ایران توشه

- دانلود نمونه سوالات امتحانی
- دانلود گام به گام
- دانلود آزمون گاج و قلم چی و سنجش
- دانلود فیلم و مقاله آنلیزشی
- کنکور و مشاوره

IranTooshe.Ir

@irantooshe

IranTooshe

باسمه تعالی

جزوه

فیزیک ۳

حرکت شناسی و دینامیک

درس ، مثال ، تمرین ، تست وسئوالهای امتحانی

تالیف : محمد علی جهانی

دبیر فیزیک

شهرستان مینودشت

ایران تهلله
توشه ای برای موفقیت

مهر ماه ۱۳۹۷

تقدیم به همه دانش آموزان علاقه مند به مفاهیم فیزیک

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید تا به یاری این موهبت راه ترقی و تعالی را بپیماید و سپاس از اینکه عنایات الهی شامل حال من شد تا با بضاعت اندک علمی خود در خدمت جوانان و آینده سازان کشور عزیزمان باشم دراین جزوه چه ازنظر ارائه و تفهیم مطالب وچه ازنظرشیوه ی نگارش سعی کرده ام از تجربیات چند ساله خود در تدریس استفاده نمایم .

برای تهیه این جزوه بیش از ۵۰ ساعت وقت صرف نموده ام امید است شما عزیزان با مطالعه و یادگیری مطالب آن خستگی را از تن من خارج کرده و مرا خوشحال کنید.

- **مهر ماه سال ۱۳۹۷ محمد علی جهانی**
- **دبیر فیزیک استان گلستان**

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

جزوه فیزیک ۳ فصل۱ (حرکت شناسی)

حرکت و سکون یک امر نسبی هستند یعنی نسبت به دستگاه خاصی سنجیده می شوند هرگاه فاصله جسمی با گذشت زمان نسبت به یک مبدأ تغییرکند جسم نسبت به آن مبدأ دارای حرکت می باشد .

انواع حرکت : ۱- حرکت با سرعت ثابت(حرکت یکنواخت) ۲- حرکت شتابدار(تندشونده و یا کند شونده)

مبدأ حرکت : ۱- مبدأ مکان ۲- مبدأ زمان ۱- مبدأ مکان : نقطه ای اختیاری بر روی محورمکان است $x = 0$

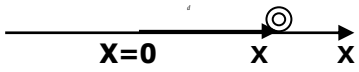
۲- مبدأ زمان : لحظه شروع حرکت(t_0) یا لحظه ای که از آن پس حرکت را بررسی می کنیم.

مکان اولیه : موضع یا مکان متحرک را در لحظه ی $t_0 = 0$ مکان اولیه x_0 می‌نامند .

اگر متحرک در مبدا زمان در مبدا مکان باشد مکان اولیه‌ی آن صفر است . $x_0 = 0$

مسیر حرکت : مکان هندسی نقاطی است که جسم ضمن حرکت از آن نقاط عبور می کند .

حرکت بر روی خط راست : در این حرکت راستای بردار جابه جایی و بردار های مکان منطبق بر مسیر حرکت است . بزرگی بردار مکان در هر لحظه ، فاصله ی متحرک را از مبدأ مکان نشان می دهد مطابق شکل زیر مسیر حرکت جسمی برروی محور x نمایش داده شده است مکان جسم در این شکل با بردار d مشخص شده است.

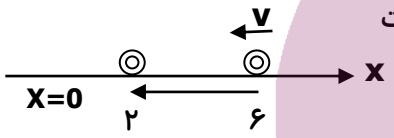


بزرگی بردار مکان و $\vec{d} = x\vec{i}$ $d = \Delta x = x - x_0$

بردار جابه جایی : بردار جابه جایی بین دو لحظه t_1 و t_2 برداری است که ابتدای آن مکان متحرک در لحظه t_1 و انتهای آن مکان متحرک در لحظه t_2 می باشد. نکته: بردار جابه جایی به مبدأ مکان و به شکل مسیر حرکت بستگی ندارد یعنی با تغییر مبدأ ، تغییر نمی کند لذا نسبی نیست . (به بردار جابه جایی بردار تغییر مکان نیز می گویند)

مکان متحرک:درحرکت روی خط راست مکان متحرک عددی جبری است مانندx یا y که جای متحرک را نسبت به مبدا مشخص می کند

مثال۱ : در شکل زیر مسیر حرکت متحرکی برروی خط راست نشان داده شده است



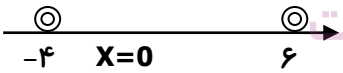
مطلوبست :الف- رسم بردار جابه جایی ب- محاسبه بزرگی جابه جایی

بزرگی $d = \Delta x = x_۲ - x_۱ = ۲-۶ = -۴\ m$

تفاوت مسافت طی شده با جابه جایی: مسافت (L) راهی است که متحرک می پیماید وکمیتی نرده ای است یعنی فقط مقداردارد(جهت ندارد)ولی جابه جایی (d) فاصله مستقیم بین مبدأ و مقصد است و کمیتی برداری است.

نکته : هر گاه متحرکی یک مسیری را برود و دو باره به مکان اولیه اش باز گردد ؛ جابجایی آن صفر خواهد شد.

مثال۲ : متحرکی از مکان $x = -۴\ m$ تا مکان $x = +۶m$ جابه جا می شود و سپس به مکان $x = -۴m$ بر می گردد مسافت طی شده و جابه جایی این متحرک به ترتیب چند متر است؟



مسافت طی شده $L = ۱۰+۱۰ = ۲۰\ m$ جابه جایی و $\Delta x = x_۳ - x_۱ = -۴-(-۴) = ۰$

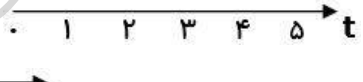
مثال۳ : متحرکی بر روی محیط دایره‌ای با شعاع ۵ متردر مدت یک دقیقه یک دورکامل می‌چرخد. در طی ۱۰دقیقه، جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط آن به ترتیب از راست به چپ چندمتر است؟($\pi = ۳$)

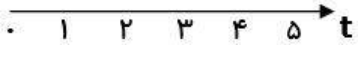
۱) ۳۰ ـ صفر ۲) صفر ـ ۳۰۰ ۳) صفر ـ صفر ۴) ۳۰ ـ ۳۰۰

نکته : در حرکت روی خط راست هرگاه متحرک در یک جهت حرکت کند و بازگشتی وجود نداشته باشدمسافت پیموده شده با اندازه ی جابه جایی برابر است .

بازه ی زمانی : به فاصله زمانی بین دو لحظه ازیک رویداد گفته می شود وبا Δt نشان داده می شود

مثال۴ : برروی محور زمان شکل مقابل الف)دو ثانیه اول حرکت ب)دو ثانیه دوم حرکت ج) ثانیه دوم حرکت د) لحظه $t=۲s$ را نشان دهید.



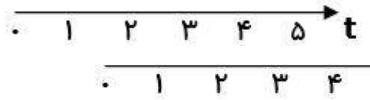


جواب : الف) دو ثانیه اول حرکت یعنی از $t=۰$ تا $t = ۲s$

ب) دو ثانیه دوم حرکت یعنی از $t=۲s$ تا $t = ۴s$

@CraftoGram-Dars
ایران تیزهوشان
توسعه ای برای موفقیت

ج) ثانیه دوم حرکت یعنی از $t=1s$ تا $t=2s$ (یک ثانیه طول می کشد)



د) لحظه $t=2s$ یعنی یک لحظه آن هم $t=2s$ (فقط یک لحظه از زمان)

مثال۵ : متحرکی ازلحظه $t=2s$ تا $t=6s$ به اندازه ی ۲۰ مترجابه جا می شود زمان حرکت(Δt) چقدر بوده است ؟ $\Delta t = t_2 - t_1 = 4\ s$

مثال۶ : متحرکی ابتدا ۲ ثانیه به طرف شمال و سپس ۶ ثانیه به طرف غرب می رود و هر بار ۱۰ متر جابه جا می شود زمان حرکت(Δt) چقدر بوده است ؟ جواب $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 8\ s$ کل

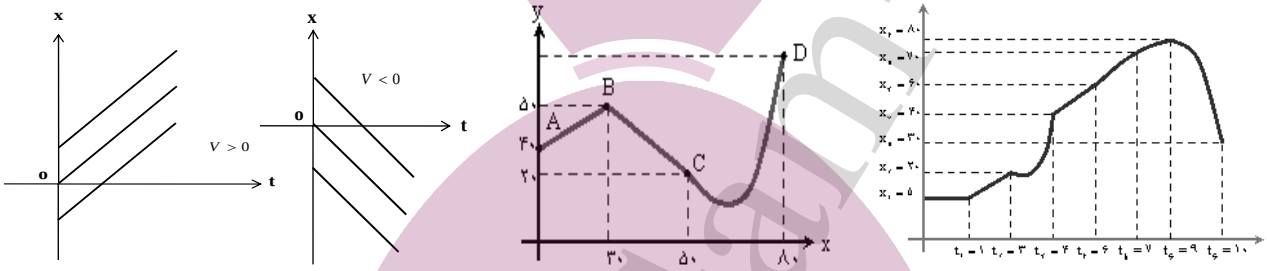
برای فهمیدن مثال های بالا این دو عبارت را با هم مقایسه کنید: ۱- امروز از ساعت۲ تا ساعت۶ کلاس دارم (یعنی۴ ساعت)

۲- فردا ۲ ساعت صبح و۶ ساعت بعد از ظهرکلاس دارم (یعنی ۸ ساعت)

نمودار مکان – زمان : منحنی تغییرات $x = f(t)$ نمودار مکان – زمان خوانده می شود غالباً محور افقی زمان و محور قائم مکان جسم را نشان می دهد. به کمک این نمودار می توان :

۱- مکان متحرک در هر لحظه ۲- مسافت ۳- جا به جایی ۴- مدت زمان حرکت ۵- تندی متوسط و سرعت متوسط در هر بازه ی زمانی ۶- تندی لحظه‌ای ۷- جهت حرکت روی محور ۸- علامت شتاب را مشخص کرد.

