انتها و نقطه ی برخورد با محور افقی اعداد را مشخص کن

مثال۲۵) #احتمالی_۱۴۰۰ ، **خیلی بیشتر از ریاضی ۹۸ و خارج ریاضی ۹۹ ؛**

نمودار سرعت – زمان متحرکی که بر مسیری مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل زیر است



۱) چند ثانیه این متحرک حرکتش در جهت محور x می باشد ؟

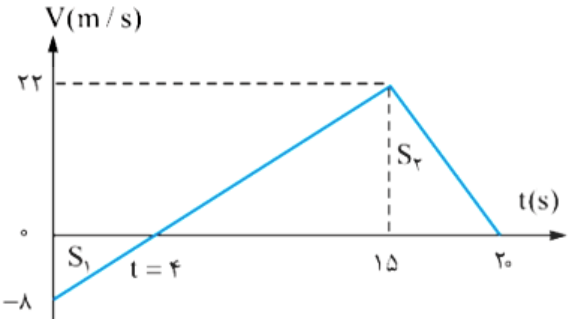
۲) چند ثانیه تندی این متحرک در حال کاهش می باشد ؟

۳) شتاب متوسط این متحرک در بازه‌ی زمانی ۰s تا ۲۰s ، چند $\frac{m}{s^2}$ است؟

٤) تندی متوسط این متحرک در بازه‌ی زمانی ۰s تا ۲۰s ، چند $\frac{m}{s}$ است؟

۵) سرعت متوسط این متحرک در بازه‌ی زمانی ۰s تا ۲۰s ، چند $\frac{m}{s}$ است؟

٦) سرعت متوسط این متحرک در بازه ی زمانی که حرکتش در جهت محور و تندشونده می باشد ، چند $\frac{m}{s}$ است؟



گام صفر خیلی مهم ؛ هر وقت در نموداری خط راستی دیدی که محور افق را قطع کرده #اول_برو به کمک تشابه در ابتدا و انتها و نقطه ی برخورد با محور افق اعداد را مشخص کن قبل از هر کاری ابتدا باید لحظه ای را پیدا کنیم که نمودار محور افق را قطع می کند

$$\frac{t}{۸}=\frac{۱۵-t}{۲۲}\rightarrow\frac{t}{۴}=\frac{۱۵-t}{۱۱}\rightarrow ۱۱t=۶۰-۴t\rightarrow ۱۵t=۶۰\rightarrow t=۴s$$

۱) مدت زمانی که این متحرک در جهت محور x حرکت میکند یعنی مدت زمانی که سرعت مقادیر مثبت دارد و نمودار سرعت زمان بالای محور t می باشد یعنی از لحظه ی $t=۴s$ تا $t=۲۰s$ که معادل ۱۶ ثانیه می باشد

۲) مدت زمانی که نمودار سرعت زمان به محور افق نزدیک میشود ، تندی متحرک در حال کاهش است (یا حرکتش کند شونده است) از لحظه ی $t=۰$ تا $t=۴s$ و از از لحظه ی $t=۱۵s$ تا $t=۲۰s$ که در مجوع این زمان برابر میشود با $۴+۵=۹s$

۳) $a_{ave}=\frac{\Delta V}{\Delta t}=\frac{۰-(-۸)}{۲۰-۰}=۰/۴\frac{m}{s^۲}$

۴) برای تندی متوسط ابتدا باید مسافت را حساب کنیم و بر زمان حرکت تقسیم کنیم برای مسافت کافیست سطح زیر نمودار را در هر قسمت با علامت مثبت با هم جمع کنیم $l=S_۱+S_۲=(\frac{۴\times۸}{۲})+(\frac{۱۶\times۲۲}{۲})=۱۶+۱۷۶=۱۹۲m$ حالا میریم تندی متوسط را حساب میکنیم ؛

$$S_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{۱۹۲}{۲۰}=۹/۶\frac{m}{s}$$

۵) برای سرعت متوسط ابتد ابايد جا به جایی را حساب کنیم $\Delta x=-S_۱+S_۲=-۱۶+۱۷۶=۱۶۰$ حالا میریم سراغ سرعت متوسط

$$V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-S_۱+S_۲}{۲۰}=\frac{-۱۶+۱۷۶}{۲۰}=\frac{۱۶۰}{۲۰}=۸\frac{m}{s}$$

۶) سرعت متوسط را در بازه ی زمانی میخواهد که سرعت متحرک مثبت و در حال دور شدن به محور افق می باشد یعنی از $t=۴s$ تا $t=۱۵s$

برای حل این قسمت دو راه وجود دارد راه اول همان راه کلی است $V_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{S}{۱۵-۴}=\frac{\frac{۱۱\times۲۲}{۲}}{۱۱}=۱۱\frac{m}{s}$

راه دوم ؛ راه تستی ؛ اگر از ابتدا تا انتهای بازه شتاب حرکت ثابت باشد سرعت متوسط برابر است با میانگین سرعت ابتدا و انتهای بازه $V_{av}=\frac{v_۴+v_{۱۵}}{۲}=\frac{۰+۲۲}{۲}=۱۱\frac{m}{s}$ تاکید میکنم این راه تستی فقط در بازه هایی قابل اجراست که شتاب حرکت (یا شیب نمودار سرعت زمان) ثابت باشد مثلا از لحظه ی $t=۰$ تا $t=۲۰s$ شما نمیتوانید از این روش سرعت متوسط را به دست آورید چون شتاب در این بازه تغییر میکند

مثال ۳۵) مشابه خارج ریاضی ۹۸ ؛ خارج ریاضی ۹۴ و خارج تجربی ۸۸ :اگر معادله مکان زمان متحرکی به صورت $x=۴t^۲-۱۶t+۸$ باشد

۱) نسبت مسافت پیموده شده به اندازه جا به جایی در ۳ ثانیه اول حرکت

۲) تندی متوسط در ۳ ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است

۱) راحت ترین راه محاسبه مسافت پیموده شده این است که نمودارسرعت زمان را رسم کنید

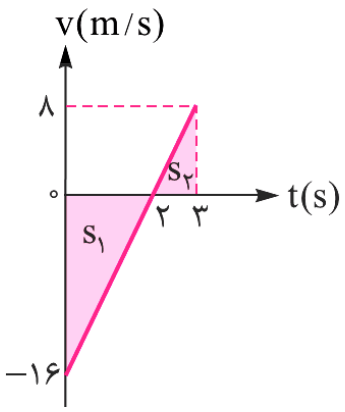
پس در ابتدا از معادله ی مکان بر حسب زمان مشتق میگیریم تا به معادله ی سرعت زمان برسیم

$$x = ۴t^۲ - ۱۶t + ۸ \xrightarrow{v = \frac{dx}{dt}} v = ۸t - ۱۶$$

رسم نمودار سرعت زمان از روی معادله ی آن ؛ یه بار به این صفر بده یه بار به اون

با توجه به معادله سرعت زمان ، یکبار به زمان صفر بده ، سرعت میشه ۱۶-

یکبار به سرعت صفر بده ، زمان میشه ۲ . حالا این دو نقطه را بهم وصل کن



برای یافتن مسافت ؛ **قدر مطلق** سطح زیر نمودار سرعت زمان را در هر تیکه را حساب کنید و با هم جمع

برای محاسبه جا به جایی از روی نمودار سرعت زمان مساحت زیر نمودار هر تیکه با رعایت علامت با هم ج

(البته با جایگذاری زمان ابتدا و انتها در معادله ی مکان زمان و تفاضل این دو مکان میشد به جا به جایی رسد)

$$L = |S_۱| + |S_۲| = (\frac{۱۶ \times ۲}{۲}) + (\frac{۱ \times ۸}{۲}) = ۱۶ + ۴ = ۲۰m$$
$$\Delta x = S_۱ + S_۲ = (\frac{-۱۶ \times ۲}{۲}) + (\frac{۱ \times ۸}{۲}) = -۱۶ + ۴ = -۱۲m$$
$$\rightarrow \frac{S}{\Delta x} = \frac{۲۰m}{۱۲m} = \frac{۵}{۳}$$

۲) $\overline{S} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۲۰}{۳}\frac{m}{s}$

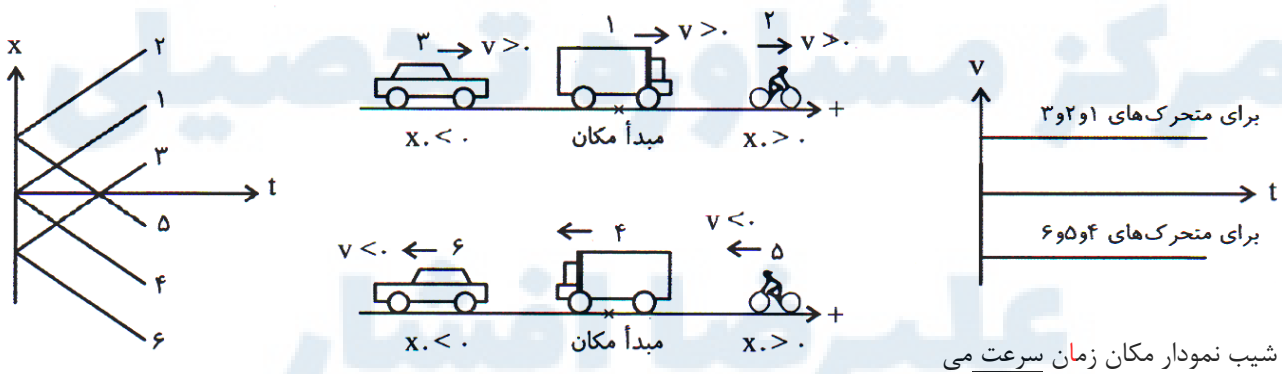
درس ۴ : حرکت سرعت ثابت (حرکت با تندی ثابت روی خط راست)

حرکت سرعت ثابت است حرکتی است که : اولا: تندی (اندازه سرعت) آن ثابت باشد

ثانیا : بر روی خط راست حرکت کند

جابه جایی در این حرکت متناسب با مدت زمان حرکت و سرعت متحرک می باشد $\Delta x = V \times \Delta t$

معادله ی حرکت تابعی درجه اول از زمان به شکل مقابل است $x = vt + x_۰$



یادآوری ۱: شیب نمودار مکان زمان سرعت می

پس شیب نمودار مکان زمان هم در شکل های بالا مقداری ثابت را دارد

یادآوری ۲ : جهت حرکت ، نشان دهنده علامت سرعت است . متحرک های ۱ و ۲ و ۳ چون در جهت مثبت محور حرکت می کنند

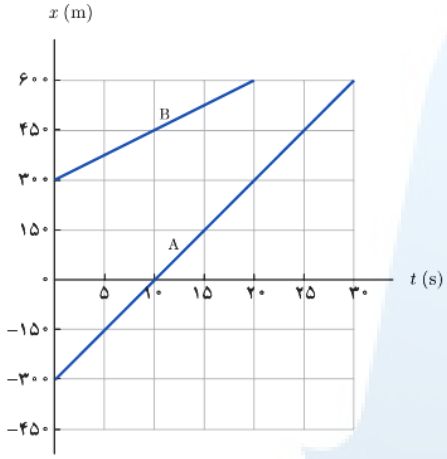
دارای سرعت مثبت هستند و شیب نمودار مکان زمان برای آنها مثبت است

و متحرک های ۴ و ۵ و ۶ چون در جهت منفی محور حرکت می کنند ، دارای سرعت منفی هستند و شیب نمودار مکان زمان برای آنها منفی است

بررسی حرکت دو متحرک با سرعت ثابت ؛ برای یافتن زمان بهم رسیدن دو متحرک کافیست که مکانهای آنها مساوی شود

$X_1 = X_2$ هر وقت نمودار مکان زمان دو متحرک را دادند و زمان بهم رسیدن آنها را پرسیدند براساس اطلاعات نمودار #اول_برو معادله مکان زمانها را بنویس و آنها را با هم مساوی قرار بده تا زمان بهم رسیدن پیدا شود

راه دوم راه تستی ؛ برای دو متحرک با سرعت ثابت ، که به صورت هم زمان حرکت میکنند میتوان زمان بهم رسیدن را از رابطه $\Delta X = |\Delta V| \times t$ حساب کرد منظور از ΔX فاصله ی نسبی دو متحرک می باشد و منظور از $|\Delta V|$ تفاضل سرعت متحرک تندتر از کند تر می باشد



مثال۴۱) بیشتر از تمرین ۱۶ پایان فصل کتاب درسی دوازدهم ؛

شکل زیر نمودار مکان زمان دو متحرک که روی خط راست حرکت می کنند را نشان می دهد

الف) چند ثانیه پس از عبور متحرک A از مبدا مکان ، این دو متحرک بهم می رسند ؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

ب) در چه لحظه ای بر حسب ثانیه فاصله ی دو خودرو از یکدیگر ۹۰۰ متر می شود ؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۳۰۰

زمانی دو متحرک بهم می رسند که مکانهای آنها یکسان شوند بنابراین کافیست معادله ی مکان زمان هر یک را بنویسیم و با هم مساوی قرار دهیم

$$x_A = x_B \xrightarrow{x = vt + x_0} ۳۰t - ۳۰۰ = ۱۵t + ۳۰۰ \rightarrow ۱۵t = ۶۰۰ \rightarrow t = ۴۰s$$

$$V_A = tag\alpha = \frac{۳۰۰}{۱۰} = ۳۰ \ , \ V_B = tag\alpha = \frac{۶۰۰ - ۳۰۰}{۲۰} = ۱۵$$

راه دوم راه تستی ؛

$$\left.\begin{array}{l} V_A = tag\alpha = \frac{۳۰۰}{۱۰} = ۳۰ \\ V_B = tag\alpha = \frac{۶۰۰ - ۳۰۰}{۲۰} = ۱۵ \end{array}\right| \rightarrow \Delta X = |\Delta V| \times t \rightarrow ۶۰۰ = (۳۰ - ۱۵) \times t \rightarrow t = ۴۰s$$

دقت کنید جواب (الف) گزینه ۴ نمیشود چرا ؟

چون سوال نگفته پس از چه مدت بهم میرسند گفته چه مدت پس از عبور متحرک A از مبدا مکان به هم میرسند از آنجاییکه متحرک A در لحظه ی $t = ۱۰s$ از مبدا مکان عبور میکند بنابراین ۳۰ ثانیه بعد این اتفاق دو متحرک به هم میرسند و جواب صحیح گزینه ۳ می باشد

ب) برای یافتن ΔX یا فاصله ی نسبی دو متحرک در رابطه ی $\Delta X = |\Delta V| \times t$ می باشد کافیست یکی را ساکن در نظر بگیرید و جابه جایی دیگر را نسبت به متحرک ساکن بسنجید . در ابتدا فاصله دو متحرک ۶۰۰ متر است با گذشت زمان این فاصله کمتر میشود و بعد از اینکه این دو به هم رسیدن این فاصله رو به افزایش خواهد بود در لحظه ای که این دو متحرک از هم عبور میکنند و فاصله ی آنها به ۹۰۰ متر می رسد مثل این میماند که یکی نسبت به دیگری $۶۰۰ + ۹۰۰ = ۱۵۰۰m$ جا به جا شده است بنابراین $\Delta X = |\Delta V| \times t \rightarrow ۱۵۰۰ = (۳۰ - ۱۵) \times t \rightarrow t = ۱۰۰s$

مثال۴۲) تمرین منزل ؛

نمودار مکان زمان دو متحرك که بر روی خط راست در حال حرکت هستند مطابق شکل زیر است

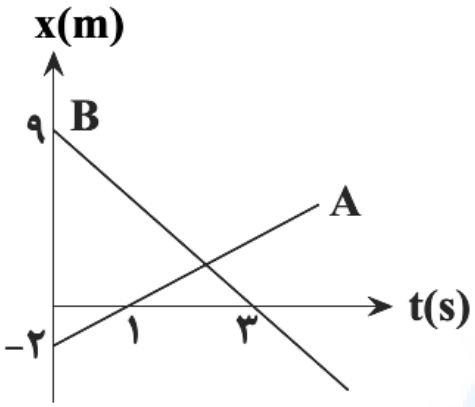
در چه لحظه ای دو متحرك از کنار هم عبور می کنند ؟

۱) $t=۱s$

۲) $t=۱/۲s$

۳) $t=۴/۴s$

۴) $t=۲/۲s$



$$x_A = x_B \xrightarrow{x = Vt + x_0} ۲t - ۲ = -۳t + ۹ \rightarrow ۵t = ۱۱ \rightarrow t = ۲/۲\ s$$

$$V_B = tag\,\alpha = \frac{-۹}{۳} = -۳\ ,\ V_A = tag\,\alpha = \frac{۲}{۱} = +۲$$

درسنامه پنجم : حرکت شتابدار

حرکت شتابدار ، به حرکتی گفته میشود که در آن **سرعت جسم** ، تغییر کند سرعت به سه شکل می تواند تغییر کند

مسیر حرکت ، همان تصویر متحرک در لحظات مختلف است شکل های زیر **مسیر حرکت** شتابدار یک متحرک را در سه حالت نشان میدهد

جهت خط مماسی که در لحظات مختلف روی مسیر حرکت رسم شده است نشان دهنده ی جهت حرکت است اندازه ی این خط مماس ،

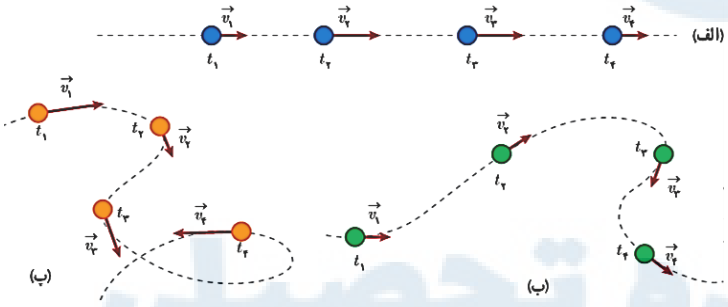
متناسب است با اندازه ی سرعت (یا تندی) جسم

الف) اندازه ی سرعت (یا تندی) تغییر کند

ولی جهت حرکت ثابت باشد (حرکت روی خط راست باشد)

ب) جهت حرکت تغییر کند ولی اندازه ی سرعت (یا تندی) ثابت باشد

پ) هم اندازه ی سرعت تغییر کند هم جهت حرکت



مثال ۵۳) #احتمالی_۱۴۰۰ ، **عینا تمرین ۱۱ پایان فصل کتاب درسی دوازدهم ؛**

هر یك از شکل های زیر مکان یك خودرو را در لحظه ی $t=۰$, $t=T$, $t=۲T$, $t=۷T$ نشان می دهد

هر دو خودرو در لحظه ی $t=۳T$ شتاب می گیرند توضیح دهید

الف) سرعت اولیه کدام خودرو بیشتر است ؟

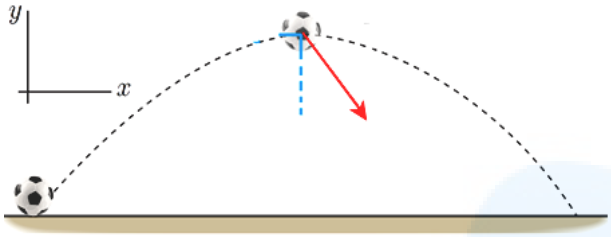
ب) سرعت نهایی کدام خودرو بیشتر است ؟

ج) کدام خودرو شتاب بیشتری دارد ؟

دینامیک

مثال ۸) بیشتر از کنکور ریاضی ۹۹ ؛

شکل رو به رو ، مسیر حرکت و جهت شتاب وارد بر توپ فوتبالی را در نقطه ی اوج نشان می‌دهد اگر جرم توپ ۴۰۰gr و اندازه شتاب حرکت توپ در این لحظه $۵ / ۱۲ \frac{m}{s^۲}$ باشد در این نقطه مطلوبست تعیین ؛



الف) جهت نیروی خالص و مقاومت هوا و جهت حرکت توپ

ب) اندازه نیروی خالص ج) اندازه ی نیروی مقاومت هوا

الف) ما میدانیم بردار شتاب و نیروی خالص هم جهت هستند

بنابراین بردار نیروی خالص همچون بردار شتاب در جهت فلش نشان داده شده در شکل می باشد

این نیروی خالص حاصل برایند دو نیروی وزن (رو به پایین) و مقاومت هواست (که به سمت راست است)

از آنجاییکه نیروی مقاومت هوا خلاف جهت حرکت توپ می باشد بنابراین در نقطه ی اوج نیروی مقاومت هوا به سمت چپ می باشد

ب) اندازه ی نیروی خالص طبق رابطه ی $F_{net} = ma$ داریم ؛ $|a| = ۱۲ / ۵ \xrightarrow{|F_{net}| = m|a|} F_{net} = ۰ / ۴ \times ۱۲ / ۵ = ۵N$

ج) نیروی خالص از رابطه ی $F_{net} = \sqrt{mg^۲ + f_D^۲}$ به دست می آید $|F_{net}| = \sqrt{F_x^۲ + F_y^۲} \rightarrow ۵ = \sqrt{F_x^۲ + ۴^۲} \rightarrow |F_x| = ۳$

مثال۹) برگرفته از نتایج مثال حل شده ۲-۳ کتاب درسی ؛

با توجه به شکل رو به رو اگر جرم آقای (۱) دو برابر جرم آقای (۲) باشد $m_۱ = ۲m_۲$ به سوالات زیر پاسخ دهید

۱) نیرویی که ۱ به ۲ میدهد بیشتر است یا ۲ به ۱ ؟

۲) شتابی که که ۱ به ۲ میدهد بیشتر است یا ۲ به ۱ ؟ (در این حالت فرض کنید سطح بدون اصطکاک است)

۱) طبق قانون سوم نیوتن نیرویی که آقای ۱ به آقای ۲ میدهد برابر است با نیرویی که آقای ۲ به آقای ۱ میدهد

۲) برای این قسمت فرض کنید سطح بدون اصطکاک است و این دو فقط تحت تاثیر نیرویی که به یکدیگر میدهند شتاب میگیرند

در این صورت طبق رابطه ی $F_{net} = ma \rightarrow a = \frac{F}{m}$ اندازه ی شتاب با نیرو رابطه ی مستقیم و با جرم رابطه ی عکس خواهد داشت از آنجاییکه نیرو برابر است ولی جرم متفاوت است شتاب انها متفاوت خواهد بود و فردی که جرم کمتر دارد شتاب و سرعت و جا به جایی بیشتر خواهد داشت

$$\frac{a_۲}{a_۱} = \frac{m_۱}{m_۲} = ۲$$

در بسیاری از تستها **وضعیت جسم در صورت سوال توسط طراح به وضوح به شما داده میشود**

در این صورت کار راحت تر است و دیگر نیازی نیست از طریق مقایسه با $\mu_s N$ محسن ، وضعیت را معلوم کنید

در جدول **بسیار مهم** زیر تمام حالاتی که میتواند در یک سوال بیان شود و روش حل آنها برایتان **جمع بندی** شده است

حالت	وضعیتی جسم در صورت سوال	شتاب	اول برم چی کار کنم
۱	جسم **ساکن** است	$a=0$	$F_{net}=0$
۲	جسم در **آستانه ی لغزش** است	$a=0$	$F_{net}=0$ $f=\mu_s N$
۳	جسم در حال **حرکت** با **شتاب ثابت** است	$F_{net}=ma$	$f=\mu_k N$
۴	جسم در حال **حرکت** با **سرعت ثابت** است	$a=0$	$F_{net}=0$ $f=\mu_k N$

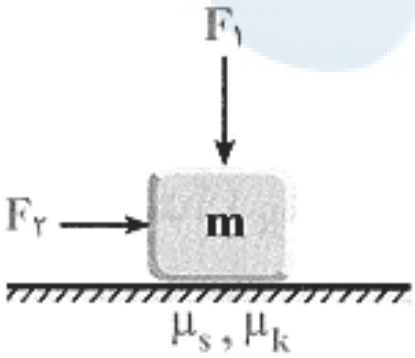
مثال۲۱) در شکل زیر، تحت اثر نیروهای وارد شده، بسته در حالت سکون است

اگر نیروی F_1 اندکی افزایش یابد، کدام یك از عبارتهای زیر اظهارنظر درستی است؟

۱) نیروی اصطکاك

۲) بیشینه اصطکاك ایستایی

۳) نیرویی که سطح به جسم می دهد

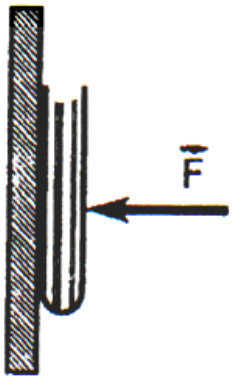


مثال ۲٤) جسمی به جرم M روی سطح افقی ، تحت نیروی افقی F قرار میدهیم. جعبه حرکت میکند

اگر جرم جسم را نصف کنیم و مجددا همان نیروی قبلی را به آن وارد کنیم هر یك از کمیت های زیر چند برابر می شوند ؟

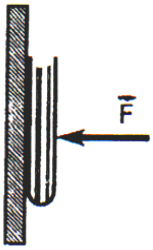
۱) نیروی اصطکاك **۲) نیرویی که سطح به جسم می دهد**

مثال ۲۹) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛



مطابق شکل کتابی را توسط نیروی افقی F به دیوار قائمی می فشاریم
در چند مورد از حالات زیر اصطکاک بین کتاب و دیوار تغییر میکند ؟
الف) جرم کتاب نصف شود با فرض اینکه کتاب ساکن بماند
ب) نیروی F را کم کنیم با فرض اینکه کتاب ساکن بماند
ج) نیروی F را کم کنیم با فرض اینکه کتاب مماس بر سطح در حال حرکت است
د) جرم کتاب زیاد شود با فرض اینکه کتاب مماس بر سطح در حال حرکت است
۱) یك مورد ۲) دو مورد ۳) سه مورد ۴) چهار مورد

مثال ۱۹) در شکل رو به رو اگر $F=12N$ باشد حداکثرجرم کتاب را طوری تعیین کنید که نلغزد ؟ $\mu_s=0/5$



((حداکثر ..... نلغزد)) یعنی جسم در آستانه ی لغزش است

و این یعنی در معادله ی ((خوب منهای بد))شتاب را صفر و $f=\mu_s N$ بگذار

$$\left.\begin{matrix} F_{net}=0\rightarrow mg-f=0 \\ f=\mu_s N \end{matrix}\right| \rightarrow mg-0/5(12)=0\rightarrow mg=6N\rightarrow m=0/6kg$$

نکته ؛ به دو عبارت زیر دقت کنید ، طراحان با این دو عبارت به صورت غیر مستقیم ضریب سختی فنر را به شما میدهند

شما باید بدونید که با دیدن این جملات چه جوری ضریب سختی رو حساب کنید

عبارت اول ؛ جسمی به جرم m را به فنری آویزان میکنیم تا طول آن به اندازه ی x سانتیمتر تغییر کند .....

ت اینو دیدی #اول_برو بگو $mg=kx$

عبارت دوم ؛ وقتی جسمی به جرم m_1 به فنری آویزان است طول آن L_1 است و وقتی جسمی به جرم m_2 به آن آویزان میکنیم طول آن L_2 میشود

ت اینو دیدی #اول_برو بگو $(m_2-m_1)g=k(L_2-L_1)$

مثال۴۲) اگر وزنه ای 0/5kg به انتهای فنری آویزان شود طولش 1/5 cm افزایش می یابد ، اگر بخواهیم با این فنر جسمی به جرم 10 kg را روی سطح افقی که ضریب اصطکاک آن با جسم 0/2 است با تندی ثابت روی سطح بکشیم افزایش طول آن چند سانتی متر می شود ؟

۱) 6 ۲) 12 ۳) 15 ۴) 30

$$F=mg=0/5\times10=5N \xrightarrow{F=k\Delta x} 5=k\frac{15}{1000}\rightarrow k=\frac{1000}{3}\frac{N}{m}$$

$$F_{net}=0\rightarrow good-bad=0\rightarrow F-f=0 \xrightarrow{f=\mu_k N=0/2\times100=20} F-20=0\rightarrow F=20N$$

$$F=K\Delta x\rightarrow 20=\frac{1000}{3}\times\Delta x\rightarrow\Delta x=\frac{60}{1000}m\rightarrow\Delta x=6cm$$

مثال۴۳) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ بیشتر از تمرین پایان فصل کتاب درسی ؛

طول فنری با وزنه ی ۴۰۰ گرمی برابر ۵۰ سانتی متر و با وزنه ی ۷۰۰ گرمی برابر ۵۶ سانتیمتر می باشد

الف) طول فنر با وزنه ی ۱۳۰۰ گرمی چند سانتیمتر است ؟ ب) طول عادی فنر چند سانتیمتر است ؟

الف) نیروی اضافه شده به فنر برابر است با $F = \Delta mg = \frac{(۷۰۰-۴۰۰)}{۱۰۰۰} \times ۱۰ = ۳N$ ، حال کافیست این نیرو را معادل $K\Delta x$ قرار دهیم

$$F = K\Delta x \rightarrow ۳ = K \times \frac{۶}{۱۰۰} \rightarrow K = ۵۰\frac{N}{m}$$

$$F = K\Delta x \rightarrow ۹ = ۵۰ \times \Delta x \rightarrow \Delta x = \frac{۱۸}{۱۰۰} = L_۲ - L_۱ \rightarrow L_۲ = ۶۸cm$$

$$\frac{۵۰}{۱۰۰}$$

ب) برای تعیین طول عادی فنر پس یافتن ضریب سختی فنر ، باید تغییر طول فنر را از حالت آزاد فنر تا حالتی که یک وزنه به ان وصل است بررسی کرد مثلا در این سوال اگر طول آزاد فنر (یعنی طول فنر وقتی هیچ وزنه ای به ان وصل نیست) را $L_۰$ در نظر بگیریم طول فنر وقتی وزنه ی ۴۰۰ گرمی به آن وصل میکنیم همان طول ثانویه میشود $L = ۵۰cm$ در این صورت نیرو همان وزن وزنه است $F = mg$

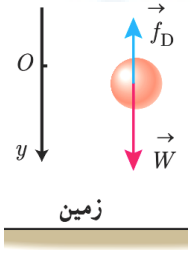
$$F = K\Delta x \rightarrow mg - ۰ = \frac{۴۰۰}{۱۰۰۰} \times ۱۰ = ۵۰ \times \frac{۵۰ - L_۰}{۱۰۰}$$

$$\rightarrow ۴ = ۵۰ \times \frac{۵۰ - L_۰}{۱۰۰} \rightarrow ۵۰ - L_۰ = ۸ \rightarrow L_۰ = ۴۲cm$$

درسنامه پنجم ؛ نیروی مقاومت شاره

تاکنون ، هر وقت جسمی در هوا حرکت می کرد ، از تاثیر هوا بر حرکت آن چشم پوشی می کردیم ؛ اما واقعیت این است که تاثیر هوا بر حرکت یک جسم ، **ممکن است** قابل صرف نظر نباشد (مثل سقوط یک برگ درخت (یا یک کاغذ یا یک پر) در هوا یا سقوط قطره ی باران یا سقوط چتر باز) اصولا هرگاه جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار داشته باشد و نسبت به شاره حرکت کند ، نیرویی **در خلاف جهت حرکت** به آن وارد می شود که **مقاومت شاره** نام دارد و آن را با نماد f_D نشان می دهیم عوامل مختلفی بر روی اندازه ی نیروی شاره اثر گذار است که دو تا از مهم ترین آنها ، **بزرگی جسم** و **تندی** آن است منظور از بزرگی جسم ، ابعاد سطحی از جسم است که شاره **به صورت عمود** به آن برخورد می کند آزمایش نشان می دهد **هر چه تندی و سطح تماس آن با شاره بیشتر باشد اندازه ی نیروی مقاومت شاره در برابرآن نیز بیشتر خواهد بود**

اگر معادله ی دوم نیوتن را برای این جسم بنویسیم داریم



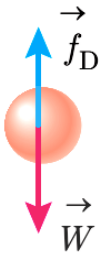
گام اول ؛ رسم نیروهای وارد بر جسم

گام دوم ؛ تعیین جهت حرکت

گام سوم ؛ خوبها منهای بدها مساوی ma

$$F_{net} = ma \rightarrow Good - Bad = ma$$

$$\rightarrow mg - f_D = ma \Rightarrow a = \frac{mg - f_D}{m} \Rightarrow \boxed{a = g - \frac{f_D}{m}}$$