درشکل های زیر چند نمونه از این نمودارها نشان داده شده است .



تندی متوسط و سرعت متوسط : نسبت مسافت طی شده توسط متحرک به مدت زمان را تندی متوسط می گویند. و نسبت جابجایی متحرک به زمان طی شده را سرعت متوسط می گویند.

$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$ (تندی متوسط)

$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$ (سرعت متوسط)

$\bar{V} = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1}$

نکته : سرعت متوسط کمیتی برداری است در حالیکه تندی متوسط کمیتی نرده ای می باشد.

یکای سرعت در SI متربرثانیه(m/s) است ولی یکاهای cm/s و km/h نیز برای سرعت به کار برده می شوند

نکته : برای تبدیل واحد سرعت از متر بر ثانیه به کیلو متر بر ساعت یا بلعکس به این صورت عمل می کنیم

$\frac{Km}{h} \div 3.6 \rightarrow \frac{m}{s}$

$\frac{m}{s} \times 3.6 \rightarrow \frac{Km}{h}$

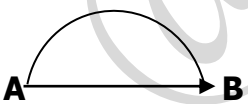
مثال۷ : ۹۰ Km/h چند متر بر ثانیه است ؟ $۹۰ \div ۳/۶ = ۲۵ m/s$

مثال۸ : ۱۰m/s چند کیلومتر بر ساعت است ؟ $۱۰ \times ۳/۶ = ۳۶ km/h$

تمرین۱: شخصی در ساعت اول حرکت ۳ km به طرف شمال ، در ساعت دوم۶km به طرف شرق و در ساعت سوم ۳km به طرف جنوب حرکت می کندتندی متوسط و سرعت متوسط او را حساب کنید؟

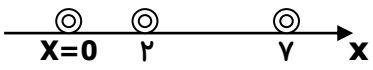
تمرین۲: شخصی مسیر مستقیمی به طول ۳۰ متر را در مدت ۶ s رفته ودر مدت ۹s برمی گردد تندی متوسط و سرعت متوسط او را حساب کنید؟

تمرین۳: شخصی برای رفتن از نقطه A به نقطه B مسیر نیم دایره ای به شعاع ۱۵ متر را در مدت ۵ s طی کرده است تندی متوسط و سرعت متوسط این شخص را تعیین کنید.



@Ganj-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای

تمرین۴: متحرکی از مکان $x=۲m$ به مکان $x=۷m$ می رود و سپس به مکان $x=0$ برمی گردد اگر کل حرکت ۶ ثانیه طول کشیده باشد سرعت متوسط متحرک را حساب کنید.



تمرین۵: اتومبیلی در هنگام رفت فاصله بین دو شهر را که ۶۰ کیلومتر است را در مدت ۲۰ دقیقه طی می کند . همین اتومبیل در هنگام برگشت این مسیر را در مدت ۲۵ دقیقه بر می گردد.مطلوبست : الف) سرعت متوسط در حالت رفت .

ب) سر عت متوسط در حالت برگشت ج) سرعت متوسط در حالت رفت و برگشت

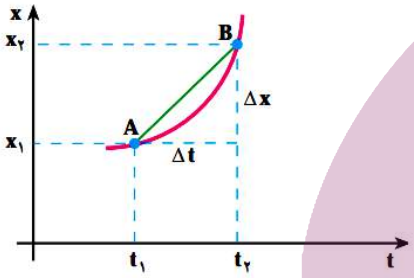
نکته : اگرمتحرک در یک جهت مسافت های Δx_1 و Δx_2 و .... را در زمانهای Δt_1 و Δt_2 و... طی نماید سرعت متوسط در کل مسیر از این رابطه بدست می آید:

$$\bar{V}=\frac{\Delta x_1+\Delta x_2+\cdots}{\Delta t_1+\Delta t_2+\cdots}$$

تمرین۶: متحرکی ۳۰ ثانیه با سرعت $20\ m/s$ و ۱۰ ثانیه با سرعت $40\ m/s$ حرکت می کند سرعت متوسط آن چقدر است ؟

تمرین۷: متحرکی $\frac{2}{3}$ مسیری را با سرعت $10\ m/s$ و بقیه را با سرعت $20\ m/s$ طی می کندسرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه و چند کیلومتر بر ساعت است ؟

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان – زمان :



سرعت متوسط بین دو نقطه از نمودار مکان – زمان برابرشیب خطی است که آن دو نقطه را به یکدیگر وصل می کند.

$$\text{شیب خط}\ \tan\alpha=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\bar{V}$$

تندی لحظه ای و سرعت لحظه ای : لحظه ، یعنی یک زمان بسیار کوچک

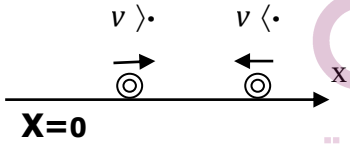
۱- تندی متحرک در هر لحظه از زمان را تندی لحظه ای می گویند.

۲- تندی که تندی سنج اتومبیل نشان می دهد تندی لحظه ای اتومبیل می باشد.

۳- سرعت لحظه ای برداری است که مماس بر مسیر حرکت و در جهت حرکت می باشد.

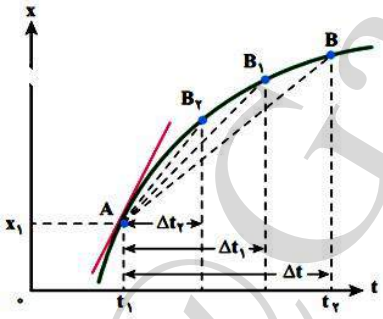
۴- اگر هنگام گزارش تندی لحظه‌ای، به جهت حرکت متحرک نیز اشاره شود، در واقع سرعت لحظه‌ای ($\vec{v}$) آن را، که کمیتی برداری است بیان کرده‌ایم.

نکته : اگر سرعت لحظه ای مثبت باشد متحرک در جهت محور مکان و اگر منفی باشد متحرک در خلاف جهت محور مکان حرکت می کند.



نکته: هرگاه علامت سرعت عوض شود متحرک تغییر جهت می دهد و شرط اینکه متحرکی نسبت به مسیر اولیهٔ خود تغییر جهت دهد(برگردد یا ساکن شود) آن است که سرعتش صفر شود.

تعیین سرعت لحظه‌ای به کمک نمودار مکان – زمان :



درنمودار مکان– زمان شکل مقابل اگر Δt فوق العاده کوچک شود نقطه B خیلی به A نزدیک می شود و در نهایت خط AB در نقطه A برنمودارمماس می شود.

سرعت در هر لحظه برابرشیب خط مماس برنمودارمکان- زمان درآن لحظه است

توجه : هر گاه مماس بر نمودار مکان- زمان موازی و یا منطبق بر محور زمان باشد سرعت در آن لحظه ، برابر صفراست که مربوط به ماکزیمم یا مینیمم منحنی است .

حرکت یکنواخت روی خط راست : هرگاه سرعت لحظه ای متحرکی که برروی خط راست حرکت می کند در تمام لحظه ها یکسان باشد، حرکت آن یکنواخت نامیده می شود. در حرکت یکنواخت متحرک در زمان های مساوی مسافت های مساوی را طی می کند به عبارت دیگر ، حرکت یکنواخت به حرکتی گویند که در طول مسیر ، بردار سرعت ثابت بماند یعنی علاوه بر ثابت ماندن مقدار سرعت باید جهت سرعت نیز ثابت بماند .

@GamBeGam-Dars
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

نکات مهم حرکت یکنواخت :

۱- در این نوع حرکت سرعت متوسط با سر عت لحظه ای برابر است $\overline{V} = V$

۲- شیب نمودار مکان زمان چنین حرکتی که همان سرعت است همواره ثابت است

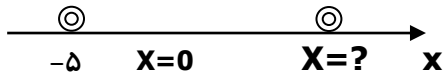
۳- در این نوع حرکت مکان متحرک تابعی اززمان حرکت آن است: $x = f(t)$ واین تابع نسبت به زمان ، از درجه ی اول است یعنی نمودار(مکان - زمان)آن یک خط راست است .

رابطه ی مکان – زمان یا معادله حرکت: معادلهٔ حرکت یک رابطهٔ ریاضی بین مکان متحرک (**x**) و زمانی که متحرک به این مکان رسیده است یعنی (**t**) می باشد بوسیله این معادله می توان مکان متحرک را در هر لحظه تعیین کرد.