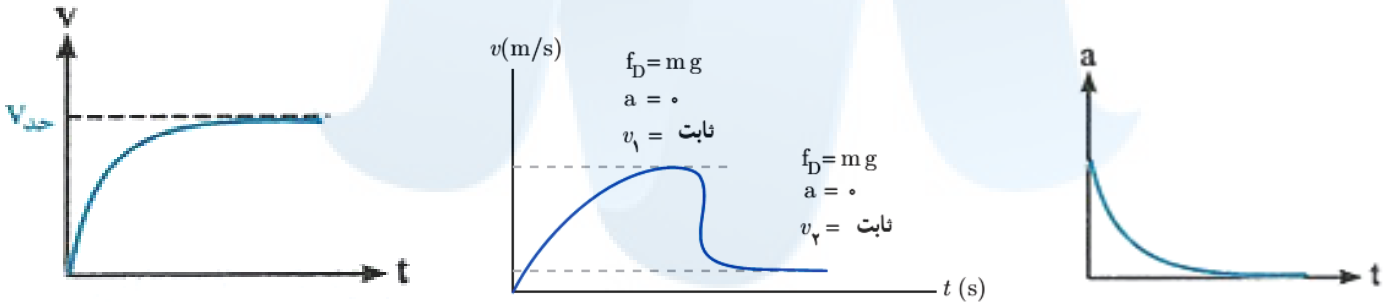
مثال ٤٥) #احتمالی_۱۴۰۰ برگرفته از مثال ۲- ۵ و تمرین ۲-۲ کتاب درسی ؛

سه گوی هم اندازه با جرمهای $m_1 = ۲۰۰g$, $m_2 = ۵۰۰g$, $m_3 = ۳۰۰g$ را از بالای برجی به ارتفاع h رها می‌کنیم. الف) با فرض اینکه مقاومت هوا طی حرکت سه گوی ثابت و یکسان باشد، مقایسه تندی برخورد گلوله‌ها با زمین در کدام گزینه درست بیان شده است؟

۱) $v_1 = v_2 = v_3$ ۲) $v_1 > v_2 > v_3$ ۳) $v_2 > v_3 > v_1$ ٤) $v_3 > v_2 > v_1$

درسنامه ششم : تحلیل حرکت چتر باز

توصیه میکنم به جای حفظ کردن تغییرات کمیت های مختلف در انواع حرکت چتر باز فقط تصویر نمودار سرعت زمان انها را به خاطر داشته باشین و تمامی سوالات را بواسطه ی مراجعه به نمودار پاسخگو باشین



چتر باز چگونه پریده است ؟	سرعت چگونه تغییر میکند	مقاومت هوا چگونه تغییر میکند	اندازه ی شتاب و نیروی خالص چگونه تغییر میکند
با چتر باز حرکتش را آغاز کرده مثل سقوط جسم حجیم در هوا	ابتدا زیاد سپس ثابت (تند شونده و یکنواخت)	ابتدا زیاد سپس ثابت	ابتدا کاهش سپس ثابت
ابتدا با چتر بسته سپس چتر را باز میکند	ابتدا زیاد سپس کم و در نهایت ثابت (تند – کند – یکنواخت)	افزایش تدریجی افزایش ناگهانی کاهش تدریجی و ثابت)	تا باز شدن چتر کاهش از باز شدن چتر تا رسیدن به تندی حدی کاهش از تندی حدی تا رسیدن به زمین ثابت

مثال ۵۹) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ قلم چی ۹۹ ؛

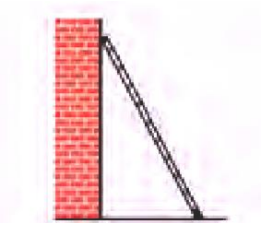
چتربازی از ارتفاع مشخصی از سطح زمین بدون تندی اولیه، پرش آزاد انجام می‌دهد و مدتی پس از سقوط، در لحظه‌ای که تندی چترباز به $۲۰ m/s$ می‌رسد، چترش را باز می‌کند تا با تندی حدی $۵ m/s$ به سطح زمین برسد. کدام‌یك از گزینه‌های زیر در مورد حرکت چترباز صحیح نیست؟

۱) در بازهٔ زمانی که چترباز با تندی حدی در حال حرکت است، اندازه نیروی مقاومت هوا ثابت است

۲) بیشینهٔ تندی چترباز در لحظه‌ای است که چتر خود را باز می‌کند

۳) جهت شتاب حرکت تا قبل از رسیدن به تندی حدی همواره به سمت پایین است

٤) بیشینهٔ نیروی مقاومت هوا وارد بر چترباز در لحظه‌ای است که تندی چترباز بیشینه است



مثال۹۹) بیشتر از ریاضی ۸۹ ؛

در شکل رو به رو نردبانی به جرم $m = ۲kg$ دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده است ضریب اصطکاك بین زمین و نردبان $\mu = ۰/۵$ است

الف) حداکثر نیرویی که زمین به نردبان وارد می کند بدون اینکه نردبان بلغزد چند نیوتن است ؟

ب) حداکثر نیرویی که دیوار به نردبان وارد می کند بدون اینکه نردبان بلغزد چند نیوتن است ؟

مرکز مشاوره تحصیلی
علیرضا افشار

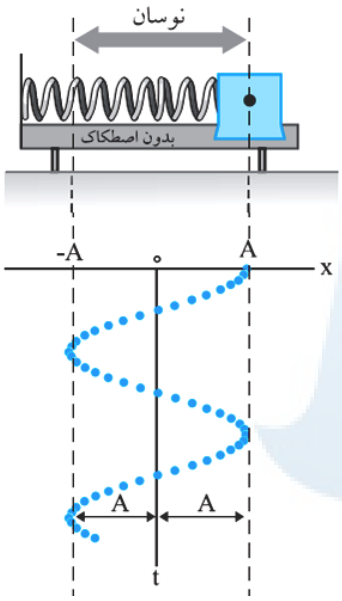
نوسان

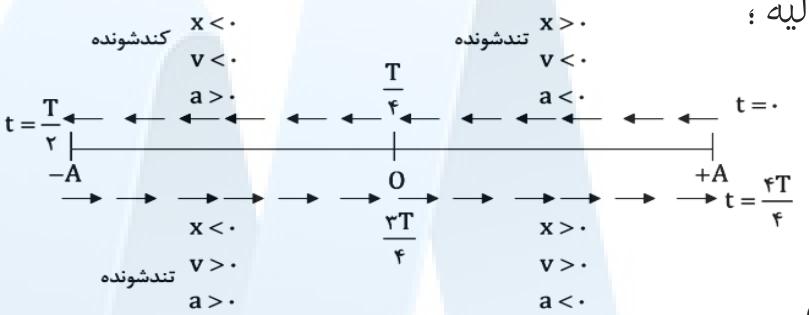
آشنایی با پاره خط نوسان

حرکت نوسانی ؛ به حرکتی گفته می شود که در زمان های مساوی روی سطح **بدون اصطکاک** تکرار می گردد

حرکت نوسانی ساده (**هماهنگ ساده**) ؛ به حرکت نوسانی گفته می شود که بر روی **پاره خط راست** (انحراف کمتر یا مساوی ۶ درجه) صورت پذیرد به مثالهای زیر دقت کنید

☑ تعاریف اولیه ؛





۱) مرکز نوسان O :

مرکز پاره خطی است که نوسان بر روی آن صورت می پذیرد

۲) مکان نوسانگر x :

فاصله نوسانگر در هر لحظه از **مرکز نوسان** را بعد حرکت گوییم

۳) دامنه حرکت A :

بیشترین فاصله نوسانگر از مرکز نوسان را دامنه یا بعد بیشینه گوییم

۴) ✪**نکته مهم و کاربردی** ؛ دامنه به شکلهای مختلفی به شما داده می شود

دامنه **نصف طول پاره خط نوسان** و یا **تغییر طول فنر از حالت تعادل** و یا **نصف تفاضل بیشترین و کمترین** طول فنر است

۱) وقتی میگه ((نوسان بر روی پاره خطی به طول $L = ۱۰\ cm$ صورت می گیرد)) یعنی ؛ $A = ۵\ cm = ۰/۰۵\ m$

۲) وقتی میگه ((طول فنری در حالت تعادل $۱۰\ cm$ است آن را به $۱۲\ cm$ می رسانیم و رها می کنیم)) یعنی ؛ $A = ۲\ cm = ۰/۰۲\ m$

۳) وقتی میگه ((بیشترین و کمترین طول یک فنر در حال نوسان به ترتیب $L = ۳۲\ cm$ و $L = ۲۰\ cm$ است)) یعنی ؛ $A = \frac{۳۲-۲۰}{۲} = ۶cm$

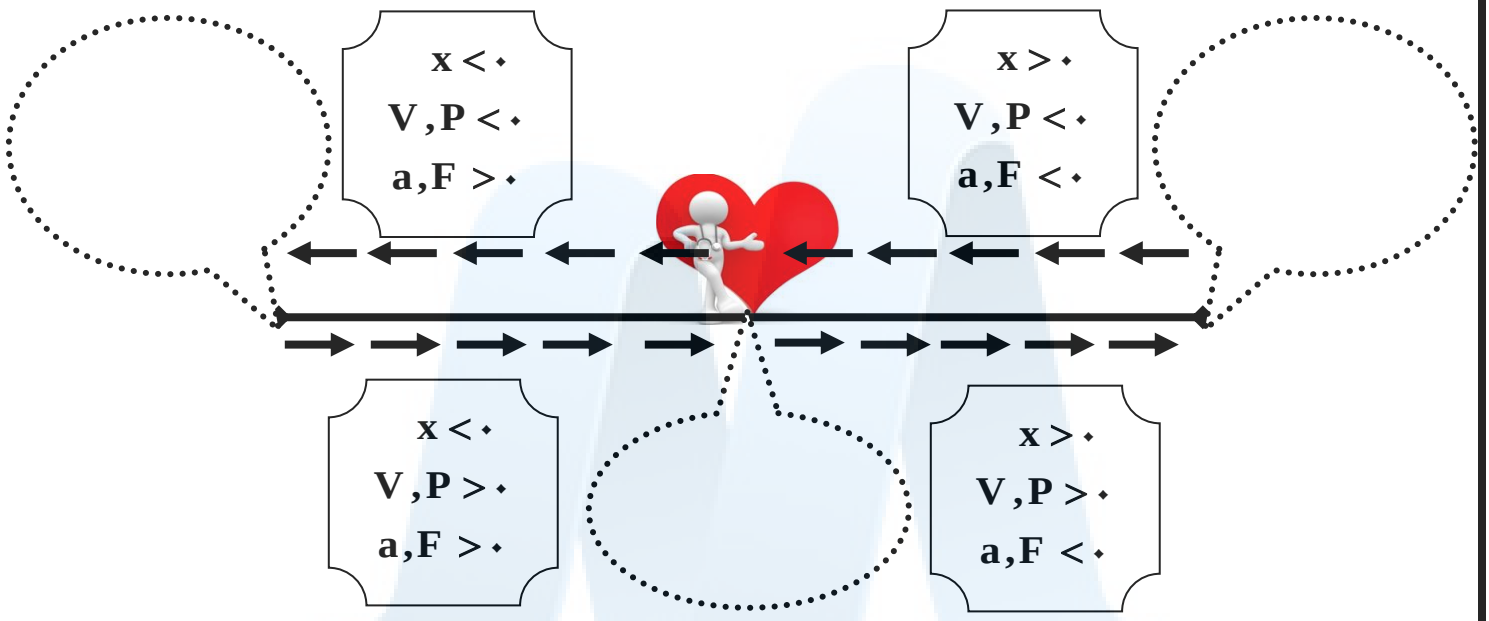
تعیین علامت بعد (مکان) از خودت بپرس ؛ نوسانگر کجاست ؟		تعیین علامت سرعت و تکانه علامت سرعت ، نشان دهنده جهت حرکت می باشد از خودت بپرس ؛ نوسانگر کجا میره ؟		تعیین علامت شتاب و نیرو علامت شتاب و نیرو در حرکت نوسانی ، همواره مخالف علامت بعد(مکان) خواهد بود	
سمت راست مرکز	مکان مثبت	حرکت **به سمت راست** ؛	سرعت مثبت	در **مکان های مثبت**	شتاب و نیرو منفی
سمت چپ مرکز	مکان منفی	حرکت **به سمت چپ** ؛	سرعت منفی	در **مکان های منفی**	شتاب و نیرو مثبت

نوسانگرها، **عاشق** ، **مرکز نوسان** هستند یعنی :

۱) هنگامی که **به مرکز نزدیک** می شوند حرکتشان **تند شونده** و هنگامی که **از مرکز دور** می شوند حرکتشان **کند شونده** است

۲) هنگامی که در **مرکز نوسان** قرار دارند دارای **بیشترین سرعت** و تکانه و کمترین شتاب و نیرو می باشند

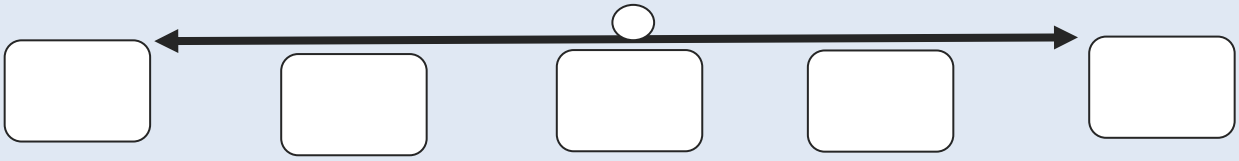
۳) هنگامی که در دورترین فاصله از مرکز قرار دارند (**در دو انتهای مسیر**) دارای **کمترین سرعت** و بیشترین شتاب و نیرو می باشند



۴) نتیجه میگیریم ؛ حرکت نوسانی از نوع حرکت های ((**شتاب متغیر**)) است

در بررسی حرکت نوسانی ، **سطوح صیقلی (یا بدون اصطکاک)**در نظر گرفته می شود و از مقاومت هوا و نیرو های اتلافی صرف نظر می شود

انرژی مکانیکی نوسانگر ، در هر نقطه برابر است با مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل آن و این مقدار در تمامی نقاط **ثابت** است $E = U + K$



بررسی	در **دو انتهای** مسیر (**نقطه های بازگشت**)	در **مرکز** نوسان	در نقطه ی $x = \pm \frac{\sqrt{۲}}{۲} A$
انرژی جنبشی	$K_{min} = ۰$	K_{max}	$K = \frac{E}{۲}$
انرژی پتانسیل	U_{max}	$U_{min} = ۰$	$U = \frac{E}{۲}$
انرژی مکانیکی	$E = U_{max}$	$E = K_{max}$	$E = K + U = ۲K = ۲U$

نکته مهم ؛ در این فصل منظور از کمیت بیشینه ، اندازه ی کمیت است و کاری به علامت آن نداریم و وقتی میگوییم خلان کمیت **کمینه** است یعنی **صفر** است به جز **ماده** و **تندی متوسط** که جلوتر توضیح میدیم

موقعیت نوسانگر	بعد (مکان)	سرعت	شتاب (نیرو)	انرژی پتانسیل	انرژی جنبشی	انرژی مکانیکی
در مرکز نوسان	صفر(کمینه)	بیشینه	صفر	صفر	بیشینه	ثابت
در نقاط بازگشت	بیشینه	صفر	بیشینه	بیشینه	صفر	ثابت

مثال ۱) فنری را روی محورافقی تا انتها یی ترین نقطه ممکن روی یك سطح بدون اصطکاك به سمت راست می کشیم و رها می کنیم درست در لحظه رها کردن

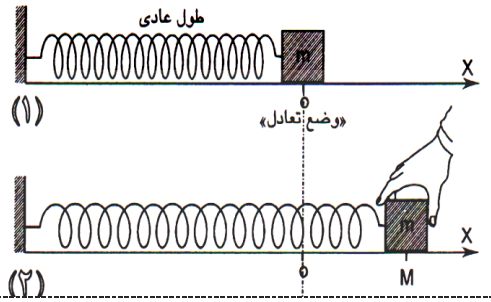
الف) علامت مکان و سرعت نوسانگر مثبت است یا منفی ؟

ب)نیروی وارد بر نوسانگر در جهت محور است یا خلاف جهت ؟

پ) حرکت نوسانگر تندشونده است یا کند شونده ؟

ت) انرژی جنبشی نوسانگر در حال افزایش است یا کاهش ؟

د) اندازه ی شتاب نوسانگر در حال افزایش است یا کاهش ؟



درست در لحظه ای که جسم را رها میکنیم ، جسم از انتهای سمت راست به سمت مرکز حرکت میکند بنابراین

الف)چون در سمت راست مرکز است مکان مثبت ، ولی چون به سمت چپ حرکت میکند سرعت و تکانه اش منفی خواهد بود .

ب)میدانیم که **علامت شتاب و نیرو مخالف علامت مکان** است

پس علامت شتاب و نیرو منفی (یا بردار آنها **خلاف محور**) می باشد

پ)چون نوسانگر در **حال نزدیک شدن به مرکز نوسان** می باشد حرکتش **تند شونده** می باشد

ت)چون نوسانگر به سمت مرکز حرکت می کند و در مرکز سرعت و در نتیجه انرژی جنبشی بیشینه خواهد بود

پس انرژی جنبشی نوسانگر در حال افزایش و انرژی پتانسیل آن در حال کاهش می باشد

د) اندازه ی شتاب در انتهای پاره خط بیشینه و در مرکز کمینه است بنابراین با **حرکت نوسانگر از انتها به سمت مرکز در حال کاهش می باشد**

آشنایی با دوره ی تناوب ،

دوره تناوب T : مدت زمانی است که طول می کشد تا نوسانگر **یک نوسان کامل** صورت دهد

بسامد یا فرکانس f : تعداد نوسانهایی که نوسانگر در یک ثانیه ، صورت می دهد را بسامد آن گوییم ((بسامد برعکس دوره است))

سرعت زاویه ای (یا بسامد زاویه ای) ؛ هر وقت دوره ی تناوب نوسانگر را دادند و یا به آن رسیدی بدون معطلی خودتو به ω (OMEGA) برسون

$$\omega=\frac{2\pi}{T}\xrightarrow{T=\frac{1}{f}}\omega=2\pi\times f\rightarrow\frac{\omega_2}{\omega_1}=\frac{N_2}{N_1}=\frac{f_2}{f_1}=\frac{T_1}{T_2}$$

مثال ۳) خارج ریاضی ۹۸ ؛

جسمی به جرم ۴۰۰g به فنری با ثابت $k=360\frac{N}{m}$ بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاکی حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد ، این جسم در مدت یك ثانیه چند نوسان انجام می‌دهد؟ $(\pi=3)$

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

تعداد نوسانات جسم در یک ثانیه همان بسامد یا f می باشد $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\rightarrow\omega=\sqrt{\frac{360}{0/4}}\xrightarrow{\omega=2\pi f}2\pi f=\sqrt{900}\rightarrow f=\frac{30}{2\pi}=5$

اگرهمین سوال می گفت تعداد نوسانات را در ۳ ثانیه حساب کنید جواب چه می شد ؟ $3f=3\times5=15$

این صفحه خیلی مهمه : #من_پیش_بینی_میکنم از نکات این صفحه حتما در کنکور ۱۴۰۰ تست داشته باشیم

جمع بندی کمیت های بیشینه	اندازه ی بیشینه ی این کمیت	نوسانگر کجاست ؟
مکان	A	در نقاط بازگشت
تندی (اندازه ی سرعت)	$A\omega$	در مرکز نوسان
تکانه	$mA\omega$	در مرکز نوسان
شتاب	$A\omega^2$	در نقاط بازگشت
نیرو	$mA\omega^2$	در نقاط بازگشت
انرژی جنبشی	$K_{max}=E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2$	در مرکز نوسان
انرژی پتانسیل	$U_{max}=E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2$	در نقاط بازگشت
$x=ACos(\omega t)$	$a=-\omega^2 x$	$F=-m\omega^2 x$

مثال٤) تجربی ۹۸ و خارج تجربی ۹۵ و ۹۱: ذره ای به جرم ۵۰۰ گرم روی پاره خطی به طول ۱۰ سانتیمتر ، حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد اگر این نوسانگر در مبدا زمان از بیشینه ی مکان مثبت حرکتش را آغاز کند و در مدت ۵ ثانیه ۲۰ بار طول پاره خط را بپیماید معادله ی حرکت این ذره را بنویسید

۱) هر وقت طول پاره خط نوسان دادند نصف کنید تا به دامنه برسید $L=10cm \xrightarrow{L=2A} A=5cm=\frac{5}{100}m$

۲) عبارت ((در مدت ۵ ثانیه ۲۰ بار طول پاره خط نوسان را میپیماید)) به ما کمک می کند که با تناسب به دوره ی تناوب و امگا برسیم

$$\left.\begin{matrix}5s \longrightarrow 20 \\ T=? \rightarrow 2\end{matrix}\right| \rightarrow T=\frac{2\times 5}{20}=0/5s \xrightarrow{\omega=\frac{2\pi}{T}} \omega=\frac{2\pi}{0/5}=4\pi$$

الف) معادله ی حرکت نوسانگر به صورت $x=ACos(\omega t)$ می باشد بنابراین داریم $x=ACos(\omega t)\rightarrow x=\frac{5}{100}Cos(4\pi t)$

مثال٦) غنی سازی قلم چی ۹۰ : آونگی در نوسانات کم دامنه شتابش در انتهای مسیر $2\pi\ \frac{m}{s^2}$ و تندی اش در مرکز نوسان $2\ \frac{m}{s}$ می باشد مطلوبست ؛

۱)دوره ی تناوب حرکت چند ثانیه است ؟

۲) این جسم در ۱۰ ثانیه چند نوسان کامل صورت میدهد ؟

۳) طول آونگ چند متر است ؟ ($g=\pi^2$)

٤) دامنه ی نوسان و طول پاره خط نوسان چند متر است ؟ ($\pi=3$)

۵) معادله ی مکان زمان را بنویسید (با فرض اینکه این نوسانگر در مبدا زمان از بیشینه ی مکان مثبت حرکتش را آغاز کند)

٦) بزرگی شتاب نوسانگر در مکان ، $x=1cm$ چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) شتاب در انتها یعنی شتاب بیشینه و تندی در مرکز نوسان یعنی تندی بیشینه

$$\left.\begin{matrix} a_{max}=A\omega^2=2\pi \\ v_{max}=A\omega=2 \end{matrix}\right| \xrightarrow{\div} \omega=\pi \xrightarrow{\omega=\frac{2\pi}{T}} \frac{2\pi}{T}=\pi \rightarrow T=2s$$

۲) بسامد همان تعداد نوسانات در یک ثانیه است $\omega=2\pi f$ و حال برای تعداد نوسانات در ۱۰ ثانیه داریم $N=10f$

$$\omega=\pi=2\pi f \rightarrow f=\frac{1}{2} \xrightarrow{N=10f} N=10\times\frac{1}{2}=5$$

۳) هر وقت بحث ω و آونگ بود داریم ((ژیلا رفته زیر پل ☺)) $\omega=\sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \pi^2=\frac{g}{L} \rightarrow L=1m$

۴) $v_{max}=A\omega=2 \xrightarrow{\omega=\pi} A\pi=2 \rightarrow A=\frac{2}{\pi}=\frac{2}{3} \rightarrow L=2A=2\times\frac{2}{3}=\frac{4}{3}$

۵) معادله ی حرکت نوسانگر به صورت $y=ACos(\omega t)$ می باشد بنابراین داریم $y=\frac{2}{3}Cos(\pi t) \leftarrow y=ACos(\omega t)$

مثال۱۸) #احتمالی_۱۴۰۰ ، تمرین کتاب ، تجربی ۹۹ ، ریاضی ۹۹ و ۹۸ و خارج ریاضی ۹۹ ؛

جسمی به جرم ۲kg را به فنری افقی به ثابت $12\frac{N}{cm}$ متصل می کنیم. فنر به اندازه ۱۰cm فشرده و رها می کنیم.

جسم روی یك سطح افقی بدون اصطكاك شروع به نوسان می كند. وقتی تندی جسم به $1/5\frac{m}{s}$ می رسد، انرژی پتانسیل كشسانی آن چقدر است؟

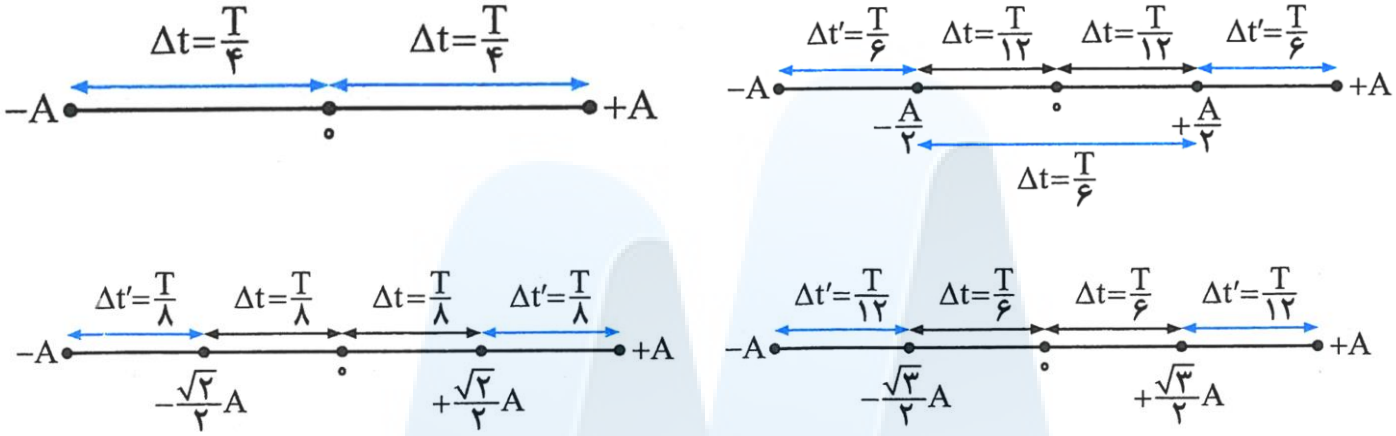
۱) ۳/۲۵ ۲) ۳/۵ ۳) ۳/۷۵ ٤) ۲/۲۵

اولاً دامنه نوسان $A=10cm=0/1m$ می باشد. ثانیاً انرژی مکانیکی برابر است با : $E=\frac{1}{2}KA^2=\frac{1}{2}\times 1200\times(0/1)^2=6J$

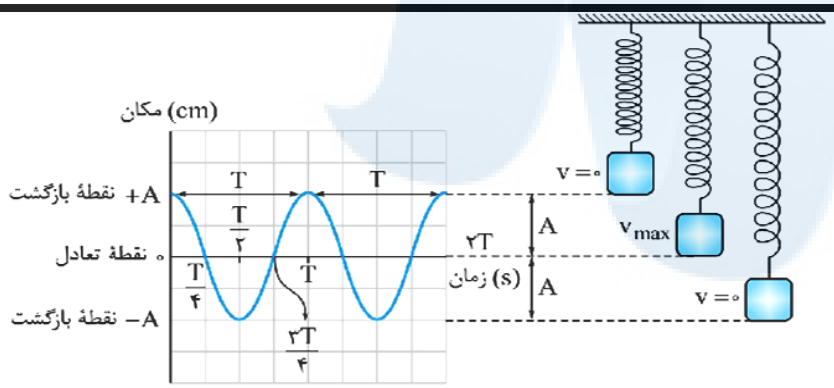
ثالثاً در لحظه ای که تندی جسم $1/5\frac{m}{s}$ است ، انرژی جنبشی آن برابر است با: $K=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\times 2\times 1/5^2=2/25J$

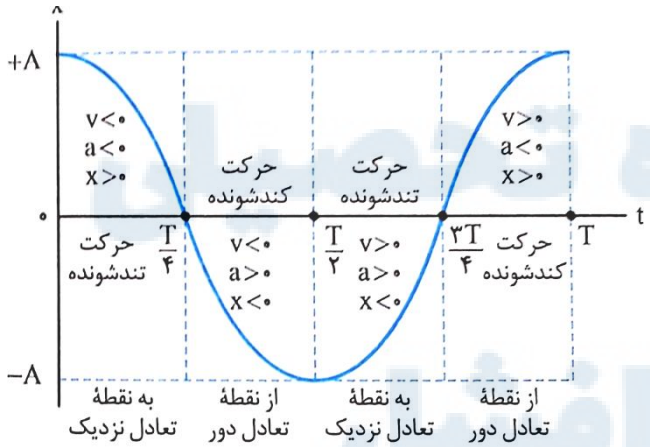
بنابراین انرژی پتانسیل آن در این لحظه برابر است با: $E=U+K \Rightarrow 6=U+2/25 \Rightarrow U=3/75J$

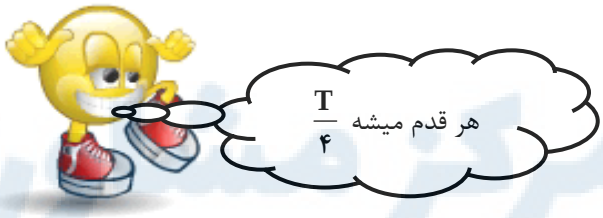
سوالاتی که بحث **بازه ی زمانی** است (چه بدن چه بخوان) از محور های زمان سنج استفاده میکنیم



☑ بررسی نمودار مکان– زمان

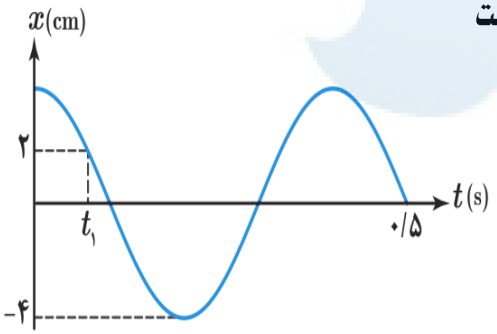






مثال۴۰) معادله ی مکان – زمان نوسانگری به صورت $x = ۰/۰۵ \cos(۱۰\pi t)$ است . مطلوبست ؛

مثال ۴۷) غنی سازی تمرین کتاب درسی ؛ نمودار مکان-زمان نوسانگری مطابق شکل مقابل است

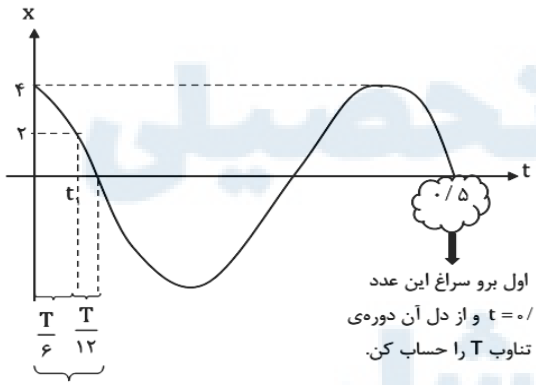


الف) مقدار $t_۱$ را حساب کنید

ب) شتاب نوسانگر در لحظه $t_۱$ حساب کنید؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

د) اگر این نمودار متعلق به یك آونگ باشد طول آونگ چند سانتیمتر است ؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

و) چند ثانیه پس از شروع حرکت انرژی جنبشی و پتانسیل برای دومین بار با هم برابر می شوند ؟



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

الف) $t_۱=\frac{T}{۴}-\frac{T}{۱۲}=\frac{T}{۶}=\frac{۰/۴}{۶}=\frac{۴}{۶۰}=\frac{۱}{۱۵}s$

ب) $a=-\omega^۲x\rightarrow a=-(۵\pi)^۲(\frac{۲}{۱۰۰})=-۵\rightarrow a=-۵i$

د) $\omega=\sqrt{\frac{g}{L}}\rightarrow ۵\pi=\sqrt{\frac{\pi^۲}{L}}\rightarrow ۲۵\pi^۲=\frac{\pi^۲}{L}\rightarrow L=\frac{۱}{۲۵}\times ۱۰۰=۴cm$

و) $\frac{T}{۴}+\frac{T}{۸}=\frac{۳T}{۸}=\frac{۳(۰/۴)}{۸}=\frac{۳}{۲۰}$

مثال ٥٤) ترکیب دو تمرین کتاب از دینامیک و نوسان ؛ یك وزنه به جرم ٤kg را از انتهای یك فنر قائم می آویزیم. فنر ٤٠cm کشیده می شود. سپس به این فنر در حالی که به همان وزنه ی ٤kg متصل است ، روی میز بدون اصطکاکی ، به نوسان درمی آوریم

دوره تناوب این نوسان چند ثانیه می شود؟ $(\pi = ٣, g = ١٠ m/s^٢)$

١) ٢ ٢) ٤ ٣) ٠/٦ ٤) ١/٢

عبارت ابتدایی مسئله ((یک وزنه به جرم ٤ kg را از انتهای یک فنر قائم می آویزیم. فنر ٤٠cm کشیده می شود))

به ما کمک میکند ضریب سختی فنر را پیدا کنیم

$$F = mg = kx \rightarrow ٤٠ = k \times ٠/٤ \rightarrow k = ١٠٠ \frac{N}{m}$$

حالا طبق رابطه ی ((**دو پیرمرد مکار**)) دوره ی تناوب فنر را حساب میکنیم $T = ٢\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = ٢\pi \sqrt{\frac{٤}{١٠٠}} = ١/٢ s$

مثال٥٩) #احتمالی_۱۴۰۰ **؛ ساعت آونگ داری در اختیار داریم بر اساس تغییر اعمال شده ، جدول زیر را پر کنید**

نوع تغییر	دوره ی تناوب آونگ چه می شود ؟ $T = ٢\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$	ساعت آونگ جلو می افتد یا عقب ؟ $V \propto \frac{١}{T}$
١) کاهش دما	ω افزایش ؛دوره ی تناوب کاهش	دوره ی تناوب کاهش در نتیجه سرعت عقربه ها بیشتر و ساعت جلو می افتد
٢) تغییر دامنه ی نوسان آونگ	تاثیری نداره	تاثیری نداره
٣) انتقال ساعت از تهران به استوا	ω کاهش ؛ دوره ی تناوب افزایش	دوره ی تناوب افزایش در نتیجه سرعت عقربه ها کمتر و ساعت عقب می افتد

مثال ٦٣) غنی سازی مثال ٣-٤ کتاب درسی ؛

به انتهای نخی به طول ٨١ سانتیمتر گلوله‌ای متصل کرده ایم و انتهای دیگر نخ را به نقطه‌ای از سقف آویخته ایم. آونگ به دست آمده را با دامنه کم به نوسان در می‌آوریم. در مدت ٣ دقیقه، ١٠٠ نوسان انجام می دهد شتاب جاذبه در محل کدام گزینه است؟

ابتدا دوره حرکت ارتعاشی را به دست می آوریم: $T = \frac{t}{n} = \frac{٣ \times ٦٠}{١٠٠} = ١/٨ s$

حالا از رابطه دوره حرکت ارتعاشی آونگ ساده استفاده می کنیم. $T = ٢\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \longrightarrow T^٢ = ٤\pi^٢ \frac{L}{g} \Rightarrow g = \frac{٤\pi^٢ L}{T^٢} = \frac{٤\pi^٢ \times ٠/٨١}{١٠٨^٢} = \pi^٢$

تشدید (بررسی دقیق متن کتاب درسی)

پدیده تشدید را توضیح دهید (عینا توضیح صفحه ٩٧ کتاب درسی) :

اگر به نوسانگری یک نیروی متناوب (دوره ای) اعمال شود، در صورتی که بسامد نیروی اعمال شده با بسامد نوسانگر یکسان باشد ، دامنه ی نوسان تا مقدار بیشینه ای افزایش می یابد و از آن پس حرکت نوسانی بدون کاهش دامنه ادامه می یابد . چرا ؟؟

چون نیروی اعمال شده اثر نیرو های اتلافی را خنثی می کند و اجازه نمی دهد نوسان میرا گردد

توضیح ساده تر تشدید :هرگاه نیرویی به نوسانگر بدهیم که **دوره تناوب این نیرو با دوره تناوب جسم یکسان** باشد ، تشدید رخ می دهد

نتیجه تشدید چیست ؟ در هنگام تشدید **دامنه جسم بیشینه** خواهد شد و **بیشترین انرژی و نیرو** به جسم منتقل می گردد

مثال۷۱) مثال هایی برای تشدید نام ببرید :

۱) هل دادن یک تاب

۲) لرزش بدنه اتومبیل به ازای سرعت معین

۳) کنده شدن بال هواپیما به خاطر ارتعاش موتور آن و تشدید آن با ارتعاش بال

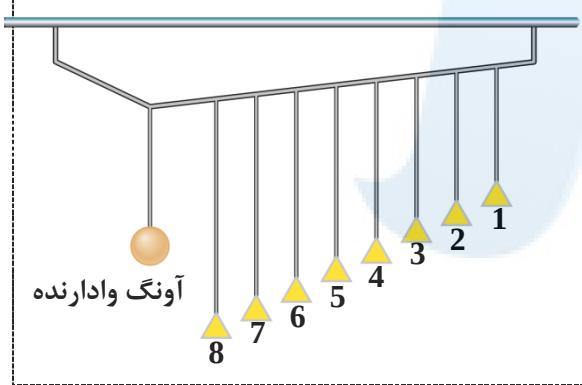
۴) نوسان رقاصک یک ساعت

۵)خراب شدن پل به علت یکی بودن بسامد وزش باد با بسامد طبیعی پل

☺☺بعضی وقتها ما آدمها همدیگرو تشدید میکنیم. یعنی بسامد (ودوره ی تناوب) ذهن طرف مقابلو می تونیم بخونیم. حتی تو خواب !!