اگر فاصله متحرک تا مبدأ در لحظه **t=0** برابر x_0 و در لحظه **t** برابر **x** باشد:

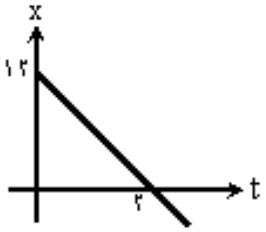
$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad \Rightarrow \quad V = \frac{x - x_0}{t - 0} \quad \Rightarrow \quad x = Vt + x_0$$ معادله حرکت یکنواخت

مثال۹ : متحرکی بر روی مسیر مستقیم در مبدأ زمان از نقطه (**۵m**-) مطابق شکل در حال حرکت می باشد اگر سرعت آن ثابت و برابر **۱۵ m/s** باشد مکان آن را در زمان **t= ۲۰ s** تعیین کنید؟



$x = x_0 + Vt \Rightarrow x = -5 + 15 \times 20 \Rightarrow x = -5 + 300 = 295\ m$

مثال۱۰ : با توجه به نمودار مکان – زمان شکل مقابل معادله حرکت آن را بنویسید؟

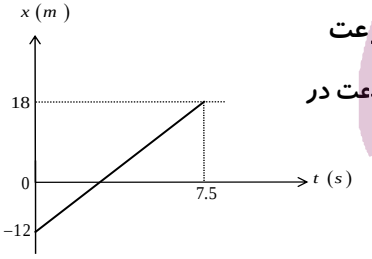


جواب : چون نمودار مکان- زمان یک خط راست است حرکت یکنواخت می باشد .

در معا دله $X = Vt + X_0$ مقادیر **V** و X_0 را از روی نمودار بدست می آوریم

برای نوشتن معادله نباید بجای **X** و**t** عدد بگذاریم . $X = -6t + 12$ و $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-12}{2} = -6\ m/s$

مثال۱۱ : با توجه به نمودار مقابل تغییر مکان متحرک در در بازه‌ی زمانی صفر تا **7.5 s** و سرعت آن را در لحظه **t = 3 s** بدست آورید ؟ پاسخ: شیب نمودار و سرعت متحرک ثابت است پس سرعت در هر لحظه (مثلا در لحظه‌ی t = 3 s) نیز با سرعت متوسط برابر است.



$$\Delta x = x_2 - x_1 = 18 - (-12) = 30\ m \Rightarrow V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{30}{7.5} = 4\ m/s$$

تمرین۸ : معادله حرکت متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند به صورت **x = ۲۰ t -۴** می باشد تعیین کنید :

الف- سرعت متحرک را ب- در لحظه **t = ۳ s** متحرک در چه فاصله ای از مبدأ واقع است .

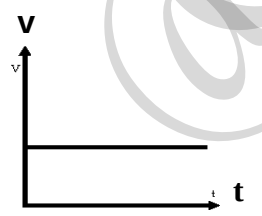
ج- در مدت ۳ ثانیه جابه جایی متحرک را حساب کنید.

تمرین۹: متحرکی که برروی مسیر مستقیم به طور یکنواخت در حرکت است در لحظهٔ **t =۲s** در فاصله (۵-) متری مبدأ و در لحظه **t =۴s** در فاصله ۵ متری مبدأ مکان است. سرعت و فاصلهٔ متحرک را در لحظه **t=0** از مبدأ مکان حساب کنید؟

تمرین۱۰: جسمی با سرعت ثابت در حرکت است. اگر این جسم در لحظهٔ $t = 4s$ در فاصلهٔ ۲۲+ متری مبداء مکان و ۲ ثانیه بعد در فاصلهٔ ۳۴+ متری آن باشد، سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱/۲ ۲) ۴ ۳) ۵/۶ ۴) ۶

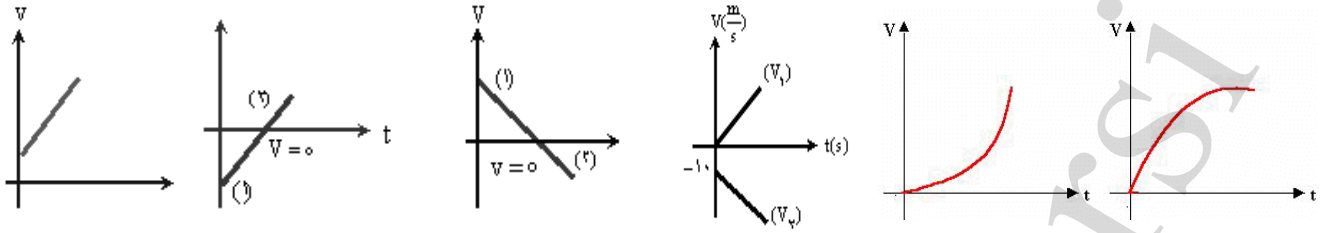
نمودار سرعت – زمان : با داشتن سرعت در زمانهای مختلف می توانیم این نمودار را رسم کنیم.



محور افقی را زمان و محور قائم را سرعت اختیار می کنیم.اگرمتحرک با سرعت ثابت روی خط راست حرکت کند نمودار سرعت – زمان آن مطابق شکل مقابل خواهد بود.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

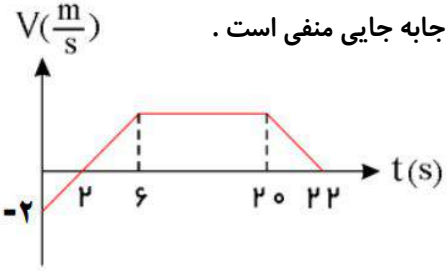
اگر سرعت متحرک ثابت نباشد نمودار سرعت – زمان آن ممکن است مطابق شکل های زیر باشد .



نکته : سطح محصور بین نمودار سرعت – زمان و محور زمان در بازه‌ی زمانی Δt برابر با جابه جایی متحرک (Δx) است .

اگر این مساحت در بالای محورزمان باشد جابه جایی مثبت واگر در زیر محور زمان باشد جابه جایی منفی است .

تمرین۱۱: در شکل مقابل جابجایی متحرک را در بازه ی زمانی ۲۲ ثانیه بدست آورید ؟



حرکت شتابدار :

در مواردی که سرعت متحرک تغییر می کند می گوییم حرکت شتابدار یا غیر یکنواخت است. یعنی میزان جابجایی درزمان های مساوی با هم برابرنیست . سوال : ما چه وقت احساس شتاب می کنیم؟

۱- زمانیکه روی پدال گازفشارمی دهیم.۲- وقتیکه ترمزمی کنیم۳- وقتیکه حول یک میدان درحال دورزدن هستیم و... درحرکت شتابدارجهت و یا اندازه سرعت ویا هردو می تواند تغییر کند مثلا درحرکت برروی مسیر خمیده جهت سرعت الزاما تغییر می کند یعنی در حرکت برروی مسیر منحنی ، حتی اگر بزرگی سرعت هم تغییر نکندحرکت شتابداراست .

بنابراین عوامل ایجاد کننده شتاب: ۱- تغییر در سرعت متحرک ۲- تغییردر جهت حرکت می باشد .

تعریف شتاب متوسط : شتاب متوسط برابر تغییرسرعت درواحدزمان است و با $\bar{a}_{av}$ نشان می دهند و یکای آن (m/s^2) است.

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

نکات مهم شتاب متوسط :

۱- شتاب یک کمیت برداری است . یعنی هم مقدار و هم جهت دارد.

۲- شتاب یعنی در هر ثانیه یک مقدار ثابت بر سرعت اضافه یا کم می شود.

۳- در مواردی که بزرگی سرعت متحرک یا جهت بردار سرعت تغییر کند حرکت شتابدار است.

۴- در صورتی که متحرک ساکن یا با سرعت ثابت در مسیر مستقیم حرکت کند شتاب آن صفر است .

۵- در صورتی که سرعت متحرک مرتبا کاهش یابد یعنی ترمز کند شتاب آن منفی است.

۶- درفرمول شتاب همیشه سرعت نهایی ازسرعت اولیه کم می شود پس اگر $V_2 - V_1$ مثبت باشد شتاب مثبت و اگرمنفی باشد شتاب منفی است

سوال : متحرکی با شتاب ثابت $2\ m/s^2$ از حال سکون شروع به حرکت می کند مفهوم این جمله چیست ؟

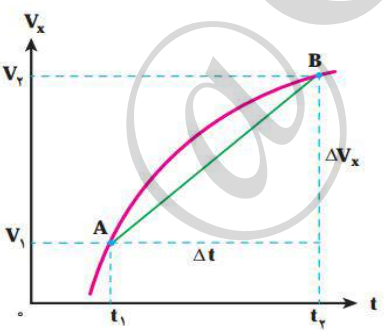
یعنی سرعت اولیه متحرک صفر بوده وبعد از شروع حرکت در هرثانیه مقدار $2\ m/s$ به سرعت متحرک افزوده می شود .

مثال۱۲ : متحرکی بروی خط راست از حال سکون شروع به حرکت نموده و پس از ۵ ثانیه سرعتش به $20\ m/s$ می رسد شتاب حرکت آن را حساب کنید ؟

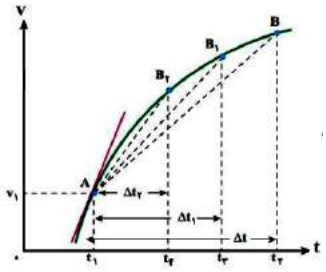
$$\bar{a} = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{5} = 4\ m/s^2$$

تعیین شتاب متوسط به کمک نمودار سرعت – زمان :

شتاب متوسط بین دو لحظه برابر شیب خطی است که نمودار سرعت – زمان را در آن دو لحظه قطع می کند.»



$$\begin{cases} \bar{a} = a = tg\alpha \\ tg\alpha = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \end{cases} \Rightarrow \bar{a} = a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$



شتاب لحظه ای :

۱- شتابی که متحرک در هر لحظه دارد شتاب لحظه ای گویند

۲- **شیب خط مماس بر نمودار سرعت- زمان در هر لحظه برابرشتاب لحظه ای است**

و هر قدر این شیب بیشتر باشد شتاب نیز بیشتر است .