اگر آونگی را به نوسان درآوریم بر اثر مقاومت هوا، دامنه نوسان آن رفته رفته کاهش می یابد. اما اگر وقتی جرم آونگ به انتهایی ترین نقطه نوسان رسید آن را هل دهیم رفته رفته دامنه نوسان آن افزایش می یابد. این در حالی است که بسامد واداشته، بسامد طبیعی یکسان شود. در این حالت اصطلاحاً می گوییم **تشدید** رخ داده است. پس **شرط تشدید آن است که بسامد واداشته به بسامد واداشته با بسامد طبیعی جسم یکسان باشد.**

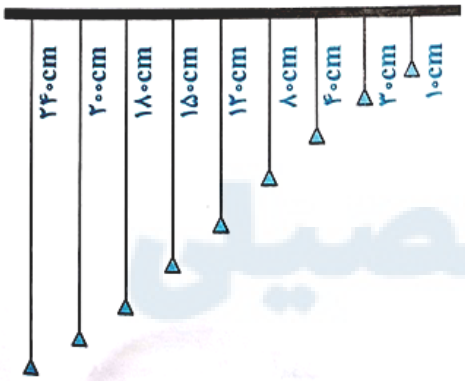
آونگ های بارتون: ((بررسی دقیق فعالیت ۳-۳ کتاب درسی))



مطابق شکل تعدادی آونگ سبک (مخروط کاغذی) را به نخ مطابق شکل متصل می کنیم.

یک آونگ سنگین نیز که طول نخ آن برابر طول نخ یکی از آونگ های سبک است به همان نخ می آویزیم. بسامد طبیعی آونگ سنگین با بسامد طبیعی آونگ شماره ۴ برابر است.

(طول آن ها یکسان است.) با به نوسان درآمدن آونگ سنگین آونگ های دیگر به نوسان درمی آیند ولی دامنه نوسان آونگ شماره ۴ زیاد می شود و حرکت نوسانی آن بر خلاف حرکت نوسانی آونگ های دیگر، میرا نیست.



مثال۷۴) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ تمرین ۳-۳ کتاب درسی نظام جدید

۹ آونگ ساده از میله ای افقی آویزانند . میله با بسامد زاویه ای در گستره ی $۲/۵\ \frac{rad}{s}$ تا $۵\ \frac{rad}{s}$ به طور افقی به نوسان در می آید .چه تعداد از اونگ ها به شدت به نوسان در می آیند ؟ $g=۱۰\frac{N}{kg}$

آونگ هایی به شدت به نوسان در میایند که توسط میله تشدید شوند

بسامد (یا دوره یا بسامد زاویه ای) آنها با میله یکی شود

$$\omega=۲/۵ \xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{g}{L}}=\frac{۵}{۲}} \frac{g=۱۰}{L}=\frac{۲۵}{۴}\rightarrow L=\frac{۴۰}{۲۵}m\times ۱۰۰=۱۶۰cm$$

$$\omega=۵ \xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{g}{L}}=۵} \frac{g=۱۰}{L}=۲۵\rightarrow L=\frac{۱۰}{۲۵}m\times ۱۰۰=۴۰cm$$

$$\rightarrow ۴۰cm\le L\le ۱۶۰cm$$

آونگ هایی با طول ۴۰ و ۸۰ و ۱۲۰ و ۱۵۰ در این محدوده قرار دارند

موج

نوع موج	طولی	عرضی
تعریف	موجی است که امتداد ارتعاشات ذرات محیط **در امتداد** انتشار موج باشد	موجی است که امتداد ارتعاشات ذرات محیط **عمود** بر امتداد انتشار موج باشد
مثال	انتشار **امواج صوتی** در گازها یا امواج مکانیکی در سیالات	موج مکزیکی ، موج در طول طناب ، موج در سطح آب ، امواج الکترومغناطیس

مثال۱) هنگامی که در زمین رعدوبرق شنیده و دیده می‌شود، نوع امواج دریافتی به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

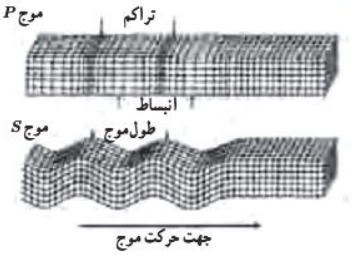
۱) طولی - طولی ۲) عرضی - طولی

۳) طولی - عرضی ۴) عرضی - طولی

نکته ؛ بررسی اختلاف زمانی رسیدن دو موج از یک مبدا به یک مقصد

$$\Delta t = t_1 - t_2 \xrightarrow{x = V \times t \rightarrow t = \frac{x}{V}} \Delta t = \frac{x}{V_1} - \frac{x}{V_2} \rightarrow \boxed{x = \frac{V_1 V_2}{V_2 - V_1} \times \Delta t}$$

مثال ۱۴) اگر تندی موج های S و P به ترتیب $4/5\,km/s$ و $8\,km/s$ باشد و توسط یک لرزه نگار موج S ، ۳ دقیقه پس از دریافت موج P دریافت شود، لرزه نگار در چه محل از زمین لرزه قرار دارد؟



۱) $36\,km$ ۲) $30\,km$

۳) $1/9\times10^{3}\,km$ ۴) $1/4\times10^{3}\,km$

از رابطه $x = V \times t \rightarrow t = \frac{\Delta x}{V}$ زمان حرکت موج از محل زمین لرزه تا لرزه نگار را به دست می آوریم اختلاف این زمان ها را محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta t = \frac{x}{V_s} - \frac{x}{V_p} = \frac{x(V_p - V_s)}{V_s - V_p} \Rightarrow x = \frac{V_s V_p}{V_p - V_s} t = \frac{4/5 \times 8}{8 - 4/5} \times (3 \times 60) = 1/9 \times 10^{3}\,km$$

مثال ۱۵) مشابه تمرین پایان فصل کتاب درسی ؛ از یک مکان دو موج عرضی و طولی با تندی های $50\,m/s$ و $150\,m/s$ منتشر می‌شود.اگر این امواج با اختلاف زمانی $2s$ به یک نقطه برسند، فاصله این نقطه از مکان ارتعاشی چند متر است؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۷۵ ۳) ۳۰۰ ۴) ۲۰

$$x = V \times t \rightarrow \Delta t = \frac{x}{V} \rightarrow \Delta t = t_1 - t_2 = \frac{x}{V_1} - \frac{x}{V_2} \Rightarrow 2 = \frac{x}{50} - \frac{x}{150} \Rightarrow 2 = \frac{2x}{150} \Rightarrow x = 150\,m$$

نکته ی خیلی مهم ؛ #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ سوالات ترکیبی سرعت در موج

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}} \quad , \quad \Delta x=V\times\Delta t \quad , \quad \lambda=\frac{V}{f}$$

#من_پیش_بینی_میکنم یکی از این سه رابطه امسال مورد سوال باشه ولی تندی را نداشته باشیم و از دو تای باقیمانده تندی را حساب کنیم و رابطه ی مورد نظر جایگذاری کنیم تا مطلوب مسئله به دست آید

مثال۱۱) مشابه تجربی ۸۸ :تاری به جرم ۱۶۰ گرم و به طول ۸۰ سانتیمتر بین دو نقطه با نیروی کشش ۲۰ نیوتن محکم بسته شده است موج ایجاد شده در این طناب در مدت ۲ ثانیه چه مسافتی را پیشروی می کند ؟

$$\Delta x=V\times\Delta t \rightarrow \Delta x=۱۰\times ۲=۲۰m$$

$$V=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{۲۰\times ۰/۸}{۱۶۰\times ۱۰^{-۳}}}=۱۰$$

مثال ۱۲) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ قطر مقطع سیمی به طول ۸۰cm و چگالی $۴\frac{g}{cm^۳}$ که با نیروی $F=۴۸۰N$ کشیده می شود ، ۱ میلی متر است موج چند میلی ثانیه طول می کشد تا طول سیم را طی کند ؟ ($\pi=۳$) ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ٤

$$\Delta x=V\times t$$

$$V=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{۴۸۰}{۴۰۰۰\times\pi\times(۰/۵\times۱۰^{-۳})^۲}}=۴۰۰ \rightarrow \frac{۸}{۱۰}=۴۰۰\times t \rightarrow t=۲\times۱۰^{-۳}s=۲ms$$

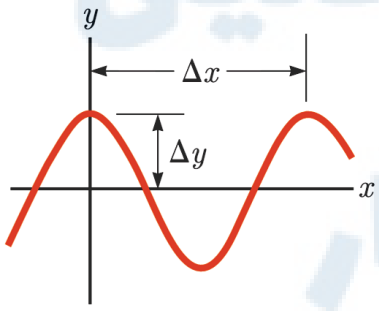
مثال ۱٦) بیشتر از تمرین کتاب ؛

با توجه به نمودار جا به جایی – مکان زیر اگر $\Delta y=۱۵cm$, $\Delta x=۴۰cm$ چشمه ی موج در هر ثانیه ۸ نوسان صورت دهد

الف) این یك موج عرضی است یا طولی ؟

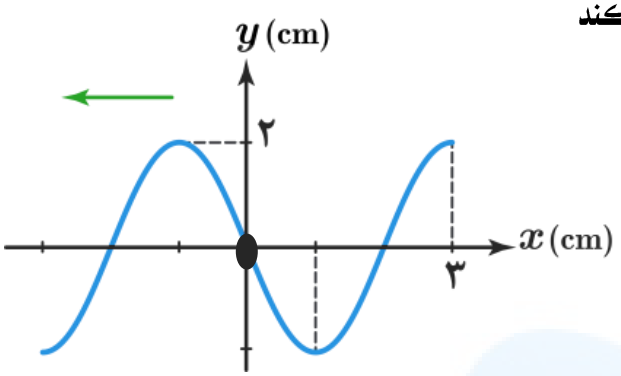
ب) تندی انتشار موج چند متر بر ثانیه است ؟

ج) مسافتی که این موج در ۵ ثانیه می پیماید چند متر است ؟



مثال ٤٤) بیشتر از تمرین کتاب درسی ؛

تصویر موجی در لحظه ی t به شکل مقابل است. اگر موج با تندی ۲۰ m/s حرکت کند



الف) بسامد موج چیست ؟

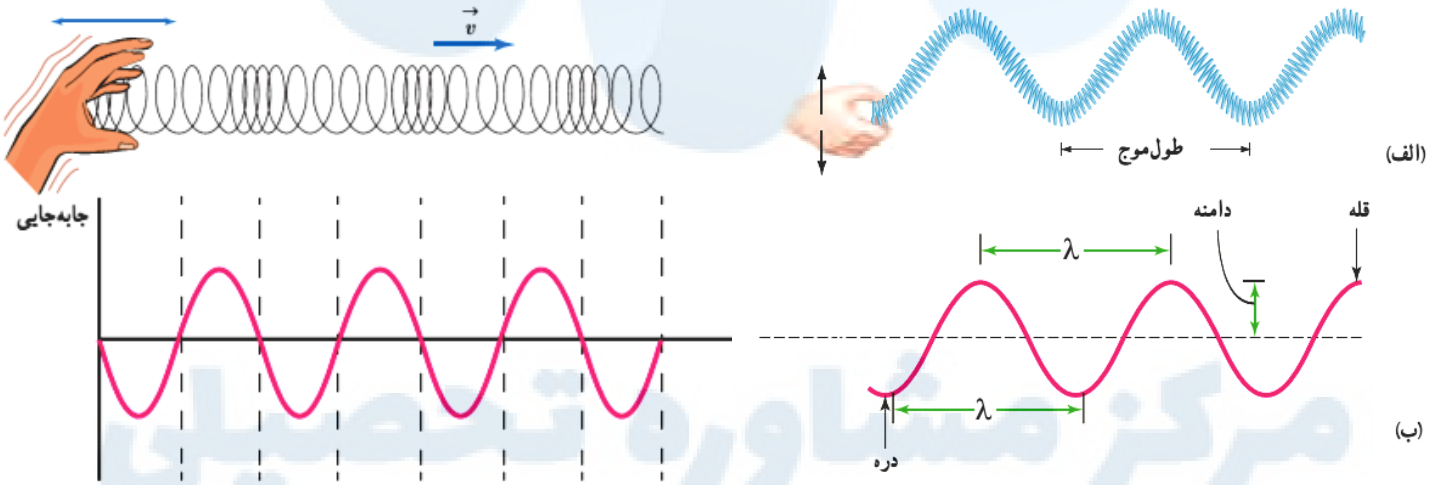
ب) در مدت $\frac{T}{4}$ جزء M ریسمان بالا می‌رود و یا پایین؟

ج) چه مدت پس از لحظه ی t این ذره به دره (پاستیغ) و قله ی (موج ستیغ) می رسد ؟

☑ در امواج طولی ، طول موج برابر است با فاصله ی بین **دو تراکم متوالی** یا دو **انبساط متوالی** است

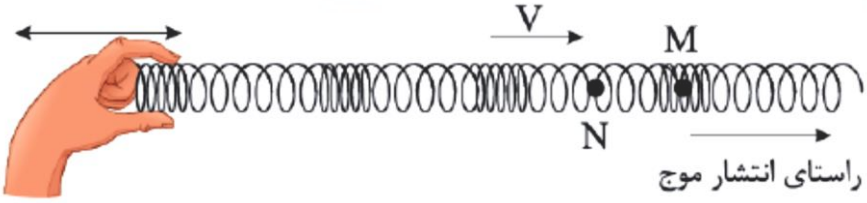
☑ فاصله ی بین دو تراکم متوالی (برای فنر منظور دو جمع شدگی) و دو انبساط متوالی (برای فنر ؛ منظور دو بازشدگی) است

☑ دو نمودار زیر مهم هستند به مدل سازی قله و دره در هر نمودار به **طور ویژه** دقت کنید



مثال) در شکل مقابل یك موج طولی در فنر نما یش داده شده است

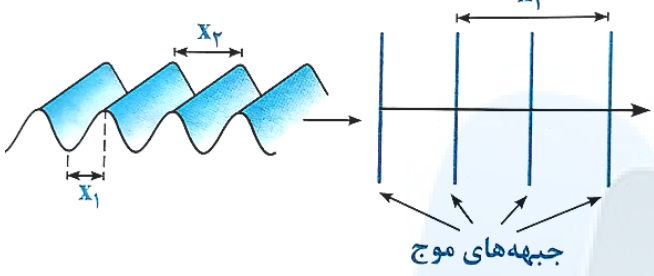
نقطه ی M در مرکز جمع شدگی و نقطه ی N در مرکز یك کشیدگی قرار دارد

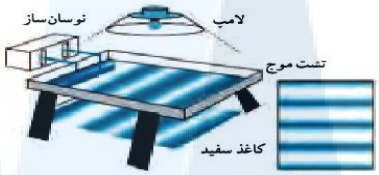


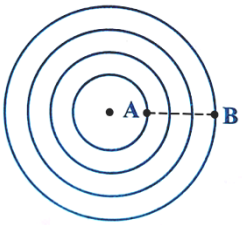
وسیله ای که در شکل می بینید، **تشت موج** نام دارد. وسیله ای است برای مشاهده ی رفتار موج

این وسیله ، از یک **تشت شیشه ای کم عمق** و یک نوسان ساز تشکیل شده که زیر میز آن ورقه ای سفید قرار دارد.بالای میز یک لامپ روشن می شود. وقتی نوسان ساز، نوسان می کند برآمدگی ها و فرو رفتگی های ایجاد شده روی سطح آب تولید سایه روشنایی روی کاغذ سفید می کند. که نمایش قله ها (ستیغ) و فرو رفتگی های موج (پاستیغ) می باشد. جبهه های موج ؛ روشی مناسب برای نشان دادن یک موج پیش رونده هستند

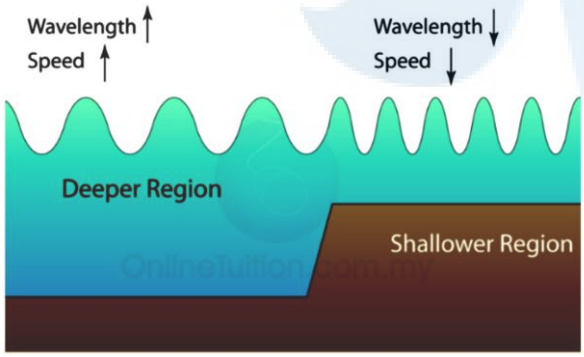
در مورد تصاویر زیر توضیحات کانال تلگرام را حتما گوش کنید







نکته ی مهم ؛ #احتمالی_۱۴۰۰ ؛



هنگامی موج از آب کم عمق وارد قسمت عمیق میشود

تندی انتشار آن بیشتر میشود

طول موج آن .....

بسامد آن .....

دوره ی تناوب آن .....

مثال۲۶) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛

موجی در سطح آب از قسمت کم عمق وارد قسمت عمیق می شود چه تعداد از کمیت های زیر برای این موج تغییرمیکند

الف) بسامد موج

ب) دوره ی تناوب موج

پ) بسامد زاویه ای موج

ت) تندی انتشار موج

ث) جا به جایی موج در مدت ۲ ثانیه

ج) طول موج

نکته : اگر یک موج در دو محیط داشته باشیم ، بسامد ثابت و سرعت متفاوت خواهد بود چرا بسامد ثابته ؟ چون بسامد یادگار منبع است و با تغییر محیط موج عوض نمی شود و اینجا یک منبع بیشتر نداریم . چرا سرعت متفاوته ؟ چون محیط انتشار عوض شده است

مثال ۲۸) اگر تندی انتشار موج های یك منبع ارتعاشی در آب ٤ برابر تندی انتشار آن در هوا باشد . بسامد و طول موج درآب به ترتیب چند برابرهوا است ؟

۱) ٤ و ۱ ۲) ۱ و ٤ ۳) $\frac{۱}{٤}$ و ۱ ٤) ۱ و $\frac{۱}{٤}$

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{\frac{V_۲}{f_۲}}{\frac{V_۱}{f_۱}} \xrightarrow{f_۱=f_۲} \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{V_۲}{V_۱}=۴$$

نکته : اگر دو موج در یک محیط داشته باشیم . بسامد متفاوت و تندی ثابت خواهد بود چرا بسامد متفاوته ؟ چون بسامد یادگار منبع است و این جا ما دو منبع داریم. بنابراین دو بسامد متفاوت داریم .چرا تندی یکسانه ؟ چون محیط انتشار موج ثابت می باشد

مثال ۳۰) تجربی ۹۵ ، قلم چی ۹۱ ، تمرین ۸ پایان فصل کتاب درسی ؛ دو موج مکانیکی A و B در یك محیط کشسان منتشر می شوند . اگر بسامد موج A ، ٤ برابر بسامد موج B باشد ،طول موج وتندی انتشار موج A چند برابر طول موج و تندی انتشار موج B است ؟ (به ترتیب از راست به چپ)

۱) $۱,\frac{۱}{٤}$ ۲) $۲,\frac{۱}{٤}$ ۳) $۱,\frac{۱}{۲}$ ٤) $۲,\frac{۱}{۲}$

$$\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{\frac{V_A}{f_A}}{\frac{V_B}{f_B}} \xrightarrow{V_A=V_B} \frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{f_B}{f_A}=\frac{۱}{۴}$$

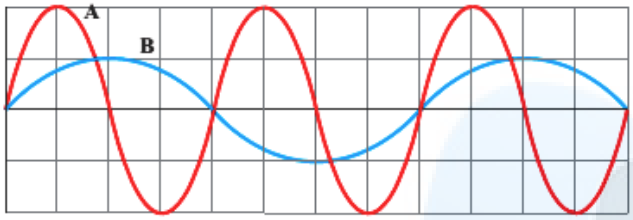
مثال ۳۲) قلم چی ۹۸ ؛ مطابق شکل رو به رو یك تپ سینوسی از قسمت نازك طناب وارد قسمت ضخیم طناب می شود بسامد ، تندی و طول موج ، موج عبوری در مقایسه با موج فرودی کدام است ؟
(نیروی کشش طناب ثابت است)

۱) $\lambda_۲>\lambda_۱ \; , \; V_۲>V_۱ \; , \; f_۱=f_۲$
۲) $\lambda_۲<\lambda_۱ \; , \; V_۲<V_۱ \; , \; f_۱=f_۲$
۳) $\lambda_۲<\lambda_۱ \; , \; V_۲<V_۱ \; , \; f_۱<f_۲$
٤) $\lambda_۲>\lambda_۱ \; , \; V_۲>V_۱ \; , \; f_۱>f_۲$

نکته کاربردی ؛ هر وقت دو نقش موج برای دو موج مختلف را دادند **اول برو** نسبت کمیت های افق و قائم را برای آنها حساب کن

مثال ٤٠) #احتمالی_۱۴۰۰ **و بیشتر از خارج ریاضی ۹۸ و خارج تجربی ۹۷ و ۹۵ و بیشتر از تمرین کتاب درسی ؛**

نمودار جا به جایی مکان دو موج صوتی A و B که در یك محیط منتشر شده اند به صورت زیر است مطلوبست مقایسه ی ؛



۲) بسامد موج A چند برابر بسامد موج B می باشد ؟ (دوره ی B نسبت به A)

۳) بیشینه تندی ذرات در موج A چند برابر بیشینه تندی ذرات در موج B است ؟

۵) مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در موج A چند برابر موج B می باشد ؟

گام صفر : به کمک محور قائم نسبت دامنه ی دو موج و به کمک محور افق نسبت طول موج آنها پیدا می شود

$$\frac{A_A}{A_B}=۲\ ,\ \frac{۲\lambda_B}{۴}=\frac{۴\lambda_A}{۴}\rightarrow \lambda_B=۲\lambda_A \rightarrow \text{GAME SEFR}$$

توضیح دو : طبق رابطه ی $\lambda=\frac{V}{f}$ چون در این جا **تندی ها ساده** می شود نسبت بسامد ها برابر است با عکس نسبت طول موج ها

$$\lambda=\frac{V}{f}\rightarrow f=\frac{V}{\lambda}\rightarrow \frac{f_A}{f_B}=\frac{\lambda_B}{\lambda_A}=۲$$

توضیح سه : هر وقت حرف از **ذره** زده شد یاد روابط **فصل نوسان** بیفتین

$$۳)\ \frac{V_{mA}}{V_{mB}}=\frac{A_A\omega_A}{A_B\omega_B}=\frac{۲\times ۲}{۱\times ۱}=۴$$

توضیح پنج ؛ متوسط آهنگ انتقال انرژی(توان متوسط) در موج مکانیکی با **مجذور دامنه** و نیز **مجذور بسامد** موج متناسب است

$$\frac{P_A}{P_B}=(\frac{f_A}{f_B})^۲\times(\frac{A_A}{A_B})^۲=۴\times ۴=۱۶$$

تحلیل موشکافانه ی خط به خط و کلمه به کلمه ی کتاب درسی ؛

مثال ٦٨) ویژگی امواج الکترومغناطیس را نام ببرید (وجه اشتراک امواج الکترومغناطیس)

۱) عامل اصلی ایجاد امواج الکترومغناطیسی ، ذرات باردار شتاب دار و سیم حامل جریان یا ولتاژ متناوب می باشد

۲) امواج الکترومغناطیس از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی متناوب (متغیر) تشکیل شده و از تغییر هر یک از دو میدان ، دیگری بوجود می آید

امواج الکترومغناطیس هم دوره و و در محیط های غیر فلزی هم فاز می باشند تشکیل شده است $(T_E = T_B)$

یعنی در این امواج ، دو میدان الکتریکی و مغناطیسی به صورت هم زمان بیشینه و صفر و کمینه می شوند والزاما هم اندازه نیستند

۳) از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی تشکیل شده اند که برهم عمودند و هردوی آنها بر راستای انتشار عمودند

بنابراین امواج الکترومغناطیس از نوع امواج عرضی رونده هستند. دقت کنید این دو میدان در امواج الکترومغناطیس هم جهت نیستند

۴)برای انتشار به محیط مادی احتیاج ندارند و توسط محیط مادی جذب می شوند

سرعت امواج الکترومغناطیس در گازها بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از جامدات) اگر یک گوشی تلفن همراه را در یک محفظه ی تخلیه ی هوای شیشه ای آویزان کنیم و هم زمان با برقراری تماس با گوشی پمپ تخلیه هوا به کار افتد صدای زنگ گوشی به تدریج ضعیف و سرانجام قطع می شود در حالی که امواج الکترومغناطیس هم چنان به گوشی می رسد و اصلاحا گوشی آنتن میدهد (مثل حالت بیصدا)

۵) در یک محیط ثابت با سرعت ثابت منتشر می شود و جابه جایی آنها در یک محیط ثابت از رابطه ی $x = V \times t$ محاسبه می شود

۶)سرعت تمامی این امواج در تمامی بسامد ها در خلا برابر است با :

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A} \; , \; \varepsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2} \rightarrow C = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}} = (\mu\varepsilon)^{-\frac{1}{2}} = 3 \times 10^8 m/s$$

من اصلا نگفتم در همه جا سرعت این امواج $3 \times 10^8 m/s$ است گفتم فقط در خلا .

۷) البته در بقیه محیط ها سرعت انتشار آنها ثابت هست ولی کمتر از این عدد می باشد . $V = \frac{C}{n} = \frac{\frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}}{n} = \frac{3 \times 10^8 m/s}{n}$

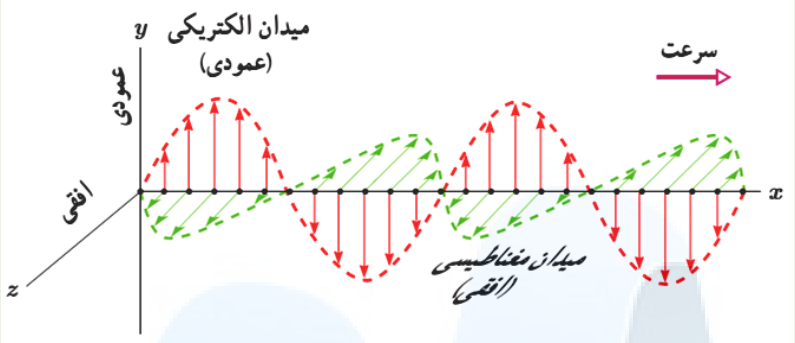
سرعت انتشار نور قرمز و آبی در هوا یکسان است ولی در آب یکسان نیست . چون ضریب شکست نور آبی از قرمز بیشتر است

(هر چه بسامد نور بیشتر باشد ضریب شکست نور بیشتره) در نتیجه سرعت انتشار آن از قرمز کمتر خواهد بود

۸) امواج الکترومغناطیس حامل انرژی (هستند – نیستند) و از روی موانع منعکس (می شوند – نمی شوند)

اما باردار (هستند – نیستند) پس در میدان الکتریکی و مغناطیسی منحرف (می شوند - نمی شوند)

تعیین جهت میدان الکتریکی و مغناطیسی و انتشار امواج الکترومغناطیسی



E ؛ چهار انگشت دست راست **B** ؛ کف دست راست انتشار ؛ انگشت شست دست راست

برای اینکه در تعیین جهت اشتباه نکنی چند تا نکته رو رعایت کن

اولا ؛ محور **X** روی راستای چپ و راست صفحه ی کاغذ است . راست مثبت و چپ منفی

محور **Y** در راستای بالا پایین صفحه ی کاغذ است . بالا مثبت و پایین منفی

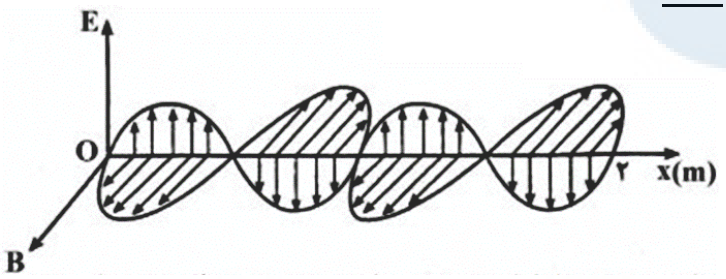
محور **Z** در راستای عمود بر صفحه است عمود از صفحه خارج شود مثبت و وارد صفحه شود منفی

دوما ؛ کف دست راستت را **روی صفحه** کاغذ **باز کن** (انگشت شست عمود بر ۴ انگشت باشه) (دستتو جلوی صورتت بالا نیار)

سوما ؛ حرف **E** دارای دندانه است ما را یاد ۴ انگشت دست می اندازد

مثال ۷۴) خارج تجربی ۹۹ ، ریاضی ۹۷ ؛

نمودار میدان الکترومغناطیسی برحسب مکان یك موج الکترومغناطیسی که در خلأ منتشر می‌شود،



مطابق شکل زیر است. مطلوبست ؛ $(C = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s})$

الف) دوره ی تناوب این میدان مغناطیسی چند ثانیه است ؟

ب) بسامد موج الکتریکی چند هرتز است ؟

ج) انرژی این موج چند الکترون ولت است ؟ $h = ٤\times۱۰^{-۱۵}\ ev.s$

د) جهت انتشار این موج به کدام سو است ؟

گام صفر ؛ قبل از هر کاری اول برو به کمک عدد روی محور افق با قدم های $\frac{\lambda}{٤}$ طول موج را پیدا کنید

$$x = \frac{\lambda}{٤}+\frac{\lambda}{٤}+\frac{\lambda}{٤}+\frac{\lambda}{٤}+\frac{\lambda}{٤}+\frac{\lambda}{٤}+\frac{\lambda}{٤}+\frac{\lambda}{٤} = \frac{۸\lambda}{٤} = ۲\lambda = ۲ \rightarrow \lambda = ۱m$$

الف) حال طبق رابطه ی $\lambda = V\times T$ به دوره ی تناوب موج می رسیم دقت کنید دوره ی تناوب دو میدان الکتریکی و مغناطیسی با هم برابر است که همان دوره ی تناوب موج است

$$\lambda = V\times T \rightarrow ۱ = ۳\times۱۰^{۸}\times T \rightarrow T = \frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۸}$$

ب) بسامد بر عکس دوره ی تناوب می باشد بنابراین داریم $f = \frac{۱}{T} = ۳\times۱۰^{۸}\ Hz$ البته میتوانستیم مستقیما از طول موج به بسامد هم برسیم

$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow ۱ = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{f} \Rightarrow f = ۳\times۱۰^{۸}\ Hz$$

د) اگر کف دست راست را در جهت میدان مغناطیسی **B** (عمود بر صفحه به سمت خارج)و چهار انگشت دست راست را در جهت میدان الکتریکی قرار دهیم (در جهت محور **y**) انگشت شست دست راست در جهت میدان **x** قرار میگیرد و جهت انتشار را نشان می دهد

طیف امواج الکترومغناطیس

طیف امواج الکترومغناطیس (**پیوسته** – گسسته) است ، و یعنی با هر بسامدی (**می توانند** – نمی توانند) منتشر شوند . ماهیت و قانون حاکم بر آنها یکسان (**هست** – نیست) این امواج از لحاظ **بسامد** و **نحوه ی تولید** و **آشکارسازی** آنها با یکدیگر(مشابه اند – **متفاوتند**)

امواج رادیویی (از چند متر تا چند کیلومتر) – فروسرخIR – نورمرئی(با طول موج ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر) - فرابنفش UV – اشعهX – اشعه گاما

TV FM AM UHF VHF SW MW LW

قرمز - نارنجی- زرد- سبز- آبی- نیلی - بنفش

بسامد و انرژی و ضریب شکست و نفوذ پذیری بیشتر
طول موج کمتر و سرعت در محیط شفاف کمتر
سرعت در خلایکسان

نکته: لازم نیست طول موج تمامی امواج را حفظ باشید فقط بدانید که **طول موج قرمز ۷۵۰ نانومتر** ، و **طول موج بنفش ۳۸۰ نانومتر** ، می باشد

نتیجه: اگر محدوده ی یک نور را پرسیدند #اول_برو طول موجش رو حساب کن **اگر بین ۳۸۰ و ۷۵۰ نانومتر بود مرئی است**

مثال ۸۱) بیشتر از خارج تجربی ۹۸ و خارج ریاضی ۹۶ و تمرین کتاب درسی ؛
اگر طول موج پرتوی نارنجی در خلا برابر ۰/۶ میکرون باشد .

الف) بسامد آن پرتو در مایع شفافی به ضریب شکست $n=\frac{۴}{۳}$ چند هرتز است ؟ $C=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$

ب) طول موج این نور در این مایع شفاف چند میکرو متر است ؟

ج) در این مایع شفاف مسافتی که نور در مدت ۲ ثانیه طی میکند چند متر است ؟

الف) در اثر تغییر محیط بسامد نور تغییری نمی کند بنابراین اگر بسامد نور را در خلا حساب کنیم بسامد آن در مایع شفاف هم همان مقدار خواهد بود

$$۱)\ \lambda=\frac{V}{f}\rightarrow ۰/۶\times۱۰^{-۶}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{f}\rightarrow f=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۰/۶\times۱۰^{-۶}}=۵\times۱۰^{۱۴}\,HZ$$

ب)در اثر تغییر محیط موج ، بسامد ثابت می ماند و طبق رابطه ی $\lambda=\frac{V}{f}$ ، داریم ؛ $\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}$

$$۲)\ \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}\rightarrow\frac{\lambda_۲}{۰/۶\mu m}=\frac{۱}{\frac{۴}{۳}}=\frac{۳}{۴}\rightarrow\lambda_۲=\frac{۳\times۰/۶}{۴}=\frac{۱/۸}{۴}=۰/۴۵\mu m$$

ج) ابتدا باید تندی انتشار نور در این محیط را حساب کنیم

$$۳)\ \frac{V_۲}{V_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}\rightarrow\frac{V_۲}{۳\times۱۰^{۸}}=\frac{۱}{\frac{۴}{۳}}=\frac{۳}{۴}\rightarrow V_۲=\frac{۹\times۱۰^{۸}}{۴}\quad\rightarrow\quad \Delta x=V\times t\rightarrow\Delta x=\frac{۹\times۱۰^{۸}}{۴}\times۲\rightarrow\Delta x=\frac{۹\times۱۰^{۸}}{۲}$$

مثال۸۹) مشابه تمرین پایان فصل کتاب درسی ؛

چشمه موجی با بسامد ۱۰۰ هرتز در یك محیط که با تندی انتشار موج در آن ۳۰۰ m/s است، نوسان هایی طولی ایجاد می‌کند

فاصله یك تراکم و یك انبساط متوالی چقدر است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۱ ۴) ۱/۵

فاصله یک تراکم و یک انبساط متوالی برابر $\frac{\lambda}{2}$ می باشد $\lambda=\frac{V}{f}=\frac{300}{100}=3\rightarrow\Delta x=\frac{\lambda}{2}=\frac{3}{2}=1/5m$

مثال ۹۲) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ تمرین کتاب ؛ شخصی با چکش به انتهای میله باریك بلندی ضربه ای می زند. تندی صوت در این میله ۱۵ برابر تندی صوت در هوا است شخص دیگری که گوش خود را نزدیك انتهای دیگر میله گذاشته دو صدا با اختلاف زمانی ۰/۱۲s می شنود اگر تندی صوت در هوا ۳۴۰ m/s باشد، طول میله چقدر است؟

۱) ۱۱۲ ۲) ۸۶ ۳) ۴۳ ۴) ۲۷

دو صدا یکی از طریق میله و دیگری از طریق هوای اطراف میله به گوش می‌رسد زمان رسیدن صدا از دو طریق را به دست می آوریم و از هم کم میکنیم

اگر تندی صوت در هوا ۳۴۰ m/s باشد، تندی انتشار صوت در لوله برابر $V=15\times340=5100\ m/s$ می باشد.

$$\Delta t=\frac{L}{V_1}-\frac{L}{V_2}\Rightarrow 0/12=\frac{L}{340}-\frac{L}{5100}\Rightarrow l=43m$$

$$\text{testy}\longrightarrow\boxed{L=\frac{340\times((15)\times340)}{14\times340}\times\Delta t\rightarrow L=\frac{15\times340}{14}\times\frac{12}{100}=43m}$$

شدت صوت

شدت صوت : مقدار انرژی که در واحد زمان (یا آهنگ انرژی) عمود بر واحد سطح عبور می کند و آن را با I نشان می دهیم یکای آن در SI ، وات بر متر مربع $\frac{w}{m^2}$ می باشد $I=\frac{\frac{E}{t}}{A}=\frac{P}{A}$ یکای دیگر آن میکروووات بر مترمربع است که برابر است با $10^{-6}\ \frac{w}{m^2}$ از آنجاییکه جبهه های صوتی به صورت کروی منتشر می شوند. داریم : $A=4\pi R^2$ شدت صوت را می توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت . نسبت شدت های صوت در گستره ی شنوایی انسان می تواند در حدود 10^{12} است **نکته ی مهم ؛ مقایسه شدت صوت ها :** شدت یک صوت به مجذور دامنه و مجذور بسامد و عکس مجذور فاصله بستگی دارد $\frac{I_2}{I_1}=(\frac{f_2}{f_1}\times\frac{A_2}{A_1}\times\frac{d_1}{d_2})^2$

اثبات برای امتحان ترم :

$$I=\frac{\frac{E}{t}}{A}\xrightarrow{E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2}I=\frac{\frac{E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2}{t}}{4\pi d^2}\xrightarrow{\omega=2\pi f}I=\frac{\frac{E=\frac{1}{2}mA^2 4\pi^2 f^2}{t}}{4\pi d^2}$$

تراز شدت صوت ؛ عینا جمله ی کتاب درسی ؛ فیزیکدانان برای اینکه درک بهتری از **بلندی صدا** داشته باشند

از کمیتی به نام **تراز شدت صوت** (نه شدت صوت ، نه دامنه و ...) استفاده می کنند برابر است با لگاریتم شدت صوت نسبت به شدت صوت مبنا $I_0 = 10^{-12} \frac{w}{m^2}$ و آن را با β نشان می دهیم

$$\beta = \log \frac{I}{I_0 = 10^{-12}} \quad OR \quad d\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

فقط همین دو تا رو حفظ باش ؛ تراز شدت صوت در **آستانه ی شنوایی ۰** و در **آستانه ی دردناکی ۱۲ بل** (۱۲۰ دسی بل) می باشد

مروری سریع بر روابط لگاریتم ؛

۱) $\log A + \log B = \log AB$ جمع دیدی ؛ ضربش کن

۲) $\log A - \log B = \log \frac{A}{B}$ منها دیدی ؛ تقسیم کن

۳) $\log A^K = K \log A$ ضریب دیدی ؛توان کن

۴) $K = \log 10^K$ توان دیدی ، ضریب کن

مثال ۱۰۱) تجربی ۹۳ و خارج تجربی ۹۲ و ۹۱ ؛

تراز شدت صوتی برابر ۲۴ دسی بل است.شدت این صوت به صورت نماد علمی چند میکرو وات بر متر مربع است ؟ ($\log 2 = 0/3$)

الف) در اینجا باید یه جوری از شر لگاریتم خلاص بشیم . پس باید در طرفین لگاریتم بسازیم تا بتونیم اونهارو ساده کنیم.

حواستون باشه شما وقتی میتونین لگاریتم ها را از طرفین ساده کنین که ضریب نداشته باشن (اگه ضریب دیدی توان کن) .

برای تبدیل عدد ۲/۴ به لگاریتم به پرانتز داده شده دقت کنید . ۲/۴ضریبی از ۰/۳ است پس :

$$10 \log \frac{I}{I_0} = 24 \rightarrow \log \frac{I}{10^{-12}} = 2/4 \rightarrow \log \frac{I}{10^{-12}} = 8 \times 0/3$$

$$\rightarrow \log \frac{I}{10^{-12}} = 8 \times \log 2 \rightarrow \log \frac{I}{10^{-12}} = \log 2^8 \rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 2^8 = 256 \rightarrow I = 256 \times 10^{-12} \frac{w}{m^2}$$

$$\rightarrow I = 256 \times 10^{-6} \frac{\mu w}{m^2} \rightarrow I = 2/56 \times 10^{-4} \frac{\mu w}{m^2}$$

مثال ۱۰۲) تجربی ۹۳ و خارج تجربی ۹۲ و ۹۱ ؛

تراز شدت صوتی ۳۷ دسی بل است. شدت این صوت چند برابر شدت صوت مبناست ؟ $\log 5 = 0/7$

می خواهیم از شر لگاریتم خلاص شیم . باید در طرفین لگاریتم بسازیم تا بتونیم اونارو ساده کنیم عدد ۳/۷ تابلو است که به صورت جمع با ۰/۷ ساخته می شود اگه همین سوال می گفت تراز برابر است با ۲۱ دسی بل ، از روش ضریب سازمی رفتم

$$10 \log \frac{I}{I_0} = 37 \rightarrow \log \frac{I}{10^{-12}} = 3/7 \rightarrow \log \frac{I}{10^{-12}} = 3 + 0/7$$

$$\rightarrow \log \frac{I}{10^{-12}} = \log 10^3 + \log 5 \rightarrow \log \frac{I}{10^{-12}} = \log 5000 \rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 5000$$

✪نکته مهم و پرکاربرد در سالهای اخیر ؛ یکی از سوالاتی که اخیرا مورد توجه است ارتباط تراز شدت صوت با مساحت یا انرژی و زمان و توان است $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xleftarrow{I} I = \frac{\frac{E}{t}}{A} = \frac{P}{A}$ همان طور که می بینید تو این جور سوالات اول باید بریم **شدت صوت** را پیدا کنیم

مثال ۱۰٤) خارج ریاضی ۹۹ ؛ توان یك منبع صوتی $P = ۸\pi\times۱۰^{-۳}\,w$ می باشد . در صورت صرف نظر از اتلاف انرژی تراز شدت صوت در فاصله ی ۱۰ متری چشمه صوت چند دسی بل است ؟ $\log۲ = ۰/۳$

۱) ٤۳ ۲) ۱۳ ۳) ۷۳ ٤) ۹۳

یکی از سوالاتی که اخیرا مورد توجه است ارتباط تراز شدت صوت با مساحت یا انرژی و زمان و توان است $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xleftarrow{I} I = \frac{\frac{E}{t}}{A} = \frac{P}{A}$ همان طور که می بینید تو این جور سوالات اول باید بریم **شدت صوت** را پیدا کنیم

$$I = \frac{\frac{E}{t}}{A} = \frac{P}{A = ۴\pi r^۲} = \frac{۸\pi\times۱۰^{-۳}}{۴\pi\times۱۰^{۲}} = ۲\times۱۰^{-۵}\frac{w}{m^۲}$$

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \to \beta = ۱۰\log\frac{۲\times۱۰^{-۵}}{۱۰^{-۱۲}} \to \beta = ۱۰\log(۲\times۱۰^{+۷}) = ۱۰(\log۲ + \log۱۰^{+۷}) = ۱۰(۰/۳ + ۷) = ۷۳$$

مثال ۱۰۷) خارج تجربی ۹٤ و ۹۰ ؛
شنونده ای که مساحت پرده ی گوشش ٦۰ میلی متر مربع است ، تراز شدت صوت حاصل از یك منبع را ٦۰ دسی بل احساس می کند ، انرژی که در مدت ۵۰ ثانیه به پرده ی گوش این شنونده می رسد ، چند میکرو ژول است ؟ ($I_۰ = ۱۰^{-۶}\frac{\mu\omega}{m^۲}$)

۱) ۳ ۲) ۳۰۰ ۳) ۳×۱۰^{-۳} ٤) ۶×۱۰^{-۶}

یکی از سوالاتی که اخیرا مورد توجه است ارتباط تراز شدت صوت با مساحت یا انرژی و زمان و توان است $\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xleftarrow{I} I = \frac{\frac{E}{t}}{A} = \frac{P}{A}$ همان طور که می بینید تو این جور سوالات اول باید بریم **شدت صوت** را پیدا کنیم

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \to ۶۰ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \to ۶ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \to \log۱۰^{۶} = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \to ۱۰^{۶} = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \to I = ۱۰^{-۶}$$

$$I = \frac{\frac{E}{t}}{A} \to ۱۰^{-۶} = \frac{\frac{E}{۵۰}}{۶۰\times۱۰^{-۶}} \to ۱۰^{-۶} = \frac{E}{۳۰۰۰\times۱۰^{-۶}} \to E = ۳۰۰۰\times۱۰^{-۱۲}\,J = ۳۰۰۰\times۱۰^{-۶}\,\mu J = ۳\times۱۰^{-۳}\,\mu J$$

✪ بررسی مسائلی با دو تراز شدت صوت

نکته ی مهم ۱ : هر جا دوتا تراز دادن بدون فکر وبدون خوندن تست جواب میشه : $\beta_۲-\beta_۱$ این تست ها دو حالت دارند :

حالت اول (بحث شدت صوت است) :	حالت دوم (بحث فاصله یا دامنه یا بسامد صوت است) :
$\beta_۲-\beta_۱=\log\frac{I_۲}{I_۱}$	$\beta_۲-\beta_۱=\log(\frac{f_۲}{f_۱}\times\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{d_۱}{d_۲})^۲$

نکته ۲ : وقتی می گن صدای A ، دو دسی بل از صدای B ، بلندتره یعنی : $\beta_A-\beta_B=۲$

نکته ۳ : تراز شدت صوت (در بسامد ۱۰۰۰ هرتز) در **آستانه ی شنوایی ۰** و در **آستانه ی دردناکی ۱۲۰ بل** (۱۲۰ دسی بل) می باشد

سه بازه ای که باید حفظ باشی ؛ سه محدوده ای که باید برای طول موج و بسامد و تراز در محدوده ی شنوایی حفظ باشی

$۰\le B\le ۱۲۰$ $\quad ۲۰Hz\le f\le ۲۰۰۰۰Hz\quad$ $۱۷mm\le\lambda\le ۱۷m$

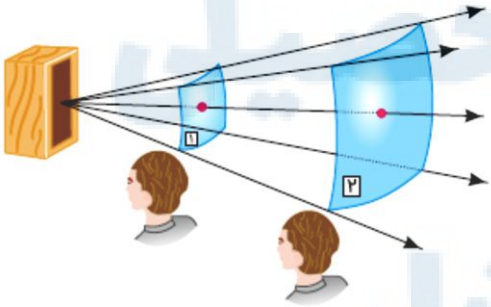
یادآوری ؛ برای نور طول موج های مریی تقریبا $۴۰۰\le\lambda\le ۷۰۰$ بود

مثال۱۱۳) #احتمالی_۱۴۰۰ ، **قلم چی ۹۲و مشابه ریاضی ۹۵ تجربی ۹۱ : هنگامی که شدت صوتی را ۳ برابر می کنیم ، تراز شدت صوت آن بر حسب بل ۳ برابر می شود. شدت صوت اولیه چند برابر شدت صوت مبنا (شدت صوت در آستانه ی شنوایی) بوده است ؟**

هر وقت نسبت دو تا تراز را دادند انها را از هم کم کن ....

$$\begin{matrix}I\to ۳I\\ \beta\to ۳\beta\end{matrix}\Big|\to ۳\beta-\beta=\log\frac{۳I}{I}\to ۲\beta=\log ۳\to ۲\log\frac{I}{I_۰}=\log ۳\to\log(\frac{I}{I_۰})^۲=\log ۳\to(\frac{I}{I_۰})^۲=۳\to(\frac{I}{I_۰})=\sqrt{۳}$$

مثال۱۲۳) قلم چی ۹۹ ؛ مطابق شکل زیر موج صوتی با توانی ثابت از دو سطح فرضی مطابق شکل می گذرد ،
اگر مساحت سطح (۲) ، چهار برابر مساحت سطح (۱) باشد
در این صورت در سطح (۱) صدا ..... دسی بل از سطح دو شنیده می شود

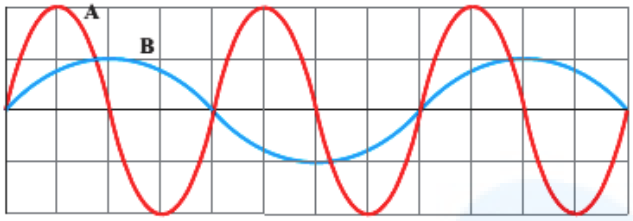


۱) ۶ – کوتاه تر ۲) ۶ – بلندتر
۳) ۰/۶ – کوتاهتر ۴) ۰/۶ – بلندتر

نکته کاربردی ؛ هر وقت دو نقش موج برای دو موج مختلف را دادند **اول برو** نسبت کمیت های افق و قائم را برای آنها حساب کن

مثال ۱۲۶) #احتمالی_۱۴۰۰ ، **بیشتر از خارج تجربی ۹۷ و بیشتر از تمرین کتاب درسی ؛**

نمودار جا به جایی مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده اند
به صورت زیر است فردی که در فاصله ی یکسانی از این دو چشمه صوتی قرار دارد
صدای موج A را ..... دسی بل از موج B ..... می شنود
$(\log ۲ = ۰/۳)$



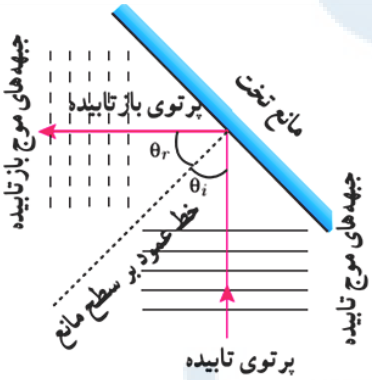
۱) ۲ – کمتر **۲) ۲ – بیشتر**
۳) ۱۲ – کمتر **۴) ۱۲ – بیشتر**

گام صفر : به کمک محور قائم نسبت دامنه ی دو موج و به کمک محور افق نسبت طول موج آنها پیدا می شود

$$\frac{A_A}{A_B}=۲ \ , \ \frac{۲\lambda_B}{۴}=\frac{۴\lambda_A}{۴} \rightarrow \lambda_B = ۲\lambda_A \Big| \rightarrow \text{GAME SEFR}$$

$$B_A - B_B = ۱۰\log\frac{I_A}{I_B} = ۱۰\log(\frac{f_A}{f_B}\times\frac{A_A}{A_B}\times\frac{d_B}{d_A})^۲ = ۱۰\log(۲\times۲\times۱)^۲ = ۱۰\log ۱۶ = ۱۰\log ۲^۴ = ۴۰\log ۲ = ۴۰\times ۰/۳ = ۱۲$$

☑ بررسی چند تعریف مقدماتی ولی مهم ؛



پرتو : پرتو یک خط پیکان دار مستقیم است که جهت انتشار موج را نشان میدهد

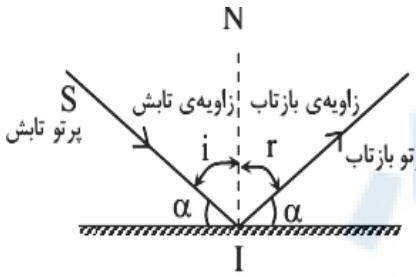
و **بر جبهه های موج عمود است**

فاصلهٔ بین دو پرتو نشان دهنده چیز خاصی نیست (برعکس جبهه های موج که فاصلهٔ بین دو قله متوالی یا دو درهٔ متوالی برابر طول موج است)

زاویه تابش ؛ θ_i ؛ زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتو ی تابیده شده (فرودی)

زاویه بازتابش ؛ θ_r ؛ زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده

زاویه انحراف ؛ $D = ۲\times\alpha$ ؛



نکته ی مهم ؛ قانون بازتاب عمومی

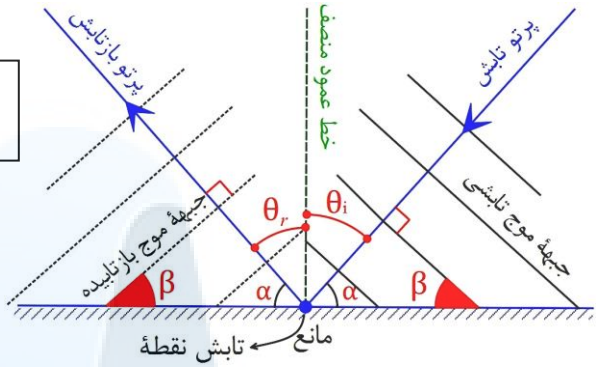
برای هر وضعیتی از مانع و هر نوع و شکلی از موج و هر شکلی از موج در هر بعدی ،
همواره زاویه تابش با زاویه بازتابش با هم برابرند $\theta_i = \theta_r$ برای هر وضعیتی
از مانع (مانع تخت ، کروی ، هموار ، ناهموار ، خاردار و ...) و هر نوع موج (مکانیکی ، الکترومغناطیسی ، نور ، صوت ، و ...)
هر شکلی از موج (تخت ، دایره ای ، کروی) و هر بعدی (یک بعدی دو بعدی سه بعدی)

#احتمالی_۱۴۰۰ در سنامه خیلی مهم ؛

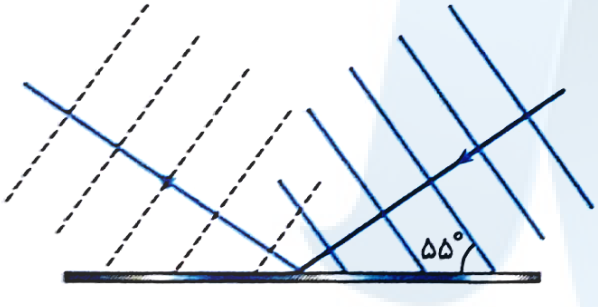
$$\left.\begin{matrix}\theta_i+\alpha=۹۰\\ \beta+\alpha=۹۰\end{matrix}\right| \rightarrow \theta_i=\theta_r=\beta=۹۰-\alpha$$

زاویه انحراف ؛ ۲α

زاویه بین پرتو تابش و بازتابش ؛ ۲θ



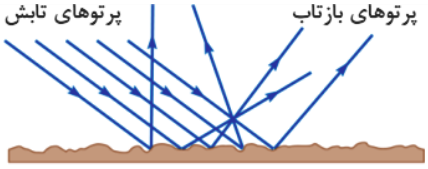
مثال ۱۵۰) شکل رو به رو نمودار پرتویی مربوط به بازتاب یك موج دو بعدی را از مانعی تخت نشان می دهد زاویه بازتاب این موج چند درجه است ؟



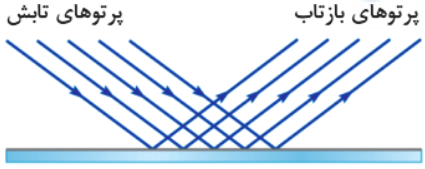
نکته ؛ در مواردی که سطح بازتابنده نور هموار باشد (مثلاً آینه) بازتاب را **آینه‌ای** و یا **منظم** می گویند

در صورتی که سطح ناصاف باشد بازتاب را **پخشنده** یا **نامنظم** می‌گویند

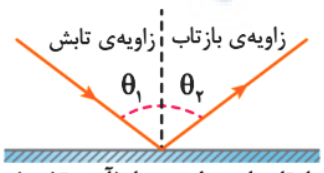
برای نور مرئی (که طول موجی در حدود $۰/۵\,\mu m$ دارند) اگر ناهمواری های سطح (دندانه های آن) از $۱\,\mu m$ بیشتر باشد سطح، نا هموار می‌باشد. و اگر کمتر از این مقدار باشد، سطح هموار می باشد.



بازتاب از سطح ناهموار



بازتاب از سطح هموار

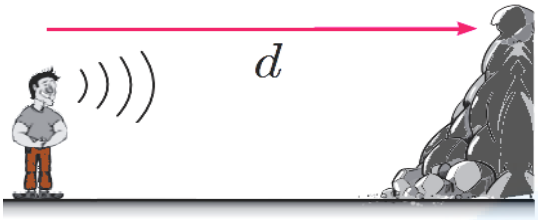


بازتاب از سطح هموار(آینه تخت)

☑ پژواک ؛ به صوتی بازتابیده که با یک تاخیر زمانی نسبت به صوت اولیه می شنویم ، پژواک می گوییم . **نکته مهم این است که اگر فاصلهٔ زمانی بین صوت مستقیم و صوت پژواک کم تر از S ۰/۱ باشد** ، گوش ما نمی تواند پژواک را از صوت اولیه تشخیص دهد

مثال۱۵۹) تمرین خیلی مهم کتاب درسی ؛

کم ترین فاصله بین ما و یك صخره ی بلند با ید چند متر باشد تا بتوانیم پژواك صدا یمان را از صدای مستقیممان تشخیص دهیم ؟ (تندی صوت در هوا را $\frac{m}{s}$ ۳۴۰ در نظر بگیرید)



اگر فاصله ی ما تا صخره را d در نظر بگیریم برای پژواک ، صوت باید این فاصله را دوبار طی کند

$$۲d = V \times t \rightarrow ۲d = ۳۴۰ \times ۰/۱ = ۳۴ \rightarrow d = ۱۷m$$

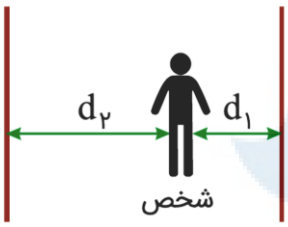
مثال۱۶۲) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ شخصی بین دو صخره ی قائم که فاصله ی آن ها از هم ۱۶۵۰ متر است ، ایستاده و فریاد می زند

اگر فاصله ی زمانی بین شنیدن صدای اولین پژواك از صخره ها برابر ٤ ثانیه

و تندی انتشار صوت در محیط $\frac{m}{s}$ ۳۳۰ باشد مطلوبست ؛

الف) فاصله ی شخص از صخره ی نزدیك تر چند متر است ؟

ب) صدای پژواك اول پس از چند ثانیه شنیده می شود ؟



$$t_۲ - t_۱ = ۴ \xrightarrow[۲d_۲ = v t_۲]{۲d_۱ = v t_۱} \frac{۲d_۲}{v} - \frac{۲d_۱}{v} = ۴s \rightarrow \frac{۲d_۲}{۳۳۰} - \frac{۲d_۱}{۳۳۰} = ۴ \rightarrow ۲(d_۲ - d_۱) = ۴ \times ۳۴۰ \rightarrow d_۲ - d_۱ = ۶۶۰$$

امکان دارد در نگاه اول بگویید یک معادله و دو مجهول داریم

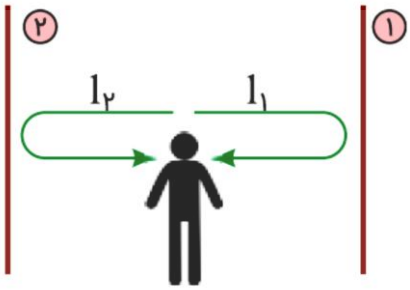
ولی اگر کمی دقت کنید میبینید که صورت سوال معادله ی دوم را به شما هدیه داده است $d_۲ + d_۱ = ۱۶۵۰$ بنابراین داریم ؛

$$\left.\begin{matrix} d_۲ - d_۱ = ۶۶۰ \\ d_۲ + d_۱ = ۱۶۵۰ \end{matrix}\right| \rightarrow d_۱ = ۴۹۵m \ , \ d_۲ = ۱۱۵۵$$

$$\xrightarrow{۲d_۱ = v t_۱} ۲ \times ۴۹۵ = ۳۳۰ \times t_۱ \rightarrow t_۱ = ۳s$$

مثال ۱۶۳) #احتمالی_۱۴۰۰ وحلم چی ۹۸ ؛

شخصی بین دو صخره ی موازی هم تیر اندازی می کند . حداقل اختلاف فاصله ی او از این دو دیوار چند متر باشد تا او صدای حاصل از پژواک صخره ها را مستقل از هم بشنود ؟



(سرعت صوت در هوا را برابر $۳۴۰ \frac{m}{s}$ فرض کنید)

۱) ۳۴ ۲) ۱۷ ۳) ۳۴۰ ۴) ۱۷۰

وقتی شما دو صدای متوالی را به صورت مجزا می شنوید که اختلاف زمانی رسیدن این دو صدا حداقل ۰/۱ ثانیه باشد $\Delta t \geq ۰/۱\ s$

$$t_۲ - t_۱ \geq ۰/۱ \xrightarrow[۲l_۲ = vt_۲]{۲l_۱ = vt_۱} \frac{۲l_۲}{v} - \frac{۲l_۱}{v} \geq ۰/۱ \min \rightarrow \frac{۲l_۲}{۳۴۰} - \frac{۲l_۱}{۳۴۰} = ۰/۱ \rightarrow l_۲ - l_۱ = ۱۷m$$

☑ نتیجه ی بسیار مهم و کاربردی که از این مثال میگیریم؛

برای دریافت دو پژواک متمایز حداقل اختلاف فاصله ی شنونده از دو مانع باید ۱۷ متر باشد

مثلا اگر فاصله از مانع نزدیکتر ۱۰۰ متر می باشد

حداقل فاصله از مانع دورتر ۱۱۷ متر و حداقل فاصله ی دو مانع ۲۱۷ متر خواهد بود

یا مثلا اگر فاصله از مانع دورتر برابر ۱۰۰ متر باشد

حداقل فاصله از مانع نزدیکتر برابر ۸۳ متر و حداقل فاصله ی دو مانع ۱۸۳ متر ، خواهد بود