حرکت تند شونده وکند شونده : درحرکت شتاب دار با شتاب ثابت روی خط راست هرگاه بردار شتاب هم جهت با بردار سرعت باشدحرکت تندشونده است($av > 0$) در این نوع حرکت قدر مطلق سرعت متحرک رو به افزایش می باشد و هرگاه بردار شتاب درخلاف جهت بردارسرعت باشدحرکت کند شونده و قدرمطلق سرعت به تدریج کاهش می یابد: ($av < 0$) نکته: اگر **a** و**v** هم علامت باشند حرکت تند شونده در غیر این صورت حرکت کند شونده است .

حرکت شتاب دار با شتاب ثابت روی خط راست : هرگاه متحرکی روی خط راست حرکت کند و تغییر سرعت آن در هر فاصله زمانی مساوی ، یکسان باشد شتاب متحرک ثابت است در این نوع حرکت (یعنی حرکت با شتاب ثابت) شتاب متوسط بین هردو لحظه دلخواه با شتاب متحرک در هر لحظه برابر است.

معادلات حرکت با شتاب ثابت :

۱- شتاب متوسط و لحظه ای : $\bar{a} = a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

2- سرعت متوسط: أ) $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ب) $\bar{v} = \frac{v_1+v_2}{2}$ پ) $\bar{v} = \frac{1}{2}at + v_0$

3- معادله سرعت – زمان : $v = at + v_0$ 4- معادله مکان- زمان (معادله حرکت) : $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

5- معادله مستقل از زمان: $v^2 - {v_0}^2 = 2a\Delta x$ 6- معادله مستقل از شتاب : $\Delta x = \frac{v+v_0}{2}\Delta t$

مثال۱۳ : اتومبیلی از حال سکون روی خط راست با شتاب ثابت ۲ m/s^2 شروع به حرکت می کند.
سرعت اتومبیل بعد از ۲۰ ثانیه چقدر می شود ؟

مثال۱۴ : معادله‌ی حرکت متحرکی درSI به صورت $x= 2t^2-4$ است ،
سرعت این متحرک درلحظه‌ی$t=0$ و $t=3s$ چند m/s است ؟

مثال۱۵ : اگر معادله ی حرکت جسمی روی خط راست $x=2t^2 - 12t$ باشد ، در چه لحظه ای جهت حرکت جسم عوض می شود ؟

توشه ای برای موفقیت

تمرین۱۲: معادله سرعت زمان متحرکی در سیستم (SI) برابر $v = 3t- 4$ می باشد .
مطلوبست تعیین کنید : الف) سرعت اولیه ب) شتاب حرکت

جابجایی متحرک در t ثانیه n ام حرکت: اگر متحرکی با شتاب ثابت **a** و با سرعت اولیه V_0 روی خط راست در حال حرکت باشد جابجایی متحرک درt ثانیه **n** ام حرکت از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2(2n-1) + V_0t \xrightarrow{t=1s} \Delta x = \frac{1}{2}a(2n-1) + V_0$$

مثال۱۶ : متحرکی از حال سکون و با شتاب ثابت $4\ m/s^2$شروع به حرکت می‌کند.
جابه‌جایی متحرک در دو ثانیه سوم حرکت چند متر است؟

$$V_0 = 0 \ , a = 4\frac{m}{s^2} \ , t = 2s \ , n = 3 \ \Rightarrow \ \Delta x = \frac{1}{2}at^2(2n-1) + V_0t$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times 4 \times 2^2(2 \times 3 - 1) + 0 \Rightarrow \Delta x = 40m$$

@GaroonBegam-Dars

مثال۱۷ : جسمی از حال سکون با شتاب ثابت $10\ m/s^2$ شروع به حرکت می‌کند.
مسافت پیموده شده در ثانیه چهارم چند متر است؟

$$V_0=0\ ,\ a=10\frac{m}{s^2}\ ,\ t=1s\ ,\ n=4\ ,\ \Delta x=?$$

$$\Delta x=\frac{1}{2}a(2n-1)+V_0 \Rightarrow \Delta x=\frac{1}{2}\times 10\times(2\times 4-1)+0 \Rightarrow \Delta x=35m$$

نکته: جابه‌جایی متحرک در n ثانیه‌ی آخر حرکت و در ثانیه‌ی آخر حرکت از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

$$\boxed{\Delta x=\frac{1}{2}an(2t-n)+nV_0} \xrightarrow{\text{در ثانیه‌ی آخر } n=1} \boxed{\Delta x=\frac{1}{2}a(2t-1)+V_0}$$

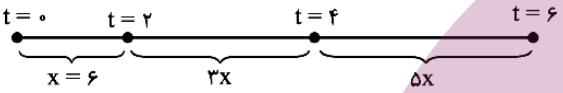
مثال۱۸ : متحرکی با سرعت اولیه $20\frac{m}{s}$ و با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ به مدت $10s$ در حال حرکت می‌باشد. این متحرک در ۳ ثانیه آخر حرکت خود چند متر جابه جا شده است. ۱) ۱۸۹ متر ۲) ۱۳۰ متر ۳) ۱۱۱ متر ۴) ۱۰۰ متر

راه اول $x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0 \Rightarrow x=t^2+20t \Rightarrow \begin{cases} t=10s \rightarrow \Delta x_1=100+200=300m \\ t=7s \rightarrow \Delta x_2=49+140=189m \end{cases} \Rightarrow d=300-189=111m$

راه دوم $\Delta x=\frac{1}{2}an(2t-n)+nV_0=\frac{1}{2}\times 2\times 3(2\times 10-3)+3\times 20=111m$

نکته: متحرکی که بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند، در بازه‌های زمانی یکسان، مسافت‌ها ی x و 3x و 5x و . . . می‌پیماید

مثال: متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند و در دو ثانیه‌ی اول 6m جابه‌جا می‌شود. این متحرک بین دو لحظه‌ی $t=4$ و $t=6$ چقدر جابه‌جا می شود؟



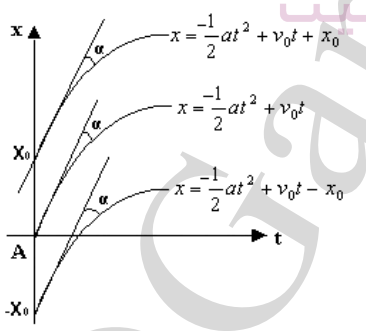
حل: $\Rightarrow \Delta x=5x=5\times 6=30m$

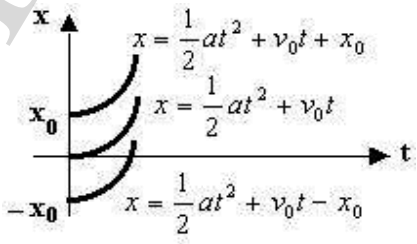
نکته : اگر متحرکی با شتاب ثابت روی خط راست حرکت کند، جابه جایی های آن در بازه های زمانی مساوی، تشکیل تصاعد عددی می دهند که در آن Δx_1 جمله اول و at^2 قدر نسبت می باشد. $\Delta x_m-\Delta x_n=(m-n)at^2$ $2\Delta x_2=\Delta x_1+\Delta x_3$

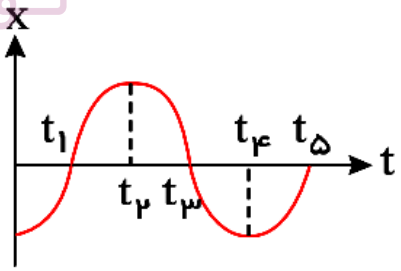
مثال۱۹ : متحرکی با شتاب ثابت در مدت 3 s به اندازه ی 12 m جابه جا شده است.اگر نصف این جابه جایی درثانیه اول حرکت انجام شده باشد شتاب حرکت چند m/s^2 است ؟ پاسخ : جابه‌جایی در بازه‌های متوالی مساوی تشکیل تصاعد عددی با قدر نسبت at^2 می دهند بنابراین قدر نسبت در اینجا برابر a می باشد

$6+(6+a)+(6+2a)=12 \Rightarrow a=-2$

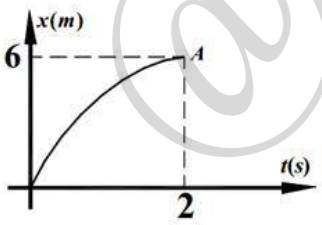
نمودار مکان– زمان در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست: چون معادله حرکت شتابدار ثابت از درجه ۲ است » لذا نمودار مکان- زمان آن یک سهمی است اگر دهانه نمودار به سمت بالا باشد شتاب مثبت واگر به سمت پایین باشد شتاب منفی است .درشکل های زیر چند نمونه از این نمودارها نشان داده شده است .