مرکز مشاوره تحصیلی علیرضا افشار

نکته کاربردی ؛ جانوران به وسیلهٔ مکان یابی پژواکی ، فقط می توانند اجسامی را که ابعاد آن ها **حداقل برابر طول موج صوت گسیلی باشد** ، تشخیص دهند مثلاً اگر طول موج صوت گسیلی $3cm$ باشد ، جانور اجسام کوچکتر از $3cm$ را تشخیص نمی دهد

مثال۱۶۸) احتمالی ۱۴۰۰ ؛ تغییر مثال کتاب درسی و تبدیل آن به تست ؛

شاه نهنگ (وال عنبر) امواج فراصوتی با بسامد $1100KHz$ ایجاد می کند و با دریافت پژواک آن مکان یابی می کند اگر $0/4s$ ثانیه طول بکشد تا با روش مکان یابی پژواکی ، جسمی در فاصله ۳۰۰ متری خود را شناسایی کند طول این جسم کدام است ؟

۱) حداقل $1/5\ cm$ ۲) حداکثر $1/5\ cm$ ۳) حداقل $0/75\ cm$ ٤) حداقل $0/75\ cm$

برای یافتن ابعاد جسمی که نهنگ می تواند تشخیص دهد باید دنبال طول موج صوت باشیم $\lambda = \frac{V}{f}$ اما تندی نداریم پس ابتدا $\Delta x = V\Delta t$

مینویسیم تا تندی به دست اید سپس به سراغ طول موج می رویم

$$\Delta x = V\Delta t \rightarrow 2d = V\Delta t \rightarrow 2\times 300 = V\times 0/4 \rightarrow V = 1500\frac{m}{s}$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{1500}{10^5} = 1/5\times 10^{-2} m = 1/5 cm$$

دقت کنید طول جسم باید بزرگتر یا مساوی اندازه ی طول موج صوت باشد پس حداقل طول جسم باید $1/5\ cm$ باشد

☑ بررسی بازتاب موج از سطوح کروی ؛ چند تعریف در مانع های خمیده ؛

محور اصلی مانع ؛

خطی که از وسط مانع خمیده را به دو قسمت مساوی تقسیم می کند

مرکز مانع خمیده C ؛

مرکز دایره ای که مانع قطاعی از آن می باشد

کانون مانع خمیده F ؛

اگر پرتویی موازی محور اصلی بتابد پرتوی بازتاب محور اصلی را در نقطه ای به نام کانون قطع می کند

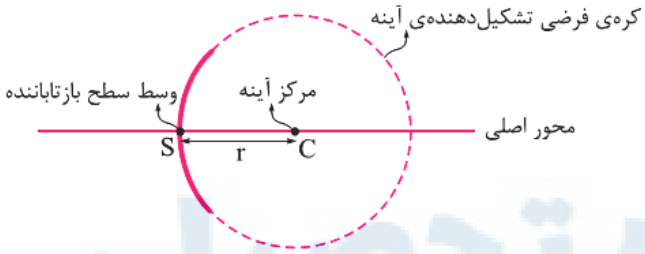
خط عمود در مانع خمیده ؛

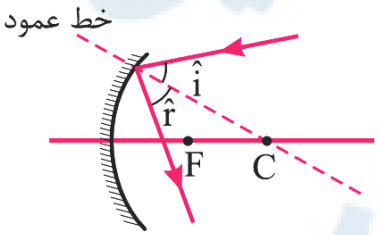
خطی است که از نقطه ی تابش به مرکز سطح کروی وصل میشود

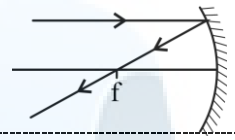
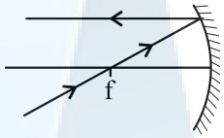
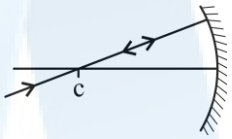
در سطوح خمیده اگر موج تخت بر سطح مانع تابیده شود موج بازتابشی به صورت خمیده خواهد بود

همان طور که گفتیم در مانع های خمیده همچون بقیه مانع ها زاویه تابش و بازتابش یکسان است

سه تابش و بازتابش مهم زیر را به خاطر بسپارید

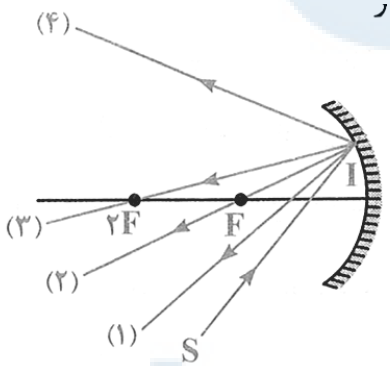




پرتو تابش	شکل	پرتو بازتابش	جبهه ی تابش	جبهه ی بازتابش
موازی بیاد (جسم در بینهایت مثل خورشید)		از کانون باید رد شه	تخت	کروی
از کانون بیاد		موازی باید بازتاب شه	کروی	تخت
از مرکز بیاد		روی مرکز باید برگرده	کروی	کروی

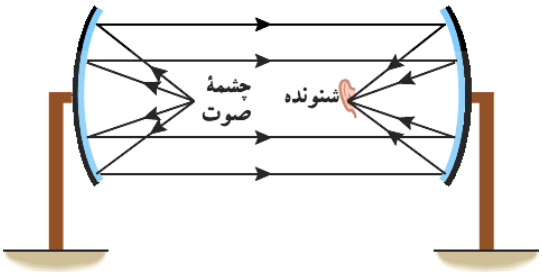
مثال ۱۷۲) در شکل مقابل پرتوی SI پس از عبور از فاصله ی کانونی به آینه مقعر برخورد می کند پرتوی بازتابش در کدام گزینه به درستی نشان داده شده است ؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ٤) ٤



قبل از هرکاری ابتدا خط عمود را از محل برخورد پرتوی تابش و آینه به سمت مرکز آینه رسم کنید. خط عمود دقیقا روی خط شماره ۳ قرار دارد حال باید پرتوی SI را نسبت به این خط عمود متقارن کرد

نکته ؛ مانند شکل رو به رو اگر دو سطح خمیده (کاو) را رو به روی هم بگذاریم و یک چشمهٔ صوت را در کانون یکی قرار دهیم ، شنونده ای که در کانون سطح کاو دیگر ایستاده است ، صدای چشمه صوت را خیلی واضح می شنود برای ثبت صداهای ضعیف از میکروفن سهموی استفاده می کنیم . اساس کار این میکروفن ها این است که گیرندهٔ صوت در محل کانون سطح سهموی قرار دارد و بازتاب پرتوهای صوتی در آن نقطه متمرکز می شود. دستگاه سنگ شکن کلیه (لیتوتریپسی) از بازتابنده های بیضوی ساخته شده است . این دستگاه ، امواج بازتابیدهٔ صوتی را در محل سنگ متمرکز می کند و با به تشدید درآوردن سنگ آن را متلاشی می کند

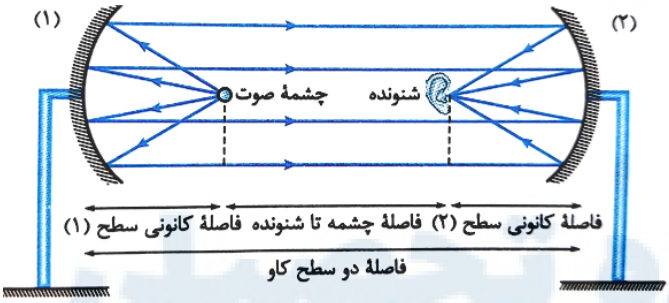


مثال ۱۷۶) برگرفته از کتاب درسی ؛

در شکل روبه‌رو، دو سطح کاو به فاصله های کانونی $5\,m$ و $6\,m$ در فاصله‌ی ۴۰ متری هم قرار دارند اگر شنونده صوت بازتاب شده از آینه‌ی (الف) را با بیشترین بلندی ممکن دریافت کند، فاصله‌ی شنونده تا چشمه‌ی صوت چند متر است؟

۱) ۲۹ ۲) ۳۴

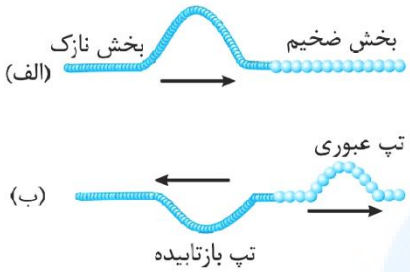
۳) ۳۵ ۴) ۱۸



وقتی موج از یک محیط به محیط دیگری می رود ، بسامد آن ثابت می ماند

(چرا ؟ چون بسامد یادگار چشمه موج است) اما تندی و طول موج آن تغییر می کند

☑ تغییر محیط موج در حالت یک بعدی :



خود این شکل میتونه سوال باشه

لطفا خیلی دقیق به تفاوت شکل قبل بازتاب (الف) و شکل بعد از بازتاب (ب) توجه کنید

برای مثال در شکل رو به رو هنگامی که یک تپ از بخش نازک طناب به بخش ضخیم آن می رسد

اولا ؛ بخشی از تپ به صورت وارونه بازتاب شده

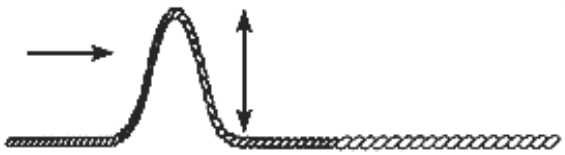
ثانیا ؛ بخش دیگر از تپ با تندی و طول موج کمتر وارد قسمت ضخیم می شود (چرا کمتر ؟)

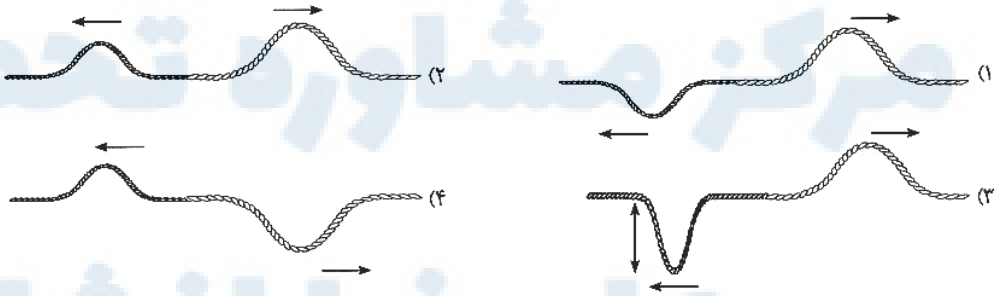
چون طبق رابطه ی $V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ با افزایش سطح مقطع طناب (با فرض ثابت بودن نیرو و جنس آن) تندی انتشار موج کاهش می یابد)

چرا طول موج در قسمت ضخیم کم میشه ؟ چون طبق رابطه ی $\lambda = \frac{V \downarrow}{f}\downarrow$ با ثابت بودن بسامد و کاهش تندی ، طول موج نیز کم می شود

مثال ۱۹۲) #احتمالی_۱۴۰۰ : شکل موجی درون طنابی سبک در حال پیش روی است

کدام گزینه نحوه ی عبور و بازتاب موج را از مرزمطابق دو طناب سبک و سنگین به درستی نشان می دهد ؟





☑ تغییر محیط موج در حالت دو و سه بعدی ؛ مثل تغییر محیط موج در سطح آب یا نور یا صوت در فضا

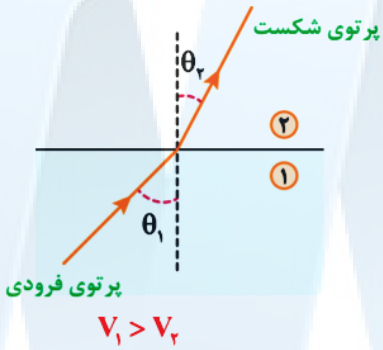
در این حالت علاوه بر **تندی** و **طول موج** ، **جهت موج** نیز تغییر می کند که به آن شکست نور می گوییم همانطوریکه دیدیم تندی نور در خلاء $C = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s$ می باشد سرعت نور در محیط های دیگر کمتر از این خواهد بود هر چه محیط **غلیظ تر** باشد تندی انتشار نور **کمتر** است غلظت یک محیط متناسب است با ضریب شکست آن محیط **(n)** بنابراین **تندی نور در یک محیط با ضریب شکست آن محیط نسبت عکس دارد**

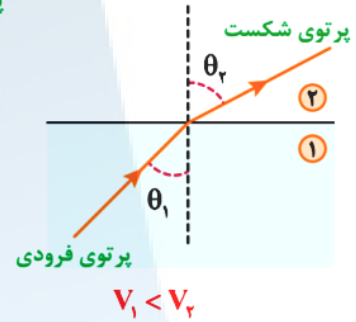
فاصله ی بین دو برآمدگی متوالی در جبهه ی موج یا همان طول موج طبق رابطه ی $\lambda = \frac{V}{f}$ بررسی می شود

با تغییر محیط انتشار موج ، بسامد ثابت است و **نسبت طول موج در دو محیط با نسبت تندی یکی خواهد بود**

نسبت مسافت موج در دو محیط در مدت زمان یکسان طبق رابطه ی $\Delta x = V \times \Delta t$ ، با تندی متناسب خواهد بود

$$\frac{\Delta x_۲}{\Delta x_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{n_۱}{n_۲}$$





☑ هنگامی که نور از محیط رقیق وارد محیط **غلیظ** می گردد ، پرتو به خط عمود **نزدیک** می شود چون سرعتش **کم** می گردد

☑ هنگامی که نور از محیط غلیظ وارد محیط **رقیق** می گردد ، پرتو از خط عمود **دور** می شود چون سرعتش **زیاد** می گردد

☑ اگر نور به صورت **عمود** وارد سطح جدایی شود به صورت **عمود** و بدون شکست وارد محیط دوم می شود زاویه تابش در این حالت **صفر** است

مثال۱۹۶) خارج ریاضی ۹۶ ؛ اگر طول موج پرتوی نارنجی در خلا برابر ۰/۶ میکرون باشد بسامد آن پرتو در مایع شفافی به ضریب شکست $n = \frac{۴}{۳}$ چند هرتز است ؟ $C = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$

۱) ۵×۱۰^{۱۴} ۲) ۴×۱۰^{۱۴} ۳) $\frac{۲۰}{۳}\times۱۰^{۱۴}$ ٤) $\frac{۱۵}{۴}\times۱۰^{۱۴}$

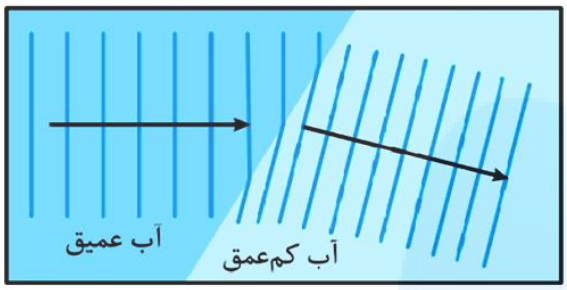
در اثر تغییر محیط بسامد نور تغییری نمی کند بنابراین اگر بسامد نور را در خلا حساب کنیم بسامد آن در مایع شفاف هم همان مقدار خواهد بود

$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow ۰/۶\times۱۰^{-۶} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{f} \rightarrow f = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۰/۶\times۱۰^{-۶}} = ۵\times۱۰^{۱۴}\ HZ$$

☑ بررسی مثال و شکل خیلی مهم کتاب درسی

علاوه بر تغییر محیط ، تغییر عمق آب میتواند تندی موج در سطح آن و در نتیجه طول موج آن را تغییر دهد (عمق بیشتر ، تندی و طول موج بیشتر)

نکته مهم : برای مثال هنگامی که موج روی سطح آب از قسمت عمیق به قسمت کم عمق وارد می شود



اولا ؛ تندی امواج روی سطح آب در قسمت کم عمق **کم** می شود

ثانیا ؛ فاصله ی بین دو برآمدگی متوالی در جبهه ی موج (یا همان طول موج)

در قسمت کم عمق نسبت به قسمت عمیق **کم** میشود

ثالثا ؛ مسافتی که موج در یک زمان یکسان در قسمت کم عمق طی میکند

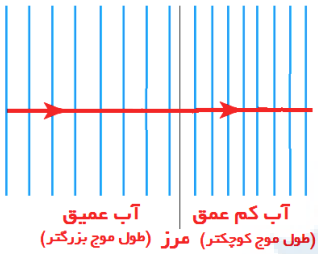
نسبت به قسمت پر عمق **کم تر** می شود

یک حالت خاص ؛

اگر جبهه ی موج تابشی (فرودی) موازی مرز دو محیط باشد (یا پرتو تابش عمود بر مرز جدایی باشد)

تندی موج و طول موج و و مسافت طی شده توسط موج در یک زمان معین ، همگی تغییر میکنند

اما جهت انتشار موج تغییری نمیکند



مثال ۲۰۲) بیشتر از تمرین کتاب درسی ؛ در یك تشت موج به كمك يك نوسان‌ساز تيغه‌اى كه با بسامد $5\ Hz$ كار مى‌كند،

امواج تخت ایجاد می‌کنیم ، به‌طوری که فاصله‌ی بین دو برآمدگی متوالی برابر با $10\ cm$ می‌شود اگر مطابق شکل مقابل، يك پره‌ی شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج درورود به ناحیه‌ی کم‌عمق بالای پره، شکست پیدا می‌کنند اگر تندی امواج در ناحیه‌ی کم‌عمق ۰/٤ برابر تندی در ناحیه‌ی عمیق باشد

۱) بسامد امواج در ناحیه‌ی کم‌عمق، چند هرتز است ؟

۲) طول موج در ناحیه‌ی کم‌عمق، چند متر است ؟

۳) با قرار دادن پره ، فاصله ی بین جبهه ها چه تغییری میکند ؟

۱) بسامد یادگار چشمه موج است بنابراین با تغییر عمق آب (یا حتی تغییر محیط) بسامد تغییری نمیکند

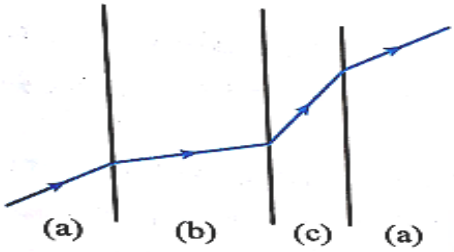
و در ناحیه کم عمق همچون ناحیه پر عمق بسامد موج $5\ Hz$ می باشد

$$۲)\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}\rightarrow ۰/۴=\frac{\lambda_۲}{۱۰cm}\rightarrow \lambda_۲=۴cm$$

۳) با قرار دادن پره و کاهش عمق آب و منجر به کاهش تندی و طول موج ، می شود بنابراین فاصله ی بین دو جبهه ی متوالی کاهش می یابد

و جبهه ها به هم نزدیکتر خواهند بود

مثال ۲۰۷) برگرفته از پرسش کتاب درسی ؛ شکل مقابل، پرتوی یك موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با عبور از محیط اوّلیه‌ی a ، از طریق محیط‌های b و c به محیط a بازمی‌گردد.

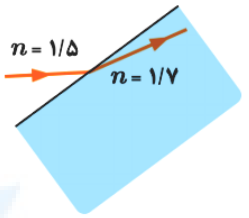


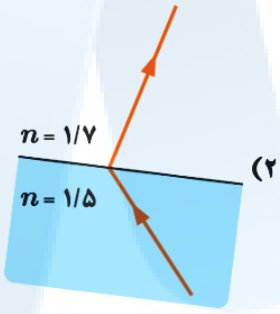
الف) تندی انتشار را مقایسه کنید

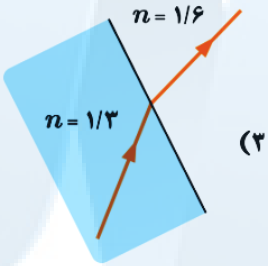
ب) بسامد موج را مقایسه کنید

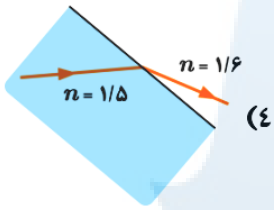
ج) طول موج را مقایسه کنید

مثال ۲۰۸) با توجه به شکل های زیر در کدام گزینه شکست از نظر فیزیکی ممکن است؟

۱) 

۲) 

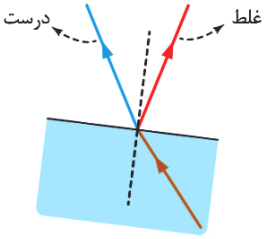
۳) 

۴) 

در مورد گزینه‌های 1 و ۴ نور از محیطی وارد محیط دیگر با ضریب شکست بیشتر شده پس باید نسبت به خط عمود نزدیک‌تر شود.

در مورد گزینه ۲ نیز نور از محیطی به محیط دیگر با ضریب شکست بیشتروارد شده پس باید بشکند و به خط عمود نزدیک شود ولی به شکل مقابل از محیط اول خارج می شود

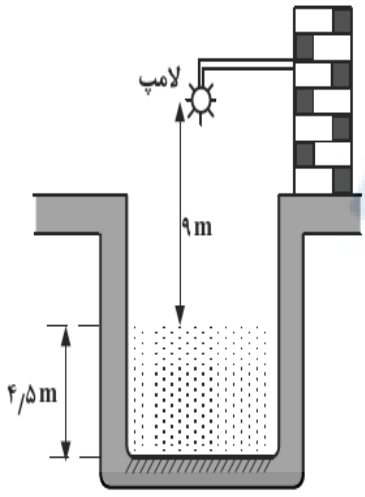
بنابراین گزینه ۳ صحیح می باشد



مثال ۲۰۹)در شکل زیر حداقل زمان لازم برای آنکه نور لامپ پس از گذشتن از هوا و آب و بازتابش از روی آینه تخت افقی که در کف مخزن نصب شده ، دوباره به لامپ برگردد چند ثانیه است ؟

(ضریب شکست آب نسبت به هوا $\frac{۴}{۳}$ و سرعت انتشار نور در هوا $۳\times۱۰^{۸}\,m/s$ است)

۱) ۹×۱۰^{-۸} ۲) ۵×۱۰^{-۸} ۳) ۲×۱۰^{-۸} ۴) $۱۰^{-۷}$

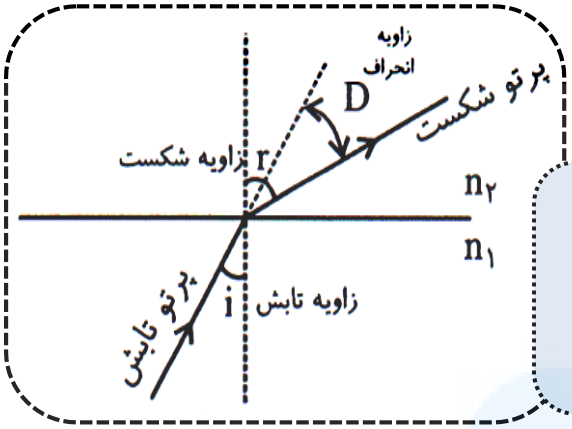


$$x = v\times t \rightarrow ۹ = ۳\times۱۰^{۸}\times t_۱ \rightarrow t_۱ = ۳\times۱۰^{-۸}$$

$$x = v\times t \rightarrow \frac{۹}{۲} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{\frac{۴}{۳}}\times t_۲ \rightarrow t_۲ = ۲\times۱۰^{-۸}$$

$$t_۱ + t_۲ = ۵\times۱۰^{-۸} \rightarrow t_{total} = ۲\times۵\times۱۰^{-۸} = ۱۰^{-۷}\,s$$

۱) هنگامی که نور به صورت **مایل** مطابق شکل روبه رو از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگری وارد شود نور در لحظه ی عبور از مرز مشترک دو محیط به دلیل **تغییر در سرعت انتشار** ، تغییر مسیر می دهد به این پدیده شکست نور می گویند



$$n_1 Sini = n_2 Sinr$$

$$D = |r - i|$$

$$if \;\; i > r \Rightarrow D = i - r \;\; , \;\; if \;\; r > i \Rightarrow D = r - i$$

۲) زاویه ای که پرتو تابش با خط **عمود بر سطح** (نه با خود سطح) می سازد را زاویه تابش **(i)**، می نامیم

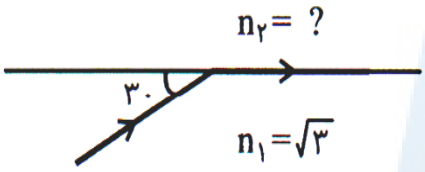
۳) زاویه ای که پرتو شکست با خط **عمود بر سطح** می سازد را زاویه شکست **(r)** می نامیم

مثال۲۱۰) خارج تجربی ۹۰، خارج ریاضی ۸۸ : با توجه به شکل روبه رو

الف) ضریب شکست محیط دوم چه قدر است ؟

ب) فاصله ی بین دو برآمدگی متوالی در جبهه ی موج محیط دوم چند برابر محیط اول خواهد بود ؟

ج) سرعت نور در محیط دوم چند متر بر ثانیه است ؟ $(C = ۳\times ۱۰^{۸}\, m/s)$



الف) در بحث شکست نور تا دو تا محیط دیدی ، **اول برو رابطه دکارت را بنویس** و ضریب شکست هر محیط را پیدا کن

دقت کنید زاویه تابش در این شکل ۶۰ و زاویه شکست ۹۰ است (زاویه بین پرتو و خط عمود بر سطح)

$$\sqrt{۳}\times Sin۶۰ = n_2 \times Sin۹۰ \rightarrow \sqrt{۳}\times\frac{\sqrt{۳}}{۲} = n_2 \times ۱ \rightarrow n_2 = \frac{۳}{۲}$$

ب) فاصله ی دو بر آمدگی متوالی در جبهه ی موج همان طول موج است بنابراین نسبت طول موج در دو محیط پرسیده شده است

از آنجاییکه که طبق رابطه ی $\lambda = \frac{V}{f}$ با تغییر محیط بسامد موج ثابت می ماند بنابراین داریم ؛ $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2}$

همان نسبت تندی موج می باشد که $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2}$ نسبت سرعت انتشار نور در ، برابر است با عکس نسبت ضریب شکست

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{۳}}{\frac{۳}{۲}} = \frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$$

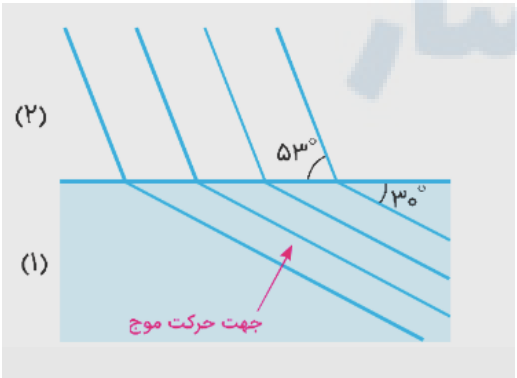
ج) برای یافتن سرعت انتشار نور در یک محیط کافیست آن را نسبت به هوا بسنجید ضریب شکست هوا (۱) و سرعت نور در آن $۳\times ۱۰^{۸}\, m/s$ است

$$\frac{V_2}{V_{air}} = \frac{n_{air}}{n_2} \rightarrow V_2 = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{\frac{۳}{۲}} = ۲\times ۱۰^{۸}\, m/s$$

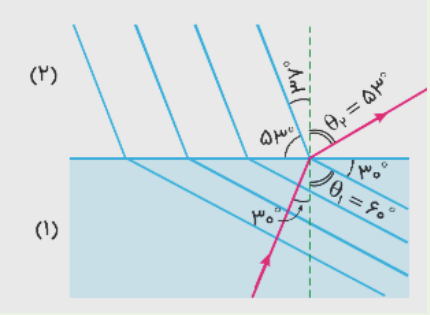
مثال ۲۱۶) #احتمالی_۱۴۰۰ ، مشابه ریاضی ۹۹ ؛ **در شکل زیر جبهه‌های موج تختی**

پس از عبور از مرز مشترک درمحیط شکسته می‌شوند اگر تندی موج در محیط (۱)، $۵۰\, m/s$ باشد، تندی آن در محیط دوم چند متر بر ثانیه است؟

$$(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶ \;,\; \sin ۵۳^\circ = ۰/۸ \;,\; \sin ۶۰^\circ = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \;,\; \sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲})$$



ابتدا زاویهٔ پرتوهای تابش و شکست موج را به دست می‌آوریم. دقت کنید که پرتو موج بر جبههٔ موج عمود است.



در شکل می‌بینیم که $\theta_1 = 30^\circ$ و $\theta_2 = 53^\circ$ است.

حال از قانون شکست عمومی موج، تندی موج را در محیط دوم به دست می‌آوریم:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow n_1 \times \text{Sin}30 = n_2 \times \text{Sin}53 \rightarrow n_1 \times \frac{1}{2} = n_2 \times \frac{8}{10} \rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{8}{10}} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$$

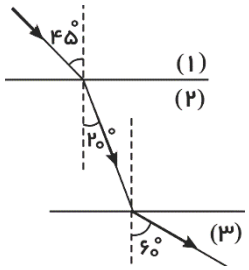
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{V_2}{50} = \frac{8}{5} \rightarrow V_2 = 80$$

مثال۲۲۳) مشابه ریاضی۹۸ و ۸۹ ، تجربی ۹۲ و ۸۶ و خارج تجربی ۹۱ :

در شکل مقابل سطح جدایی محیط های شفاف با هم موازیند

الف)چه رابطه ای بین ضریب شکست ها و سرعت انتشار نورها برقرار است ؟

ب) سرعت نور در محیط ۳ چند برابر سرعت نور در محیط ۱ است ؟



الف) زاویه با خط عمود برامون مهمه ها . اگه یه وقت زاویه ی پرتوها باسطح را دادند خودتون زاویه با خط عمود را بیابین

$$i_3 > i_1 > i_2 \xrightarrow{i \propto \frac{1}{n}} n_2 > n_1 > n_3$$

$$i_3 > i_1 > i_2 \xrightarrow{i \propto v} V_3 > V_1 > V_2$$

ب) برای مقایسه ضریب شکست یا سرعت نور در دو محیط به محیط واسط توجه نکنید اول و آخر را ببینید و دکارت را برای اول و آخر بنویسید

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{n_1}{n_3} \xrightarrow[\frac{n_1}{n_3} = \frac{Sin60}{Sini45} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}]{n_1 Sini45 = n_3 Sin60} \frac{V_3}{V_1} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \xrightarrow{\times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}} \frac{\sqrt{6}}{2}$$

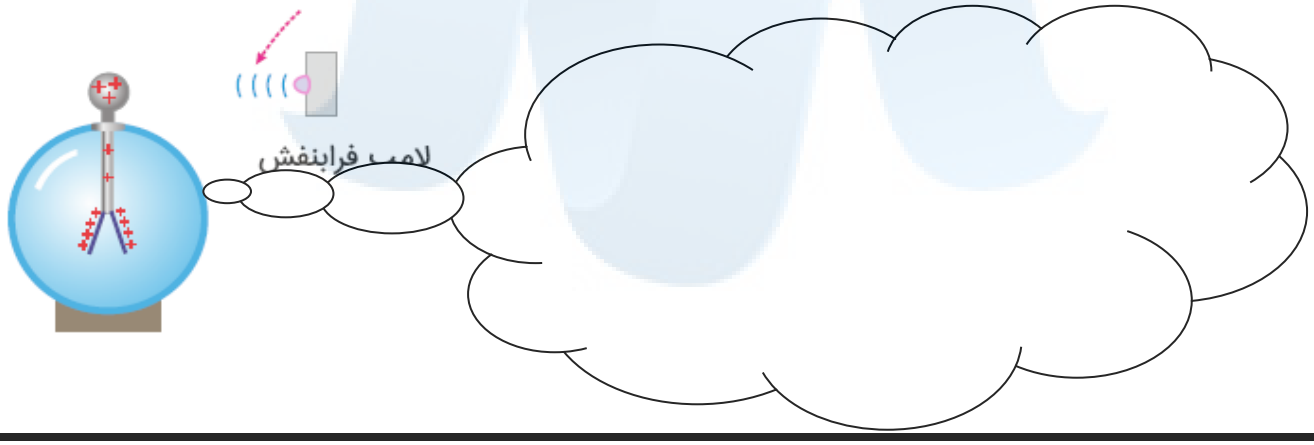
فیزیک اتمی

اثر فوتوالکتریک و فوتون

توضیح شکل کتاب درسی ؛

اگر بر کلاهک برق نمایی با بار منفی ، نور فرابنفشی تابیده شود مشاهده می شود که انحراف ورقه های آن به سرعت کاهش می یابد در حالی که با تابش نور مریی ، تغییری در ورقه های برق نما رخ نمیدهد دلیل این موضوع این است که ؛ نوری که بر سطح ورقه ها تابیده میشودوقتی میتواند از سطح آن الکترون جدا کند که بسامد و انرژی کافی را داشته باشد نور فرابنفش این انرژی را دارد و نور مریی ندارد

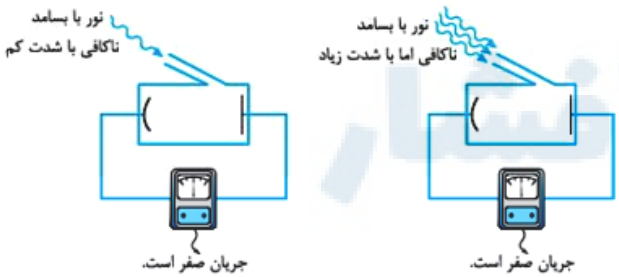
بیشتر از شکل کتاب درسی ؛ کتاب درسی به دو شکل بالا اکتفا کرده است اما حالت دیگری وجود دارد که به شدت مورد توجه آزمونهای قلم چی و گاج بوده است به شکل زیر دقت کنید



مثال ۱) صفحه ی فلزی هدف و جمع کننده ی فلزی درون یك محفظه ی شیشه ای خلا قرار دارند و از بیرون به یك گالوانومتر (آمپرسنج حساس) متصل شده اند نوری بر سطح صفحه ی هدف تابیده می شود گالوانومتر عبور جریان را نشان نمیدهد

این به معنای آن است که نور تابیده شده .....