مثال۲۰ : شکل مقابل که قسمتی از یک سهمی است، نمودار مکان– زمان متحرک را نشان می‌دهد. اگر نقطهٔ A ماکزیمم نمودار باشد، معادله سرعت متحرک کدام است؟



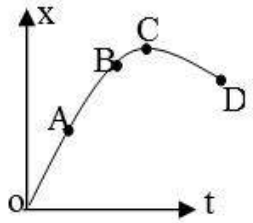
$\Delta x=(\frac{V+V_0}{2})\Delta t \rightarrow 6=\frac{0+V_0}{2}\times 2 \Rightarrow V_0=6\frac{m}{s}$

$a=\frac{V-V_0}{t}=\frac{0-6}{2}=-3 \Rightarrow V=-3t+6$

۱) $v=3|-6t$ ۲) $v=6t+3$
۳) $v=6-3t$ ۴) $v=6+3t$

@GamBoGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرین۱۳: با توجه به شکل زیردرجاهای خالی کلمه ی مناسب بنویسید:



الف) سرعت متحرک از نقطه ی A تا نقطه ی C ، .... می شود. (کم،زیاد)

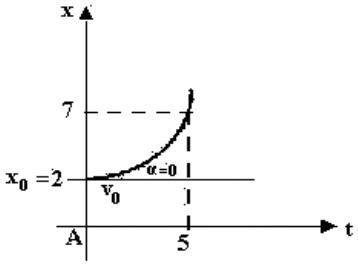
ب) این نمودار مربوط به حرکت ..... است. (یکنواخت، شتابدار)

پ) سرعت متوسط در کل مسیر..... ..... است. (مثبت، منفی، صفر)

ت) جهت حرکت در نقطه ..... تغییر کرده است (A,B,C)

تمرین۱۴: نمودار حرکت $x=t^2+2t$ را رسم کرده و نوع حرکت و معادله سرعت را بنویسید؟

تمرین۱۵: نمودار مکان – زمان متحرکی که ازحال سکون با شتاب ثابت به حرکت در می آید



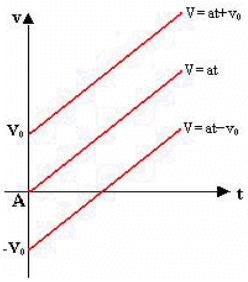
مطابق شکل می باشد: الف) : نوع حرکت ب) : معادله حر کت

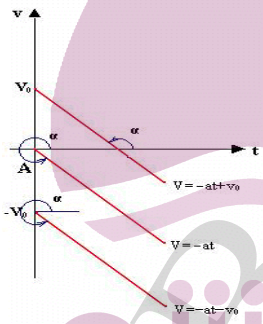
ج) سرعت این متحرک را در لحظه $t=5\ s$ بدست آورید ؟

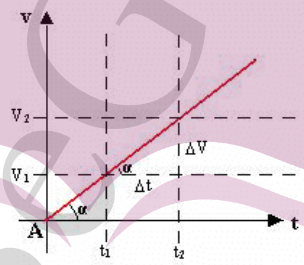
نمودار سرعت – زمان در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست:

چون معادله سرعت($v=at+v_0$) نسبت به زمان ازدرجه یک است بنابراین سرعت متحرک به طورخطی با زمان تغییرمی کند

یعنی نمودار سرعت–زمان این نوع حرکت به صورت یک خط راست است که شیب آن برابر شتاب ثابت حرکت است



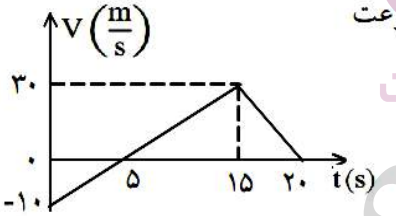




$$\begin{cases} \bar{a}=a=tg\,\alpha \\ tg\,\alpha=\dfrac{\Delta v}{\Delta t} \end{cases} \Rightarrow \bar{a}=a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

نکته : سطح زیر نمودار سرعت – زمان در حرکت شتابدار ثابت نیز اندازه جابجایی را نشان می دهد .

مثال۲۱: نمودار سرعت- زمان متحرکی در مسیر مستقیم مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط آن در مدت ۲۰ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۰/۵ ۲) ۲/۵

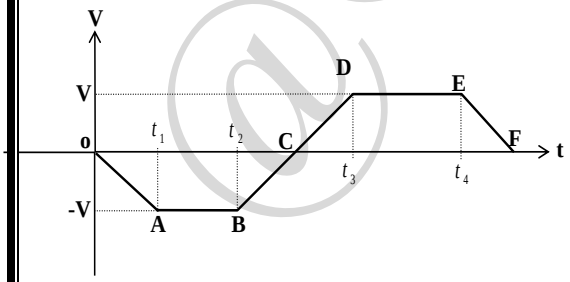
۳) ۱۰ ۴) ۱۵

$$s_1=-\frac{5\times10}{2}=-25, s_2=\frac{15\times30}{2}=225, s=s_1+s_2=-25+225=200$$

$$\Delta x=s=200\,m, v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{200}{20}=10\,m/s$$

مثال۲۲: نمودار سرعت–زمان متحرکی که از مبدا مکان بر روی یک خط راست به حرکت در آمده مانند شکل زیر است

نوع حرکت را در هر مرحله مشخص کنید .



حرکت تند شونده است $(0, t_1)$ $V<0$, $a<0$ ⇨

حرکت یکنواخت (t_1, t_2) $V<0$, $a=0$ ⇨

حرکت کند شونده است (t_2, c) $V<0$, $a>0$ ⇨

حرکت تند شونده است (c, t_3) $V>0$, $a>0$ ⇨

حرکت یکنواخت روی خط راست (t_3, t_4) $V>0$, $a=0$ ⇨

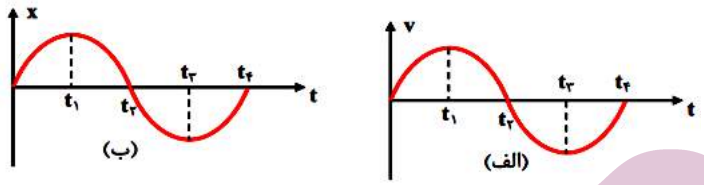
حرکت کند شونده است (t_4, f) $V>0$, $a<0$ ⇨

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

مثال۲۳ : متحرک A با سرعت $36\frac{km}{h}$ حرکت می‌کند. در یک لحظه، متحرک B که با سرعت ثابت $12\frac{m}{s}$ حرکت می‌کنـد از A سبقت می‌گیرد. در همین لحظه، متحرک A با شتاب ثابت سرعت خود را زیاد می‌کند و بعد از طی $120\ m$ بـه متحـرک B می‌رسد. شتاب متحرک A چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

$$\Delta x = v\,t \Rightarrow 120 = t\times 12 \Rightarrow t = 10s \quad و \quad \Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v\,t \Rightarrow 120 = \frac{1}{2}a\times(100)+100 \Rightarrow a = \frac{20}{50} = 0/4\frac{m}{s^2}$$

تمرین ۱۶: نوع حرکت در بازه‌های زمانی مختلف را در هر یک از نمودارهای زیر تعیین کنید .

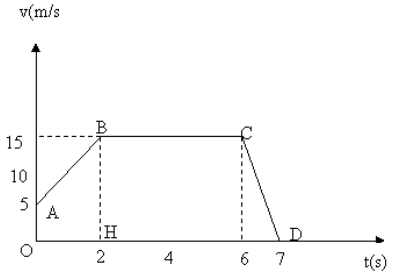


تمرین۱۷: نمودار تغییرات سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است . مطلوبست :

الف) بزرگی شتاب و نوع حرکت در مرحله AB و BC

ب) شتاب حرکت در ثانیه آخر

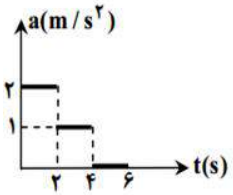
پ)اندازه جابجایی متحرک در این مدت



نمودار شتاب - زمان :

۱- هرنقطه از نمودار , شتاب متحرک را در یک لحظه ی دلخواه نشان می دهد. ۲- مساحت سطح محصور بین نمودار تا محور زمان برابر تغییر سرعت متحرک است که اگر بالای محور زمان باشد Δv مثبت و اگر زیر محور باشد Δv منفی است.

مثال۲۴ : نمودار شتاب- زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند به شکل روبه‌رو است. شتاب متوسط این متحرک در ۵ ثانیه‌ی اول حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟ پاسخ : با استفاده از معادله‌ی $V = at + V_0$ ، سرعت در هر مرحله را به‌دست می‌آوریم.



$$V_2 = at + V_0 = 2\times 2 + V_0 = 4 + V_0$$
$$V_4 = at + V_2 = 1\times 2 + (4 + V_0) = 6 + V_0$$
$$V_5 = at + V_4 = 0 + (6 + V_0) = 6 + V_0$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_5 - V_0}{5-0} = \frac{6 + V_0 - V_0}{5} = 1/2 m/s^2$$

۱) ۱/۲
۲) ۰/۶
۳) ۱/۵
۴) ۱

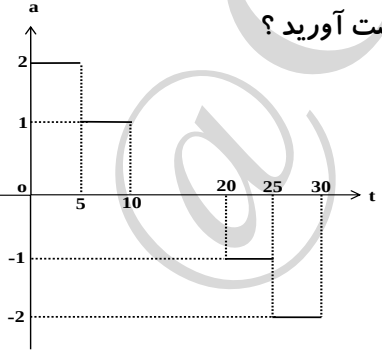
راه‌حل دوم: می‌دانیم سطح زیر نمودار شتاب- زمان برابر تغییرات سرعت است.