حال اگر شدت این نور را زیاد کنیم .....

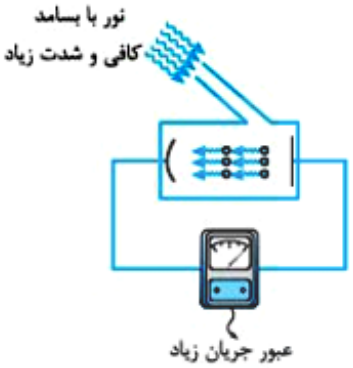


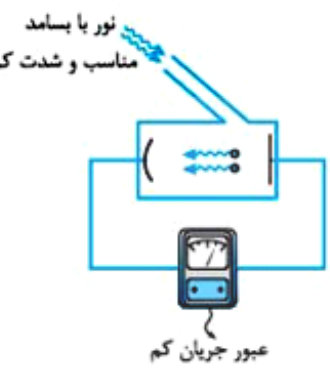
نتیجه اولیه ؛

اگر یک فوتون با یه رنگ یا بسامد خاص نتونه از سطح فلزی الکترون بکنه ، ۱۰۰ تا از اون هم باشه باز نمیتونه الکترون بکنه

مثال۲) صفحه ی فلزی هدف و جمع کننده ی فلزی درون یك محفظه یشیشه ای خلا قرار دارند و از بیرون به یك گالوانومتر (آمپرسنج حساس) متصل شده اند نوری بر سطح صفحه ی هدف تابیده می شود گالوانومتر عبور جریان را نشان میدهد این به معنای ان است که نور تابیده شده.....

حال اگر شدت این نور را زیاد کنیم .....



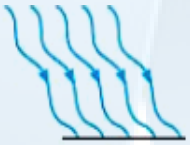


نتیجه ثانویه ؛

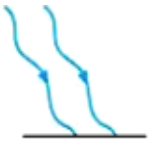
اگر یک فوتون با یه رنگ یا بسامد خاص بتونه از سطح فلزی الکترون بکنه ، ۱۰۰ تا فوتون از اون میتونه دقیقا ۱۰۰۰ تا الکترون بکنه

نتیجه گیری کلی

اضافیش شدت نور وقتی بسامد آن کافی باشد در افزایش تعداد الکترونهای کنده شده موثر است (یک نور بتونه الکترون بکنه ، ۱۰۰ تا ۱۰۰ میکنه)



نور با شدت زیاد و بسامد نامناسب: فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.



نور با شدت کم و بسامد نامناسب: فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

اضافیش شدت نور وقتی بسامد آن کافی نیست هیچ تاثیری در کنده شدن الکترون از سطح فلز ندارد (یک نور نتونه ، ۱۰۰ تا هم نمیتونه)

نور با شدت زیاد و بسامد مناسب: فوتوالکتریک رخ می‌دهد و الکترون‌های بیشتری کنده می‌شود.

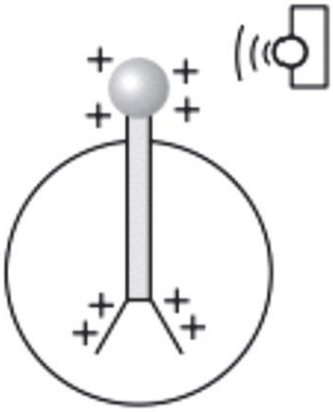
نور با شدت کم و بسامد مناسب: فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

بررسی	افزایش شدت نور تابشی با ثابت ماندن بسامد	افزایش بسامد نور تابشی با ثابت ماندن تعداد فوتون
روی رخ دادن پدیده فوتوالکتریك	تاثیر ندارد	تاثیر دارد
روی افزایش جریان اولیه	تاثیر دارد	تاثیر ندارد

مثال ۰۳) بنا بر نظریه انشتین هر فوتون چه تعداد الکترون میتواند از سطح یك فلز جدا کند ؟

بنا بر نظریه اینشتین ، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می تابد هر فوتون با یکی از الکترونهای فلز بر همکنش می کند (یک نور ، یا یک فوتون ، اگر بسامدش کافی باشه فقط یک الکترون میکنه و ۱۷ فوتون با بسامد کافی دقیقا ۱۷ الکترون از سطح فلز جدا می کند)

مثال٤)#احتمالی_۱۴۰۰ ؛



مطابق شکل زیر به کلاهك یك برق نما با بار الکتریکی مثبت ،
پرتوها یی تابانده می شود و فاصله ورقه ها تغییر میکند
چه تعداد از گزاره های زیر در مورد این آزمایش درست است ؟
الف) بار الکتروسکوپ و فاصله ورقه ها با تاباندن نور زیاد می شود
ب) فاصله ورقه ها با تاباندن نور ابتدا کاهش سپس افزایش پیدا میکند
پ) افزایش بسامد پرتوهای فرودی منجر به افزایش فاصله ی ورقه ها می شود
ت) افزایش بسامد پرتوهای فرودی منجر به کاهش فاصله ی ورقه ها می شود
ج) افزایش شدت پرتوها با ثابت ماندن بسامد ، منجر به افزایش فاصله ی ورقه ها می شود
د) کاهش شدت پرتوها با ثابت ماندن بسامد ، منجر به افزایش فاصله ی ورقه ها می شود
۱) یك مورد ۲) دو مورد ۳) سه مورد ٤) چهار مورد

✍بررسی نظریه کوانتومی ، پلانک درباره ی تابش :

اینشتین در نظریه ی فوتوالکتریک خود با توجه به کارهای قبلی پلانک در زمینه تابش گرمایی اجسام ، فرض کرد نور با بسامد f را میتوان مجموعه ای از بسته های انرژی در نظر گرفت هر بسته انرژی را فوتون می نامیم

	$E = n h f$ انرژی امواج الکترومغناطیس (نور)
n	**n** تعداد فوتون است و یک عدد صحیح است وجود **n** در فرمول انرژی به ما نشان میدهد انرژی امواج الکترومغناطیس **پیوسته نیست و کوانتومی می باشد** / وقتی میگن کوانتوم انرژی یعنی $E = h f$
h	**h** ثابت پلانک است و **نیازی به حفظ کردن نیست** و برابر است با $h = ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} ev.s$, $۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴} J.s$ اگر **h** را بر حسب **ev.s** در فرمول قرار دهیم انرژی بر حسب **ev** به دست می آید اگر **h** را بر حسب **J.s** در فرمول قرار دهیم انرژی بر حسب **J** به دست می آید اما تبدیل ژول به الکترون ولت و برعکس را طبق $۱ ev \leftrightarrow ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J$ **حتما حفظ کنید** این تعریف برای امتحان ترم میتونه سوال بشه ؛ یک الکترون ولت را تعریف کنید مقدار انرژی لازم برای تغییر انرژی یک الکترون در جابه جایی بین دو نقطه با اختلاف پتانسیل یک ولت می باشد
f	از آنجاییکه با تغییر محیط ، بسامد نور ، عوض نمی شود ، **انرژی و رنگ آن هم عوض نمی شود** چون این دو به بسامد وابسته انداگر به جای بسامد ، طول موج نور داده شد . داریم : $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow f = \frac{V}{\lambda}$ که منظور از V سرعت نور است که در هوا $۳ \times ۱۰^{۸} m/s$ و در یک محیط شفاف به ضریب شکست **n** این سرعت برابر است با $\frac{c = ۳ \times ۱۰^{۸}}{n}$

مثال٦) انرژی فوتونی که طول موج آن درشیشه $۲۰۰nm$ است چند الکترون ولت و چند ژول است ($n_{glass}=\frac{۳}{۲}, h=۴\times۱۰^{-۱۵} ev.s$)

ب) اگر این فوتون وارد هوا شود انرژی آن چه تغییری می کند ؟

اولا : اگر برای محاسبه ی انرژی نور ، طول موج آن را دادند باید اول بسامد آن را طبق رابطه ی $f=\frac{V}{\lambda}$ حساب کنید

دوما : منظور از V سرعت نور است . که در خلا (یا هوا) اندازه ی آن برابر است با : $۳\times۱۰^{۸} m/s$.

سوما : اگر نور در محیط شفافی به ضریب شکست n بود. سرعت نور در آن برابر است با $\frac{c=۳\times۱۰^{۸}}{n}$

چهارما : برای تبدیل انرژی از الکترون ولت به ژول ، یادتون باشه یک الکترون ولت معادل $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$ ژول است.

پنجما : وقتی میگه فوتونی ، یعنی یک فوتون و $n=۱$ می باشد

ششما : از آنجاییکه با تغییر محیط ، بسامد نور ، عوض نمی شود ، انرژی و رنگ آن هم عوض نمی شود چون این دو به بسامد وابسته اند

$$V_{glass}=\frac{V_{air}}{n'}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{\frac{۳}{۲}}=۲\times۱۰^{۸} m/s$$

$$E=nhf \xrightarrow{f=\frac{V}{\lambda}} ۴\times۱۰^{-۱۵}\times\frac{۲\times۱۰^{۸}}{۲۰۰\times۱۰^{-۹}}=۴\times۱۰^{-۱۵}\times۱۰^{۱۵}=۴ev$$

$$E=۴\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}=۶/۴\times۱۰^{-۱۹} J$$

چند نکته در مورد انرژی :

نکته ۱ : اگر **توان مفید** یک منبع نور را بدهند حاصلضرب توان در زمان ، برابر با انرژی آن منبع خواهد بود $E=P_{out}\times t$

نکته ۲ : این انرژی میتواند می تواند به شکلی مصرف شود مثلا برای ذوب یخ صفر استفاده شود $E=Q\rightarrow nhf=ml_f$

هشدار : دقت کنید چه در تولید انرژی $E=P_{out}\times t$ و چه در مصرف آن، $E=Q$ انرژی بر حسب **ژول** می باشد

مثال۷) بیشتر از خارج تجربی ۹۹ و مثال کتاب درسی : یک لامپ ۱۰۰ واتی نوری با طول موج $۶۰۰\mu m$ تولید می کند . اگر بازده لامپ ۲۰ درصد باشد الف)

در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می شود ؟ $h=۴\times۱۰^{-۱۵} ev.s$

ب) با کاهش توان لامپ ، شدت نور چشمه فرودی و شمار فوتون های گسیل شده از چشمه چه تغییری میکند ؟

$$P\times t=E \xrightarrow{E=nhf} nhf=Ra\times P\times t$$

$$\rightarrow \underbrace{\underbrace{n\times۴\times۱۰^{-۱۵}\times\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۶۰۰\times۱۰^{-۶}}}_{ev}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}_{J}=\underbrace{۰/۲\times۱۰۰\times۶۰}_{J}$$

$$\rightarrow n\times۳/۲\times۱۰^{-۲۲}=۱۲۰۰\rightarrow n=۳۷۵\times۱۰^{۲۲}=۳/۷۵\times۱۰^{۲۴}$$

$$P\times t=nhf \xrightarrow{P\downarrow} (nhf)\downarrow \rightarrow n\downarrow$$

مثال ۸) ریاضی ۹۸ ؛ یك لامپ با توان تابشی ٤٠ وات پرتوها یی با طول موج ٦٠٠ نانومتر و لامپ د یگر با توان تابشی ٦٠ وات، پرتوها یی با طول موج ٤٠٠ نانومتر تولید می‌کند. در مدت زمان مساوی، تعداد فوتون‌های گسیل شده از لامپ دوم چند برابر لامپ اول است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۴}{۹}$ ۳) $\frac{۹}{۴}$ ٤) $\frac{۸۱}{۱۶}$

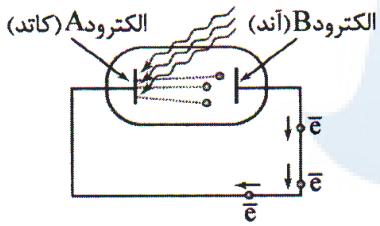
$$n\,h\,f = P \times t$$

$$\rightarrow n_۲ h\frac{v}{۴۰۰\times ۱۰^{-۹}} = ۶۰\times t \rightarrow \frac{n_۲ h\frac{v}{۴۰۰\times ۱۰^{-۹}}}{n_۱ h\frac{v}{۶۰۰\times ۱۰^{-۹}}} = \frac{۶۰\times t}{۴۰\times t} \rightarrow \frac{n_۲\frac{۱}{۴}}{n_۱\frac{۱}{۶}} = \frac{۶}{۴} \rightarrow \frac{n_۲ ۳}{n_۱ ۲} = \frac{۳}{۲} \rightarrow \frac{n_۲}{n_۱} = ۱$$

$$\rightarrow n_۱ h\frac{v}{۶۰۰\times ۱۰^{-۹}} = ۴۰\times t$$

آشنایی با تابع کار و بسامد آستانه و طول موج آستانه

مثال۱۱) پد یده فوتوالکتریك را تعریف کنید ؟ فوتو الکترون ها چه هستند ؟



به جدا کردن الکترون از سطح یک فلز توسط تاباندن نور بر آن را پدیده‌ی فوتوالکتریک می گوییم

و الکترون‌های گسیل شده از سطح فلز را فوتوالکترون می‌نامند

مثل باتری خورشیدی درماشین حساب (مبدل نور به به جریان الکتریکی ، همون مربع های قهوه ای رنگ مربع شکل که بالای ماشین حساب قرار دارن)

مثال۱۲) تابع کار را تعریف کنید ؟حداقل انرژی یک فوتون لازم برای کندن الکترون از سطح یک فلز را تابع کار آن فلز می گوییم و با $w_.$ نشان می دهیم $w_. = hf_.$

مثال۱۳) بسامد آستانه (یا بسامد قطع) را تعریف کنید ؟حداقل بسامدی که یک فوتون باید داشته باشد تا بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند و با $f_.$ نشان می دهیم و از رابطه $w_. = hf_.$ به دست می آید

مثال ١٤) طول موج آستانه (یا طول موج قطع) را تعریف کنید ؟

*حداکثر طول موجی که یک فوتون باید داشته باشد تا بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند و با $\lambda_.$ نشان می دهیم

از رابطه $\lambda_. = \frac{v}{f_.}$ دست می آید $E_{min} = hf_{min} = h\frac{v}{\lambda_{max}} \rightarrow w_. = hf_. = h\frac{v}{\lambda_.}$

مثال ١٦) ناسازگاری فیزیك کلاسیك و نوین در تفسیر پد یده فوتوالکتریك را بیان کنید

فیزیک کلاسیک: اگر شدت نور تابشی کافی باشد در هر بسامدی از پرتوی تابیده شده ،پدیده فوتوالکتریک رخ می دهد

زیرا با افزایش شدت نور تابشی ، و افزایش نیروی $F = Eq = -Ee$ دامنه ی نوسان الکترونها زیاد و انرژی جنبشی لازم برای جدا شدن از سطح فلز را پیدا می کنند بنا بر این دیدگاه کلاسیکی ، این پدیده با هر بسامد رخ می دهد

کلاسیک به صورت خلاصه این جوری میگه ؛

اگر شدت نور تابشی کافی باشد در هر بسامدی از پرتوی تابیده شده ، پدیده فوتوالکتریک رخ می دهد

فیزیک نوین : اگر بسامد پرتوی فرودی از بسامد آستانه ،کمتر باشدتحت هیچ شرایطی پدیده ی فوتوالکتریک رخ نمی هد

بیان خودمانی : کلاسیک میگه واسه رخ دادن پدیده فوتوالکتریک n (شدت نور تابشی) مهمه اما فیزیک نوین میگه n کیلویی چنده

مثلا اگه یه جا فوتونی از نور سبز نتونه از سطح فلزی الکترون آزاد کند ۱۰۰ تا فوتون نور سبز هم نمی تونه این کارو انجام بده

مثال ۱۷) ریاضی ۹۸ ، تجربی ۹۶ ، خارج ریاضی ۹۵ : تابع کارفلزی ۲/۰۷ الکترون ولت است $h = ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} ev.s$

الف) بسامد آستانه (یا بسامد قطع)فلز را بر حسب پتا هرتز حساب کنید

(کمترین بسامدی که منجر می شود پدیده مشاهده شود چه قدر است ؟)

ب) طول موج آستانه (طول موج قطع) فلز را بر حسب نانومتر حساب کنید

(بلندترین طول موجی که سبب گسیل فوتو الکترون می شود ، چه قدر است ؟)

ج) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ نوری با طول موج ۶۵۰نانومتر را بر سطح این فلز می تابانیم. آیا پدیده فوتو الکتریک رخ می دهد ؟

$$w_{\circ} = hf_{\circ} = ۲/۰۷$$

$$۲/۰۷ = ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times f_{min} \rightarrow f_{min} = f_{\circ} = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{۱۵} Hz = ۰/۵ pHZ$$

$$\lambda_{\circ} = \frac{v}{f_{\circ}} \rightarrow \lambda_{max} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{\frac{۱}{۲} \times ۱۰^{۱۵}} = ۶ \times ۱۰^{-۷} m = ۶۰۰ nm$$

آموزش کلیات طیف ؛

طیف پیوسته ؛ طیف ناشی از **جامدات ملتهب** و **مذاب فلزات** می باشد و فاصله ای بین طول موج های آن نیست ، و طیف پیوسته است

از این طیف **نمی توان** برای شناسایی عناصر استفاده کرد زیرا این طیف **فقط به دمای جسم بستگی داشته** و به **جنس آن ربط ندارد**

طیف خطی یا گسسته(طیف اتمی):

طیف ناشی از **بخار فلزات** یا **گازهای ملتهب** ، که به صورت چند خط رنگی جدا از هم می باشد که به آن طیف خطی یا **طیف اتمی** گوییم.

از این طیف برای شناسایی عناصر استفاده می کنیم چون طیف بخار هر عنصر **منحصر به فرد** است

طیف نشری (گسیلی) خطی :

طیفی است که از منبع نور **مستقیما** وارد طیف نما می شود مثلا طیف ناشی از بخار **رقیق** نئون (تحت ولتاژ **بالا**) که دارای خط های قرمز و جدا از هم می باشد که به آن **نشری خطی** میگوییم

طیف جذبی خطی :

اگر نور سفید را از یک محیط واسط (بخار سرد یک عنصر) عبور دهیم همان رنگی را که قبلا مستقیما توسط بخار عنصر گسیل می شد ،توسط نور سفید جذب می شود و در طیف نما به جای آن رنگ ، **خطهای تاریکی** ظاهر می شود و هر خط سیاه به معنای **حذف یک طول موج** است برای مثال اگر نور سفید را پس از عبور از بخار نئون واردطیف نما کنیم رنگ قرمز جذب می شود و به جای آن خط های تاریکی مشاهده می شود (مثل طیف نور خورشید)

کدوم طیف است که منحصر به فرد است ؟

کدام طیف است که برای شناسایی عناصر به کار می رود ؟

کدام طیف است که

فیزیک کلاسیک (رادرفورد) در توجیه آن ناتوان بود ؟

کدام طیف است که در حالت نشری کاملا مکمل حالت جذبی است ؟

جواب همه ی این سوالات یک کلمه است

طیف خطی

یا **طیق بخار عناصر**

یا **طیف اتمی**

بررسی خط به خط ، کلمه به کلمه ی کتاب درسی نظام جدید

۱) آزمایش نشان می‌دهد، از سطح **همه اجسام** در **هر دمایی** موج‌های الکترومغناطیسی **گسیل** و **جذب** می‌شود گسیل موج‌های الکترومغناطیسی را از سطح اجسام **تابش گرمایی** می‌نامند

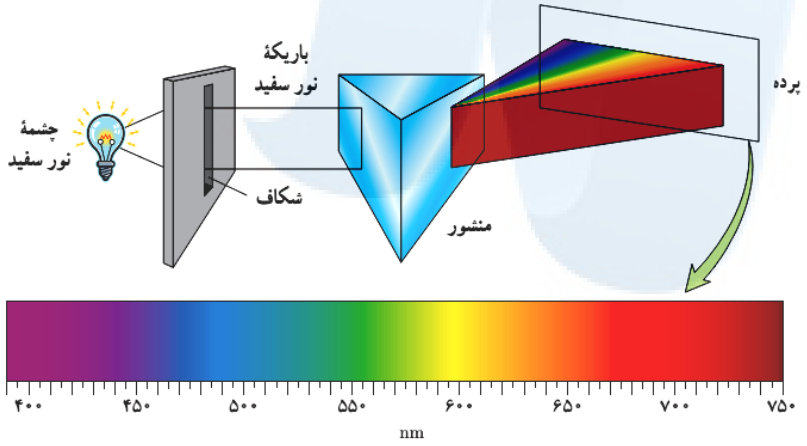
۲) اجسام در دماهای بالاتر از سطح خود نور مریی گسیل می کنند

۳) در دماهای معمولی بیشتر تابش گسیل شده توسط اجسام در **ناحیه فروسرخ** قرار دارد

۴)دلیل دیده نشدن بعضی از این تابش‌ها (مثلا در دمای اتاق) **نبودن تابش ، نیست** بلکه به این علت است که این تابش در ناحیه **فروسرخ** قرار دارند

۵) وقتی دما به اندازه کافی بالا رود **طول موج امواج تابشی کم** می شود و **نور قرمز**(اولین نوری که مشاهده می‌شود) گسیل می‌شود دردماهای باز هم بالاتر ، از جسم نور **سفیدی** گسیل می شود که **همه ی** طول موج های نور مریی را در خود دارد با افزایش دما محدوده ی طول موج هایی که جامد یا مایع ملتهب و یا گاز تابش می کند **افزایش** می یابد

نشری پیوسته یا گسیلی پیوسته

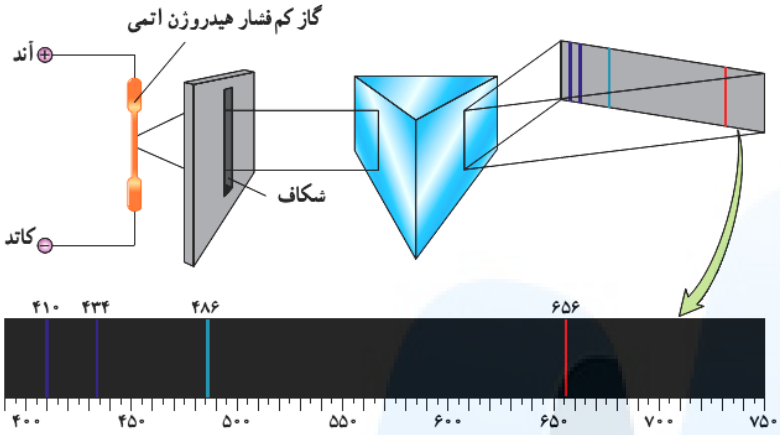


شکل ۵ــ۶ طیف گسیلی پیوستهٔ نور سفید از رشتهٔ داغ یک لامپ روشن. در این شکل تنها بخش مرئی طیف نشان داده شده است که گسترهٔ طول‌موج آن از حدود ۴۰۰nm (نور بنفش) تا حدود ۷۵۰nm (نور قرمز) است.

۶) برای یک جسم جامد ، نظیر رشته ی داغ یک لامپ روشن امواجی که تابش می شود شامل گستره ی پیوسته ای از طول موج هاست که به آن طیف گسیلی پیوسته یا طیف پیوسته می گویند تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ، ناشی از بر همکنش قوی بین اتم های سازنده ی آن است

۷) طیف **جامدات** و **مایعات ملتهب** و یا **مذاب فلزات** ، **پیوسته**می باشد و **نمی توان** از آن برای شناسایی عناصر استفاده کرد زیرا این طیف **فقط به دمای جسم بستگی داشته** و به **جنس آن ربط ندارد (یعنی طیف دو جسم جامد با جنس متفاوت اما دمای یکسان ، عین هم می باشد)**

نشری خطی
یا
گسیلی خطی



۸) ✪ گازهای **کم فشار** و **رقیق** که اتم های منفرد آنها از برهمکنش های قوی موجود در جسم جامد آزادند طیف گسسته را گسیل می کنند که شامل طول موج های معینی است این طیف گسسته را طیف گسیلی خطی یا طیف اتمی می نامند

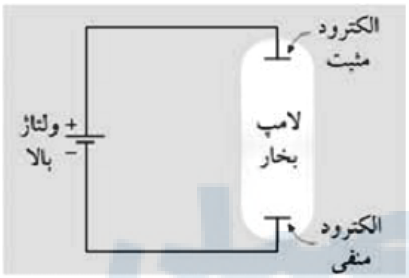
طول موج های ایجاد شده در طیف گسسته برای اتمهای هر گاز **منحصر به فرد** است و اطلاعاتی را در باره ی نوع و ساختار اتم آن گاز به دست می دهد

۹) ✪ **طیف اتمی** : طیف نور گسیل شده از **بخار رقیق** هرعنصر تحت **ولتاژ بالا** را طیف اتمی آن عنصر می نامند

که **خطی یا گسسته** است ولتاژ بالا سبب تخلیه ی الکتریکی در گاز می شود و اتم های گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می کنند

آزمایش نشان میدهد که طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده ، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد

عنصری که داخل لامپ قرار دارد	رنگ نوری که از لامپ گسیل می شود
بخار جیوه	نیلی- آبی
نئون	قرمز
سدیم	زرد

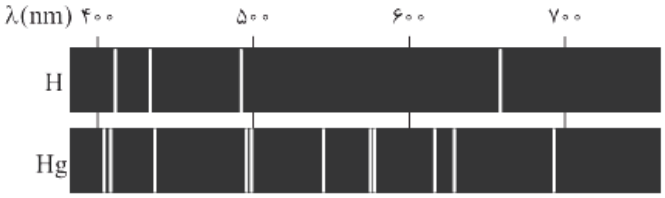


مثال۲۲) طیف لامپ نئون روشن چگونه است؟

۱) جذبی خطی **۲) گسیلی پیوسته** **۳) جذبی پیوسته** **٤) گسیلی خطی**

✪ دو نکته ی خیلی مهم

طیف گسیلی بخار عنصر با خط های سفید رنگ ، و طیف جذبی بخار عنصر با خط های مشکی رنگ تیکه تیکه می شود



برای مثال ؛ به طیف نشان داده شده برای دو عنصر هیدروژن و جیوه در شکل روبه رو دقت کنید از این شکل ها نتیجه میگیریم :

اولا : این طیف ها ، طیف اتمی یا طیف گسیلی این دو عنصر می باشد (نه طیف جذبی) چون با خط سفید تیکه تیکه شده

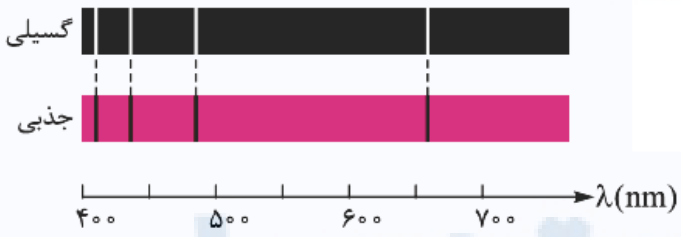
ثانیا : این دو طیف از لحاظ تعداد **خطوط** و **طول موج** با هم متفاوت هستند زیرا طیف هر عنصر منحصر به فرد است (چه گسیلی چه جذبی) به عبارتی **طیف گسیلی و جذبی اتمی هیچ دو عنصری مشابه نیست**(مثل اثر انگشت انسانها)به همین دلیل از این دو طیف (**طیف اتمی گسیلی و طیف جذبی**) برای **شناسایی عناصر** می توان استفاده کرد (هر دو تا خطی یا گسسته اند)

مثال۲۳) کدام یك از طیف های زیرمی تواند در شناسایی عنصر به کار رود ؟

۱) آهن گداخته **۲) مذاب فلز**

۳) بخار سدیم **٤) هر سه**

اتم بخار هر عنصر دقیقا همان طول موج هایی از نور سفید را جذب می کند که **اگر تحریک شود می تواند تابش کند** بنابراین : طیف جذبی و طیف اتمی یک عنصر **مکمل** یکدیگر هستند



مثال۲۵) نور طلای مذاب قبل از ورود به طیف‌نما از بخار جیوه عبور می‌کند چگونه طیفی ایجاد می‌شود؟

۱) گسیلی پیوسته **۲) گسیلی خط**

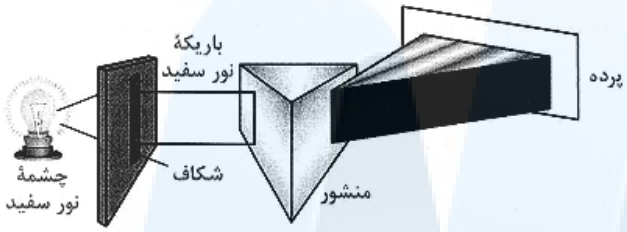
۳) طیف رنگی دارای خطوط جذب **٤) طیفی ایجاد نمی‌شود.**

سه شکل خیلی مهم از کتاب درسی

مثال ۰۲٤) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛

در شکل مقابل یکی از روش‌های طیف نمایی مشخّص شده است. طیف حاصل از این روش کدام است؟

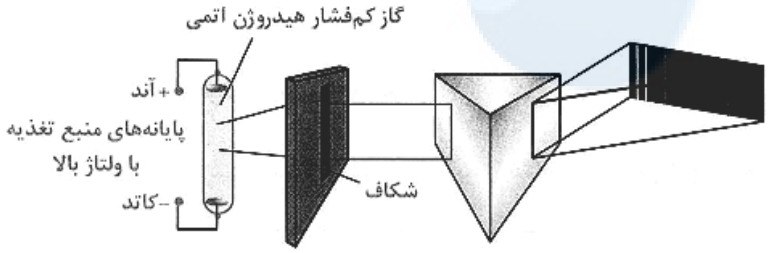
۱) جذبی خطی
۲) جذبی پیوسته
۳) گسیلی خطی
٤) گسیلی پیوسته



مثال ۰۲۵) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛

در شکل زیر یکی از روش‌های طیف نمایی مشخص شده است. طیف حاصل از این روش کدام است؟

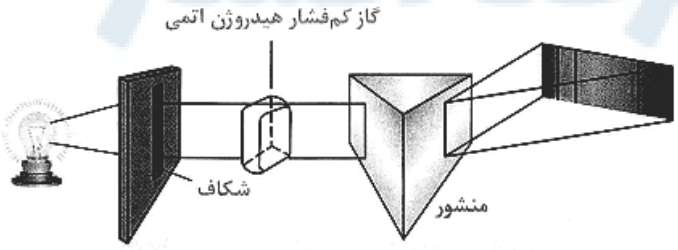
۱) جذبی خطی
۲) جذبی پیوسته
۳) گسیلی خطی
٤) گسیلی پیوسته



مثال ۰۲٦) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛

در شکل زیر یکی از روش‌های طیف نمایی مشخص شده است. طیف حاصل از این روش کدام است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) جذبی خطی
۲) جذبی پیوسته
۳) گسیلی خطی
٤) گسیلی پیوسته



درون لامپ فلورسان یک ماده شیری رنگ وجود دارد که **نور فرابنفش را به نور مرئی** تبدیل می کند.

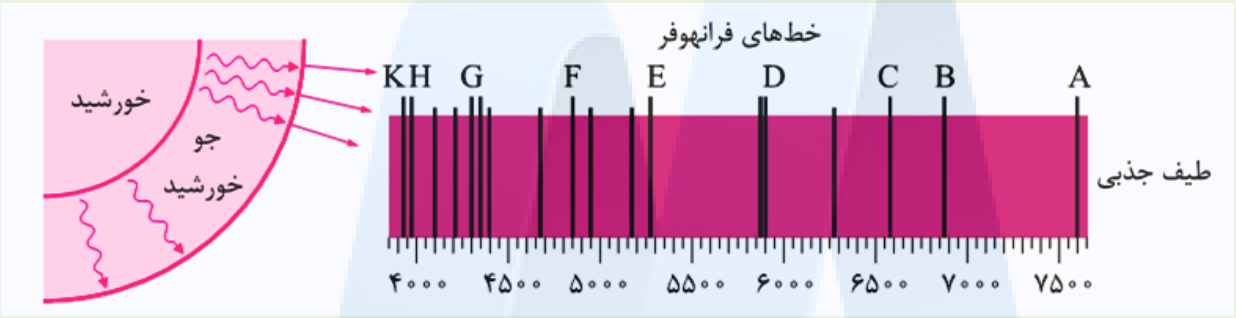
دانشمندی به نام فرانهوفر **خط های تاریکی** را در طیف **پیوسته خورشید** مشاهده کرد که دلیل آن

این بود که گازهای عنصرهای موجود در **جو خورشید بعضی** از طول موج های گسیل شده از خورشید را جذب می کنند

این **خط های تاریک** را **خط های فرانهوفر** نامیم بنابراین ، **طیف نور خورشید جذبی خطی است**

دقت کنید که گفتیم **بعضی از طول موج های گسیل شده توسط خورشید** را جذب می کنند (نه همه ی طول موج ها) و این خط های جذب شده

بالای ۹۵ درصد توسط عناصر موجود در جو خورشید و تقریبا ۵ درصد توسط عناصر موجود در جو زمین می باشد



جمع بندی و یادآوری چند نکته خیلی مهم از مطالب قبلی :

۱) برای شناسایی عنصر میتوان از این طیف استفاده کرد (آهن گداخته - مذاب فلز - بخار سدیم)

۲) بخار یک عنصر در حالت ملتهب رنگ آبی را تابش کند ولی رنگ قرمز را تابش نکند حال اگر نور سفید را از بخار سرد

همین عنصر عبور دهیم (رنگ آبی – رنگ قرمز) را تابش می کند و (رنگ آبی – رنگ قرمز) را جذب می کند

۳) گازهای عنصرهای موجود در (جو خورشید – جو زمین) (بعضی از طول موج های - تمامی طول موج های)

گسیل شده از خورشید را جذب می کنند این **خط های تاریک** را **خط های فرانهوفر** نامیم بنابراین ، طیف نور خورشید

(جذبی خطی – نشری خطی)است .**خطوط فرانهوفر** همان طول موج های جذب شده توسط **عناصر**(جو خورشید – جو زمین) است

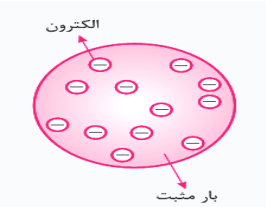
بررسی الگوی اتمی و خط به خط کتاب درسی

تامسون معتقد بود :

الکترون ها مانند کشمش های درون یک کیک کشمشی هستند و ذرات مثبت همچون

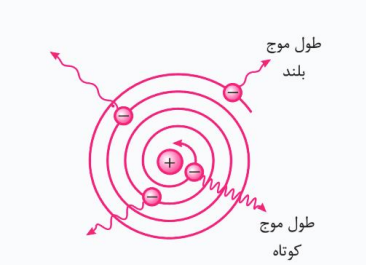
ذرات کیک در اندازه های ریزی کل حجم اتم را تشکیل داده اند . اشکال این مدل اینه که با واقعیت

منطبق نیست چون بار مثبت اتم باید در بخش کوچکی در مرکزاتم متمرکز باشد)



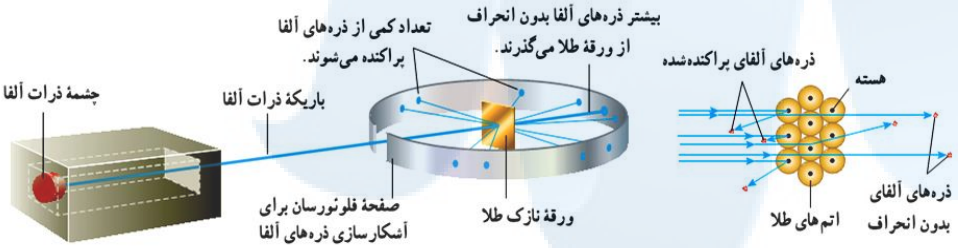
رادرفورد معتقد بود :

بار مثبت در ناحیه مرکزی با حجم کم کنار هسته قرار دارنددر اطراف آن الکترون با بار منفی است



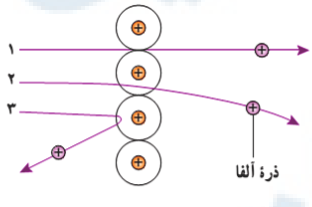
(اما رادرفورد در الگویی که برای اتم ارائه کرد به این که الکترون ها در اتم **چگونه حرکت می کنند اشاره نکرد**) اگر در مدل اتمی رادرفورد فرض کنیم الکترون ساکن می باشد نیروی ربایشی بین هسته و الکترون منجر به سقوط الکترون روی هسته و در نتیجه ناپایداری اتم می شود (که در واقعیت این گونه نیست) اگر در مدل اتمی رادرفوردفرض کنیم الکترون حرکت می کند براساس نظریه الکترومغناطیس کلاسیک فرکانس بسامد گسیل شده باعث کاهش انرژی و کاهش تدریجی شعاع حرکت می شود در نتیجه پس از دورهای متوالی الکترون روی هسته سقوط می کند.(این هم با واقعیت سازگار نیست) رادرفورد از آزمایش پرتاب ذره ی آلفا به ورقه های طلا خود نتیجه گرفت که ذره های بدون انحراف باید از قسمت هایی از ورقه گذشته باشند که تهی بوده باشد در حالی که ذره هایی با انحراف شدید از مرکز هایی بسیار چگال و دارای بار مثبت منحرف شده اند **بنابراین ؛**

باید هسته ای چگال و دارای بار مثبت در مز کز هر اتم باید باشد که با مدل اتمی تامسون مغایرت داشت



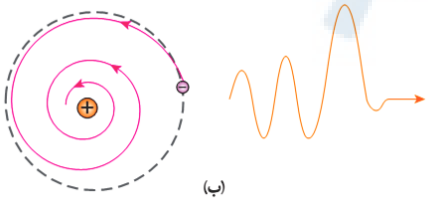
بنا بر مدل اتمی رادرفورد در حالت طبیعی اتم از نظر الکتریکی خنثی است مدل اتمی رادرفورد را مدل اتم هسته ای یا مدل هسته اتمی می نامند

رادرفورد معتقد بود : بار مثبت در ناحیه مرکزی با حجم کم کنار هسته قرار دارنددر اطراف آن الکترون با بار منفی است.(اما رادرفورد در الگویی که برای اتم ارائه کرد به این که الکترون ها در اتم **چگونه حرکت می کنند اشاره نکرد**) اگر در مدل اتمی رادرفورد فرض کنیم الکترون ساکن می باشد نیروی ربایشی بین هسته و الکترون منجر به سقوط الکترون روی هسته و در نتیجه ناپایداری اتم می شود (که در واقعیت این گونه نیست)اگر در مدل اتمی رادرفورد فرض کنیم الکترون حرکت می کند و همچون سیاره ای منظومه خورشیدی که دور خورشید می چرخند ، به دور هسته در گردش باشند این حرکت پایدار نمیماند زیرا



(الف)

براساس نظریه الکترومغناطیس کلاسیک این حرکت شتابدار الکترون سبب تابش امواج الکترومغناطیس می شود که بسامد آن با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است با تابش موج الکترومغناطیس توسط الکترون از انرژی ان کاسته می شود و کاهش انرژی منجر به کاهش تدریجی شعاع حرکت و افزایش بسامد حرکت ان و در نتیجه افزایش بسامد موج الکترومغناطیس گسیل شده می شود در نتیجه باید طیف امواج الکترومغناطیس گسیل شده از اتم ها پیوسته باشدو الکترون پس از دورهای متوالی الکترون روی هسته سقوط می کند.(این هم با واقعیت سازگار نیست


(ب)

مثال۳۲) الگوی اتمی بور به کمك چهار فرضیه بود که به نظریه کلاسیك افزوده شده بود . آنها را بیان کنید

۱) مدارها و انرژی الکترونها در هر اتم کوانتیده هستند یعنی الکترون ها روی مدارهایی با انرژی و شعاع گسسته و معینی حرکت می کنند

۲) فرض دوم بور این بود که وقتی الکترون در یکی از مدارهای مجاز است در حالت مانا تابشی از الکترون ها گسیل نمی گردد

(در حالی که نظریه کلاسیک پیش از این می گفت در حالت مانا تابش الکترومغناطیس گسیل می گردد)

۳) شعاع مدارهای مانا مقادیر مشخص گسسته ای خواهند داشت که از رابطه $R_n = n^2 R_1$

۴) اگر الکترون از حالت مانا به حالت مانای دیگری با انرژی کمتری برود (یعنی از تراز بالا به تراز پایین برود)

که در این صورت انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی بین دو تراز است.

جمع بندی الگوی اتمی ؛

مدل اتمی رادرفورد	اشکالات ؛ ۱- عدم توجیه پایداری الکترون ۲- عدم توجیه طیف گسسته اتمی	
مدل اتمی بور	۱) جنبه های کلاسیکی بور ؛ یعنی جنبه هایی از نظریه بور که با نظریه رادرفورد مطابقت داشته	تجمع بارمثبت در هسته / چرخش الکترون به دور هسته / نا هم نام بودن بار الکترون و هسته /کوچک بودن ابعاد هسته نسبت به اتم
	۲) جنبه های غیر کلاسیکی بور ؛ یعنی جنبه هایی از نظریه بور که با نظریه رادرفورد مطابقت نداشته است	الکترون ها در فواصل مشخصی از هسته قرار می گیرند انرژی الکترون ها فقط مقادیر خاصی را در بر می گیرد علت تابش ، انتقال الکترون از مدار بالاتر به مدار پایین تر است طیف اتمی هیدروژن طیف گسسته (خطی) است الکترون در مدارهای مانا تا زمانی که به ان انرژی ندهیم به صورت پایدار به دور هسته می چرخد
	۳) اشکالات مدل اتمی بور	مدل بور دو نقص دارد. ۱- این مدل برای وقتی است که تنها یک الکترون به دور هسته می چرخد ۲-این مدل نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را نشان دهد

مدل	بحث .....شد ((کلید واژه ی شناسایی))	گام اول حل این است ((شاه کلید حل سوال))							توضیحات تکمیلی
۱	انرژی به الکترون اتم هیدروژن در مدار لایه n	انرژی (مکانیکی یا کل)		انرژی جنبشی (بستگی ، یونش)					$E_R = ۱۳/۶ ev$ $E_R = ۱۳/۶ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J$ $E_R = \frac{ke^۲}{۲r_۱} = \frac{\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_.}e^۲}{۲r_۱}$
		$E_n = \frac{-E_R}{n^۲}$		$K = \lvert E_e \rvert = \frac{+E_R}{n^۲}$					
۲	ارتباط کمیت با n	شعاع	انرژی	سرعت	سرعت زایه ای	بسامد	دوره ی تناوب	شتاب (نیرو)	این کمیت ها هر مقداری را نمیتواند اختیار کند و کمیتی کوانتومی است تغییرات اندازه ی تمامی کمیت ها به جز(انرژی الکترون) بر اساس تغییر اندازه ی کسر بیان می شود
		$n^۲$	$\frac{۱}{n^۲}$	$\frac{۱}{n}$	$\frac{۱}{n^۳}$	$\frac{۱}{n^۳}$	$n^۳$	$\frac{۱}{n^۴}$	
		سه ستون بالا برای هر دو رشته		چهار ستون بالا ویژه رشته ریاضی					
۳	الکترون از لایه ای به لایه دیگر می رود و فوتون بوجود می آید	معادله ی انرژی		معادله ی طول موج					معادله انرژی به ما انرژی فوتون ، بسامد فوتون و طول موج فوتون را می دهد معادله ی طول موج به ما طول موج ، بسامد ، و انرژی فوتون را می دهد
		$hf = \underbrace{E_{e.End}}_{\frac{-E_R}{n'^۲}} - \underbrace{E_{e.Start}}_{\frac{-E_R}{n^۲}}$		$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$ $(R = ۰/۰۱ \, nm^{-۱})$					

مثال۳۸) #احتمالی_۱۴۰۰ : تجربی ۹۷ و ۹۰ و ۸۷ ، ریاضی ۹۷ خارج ریاضی ۹۴ و ۹۳ : الکترونی از مدار ۲ به مدار ۵ می آید

۱) انرژی آن چند برابر می شود ؟ کمتر می شود یا بیشتر ؟

۲) انرژی جنبشی (انرژی بستگی یا یونش) آن چند برابر می شود ؟ کمتر می شود یا بیشتر ؟

۳) شعاع حرکت چند برابر می شود ؟ کمتر می شود یا بیشتر ؟

٤) سرعت آن چند برابر می شود؟ کمتر می شود یا بیشتر ؟

نکته ؛ با گذار (جابه جایی) الکترون از لایه ای به لایه ی دیگر ، فوتون (نور) بوجود می آید که انرژی و بسامد و طول موج این فوتون به کمک دو معادله ی زیر به دست می آید $E_{hf} = \underbrace{E_{e.End}}_{\frac{-E_R}{n'^2}} - \underbrace{E_{e.Start}}_{\frac{-E_R}{n^2}}$ و $\frac{1}{\lambda \to nm} = 0/01\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$

مثال ٤٠) خارج تجربی ٩٨ ؛

الکترون اتم هیدروژن گذاری را از لایه سوم به لایه اول صورت می دهد سپس از این لایه به لایه دوم برانگیخته می شود انرژی فوتون جذب شده چند برابر انرژی فوتون گسیل شده می باشد ؟

$$\frac{E_{1\to2}}{E_{3\to1}} = \frac{E_2 - E_1}{E_1 - E_3} = \frac{\frac{-E_R}{2^2} - \frac{-E_R}{1^2}}{\frac{-E_R}{1^2} - \frac{-E_R}{3^2}} = \frac{\frac{-E_R + 4E_R}{4}}{\frac{-9E_R + E_R}{9}} = \frac{\frac{3E_R}{4}}{\frac{-8E_R}{9}} = \frac{27}{-32}$$

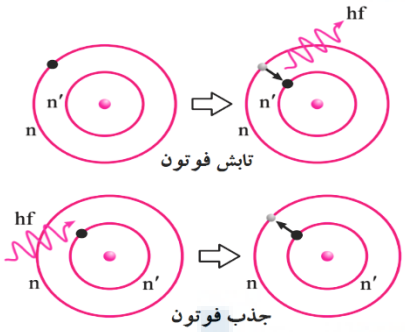
☑نتیجه ی مهم :

۱) فوتون **گسیل شده** حاصل گذار الکترون از لایه **بالاتر** به لایه **پایین تر** می باشد و انرژی این فوتون **منفی** خواهد بود

۲) فوتون **جذب شده** ، حاصل گذار الکترون از تراز **پایین تر** به لایه **بالاتر** می باشد و انرژی این فوتون **مثبت** خواهد بود

نکته ؛ اگر جایی به شما انرژی فوتون را دادند بسیار دقت کنید که علامت آن در معادله + است یا -

اگر الکترون انرژی جذب کند به تراز بالاتر می رود $E = \underbrace{E_{e.End}}_{\frac{-E_R}{n'^2}} - \underbrace{E_{e.Start}}_{\frac{-E_R}{n^2}}$



و اگر نور گسیل کند (تابش کند) به تراز پایین تر می رود.اگر انرژی جذب شده بود با علامت مثبت و اگر گسیل علامت منفی در رابطه قرار دهید.مثلا الکترونی با گسیل ۲ الکترون ولت از ترازی به تراز دیگر می رود یعنی : $E_{e.End} - E_{e.Start} = -2$

مثال ٤١) الکترون اتم هیدروژن در حالت پایه با جذب ۰/۷۵ ریدبرگ برانگیخته می شود و به تراز n می رود، n کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ٤) ٤

در این سوال چون گفته جذب ، علامت انرژی را مثبت گذاشتیم

$$E = E_{e.End} - E_{e.Start} = \frac{-E_R}{n^2} - \frac{-E_R}{1^2} = +\frac{3}{4}E_R \to \frac{-E_R}{n^2} = -\frac{1}{4}E_R \to n = 2$$

مثال ٤٢) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ **اگر الکترون در هیدروژن در مدار ۲ باشد و فوتونی با انرژی $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ جذب کند، شعاع مدار الکترون چند برابر می‌شود؟**

۱) ۱۶ ۲) ۲ ۳) ۸ ٤) ٤

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \rightarrow n_۱ = ۲ \Rightarrow E_۲ = -\frac{E_R}{۴}$$

$$\Delta E = E_{end} - E_{start} \Rightarrow E_{end} = -\frac{E_R}{۴} + \frac{۳}{۱۶}E_R = -\frac{E_R}{۱۶} \Rightarrow -\frac{E_R}{n^۲} = -\frac{E_R}{۱۶} \Rightarrow n = ۴$$

$$\rightarrow \frac{R_۴}{R_۲} = (\frac{۴}{۲})^۲ = ۴$$

نکات تستی مربوط به گذار :

گذار الکترون یعنی جا به جایی الکترون از یک مدار به یک مدار دیگر
اگر الکترون با دریافت انرژی به مدار بالاتر برود **گذار جذبی**
و اگر به مدار پایین تر برود و فوتون تابش کند **گذار را گسیلی** می نامیم

نکات گذار	تعداد کل گذارهای گسیلی	تعداد گذارهای گسیلی متوالی	گذار بزرگ	گذار کوچک	٤ گذار گسیلی مرئی
نکته	$\frac{n(n-۱)}{۲}$	$(n-۱)$	انرژی و بسامد زیاد طول موج کوتاه	انرژی و بسامد کم طول موج زیاد	گذارهای گسیلی مرئی فقط گذارهایی که از ۳ و ۴ و ۵ و ۶ به لایه دوم می باشند مرئی هستند و به ترتیب قرمز ، آبی ، نیلی ، بنفش می باشند

مثال ٤٤) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ **خیلی بیشتر از تجربی ۹۷ و ریاضی ۸٦ ؛ در اتم هیدروژن ، الکترون درتراز $n = ۴$ در حال حرکت است**

۱) از این تراز کلا چند فوتون با گذار مختلف میتواند گسیل شود ؟

۲) از این تراز کلا چند فوتون با گذار متوالی میتواند گسیل شود ؟

۳) از این تراز کلا چند فوتون با گذار مختلف مرئی میتواند گسیل شود ؟

٤) اگر از این گذار نور مرئی گسیل شود تندی حرکت الکترون چند برابر می شود ؟

مثال ٤٥) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ **خیلی بیشتر از تجربی ۹۷ و ریاضی ۸٦ ؛ در اتم هیدروژن ، الکترون درتراز ۴ $n=4$ در حال حرکت است**

۱) کوتاهترین طول موجی که این الکترون میتواند گسیل کند حاصل چه گذاری است ؟

۲) بلندترین طول موجی که این الکترون میتواند گسیل کند حاصل چه گذاری است ؟

۳) کمترین بسامدی که این الکترون می تواند گسیل کند حاصل چه گذاری است ؟

٤) $E_{۴\to۱}=E_{۴\to۲}+\ldots\ldots\ldots\ldots$

٥) $E_{۴\to۱}=E_{۴\to۳}+\ldots\ldots\ldots\ldots+E_{۲\to۱}$

٦) $E_{۴\to۱}-E_{۲\to۱}=\ldots\ldots\ldots\ldots-E_{۵\to۴}$

نکته ؛ هروقت حرف از نور یا فوتونی زدند که الکترون اتمی را یونیزه کند یعنی لایه ی مقصد $n=\infty$ است

مثال ٤٦) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ **خیلی بیشتر از خارج ریاضی ۹۲ و ۹۷ ؛**

در اتم هیدروژن ، الکترون درتراز ۴ $n=4$ در حال حرکت است $R=۰/۰۱\ nm^{-۱}$

۱) کوتاهترین طول موج که این الکترون می تواند گسیل کند چند نانومتر است ؟

۲) بیشترین طول موجی که این الکترون می تواند گسیل کند چند نانومتر است ؟

۳) بیشترین طول موج نوری که بتواند این اتم را یونیزه کند ، چند نانومتر است ؟

به توضیحاتی که در کانال برای این سوال داده می شود به دقت گوش کنید

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\longrightarrow\frac{۱}{\lambda_{۱}}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{۴^{۲}})\to\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱۵}{۱۶})\to\lambda=\frac{۱۶۰۰}{۱۵}=۱۰۶/۶۶\ nm$$

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\longrightarrow\frac{۱}{\lambda_{۲}}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۳^{۲}}-\frac{۱}{۴^{۲}})\to\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۷}{۱۴۴})\to\lambda=\frac{۱۴۴۰۰}{۷}nm$$

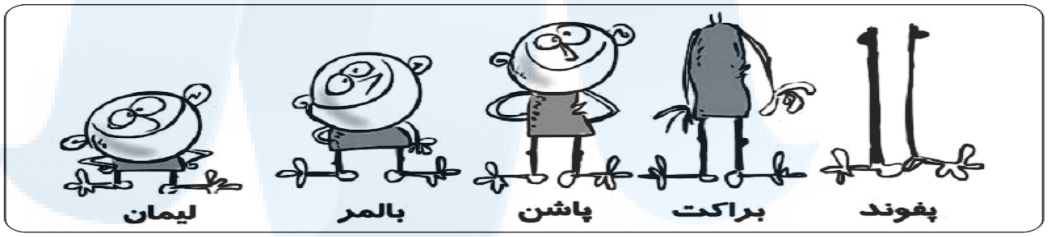
$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\longrightarrow\frac{۱}{\lambda_{۳}}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{\infty^{۲}}-\frac{۱}{۴^{۲}})\to\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{-۱}{۱۶})\to\lambda=۱۶۰۰nm$$

#اختمالی_۱۴۰۰ : خروجگاههای هیدروژنی : بررسی رشته های نامدار گسیلی برای اتم هیدروژن

الکترون ها در **هنگام سقوط** (نه صعود) بر اساس **جایگاه مقصد** (نه مبدا) خود به صورت رشته هایی نام گذاری می شوند سقوط هایی که به لایه های ۱ و ۲و۳ و ۴ و ۵ ختم می شوند به ترتیب به رشته هایی با نام { **لیمان / بالمر / پاشن / براکت / پفوند** } خواهند بود

نام رشته برای تمامی عناصر	nمقصد (انتها)	nمبدا (ابتدا)	محدوده طول موج فقط برای هیدروژن (خیلی مهم)
لیمان	۱	۲،۳ , ۰۰۰	فرابنفش
بالمر	۲	۴،۳ , ۰۰۰	فرابنفش، مرئی (اگه مبدا ۳ تا ۶ باشه مرئی واز ۷ به بعد همه فرابنفشه)
پاشن	۳	۵،۴ , ۰۰۰	فروسرخ
براکت	۴	۶،۵ , ۰۰۰	فروسرخ
پفوند	۵	۸،۷ , ۰۰۰	فروسرخ

طول موج زیاد ، بسامد و انرژی کم ، دما کم



بزرگان تیم طول موج : لیمان میگه: بالمر! پاشو ، برو ، پف کن

نکته۱ : از بالا به پایین ((یعنی از لیمان به پفوند)) ؛ دما کم می شود ، بسامد و انرژی فوتون کم میشود ، ولی طول موج بیشتر می شود

مثلا بیشترین طول موج فروسرخ ، در رشته پفوند خواهد بود و حاصل یک پرش کوتاه در پفوند است یعنی گذار ۶←۵

یا مثلا کم ترین طول موج فروسرخ ، در رشته پاشن خواهد بود و حاصل یک پرش بزرگ در پاشن است یعنی ∞←۳

نکته۲ : خط اول هر رشته ، کوتاهترین پرواز در آن رشته است مثلا خط اول رشته پاشن یعنی سقوط الکترون از لایه ۴ به ۳ و خط دوم رشته پاشن یعنی سقوط الکترون از لایه ۵ به ۳

نکته۳ : رشته های نامدار فقط نشان دهنده ی مقصد الکترون در گزارهای گسیلی (سقوطی) می باشد

بنابراین گذار الکترون از لایه ۲ به ۳ هیچ اسمی ندارد چون صعود است نه سقوط

نکته۴ : لطفا حواستون به رشته **بالمر** باشه ، چون هم در **محدوده ی مرئی** است و **هم فرابنفش**

سقوط های کوتاه روی ۲ را مریی میدانیم ؛ ۳←۲ ؛ قرمز و ۴←۲ ؛ آبی و ۵←۲ ؛ نیلی و ۶←۲ ؛ بنفش می باشند

که این سقوط ها خالق طول موج هایی در محدوده ی ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر می باشد ($۴۰۰nm \leq \lambda \leq ۷۰۰nm$)

نکته۵ : کوچکترین پرش مریی حاصل گذار الکترون از ۳←۲ می باشد و بزرگترین پرش مریی حاصل گذار الکترون از ۶←۲ می باشد

نکته۶ : سقوط های ۷←۲ تا ∞←۲ همگی در محدوده ی فرابنفش است **بلندترین طول موج فرابنفش** در رشته بالمر خواهد بود و حاصل گذار الکترون از ۷ به ۲ می باشد

مثال ۴۹ و ۵۰) بیشتر از ریاضی ۹۹ و خارج ریاضی ۹۹ و خارج تجربی ۹۹ و تجربی ۹۸ و تمرین کتاب :

برای طیف اتم هیدروژن در رشته ی براکت $R = ۰/۰۱nm^{-۱}$ مطلوبست محاسبه ی

۱) طول موج اولین خط طیفی

۲) طول موج سومین خط طیفی

۳) محاسبه ی بلندترین طول موج ($R = ۰/۰۱nm^{-۱}$)

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) \xrightarrow{R=۰/۰۱} \frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱(\frac{۱}{۴^{۲}} - \frac{۱}{۵^{۲}}) \rightarrow \lambda \approx ۴۴۴۴nm$$

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) \xrightarrow{R=۰/۰۱} \frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱(\frac{۱}{۴^{۲}} - \frac{۱}{۷^{۲}}) \rightarrow ...$$

تا اسم رشته را دیدی باید بدونی که الکترون در حال سقوطه و شماره لایه ی مقصد معلومه

چون گفته براکت پس روی ۴ می افته / از طرفی گفته بلندترین طول موج که معادل کمترین پرش می شه بنابراین

الکترون از ۵ میاد ۴ ← $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) \xrightarrow{R=۰/۰۱} \frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱(\frac{۱}{۴^{۲}} - \frac{۱}{۵^{۲}}) \rightarrow \lambda \approx ۴۴۴۴nm$

مثال ۵۱) مشابه خارج کشور تجربی ۹۳ :

برای رشته براکت مطلوب است محاسبه ی پر انرژی ترین فوتون ($E_R = ۱۳/۶ev$)

تا اسم رشته را دیدی باید بدونی که الکترون در حال سقوطه و شماره لایه ی مقصد معلومه

چون گفته براکت پس روی ۴ می افته / از طرفی گفته پرانرژی ترین که معادل بیشترین پرش می شه بنابراین

الکترون از بینهایت میاد ۴ : $E = \frac{-E_R}{n'^{۲}} - \frac{-E_R}{n^{۲}} \rightarrow \frac{-E_R}{۴^{۲}} - \frac{-E_R}{\infty^{۲}} \xrightarrow{E_R=۱۳/۶ev} E = \frac{-۱۳/۶}{۱۶} = -۰/۸۵ev$

مثال۵۲) احتمالی ۱۴۰۰، بیشتر از تجربی ۹۷ : در اتم هیدروژن الکترون از حالتی با انرژی بستگی $\frac{E_R}{۹}$ به حالتی با انرژی بستگی $۳/۴\ ev$ – می رود کدام گزینه در مورد فوتون گسیل شده نادرست است ؟ ($E_R = ۱۳/۶ev$)

۱) فوتون گسیل شده مربوط به خط اول رشته بالمر می باشد

۲) فوتون گسیل شده در محدوده ی مریی است

۳) تندی حرکت الکترون $\frac{۹}{۴}$ برابر شده است

۴) شعاع حرکت الکترون $\frac{۴}{۹}$ برابر شده است

$$\frac{E_R}{۹} = \frac{E_R}{n_۱^{۲}} \rightarrow n_۱ = ۳ \quad , \quad -۳/۴\ ev = \frac{E_R = -۱۳/۶}{n_۲^{۲}} \rightarrow n_۲^{۲} = ۴ \rightarrow n_۲ = ۲$$

بنابراین خط اول رشته بالمر تابش شده است که در محدوده ی مرئی می باشد بنابراین گزینه ۱ و ۲ هر دو صحیح می باشند

تندی حرکت الکترون با شماره لایه رابطه عکس دارد $V \propto \frac{۱}{n}$ بنابراین $\frac{V_۲}{V_۳} = \frac{۳}{۲}$ برابر می شود . پس گزینه ۳ نادرست است

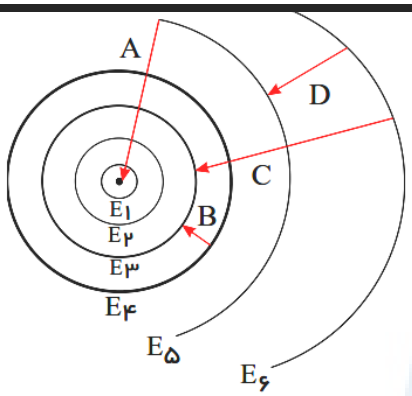
شعاع حرکت الکترون با مجذور شماره لایه رابطه مستقیم دارد $R \propto n^{۲}$ بنابراین $\frac{R_۲}{R_۳} = \frac{۲^{۲}}{۳^{۲}} = \frac{۴}{۹}$ برابر می شود . پس گزینه ۴ درست است

نکته ی مهم: برای محاسبه ی بلندترین و کوتاهترین طول موج یا انرژی و یا بسامد فقط میزان پرش برایمان مهم بود

اما **برای مقایسه انرژی** فوتون های تابش شده در گذارهای مختلف باید **اول از همه به مقصد الکترون** نگاه کنید.

هر چه مقصدالکترون به هسته **نزدیکتر** باشد انرژی فوتون تابشی **بیشتر** است (میزان پرش در ابتدا برایمان مهم نیست)

اگر مقصد یکسان بود آنگاه انرژی فوتونی بیشتر خواهد بود که مسیر حرکتش بلند تر باشد (پرش بزرگ)



مثال ۵۳) #احتمالی_۱۴۰۰ ، بیشتر از خارج تجربی ۹۴ :

شکل رو به رو مدار های اتم هیدروژن را در الگوی اتمی بور برای اتم هیدروژن را نشان می دهد .