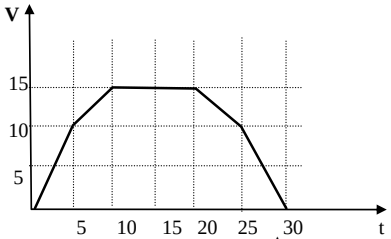
$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{S_1 + S_2}{\Delta t} = \frac{(2\times 2)+(1\times 2)}{5} = 1/2\,(m/s^2)$$

گزینه ۱ پاسخ است.

مثال۲۵ : نمودارشتاب- زمان متحرکی که از حال سکون روی مسیر مستقیمی شروع به حرکت کرده است ، مانند شکل زیر است

الف) نمودار سرعت - زمان آن را رسم کنید؟ ب) جابجایی متحرک را پس از 30 s به دست آورید ؟





$$V_1 = 2\times 5 = 10 \quad m/s$$
$$V_2 - V_1 = 5 \quad m/s \Rightarrow V_2 = 15 \quad m/s$$
$$V_3 - V_2 = 0 \Rightarrow V_3 = 15 \quad m/s$$
$$V_4 - V_3 = -5 \quad m/s \Rightarrow V_4 = 10 \quad m/s$$
$$V_5 - V_4 = -10 \quad m/s \Rightarrow V_5 = 0 \quad m/s$$

جابه جایی برابر است با مساحت زیر نمودار سرعت- زمان است $\Delta x = 325$ m

@GaraGam-Darsi
ایران توشه
توسعه‌ای برای متفاوت

سئوالات امتحانی فیزیک ۳ فصل ۱ مبحث حرکت شناسی

۱- مفاهیم فیزیکی (سرعت متوسط – سرعت لحظه ای – شتاب متوسط – شتاب لحظه ای) را تعریف کنید؟

۲- در جاهای خالی کلمه های مناسب بنویسید .

۲-۱- شیب خط مماس بر نمودار مکان – زمان برابر با ..... است.

۲-۲- مساحت زیر نمودار سرعت – زمان برابر با ..... است.

۲-۳- در حرکت ..... بر روی خط راست علامت شتاب و سرعت مخالف است .

۲-۴- خودرویی که رو به شمال در حرکت است , ترمز می کند . شتاب این خودرو رو به .... است .

۲-۵- شیب خط مماس بر نمودار سرعت-زمان در هر لحظه برابر .... می با شد

۳- کلمه یا عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب نموده و به پاسخ نامه انتقال دهید .

۳-۱- در حرکت کند شونده , شتاب حرکت حتماً منفی است . (درست ـ نادرست)

۳-۲- در حرکت تند شونده روی خط راست بردار های سرعت و شتاب (هم جهت ـ در خلاف جهت) هم هستند .

۳-۳- اگر حاصل ضرب $ax V$ منفی باشد , حرکت (کند شونده ـ تند شونده) است .

۳-۴- شیب خطی که نمودار مکان ـ زمان را در دو لحظه قطع می کند , برابر (سرعت متوسط ـ شتاب متوسط)بین آن دو نقطه است .

۳-۵- درحرکت یک بعدی اگر شتاب و سرعت هم علامت باشند , حرکت(تند شونده ـ کند شونده) است.

۳-۶- شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان در هر نقطه , برابر (شتاب لحظه ای ـ سرعت لحظه ای) متحرک است .

۴- درستی یا نادرستی عبارت های زیر را با حروف (ص) یا (غ) مشخص کنید :

۴-۱- سرعت متوسط بین هر دو لحظه دلخواه را سرعت لحظه ای می گویند.

۴-۲- در حرکت با شتاب ثابت بر خط راست بردار های سرعت و شتاب , هم جهت هستند .

۴-۳- شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان برابر شتاب لحظه ای است .

۴-۴- شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان در یک نقطه , سرعت لحظه ای جسم در آن نقطه نامیده می شود .

۵- سرعت متوسط و سرعت لحظه ای را تعریف کنید و بنویسید در چه نوع حرکتی این دو کمیت با هم برابر است؟

۶- سرعت متوسط یک متحرک در یک بازه زمانی نسبت به جابجایی آن در این بازه زمانی چگونه است چرا؟

۷- الف-در کدام نوع حرکت سرعت متوسط و سرعت لحظه ای با هم برابرند؟

ب- در چه صورت بردار مکان و جابه جایی روی یک خط راست قرار می گیرند؟

۸- سرعت متوسط به کمک نمودار مکان – زمان چگونه تعیین می شود با رسم یک نمودار توضیح دهید.

۹- سرعت متوسط یک متحرک را در یک بازه ی زمانی با استفاده ازنمودار مکان – زمان تعریف کنید. سرعت لحظه ای از روی این نمودار چگونه تعیین می شود با رسم یک نمودار نشان دهید.

۱۰- توضیح دهید چگونه می توان به کمک نمودار مکان – زمان سرعت لحظه ای را در لحظه ی t تعیین کرد؟

۱۱- شتاب متوسط متحرک را با استفاده از نمودار سرعت زمان متحرک تعریف کنید. شتاب لحظه ای از روی این نمودار چگونه به دست می آید و چه اطلاعات دیگری را می توان از روی این نمودار بدست آورد

۱۲- مفهوم فیزیکی شتاب متوسط را با توجه به نمودار سرعت-زمان توضیح دهید. (با رسم شکل)

۱۳- نشان دهید شیب خطی که نمودار سرعت-زمان متحرکی را که روی خط راست حرکت می کند، در دو لحظه قطع کند، معرف شتاب متوسط متحرک بین این دو لحظه است .(با رسم شکل و نوشتن روابط مورد نظر)

۱۴- چهار کار برد نمودار مکان- زمان را بیان کنید؟

۱۵- الف – سطح زیر نمودار سرعت – زمان معرف چه کمیتی است.

ب- شیب نمودار سرعت – زمان معرف چه کمیتی است.

۱۶ - حرکت تند شونده و حرکت کند شونده را تعریف کرده و علامت سرعت و شتاب را در این حرکت ها مشخص کنید؟

۱۷- در چه صورت برای یک متحرک علی رغم ساعت ها حرکت سرعت متوسط صفر است.

۱۸- الف- در حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان- زمان حرکت چگونه است چرا؟

ب- سطح زیر چه نموداری معرف تغییرات سرعت متحرک است؟

۱۹- وقتی می گوئیم شتاب ثابت متحرکی $2\ m/s^2$ است مفهوم این جمله چیست؟

۲۰- از نمودار سرعت – زمان حرکت یک متحرک چه اطلاعاتی می توان بدست آورد؟

۲۱- در حرکت بر خط راست سرعت و شتاب در حرکتهای تند شونده و کند شونده نسبت به هم چه وضعی دارند؟

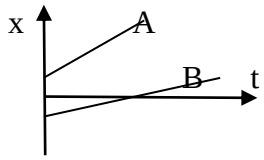
۲۲- هرگاه شیب خط مماس بر نمودار سرعت – زمان متحرکی صفر باشد . گوئیم چه کمیتی از حرکت آن متحرک صفر است .چرا؟

۲۳- با ذکر دلیل توضیح دهید آیا متحرکی که شتابی در جهت شرق داردمی تواند سرعتی در جهت غرب داشته باشد .

۲۴- با ذکر دلیل توضیح دهید که چه موقع شتاب حرکت :

الف) در جهت سرعت است ب) در جهت سرعت نیست

۲۵- با توجه به دو نمودار مکان – زمان داده شده سرعت حرکت کدامیک از متحرک های A وB بیشتر است . چرا؟

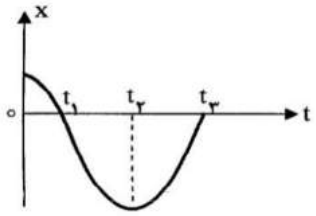


۲۶- نمودار مکان زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند به صورت شکل زیر است.

با دلیل پاسخ دهیدالف) شیب خط واصل بین دو نقطه از این نمودار معرف چه کمیتی است؟

ب) در چه لحظاتی متحرک از مبداء مکان گذشته است

پ) سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی t_1 تا t_3 چقدر است ؟

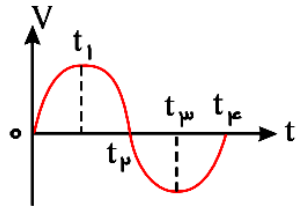


۲۷- نمودار سرعت – زمان متحرکی بر خط راست به صورت مقابل است در محدوده ی نمودار:

الف) درچه لحظه هایی سرعت بیشترین اندازه را دارد ؟

ب) در چه لحظه هایی متحرک فاقد شتاب است؟

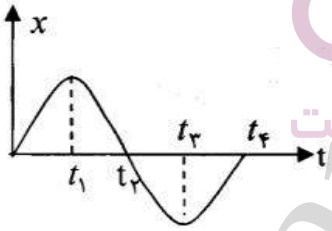
ج) نوع حرکت را در هر بازه تعیین کنید ؟



۲۸- نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل است . با توجه به نمودار برای پرسش های زیر پاسخ کوتاه بنویسید : الف- نوع حرکت جسم شتابدار است یا یکنواخت؟

ب- شیب بین دو لحظه ی دلخواه از نمودار , معرف چه کمیتی است ؟

پ- در چه لحظه هایی پس از شروع حرکت , متحرک به مبداء می رسد



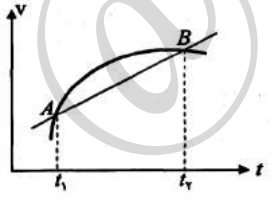
۲۹- برای متحرکی که بدون سرعت اولیه و از مبداء مکان با شتاب ثابت در جهت مثبت روی یک خط راست حرکت نموده است نمودارهای مکان – زمان و سرعت – زمان و شتاب – زمان را رسم نمائید.