الف) در کدام گسیل ، طول موج وابسته به فوتون تابش شده ، بلندتر است ؟ نام رشته ؟

ب) در کدام گسیل ، طول موج وابسته به فوتون تابش شده ، کوتاهتر است ؟ نام رشته؟

ج) کدام فوتون گسیلی در محدوده ی مرئی خواهد بود ؟

د) انرژی و طول موج دو فوتون B و C را مقا یسه کنید

و) انرژی و طول موج دو فوتون C و D را مقا یسه کنید

الف) بلندترین طول موج یا کمترین بسامد و انرژی متعلق به فوتونی است که مقصدش از هسته **دور تر** باشد

پس پرتوی D جواب می شود که **خط اول رشته ی پفوند** می باشد

ب) کوتاهترین طول موج یا بیشترین بسامد و انرژی متعلق به فوتونی است که مقصدش به هسته **نزدیکتر** باشد

پس پرتوی A جواب می شود که **خط چهارم رشته لیمان** می باشد

ج) سقوط های که از ۶ و ۵و ۴ و۳ به روی ۲ صورت می گیرند، مرئی هستند **هیچ کدام** در محدوده ی **مرئی نیستند**

د)گفتیم در مقایسه اول به مقصد نگاه کنید . در اینجا **مقصد** هر دو فوتون **یکسان** است پس حالا به سراغ اندازه ی پرش می رویم

فوتونC نسبت به فوتون B پرش بیشتری کرده ، پس انرژی و بسامد آن از فوتون B بیشتره اما طول موجش کمتره

و)گفتیم در مقایسه **اول به مقصد نگاه کنید** . در اینجا مقصد فوتون C نسبت به فوتون D به هسته نزدیکتره بنابراین فوتونC نسبت به فوتون D انرژی و بسامد بیشتری دارد اما طول موجش کمتره

مثال ۵۴) احتمالی ۱۴۰۰ ؛ در اتم هیدروژن ، الکترون درتراز $n=۴$ با سرعت $V_۱$ در حال حرکت است

۱) الکترون از این تراز به ترازی n' برود و نور مرئی گسیل می‌کند و در این تراز جدید با سرعتش چند برابر می شود ؟

۲) الکترون از این تراز به تراز n' برود و بلندترین طول موج را گسیل کند در این شعاع آن چند برابر می شود ؟

۱) چون نور مرئی را فقط سری بالمر $n' = ۲$ گسیل می‌کند ، پس الکترن از تراز ۴ به تراز ۲ گذار داشته است $\frac{V_۲}{V_۴} = \frac{۴}{۲} = ۲$

۲) چون گفته بلندترین طول موج (یعنی کوچکترین پرش) گسیل شود (یعنی به تراز پایینتر بیاید) پس $n' = ۳$ $\frac{a_۳}{a_۴} = (\frac{۳}{۴})^۲ = \frac{۹}{۱۶}$

مثال ۶۲) جمع بندی ناتوانی های فیزیک کلاسیک ؛ بیشتر از تجربی ۹۸

موضوع	نظریه کلاسیک چی میگه ؟	فیزیک مدرن (نوین یا جدید)یا نتایج تجربی و آزمایش چی میگه ؟	توضیحات
در مورد رخ دادن پدیده فوتوالکتریک	اگر شدت نور کافی باشد در هر بسامدی پدیده رخ میدهد	فقط به شرطی پدیده رخ میده که بسامد یک فوتون نور تابشی از بسامد قطع فلز بیشتر باشد و به شدت نور (تعداد فوتون های نور تابشی) بستگی ندارد	اینجا منظور از شدت نور با ثابت ماندن بسامد همان تعدا فوتون های نور است
در مورد انرژی جنبشی بیشینه	افزایش شدت نور تابشی ولتاژ قطع و انرژی جنبشی ماکزیمم را زیاد می کند (به دلیل افزایش میدان و افزایش نیرو)	افزایش شدت نور تابشی هیچ تاثیری بر ولتاژ قطع و انرژی جنبشی ماکزیمم ندارد	کلاسیک میگه واسه ولتاژ قطع و انرژی جنبشی بیشینه ، **n** (شدت نور تابشی) مهمه / اما فیزیک نوین میگه **n** کیلویی چنده
در مورد جذب و گسیل نور	محدودیت در جذب و گسیل وجود ندارد.	هر عنصر طول موج خاصی را جذب و گسیل می کند و هر عنصر طیف مخصوص به خود را دارد	فیزیک کلاسیک نمی تواند توجیح کند که چرا عنصر تنها طول موج خاصی را که مشخصه آن عنصر است جذب می کند و بقیه طول موج ها را جذب نمی کند
در مورد الگوی اتمی	تامسون – رادرفور .	بور	نظریه الکترومغناطیسی رادرفورد به دلیل عدم پایداری الکترون- و عدم توجیه طیف گسسته اتمی شکست دیگری برای فیزیک کلاسیک محسوب می شود

مرکز مشاوره تحصیلی علیرضا افشار

فیزیک هسته ای

☑ بررسی خط به خط ، کلمه به کلمه ی کتاب درسی

۱) شعاع هسته تقریبا 10^{-5} برابر شعاع اتم و حجم آن طبق رابطه ی $V \times n^3$ تقریبا 10^{-15} حجم اتم است

ذره	بار الکتریکی (C)	جرم	
		کیلوگرم (kg)	یکای جرم اتمی (u)*
الکترون	$-1/6 \times 10^{-19}$	$9/109389 \times 10^{-31}$	$5/4858 \times 10^{-4}$
پروتون	$+1/6 \times 10^{-19}$	$1/672622 \times 10^{-27}$	$1/00727$
نوترون	۰	$1/674929 \times 10^{-27}$	$1/008664$

۲) از جدول فوق چه نتیجه ای میگیریم ؛ الف) نوترون بارالکتریکی ندارد $|q_e| = q_p > q_n$

ب) جرم نوترون اندکی از پرتون و به مقدار زیادی نسبت به الکترون بیشتر است $m_n > m_p >> m_e$

ج) بیشتر جرم اتم (بیش از ۹ / ۹۹ درصد) در هسته متمرکز شده است

۳) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون و خواص فیزیکی (یا ویژگی هسته ای) آن را تعداد نوکلئون (پرتونها و نوترون) تعیین میکند

$$A = Z + N$$

نماد عنصر ← $^{A}_{Z}X_{N}$ ← عدد نوترونی

عدد جرمی ← A

عدد اتمی ← Z

٤) به جز هیدروژن ، ایزوتوپ های مختلف یك هسته را با نام همان هسته مشخص می کنند

نام عنصر	نماد	Z	N	درصد فراوانی در طبیعت	نام عنصر	نماد	Z	N	درصد فراوانی در طبیعت
هیدروژن ۱	H	۱	۰	۹۹/۹۸۸۵	کربن ۱۳	^{13}C	۶	۷	۱/۰۷
دوتریم (هیدروژن ۲، ^2H)	D	۱	۱	۰/۰۱۱۵	کربن ۱۴	^{14}C	۶	۸	یافت نمی‌شود
تریتیم (هیدروژن ۳، ^3H)	T	۱	۲	بسیار نادر	اورانیم ۲۳۵	^{235}U	۹۲	۱۴۳	۰/۷۱۶
کربن ۱۲	^{12}C	۶	۶	۹۸/۹۳	اورانیم ۲۳۸	^{238}U	۹۲	۱۴۶	۹۹/۲۸۴

۵) در ایزوتوپ ها عدد اتمی یکسان (هست – نیست) عدد جرمی یکسان (هست – نیست) تعداد پروتون یکسان (هست – نیست) تعداد نوترون یکسان (هست – نیست) خواص شیمیایی یکسان (هست – نیست) خواص فیزیکی یکسان (هست – نیست)

٦) در ایزوتوپ ها مکان در جدول تناوبی یکسان (هست – نیست) جرم هسته در آنها یکسان(هست – نیست)

۷) در ایزوتوپ ها انرژی بستگی یکسان (هست – نیست) پایداری و ناپایداری آنها یکسان (هست – نیست) سرعت واپاشی و نیمه عمر آنها یکسان (هست – نیست)

۸) ✪ ایزوتوپ های مربوط به یك عنصر با روش های (شیمیایی – فیزیکی) که مبتنی بر (اختلاف جرم – اختلاف حجم) جدا می کنند

۹) عناصری که ایزوتوپ نیستند با روش های (شیمیایی – فیزیکی) تفکیك پذیر هستند

۱۰) در ایزوتوپ ها تفاوت در نوترون منجر به تفاوت (عدد اتمی – عدد جرمی - تعداد نوکلئون – خواص فیزیکی – خواص شیمیایی – مکان در جدول تناوبی جرم هسته – جرم نوکلئون - انرژی بستگی) شده است

۱۱) اغلب ایزوتوپ های یك عنصر ناپایدارند ، **معمولا هر عنصر** تعداد کمی **ایزوتوپ پا یدار دارد واپاشی بعضی از ایزوتوپ ها** بسیار سریع و **بعضی د یگر بسیار** بسیار کند **می باشد (پس بخشی از ایزوتوپ ها پا یدار بخشی ناپا یدارند ، و سرعت واپاشی در ناپا یدارها متفاوت است)**

۱۲) ✪اورانیوم (۲۳۵ – ۲۳۸) **با جذب نوترون و اختلال** (کم – زیاد) **در درون هسته به راحتی شکافته می شود و انرژی زیادی از آن آزاد می شود و** (می توان – نمیتوان) **از آن در راکتورهای هسته ای به عنوان سوخت استفاده کرد**

۱۳) اورانیوم (۲۳۵ – ۲۳۸) **به راحتی شکافته نمی شود و** (می توان – نمیتوان) **از آن مستقیما به عنوان سوخت هسته ای استفاده کرد**

به پروتون و نوترون اصلاحا **نوکلئون** گوییم نیروی بین نوکلئون ها همان نیروی بین نوترون ها و پروتون ها و نوترون و پروتون است
نیروی رابشی بین اجزای هسته با نیروی الکترواستاتیکی (الکتریکی) رانشی بین پرتونها مقابله میکند برای پایداری هسته باید این نیرو دافعه با نیروی رابشی هسته ای بین نوکلئون ها موازنه شده باشد

نیروهای رابشی هسته ای : بین نوکلئون ها برقرار است این نیرو با برد**کوتاه** و انرژی **زیاد** باعث **پایداری هسته** می شوند
.نیروی کولنی و گرانشی نسبت به نیروی هسته ای **شدت کمتری** دارند و **بلند برد** هستند

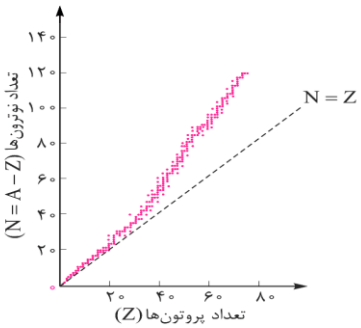
✪نیروی رابشی هسته ای **مستقل از بار** است یعنی بین دو پرتون و دو نوترون و یک پرتون و نوترون نیروی رابشی یکسانی وجود دارد بنابراین از نظر نیروی هسته ای تفاوتی بین نوترون و پرتون وجود ندارد و این جماعت را کلا **نوکلئون** صدا میزنند

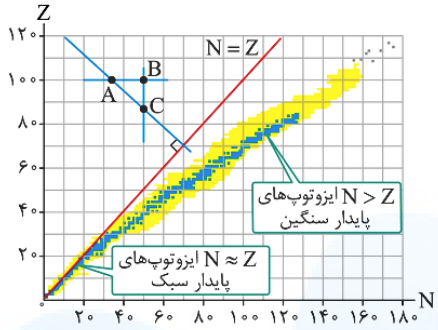
✪هر نوکلئون **فقط به نوکلئون های مجاور** خود نیروی رابشی هسته ای وارد می کند ولی هر پرتون **به تمام پرتون های موجود** در هسته **نیروی رانشی کولنی** وارد می سازد بنابراین به تدریج با **زیاد شدن تعداد پروتون ها** در هسته نقش نیروی **کولنی** بارز می شود و این موضوع سبب **ناپایداری هسته** می شود

جمع بندی نیروی های درون هسته ؛ نیروی هسته ای > نیروی الکتریکی > نیروی گرانشی

سوال	نیروی الکتریکی (کولنی)	نیروی هسته ای
رابشی است یا رانشی ؟	رانشی	رابشی
کوتاه برد است یا بلند برد ؟	بلند برد	کوتاه برد (در فاصله ای کمتر از ابعاد هسته)
این نیرو در چه محدوده ای وارد می شود ؟	هر پرتون به تمام پرتون ها	هر نوکلئون به نوکلئون مجاورش
شدت این نیرو چه قدر است ؟	کمتر	بیشتر
عامل پایداری هستند یا ناپایداری ؟	ناپایداری	پایداری
با افزایش عدد اتمی نقش این نیرو چگونه می شود ؟	پر رنگ تر	کم رنگ تر

تحلیل نمودار مهم





نمودار چی میگه ؟؟در نمودار فوق تعداد نوترون بر حسب پرتون یا بر عکس برای ایزوتوپ های پایدار عناصر مختلف به صورت نقطه نقطه نشان داده شده است نتیجه میگیریم ((**با افزایش عدد اتمی ، نقطه چین مربوط به ایزوتوپ های هسته های پایدار عناصر مختلف به تدریج از خط $N = Z$ فاصله گرفته و به سمت محور نوترون تمایل پیدا می کند**)) این یعنی با افزایش عدد اتمی ، نسبت $\frac{N}{Z}$ برای هسته های پایدار **یکسان نخواهد بود** و به تدریج این اندازه بیشتر از یک خواهد شد**چرا ؟** این نمودار نشان می دهد که وقتی Z (عدد اتمی یا تعداد پرتون یا تعداد نوکلئون)کم است خط ایزوتوپ های پایدار بر خط $N = Z$ منطبق هستند . چرا ؟ چون عدد اتمی و تعداد پروتون کم است و نیروی رایشی هسته ای بر نیروی رانشی کولنی غالب است اما با افزایش Z چون پروتون بیشتر می شود. **نیروی کولنی بیشتر** می شود **هسته ناپایدار تر** می شود بنابراین در Z های بزرگتر این پایداری دیگر بر خط $N = Z$ منطبق نیست بلکه این پایداری در نقاطی رخ می دهد که تعداد نوترون بیشتر از پرتون باشد چرا ؟ زیرا در ایزوتوپ هایی که تعداد نوترون بیشتر است نیروی رایشی هسته ای افزایش می یابد تا بتواند هم چنان بر نیروی رانشی کولنی ناشی از بار های مثبت هسته غلبه کند و پایدار بماند بیان خودمونی : درعدد اتمی کم ابتدا با برابری $N = Z$ زور نیروی هسته ای به نیروی رانشی کولنی می رسه اما با افزایش عدد اتمی (در Z ها بزرگ) نیروهسته ای ناشی از پروتون ضعیفمی شه و در ایزوتوپ های پایدارنیروی هسته ای از نوترون کمک می خواد و تعداد نوترون های بیشتر **مثل چسب** بین پرتون ها قرار میگیره)

در هسته های **پایدار** مختلف که اعداد اتمی آنها از ۸۳ کمتر است نسبت $\frac{N}{Z}$ **یکسان نیست**

$۱ \leq \frac{N}{Z} \leq ۱/۵$ (به جز هیدروژن که اصلا نوترون ندارد)

در هسته های پایدار	نسبت $\frac{N}{Z}$	برای مثال
سبک	$\frac{N}{Z} \approx ۱$	$^{۱۲}_{۶}C$, $^{۴}_{۲}He$, $^{۲۳}_{۱۱}C$
متوسط	$\frac{N}{Z} \approx ۱/۲$	$^{۵۶}_{۲۶}Fe$, $^{۶۶}_{۳۰}Zn$
سنگین	$\frac{N}{Z} \approx ۱/۵$	$^{۱۹۷}_{۷۹}Au$, $^{۲۰۸}_{۸۲}Pb$

احتمال واپاشی یك هسته ی پرتوزا در یك ثانیه را ثابت واپاشی می گوییم

که فقط تابع (دما - نوع هسته ای (جنس هسته)- شتاب گرانش) **است که واپاشیده می شود و عامل های خارجی مثل دما یا میدان های الکتریکی و مغناطیسی تاثیری در آن** (دارد – ندارد)

زمانی که طول می کشد تا تعداد هسته های پرتوزای موجود در یك نمونه به نصف برسد را نیمه عمر می گوییم

هر چه ثابت واپاشی بیشتر باشد ، نیمه عمر آن (بیشتر – کمتر) **خواهد بود**

مجموع جرم نوکلئون ها از جرم هسته (خیلی بیشتر - اندکی بیشتر - مقداری کمتر – خیلی کمتر)**است**

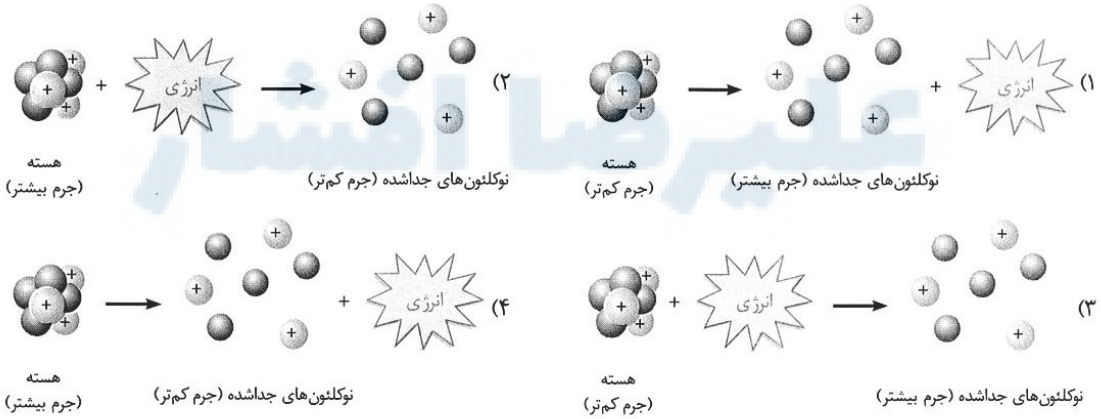
اگر این اختلاف جرم را که به آن کاستی جرم هسته می گویند در مربع تندی نور ضرب کنیم $E = mc^2$ **انرژی بستگی هسته ای به دست می آید**

انرژی بستگی هسته انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های هسته می باشد که هسته هنگام (تشکیل – واپاشی) **از دست می دهد**

منشا آن(اختلاف جرم هسته تشکیل شده با جرم نوکلئون های تشکیل دهنده هسته است)

هر چه این اختلاف جرم بیشتر باشد ، انرژی بستگی هسته (بیشتر – کمتر) **خواهد بود ، دقت کنید انرژی بستگی ربطی به پرتو زا بودن یا پرتو زا نبودن ندارد**

مثال ۵) در رابطه با انرژی بستگی هسته ای و تبدیل یك هسته به نوکلئون های سازنده اش، کدام طرح به درستی رسم شده است؟



دقت کنید انرژی نوکلئون های وابسته به هسته نیز مانند الکترون های وابسته به اتم ، **کوانتیده** هستند و هر مقداری نمیتوانند اختیار کنند اختلاف های تراز های الکترون در اتم حدود **چند الکترون ولت** است (از مرتبه ی ***eV*** است) در حالی که اختلاف انرژی **تراز های نوکلئون های** هسته های **سبک حدود *MeV*** و در هسته های **سنگین حدود *keV*** می باشد . (در حد مرتبه ی انرژی فوتون **گاما** است)

نوکلئون ها هم چون الکترون ها میتوانند برانگیخته شوند و با جذب انرژی به تراز بالاتر بروند در نتیجه هسته برانگیخته شودهسته ی برانگیخته با گسیل فوتون به تراز پایه برمیگردد و انرژی فوتون گسیل شده ، با اختلاف انرژی بین تراز برنگیخته شده و تراز پایه برابر است

انرژی **واکنش های شیمیایی در حدود چند الکترون ولت است** در حالی که انرژی برانگیختگی هسته ها در حدود کیلوالکترون ولت تا مگا الکترون ولت می باشد از این رو **هسته ها** در واکنش های شیمیایی ، **برانگیخته نمی شوند**

در هسته ها ی اورانیوم با **اندک اختلالی** درون هسته (مثل جذب یک نوترون) هسته می شکند و **انرژی زیادی آزاد** می گردد

جمع بندی شباهت و تفاوت انرژی نوکلئون و الکترون	**نوکلئون های هسته**		**الکترون**
شباهت	کوانتومی هستند		کوانتومی هستند
تفاوت	اختلاف انرژی **تراز های نوکلئون های** هسته		اختلاف های تراز های الکترون در اتم حدود **چند الکترون ولت** است.
	در هسته های سبک	در هسته های سنگین	
	حدود ***MeV***	حدود ***keV*** می باشد (در حد مرتبه ی انرژی فوتون **گاما** است)	

مثال ٦) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛

اگر اختلاف انرژی بین ترازهای انرژی الکترونها در اتم را با E_1 و اختلاف انرژی بین ترازهای نوکلئونها در هسته سبك را با E_2 و در هسته سنگین را با E_3 نشان دهیم کدام رابطه درست است؟

۱) $E_1 > E_2 > E_3$ ۲) $E_1 < E_2 < E_3$ ۳) $E_2 > E_3 > E_1$ ٤) $E_2 < E_3 < E_1$

مثال ۷) اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون ها در هسته..... از اختلاف انرژی ترازهای الکترون در اتم است

و انرژی ترازهای نوکلئون ها در هسته .....

۱) کمتر - هر مقدار دلخواهی می تواند باشد. **۲) بسیار بیشتر - هر مقدار دلخواهی می تواند باشد.**

۳) کمتر - مقادیر کوانتیده ای است. **٤) بسیار بیشتر به مقادیر کوانتیده ای است.**

مثال ۸) چرا هسته اتم ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی شود؟

جمع بندی عناصر پرتو زا

نام	آلفا (هلیم دو بار مثبت)	بتا(الکترون منفی)	پوزیترون (بتا مثبت)	گاما	نوترون
شناسه	$_{2}^{4}He^{2+}$, $_{2}^{4}\alpha$	$_{-1}^{0}e^{-}$, $_{-1}^{0}\beta$	$_{+1}^{0}e^{+}$, $_{+1}^{0}\beta^{+}$	$_{0}^{0}\gamma$	$_{0}^{+1}N$
بار	q = +2e	q = −e	q = +e	q = 0	q = 0
نفوذ و برد	کمترین نفوذ 0/01 mm کوتاه برد	نفوذ بیشتر 0/1 mm برد متوسط	-----	بیشترین نفوذ 100mm بلند برد	----
توضیح تکمیلی	پس از طی مسافت کوتاهی معادل ۱ تا ۲ سانتیمتر در هوا و یا در اثر غبور از لایه ای نازک از مواد ، جذب می شوند برای بافت های بدن به شدت مضر هستند	متداول ترین نوع واپاشی در هسته هاست الکترون گسیل شده در این واپاشی در هسته ی مادر وجود ندارد این الکترون وقتی بوجود می آید که نوترونی درون هسته به پرتون و الکترون تبدیل شود	در این واپاشی بتا ؛ ذره ی گسیل شده توسط هسته جرم یکسان ولی باری قرینه با الکترون دارد در این واپاشی یکی از پرتونهای درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می شود سپس این پوزیترون از هسته گسیل می شود	**اغلب** هسته ها پس از واپاشی الفا یا بتا در حالت برانگیخته قرار میگیرند و با گسیل فوتون های پر انرژی گاما به حالت پایه می رسند در میدان الکتریکی و مغناطیسی منحرف نمیشوند	در میدان الکتریکی و مغناطیسی منحرف نمیشوند

مثال۱۴) مشابه ریاضی ۹۲ و ۹۱ و تجربی۹۲ و خارج ریاضی ۹۲ :

الف) در واپاشی پوزیترون ، برای عنصر زیر معادله را کامل کنید

$$_{6}^{11}C \rightarrow \text{POSITRON} + \text{.....}$$

ب) عدد اتمی چگونه تغییر می کند ؟

ج) عدد جرمی چگونه تغییر می کند ؟

د) تعداد نوکلئون چگونه تغییر می کند ؟

و) تعداد نوترون های هسته چگونه تغییر می کند ؟

مثال ۱۵) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ تجربی ۹۶ ، خارج تجربی ۹۶ ، ریاضی ۹۲ و تجربی ۹۲ و خارج ریاضی ۹۲ :

فعل و انفعالات زیر را کامل نمایید

۱) $^{۳۰}_{۱۴}Si \rightarrow {}^{۳۰}_{۱۵}P + ...$

۲) $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۱۲}_{Z}x + ... \alpha + ... \beta$

۳) $^{۲۳۸}_{۹۲}X \rightarrow {}^{۲۰۶}_{۸۲}Pb + ... \alpha + ... \beta$

۴) $^{۲۰۶}_{۸۲}Pb \rightarrow {}^{۱۹۶}_{۷۹}Au + ... \alpha + ... \beta + ۲\ N$

۱) $^{۳۰}_{۱۴}Si \rightarrow {}^{۳۰}_{۱۵}P + {}^{۰}_{-۱}\beta$

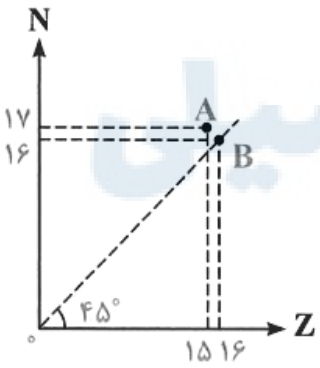
۲) $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۱۲}_{Z}x + ۳\ {}^{۴}_{۲}\alpha + ۶\ {}^{۰}_{-۱}\beta$

۳) $^{۲۳۸}_{۹۲}X \rightarrow {}^{۲۰۶}_{۸۲}Pb + ۸\ {}^{۴}_{۲}\alpha + ۶\ {}^{۰}_{-۱}\beta$

۴) $^{۲۰۶}_{۸۲}Pb \rightarrow {}^{۱۹۶}_{۷۹}Au + ۲\ {}^{۴}_{۲}\alpha + ۱\ {}^{۰}_{-۱}\beta + ۲\ N$

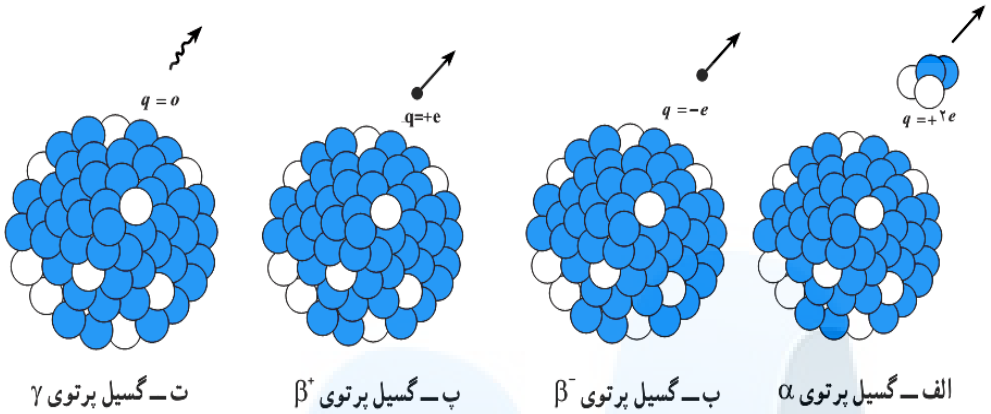
مثال ۱۶) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛

نمودار مقابل تعداد نوترون های یك عنصر را برحسب تعداد پروتون های آن نشان می دهد
مطابق این نمودار، عنصر A چه ذره ای را تابش کند تا به مکان B منتقل شود؟



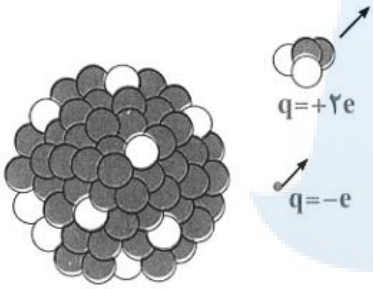
۱) بتا (الکترون)　　۲) آلفا

۳) گاما　　۴) پروتون



مثال۲۳) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ اگر یك عنصر راد یواکتیو دو ذره نشان داده شده مطابق شکل مقابل را تابش کند،

تعداد پروتون ها و نوترون های آن چگونه تغییر می کند؟



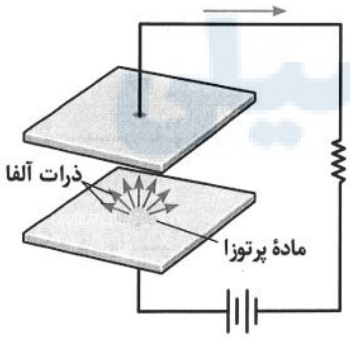
۱) تعداد پروتون ها و نوترون ها، هر یك ۲ واحد کاهش می یابد.

۲) تعداد پروتون ها یك واحد و تعداد نوترون ها ٤ واحد کاهش می یابد.

۳) تعداد پروتون ها ثابت و تعداد نوترون ها ۳ واحد کاهش می یابد.

٤) تعداد پروتون ها یك واحد و تعداد نوترون ها ۳ واحد کاهش می یابد.

مثال ۲۸) با توجه به شکل مقابل، کدام یك از عبارت های زیر نادرست است؟



۱) این مدار، مدلی برای یك آشکارساز دود را نشان می دهد.

۲) یکی از کاربردهای گسترده واپاشی آلفا، استفاده در آشکارسازهای دود است.

۳) با واپاشی ذرات آلفا و برخورد آنها با مولکول های هوا، در اثر ایجاد یون های مثبت و منفی،

جریان الکتریکی ایجاد می شود.

٤) وجود ذرات دود در بین صفحه ها، سبب افزایش جریان الکتریکی در مدار می شود. ذرات آلفا ماده پرتوزا

جمع بندی مسائل مربوط به نیمه عمر

$$m = \frac{M}{\frac{t}{2T}} = \frac{M}{2^n} \quad \dots \quad m' = M - m$$

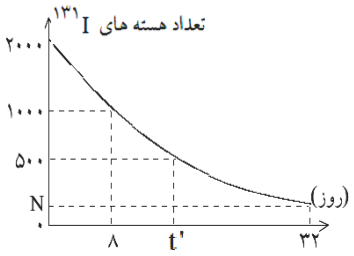
نوع مسئله	روش حل
نمودار جرم باقیمانده بر حسب زمان دادند ...	اول برو دنبال نیمه عمر

مثال۲۹) نیمه عمر یك عنصر رادیو اکتیو ٤ روز است. پس از گذشت چند روز جرم قسمت تجزیه نشده این عنصر $\frac{1}{8}$ جرم اولیه خواهد رسید ؟

۱) نیم روز ۲)۸ روز ۳) ۱۲ روز ٤) ۱٦ روز

$$m = \frac{M_0}{2^n} \rightarrow \frac{1}{8}M = \frac{M_0}{2^n} \rightarrow n = 3 \rightarrow \frac{t}{T} = \frac{t}{4} = 3 \rightarrow t = 12 \ day$$

مثال۳٤) #احتمالی_۱۴۰۰ ؛ سراسری تجربی ۸۹ :



نمودار روبه رو مربوط به ید پرتوزاست

الف) N چند است ؟ ۱۲۵

ب) t' چند روز است ؟ ۱٦ ثانیه

گام صفر ، در بررسی نمودار های واپاشی ، یافتن **نیمه عمر** می باشدبا توجه به نمودار مشخص است که پس از ۸ روز تعداد هسته های فعال از ۲۰۰۰ به ۱۰۰۰ رسیده و نصف شده است **پس نیمه عمر این عنصر ۸ روز است** . از روز هشتم تا روز t' عنصر از ۱۰۰۰ به ۵۰۰ رسیده ، یعنی یه بار دیگه نصف شده پس این زمان هم برابر نیمه عمر است و t' روز ۱۶ ام است از روز ۱۶ ام تا روز ۲۴ ام یک نیمه عمر دیگر است و تعداد هست های فعال عنصر نصف می شود یعنی از ۵۰۰ به ۲۵۰ می رسیم و نهایتا از روز ۲۴ام تا روز ۳۲ ام یک نیمه عمر دیگر است و تعداد هست های فعال عنصر از ۲۵۰ به ۱۲۵ می رسد

مثال ۴۰) مدل اول سوالات انرژی ؛

سراسری ریاضی ۹۳ و خارج ریاضی ۹۳ : اگر ۲ میلی گرم از ماده به انرژی تبدیل شود .

الف) مقدار انرژی حاصل را بر حسب ژول به دست آورید

ب) مقدار انرژی بر حسب الکترون ولت حساب کنید

ج) مقدار انرژی حاصل را بر حسب کیلو وات ساعت به دست آورید

د) این مقدار انرژی چه جرمی از یك ماده را می تواند یکصد متر بالا ببرد ؟

و) این مقدار انرژی دمای چند کیلوگرم آب را از صفر درجه سلسیوس به ۱۰۰ درجه سلسیوس می رساند ؟

$$۱)\ E = m\times C^{۲} \rightarrow E = ۲\times ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{-۳} \times (۳\times ۱۰^{۸})^{۲} = ۱۸\times ۱۰^{۱۰}\ J$$

$$۲)\ E = \frac{۱۸\times ۱۰^{۱۰}\ J}{۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}}\ ev$$

$$۳)\ E = ۱۸\times ۱۰^{۱۰}\ J = ۱۸\times ۱۰^{۱۰}\ w.s == ۱۸\times ۱۰^{۱۰}\ ws \times \frac{۱kw}{۱۰۰۰w} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s} = ۵\times ۱۰^{۴}\ kw.h$$

$$۴)\ m\times C^{۲} = m'\ gh \rightarrow ۱۸\times ۱۰^{۱۰} = m'\times ۱۰\times ۱۰۰ \rightarrow m' = \frac{۱۸\times ۱۰^{۱۰}}{۱۰^{۳}} = ۱۸\times ۱۰^{۷}\ kg$$

$$۵)\ m\times C^{۲} = m'\ C\Delta\theta \rightarrow ۱۸\times ۱۰^{۱۰} = m'\times ۴۲۰۰\times ۱۰۰ \rightarrow m' = \frac{۱۸\times ۱۰^{۱۰}}{۴۲\times ۱۰^{۴}}\ kg$$

مرکز مشاوره تحصیلی
علیرضا افشار

مرکز مشاوره تحصیلی
علیرضا افشار

راه‌های ارتباطی مرکز مشاوره

وبسایت	اینستاگرام	تلگرام
www.AlirezaAfshar.org	AlirezaAfsharOriginal	AlirezaAfsharOfficial

رزور مشاوره خصوصی علیرضا افشار

برای رزرو مشاوره خصوصی تک جلسه و ماهانه
به شمارهٔ ۰۹۳۵۸۹۶۰۵۰۳ در واتساپ پیام دهید

آدرس تمام رسانه ها : Afshar.xyz