۳۰- شکل روبه رو را مشاهده کنید.

الف- استنباط خود را از این مشاهده بنویسید.

ب- این طرح برای تعریف کدام کمیت فیزیکی رسم شده است؟

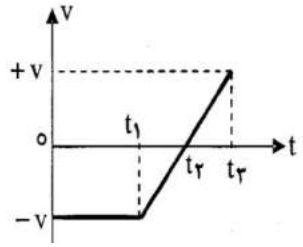
ج- کمیت فوق را تعریف کنید.



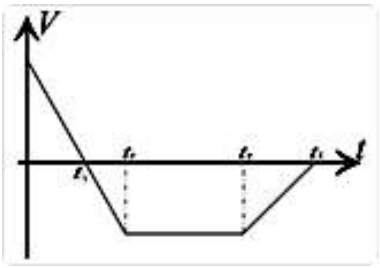
@GamBeGam-Dars
ایران تخته
نوشته ای برای موفقیت

۳۱- نمودار سرعت زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است .

نوع حرکت را درهر مرحله تعیین کنید.



۳۲- نمودار سرعت- زمان جسمی که روی محورX ها حرکت می کند مانند شکل زیر است. با توجه به نمودار، جاهای خالی را با یکی از کلمات داده شده پر کنید. (یکنواخت- تند شونده – کند شونده- مثبت – منفی)



الف- در بازه زمانی t_0 تا t_1 ، جسم در جهت ..... محور x ها حرکت می کند.

ب- در بازه زمانیt_1 تا t_2، علامت شتاب ..... است.

پ- در بازه زمانیt_2 تا t_3، نوع حرکت ..... است.

ت- در بازه زمانی t_0 تا t_1 ، نوع حرکت ..... است.

مسائل مبحث حرکت شناسی فیزیک۳ فصل ۱

۱- معادله حرکت جسمی در یک بعد با رابطه $x = -2t^2 - 4t + 4$ در SI داده شده است.

الف) سرعت متحرک را در لحظه $t = 0.5\ s$ به دست آورید.

ب) نمودار مکان-زمان و نمودار سرعت-زمان آن را در ۳ s اول حرکت رسم کنید.

۲- معادله حرکت متحرکی درSI به صورت $x = 3t^2 + 9t$ می باشد.

الف) شتاب متوسط آن را در بازه زمانیصفرتا ۲ ثانیه بدست آورید؟

ب) شتاب متحرک را در لحظه $t = 1s$ تعیین کنید ؟

۳- اتومبیلی از حال سکون و با شتاب ثابت $2\ m/s^2$ روی خط راست شروع به حرکت می کند پس از ۵ ثانیه به مدت ۲۰ s با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می دهد الف) سرعت متوسط آن را در مدت ۲۵ ثانیه محاسبه کنید.

ب) نمودار سرعت-زمان آن را رسم کنید .

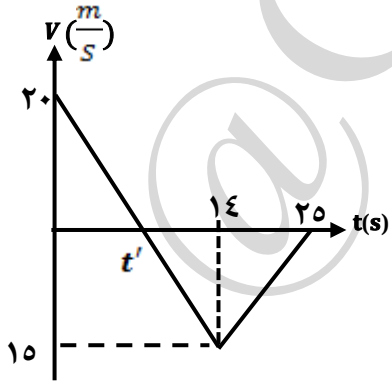
۴- معادله حرکت جسمی به صورت $x = 2t^2+t-5$ می باشد.

الف) سرعت متوسط آن را بین زمان ۱ s و ۳ s به دست آورید.

ب) شتاب آن در لحظه t=2s چقدراست؟

۵- نمودار سرعت -زمان متحرکی مطابق شکل است

اندازه ی شتاب وجابجایی متحرک را درمرحله کند شونده حرکت حساب کنید .

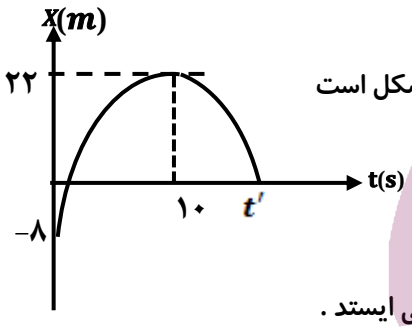


@GanjBegam-Dars
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۶- متحرکی با سرعت ثابت روی محور x ها بحرکت در می آید اگر در لحظه ی t = ۲s در فاصله ی ۲۰ متری مبداء و در لحظه ی t=۵ s در فاصله ۶۵ متری مبداء باشد . در لحظه ی شروع حرکت در فاصله ی چند متری مبداء بوده است.

۷- اتومبیلی در یک جاده افقی با سرعت ثابت ۲۵ متر برثانیه در حال حرکت است راننده ناگهان متوجه مانعی در سر راه خود می شود و ترمز می کند در نتیجه اتومبیل ۲/۵ ثانیه بعد از دیدن مانع متوقف می شود اگر حرکت اتومبیل در موقع ترمز با شتاب ثابت ۱۲/۵ متر بر مجذورثانیه کند شود . اولا راننده پس از چه مدت از دیدن مانع ترمز کرده است (زمان عکس العمل) وکل مسافتی را که اتومبیل از دیدن مانع تا توقف پیموده است چقدر است؟
نمودار سرعت – زمان و شتاب – زمان آن را در این مدت رسم کنید ؟

۸- اتومبیلی در مسیری مستقیم با شتاب ثابت ازحال سکون شروع به حرکت می کند و پس از ۱۰ ثانیه سرعتش به ۲۰ m/ s می رسد سپس به مدت ۲۵ ثانیه با همین سرعت به حرکتش ادامه می دهد وپس از آن ترمزمی کند و بعد از ۵ ثانیه متوقف می شود اگر در مدت ترمز کردن شتاب ثابت باشد تعیین کنید .
الف) شتاب و نوع حرکت در هر مرحله . ب) جا به جایی کل
ج) نمودار سرعت – زمان را از لحظه شروع تا لحظه توقف رسم کنید؟



۹- نمودار مکان – زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی خط راست در حرکت است مطابق شکل است معین کنید :الف- سرعت اولیه متحرک را
ب- شتاب حرکت را

۱۰- اتومبیلی که با سرعت ۵۴ Km/h در حرکت است در اثر ترمز پس از طی ۲۲/۵ m می ایستد .
مدت زمان توقف چند ثانیه است ؟

۱۱- ذره ای با شتاب ثابت بر خط راستی حرکت می کند . در لحظه ی t = ۰ این ذره در مکان x = -۵ m است . اگر سرعت این ذره در مکان های x= ۷ m و x=۱۶ m به ترتیب برابر ۴ m/s و ۵ m/s باشد
شتاب حرکت و سرعت اولیه ی آن راحساب کنید ؟

۱۲- در یک مسیر مستقیم سرعت متحرکی در مکان x = ۴ برابر ۸ m/s است . اگر شتاب حرکت ۲/۲۵ m/s^2 باشد در چه مکانی بر حسب متر سرعت متحرک برابر ۱۰ m/s خواهد بود ؟

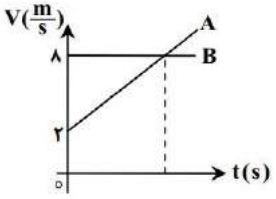
۱۳-یک اتومبیل در کنار جاده ای مستقیم ساکن است در یک لحظه کامیونی با سرعت ثابت ۲۰ m/s از کنار آن عبور می کند اگر پس از ۲۰ s اتومبیل با شتاب ۱ m/s شروع به حرکت کند در چه مکانی و با چه سرعتی به کامیون خواهد رسید.

۱۴- معادله مکان متحرکی بر خط راست به صورت $x = t^2 - ۱۰ t + ۴$ می باشد .
الف) معادلات سرعت و شتاب لحظه ای را به دست آورید؟
ب) با دلیل توضیح دهید در چه بازه زمانی حرکت کند شونده است ؟
ج) از مبداء زمان تا چه لحظه ای سرعت متوسط این متحرک صفر خواهد شد؟

@GamiBeGami-Dars
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۵- معادله سرعت متحرکی در(SI)به صورت $V=۳t+۳$ است
شتاب و جا بجا یی متحرک را درثانیه سوم حرکت حساب کنید؟

۱۶- نمودار سرعت – زمان دو متحرک A وB که در ابتدا ازیک مبداء حرکت کرده اند مطابق شکل
مقابل است اگر شتاب متحرک A برابر$1 m/s$باشد معین کنید
الف- زمان t را که سرعت دو متحرک برابر گردیده است
ب- در چه زمانی فاصله دو متحرک از مبداء مساوی می شود؟



۱۷-اتومبیل A با سرعت ثابت $۱۵ m/s$ از اتومبیل B که با سرعت $۵ m/s$ در حرکت است سبقت می گیرد در همین لحظه اتومبیلB با شتاب $۲ m/s^2$ به سرعت خود می افزاید . حساب کنید اتومبیل B پس از طی چه مسافتی و با چه سرعتی به اتومبیل A می رسد؟

۱۸-دو ترن یکی با سرعت ثابت $۲۰ m/s$ و دیگری با سرعت ثابت $۱۶ m/s$ روی یک ریل مستقیم وافقی به طرف یکدیگر در حرکتند وقتی فاصله آنها از هم به ۸۰ متر می رسد هر یک از دو راننده ترن دیگر را مقابل خود می بیند و هردو با هم ترمز می کنند اگر شتاب کند شدن ترن اول $۵ m/s^2$ باشد حداکثر شتاب کند شدن ترن دوم چقدر باشد تا هر دو ترن در فاصله ۸ متری هم بایستند؟

۱۹- معادله حرکت متحرکی در دستگاه (SI) بر روی خط راست بصورت $x = -۳t^2 + ۴t$ است .
مطلوب است : الف- سرعت متوسط متحرک در ۲ ثانیه اول حرکت
ب- شتاب حرکت در ثانیه دوم

۲۰- اتومبیل A با سرعت $۱۰ m/s$ و اتومبیل B با سرعت $۴۰ m/s$ به دنبال اتومبیل A در جاده مستقیم حرکت می کند .
در لحظه ای که فاصله دواتومبیل ۲۲۵ متر است اتومبیل B با شتاب $۲ m/s^2$ سرعت خود راکاهش می دهد .
اولا: معادله مکان آنها را نسبت به نقطه ای که اتومبیل Bحرکت کند شونده را آغاز کرده است بنویسید .
ثانیا : نمودار مکان – زمان آنها را در یک دستگاه مختصات تا لحظه ای رسم کنید که متحرک B می ایستد.

۲۱- از مبداء O متحرکی از حال سکون به طرف نقطه A با شتاب $۱ m/s^2$ به حرکت در می آید در همین لحظه متحرک دیگری که با سرعت ثابت $۱۰ m/s$ در خلاف سوی محور در حرکت است از نقطه A می گذرد ($OA= ۱۵۰ m$) معادله حرکت دو متحرک را بنویسید و حساب کنید درچه لحظه ای دو متحرک از کنار هم می گذرند و تا این لحظه نمودار سرعت – زمان آنها را در یک دستگاه مختصات رسم کنید؟

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

جزوه فیزیک ۳ فصل۲ (دینا میک)

این بخش از فیزیک به حرکت اجسام با ذکر علت حرکت آن می پردازد.

توصیف نیرو : نیرو عاملی است که سبب تغییر شکل یا تغییر وضعیت اجسام می شود. نیرو برهم کنش دو جسم بریکدیگر است. تأثیر دو جسم بر هم ممکن است ناشی از تماس دو جسم باشد و یا دو جسم از راه دور بر یکدیگر نیرو وارد کنند.نیرو یک کمیت برداری است یعنی اندازه و جهت دارد و یکای آن در سیستم SI نیوتون با نماد N می باشد

قانون اول نیوتون : یک جسم حالت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می کند، مگر آن که تحت تأثیر نیرویی، مجبور به تغییر آن حالت شود.به عبارت دیگر اگر برایند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد چنانچه ساکن باشد، ساکن می ماند و اگر در حرکت باشد به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه می دهد. به این ترتیب اجسام تمایل دارند حالت سکون یا حرکت یکنواخت بر خط راست خود را حفظ کنند. به این تمایل اجسام لختی گفته می شود.

نتیجه : اگر جسمی ساکن (در حال تعادل) یا دارای حرکت یکنواخت باشد. برآیند نیرو های وارد بر آن صفر است. پس در مسائلی که جسم ساکن یا درحال تعادل یا دارای حرکت یکنواخت باشد ، برآیند مؤلفه های نیرو هم در راستای محور x و هم در راستای محور y برابر صفر هستند.

سوال ۱ : با توجه به قانون اول نیوتون بیان کنید چرا اتوبوسی که درحال حرکت است وناگهان ترمزمی کند مسافران آن به جلو پرتاب می شوند؟

سوال ۲ :چراوقتی سفینه ها به اندازه کافی اززمین دورمی شوند می توا نند با موتورخاموش به حرکت خود ادامه دهند؟

قانون دوم نیوتون: هرگاه به جسمی به جرم m نیرویی به اندازه F وارد شود جسم در جهت آن نیرو شتابی به اندازی a می گیردکه اندازه شتاب حاصل با نیرو نسبت مستقیم و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow F = ma$$

F : برایند نیرو های وارد بر جسم و واحدآن در سیستم SI برحسب N نیوتون است

m : جرم جسم »واحد آن درSI برحسب kg و a : شتاب جسم» واحدآن درسیستم SI برحسب m/s^2 است .

نکته : چون m یک کمیت نرده ای و a یک کمیت برداری است ضرب داخلی آنها یک بردار می شود و چون جرم جسم همواره مثبت است پس جهتF و a یکی می باشد. نکته : هرگاه بر یک جسم بیش از یک نیرو وارد شود برآیند نیروها را حساب می‌کنیم.

نکته: شتاب و نیرو نسبت به هم ، رابطه ای مستقیم دارند و نمودار آنها یک خط راست می شود.

تعریف نیوتون (N) یکای نیرو :یک نیوتون نیرویی است که اگر به جسمی به جرم یک کیلوگرم وارد شود به آن شتابی برابر m/s^2 ۱می دهد.

مثال۱:نیروی ۳۰ N به دو جسم به جرم های $m_1 = 5kg$ و $m_2 = ۳\ kg$ به طور جداگانه وارد می شود.

شتاب های هر یک از دو جسم را حساب کنید؟

مثال۲: بر جسمی به جرم ۴۰۰ کیلوگرم نیروی ثابت و خالص ۲۰ نیوتنی وارد می شود .شتاب حرکت و سرعت جسم را بعد از ۱۰ ثانیه به دست آورید؟

سوال ۳ : به دو جسم A و B که $m_A > m_B$ است. نیروهای مساوی بر آنها وارد می کنیم .

شتاب حرکت کدام جسم بیشتر است ؟ چرا

تمرین۱: اتومبیلی به جرم ۹۰۰ kg در جاده ای افقی و مستقیم شروع به حرکت می کند و پس از ۲۰ ثانیه سرعت آن به ۱۰ m/s می رسد. نیروی خا لصی که بر اتومبیل وارد می شود چقدر است؟

تمرین۲: بر جسمی به جرم 2 kg که روی سطح افقی قرار دارد نیروی افقی 5 N وارد می شود اگر نیروی افقی مخالف حرکت جسم 2 N باشد شتاب حرکت جسم را به دست آورید؟

نکته: اگر برآیند نیروهای وارد بر یک ذره صفر باشدجسم درحال تعادل است .در این صورت جسم یا ساکن است یا درروی خط راست حرکت یکنواخت دارد.

@GamigDarsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرین۳: نیروی خالص وثابت 50 N در مدت 4 s بر جسمی وارد شده وآن را ازحالت سکون به حرکت درآورده است اگردر این مدت جسم16 mجابه‌جا شودجرم جسم چندکیلوگرم است؟ (به برآیندنیروهای واردبرجسم نیروی خالص نیزمی‌گویند.)

قانون سوم نیوتون : برای هر عملی , عکس العملی است مساوی ومخالف با آن یعنی هرگاه از طرف جسمی به جسم دیگر نیرویی واردشودازطرف جسم دوم نیز نیرویی به همان اندازه و درخلاف جهت برجسم اول واردمی شود. اگر نیرویی را که جسم اول به جسم دوم واردمی کند نیروی کنش (عمل) بنامیم، نیرویی که جسم دوم به جسم اول وارد می کند نیروی واکنش یا (عکس العمل) نامیده می شود.

سوال ۴ : برای شناخت نیروهای کنش و واکنش (عمل و عکس العمل) به چه نکاتی باید توجه کرد؟

۱) این دو نیرو همواره هم اندازه ، هم راستا و در سوهای مخالف یکدیگرند.

۲) این دو نیرو به دو جسم وارد می شوند لذا برآیند ندارند ۳) این دو نیرو هم نوع اند

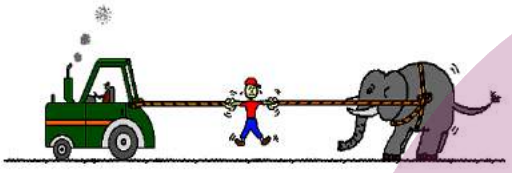
نکته ۱: قانون سوم نیوتون همیشه بین دو جسم ظاهر می‌شود نه یک جسم.

نکته۲: برآیند دو نیرو را هنگامی محاسبه می‌کنیم که نیروها بر یک جسم وارد شوند نه دو جسم.

نکته۳: نیروها همیشه به صورت زوج ظاهرمی‌شوند یعنی برای یک جسم تنها، نیرو مفهومی ندارد.

نکته۴: نیروهای عمل وعکس العمل می‌توانند بر اثرتماس دوجسم برهم ظاهرشوند و یا آنکه از راه دور اثر کنند.

سوال ۵ : در شکل مقابل نیروهای کنش و واکنش را مشخص کنید؟



سوال ۶ : الف) بر جسمی که درحال سقوط آزاد است چه نیرویی وارد می‌شود ؟

ب) این نیرو چه شتابی به جسم می‌دهد ؟ پ) آیا این شتاب به جرم جسم بستگی دارد ؟

سوال ۷ :

مطابق شکل ، شخصی برروی یک ارابه ی آهنی قرار می گیرد و آهن ربایی رادرمقابل ارابه قرار می دهد در این صورت ،چه اتفاقی برای مجموعه می افتد ؟ (از اصطکاک ارابه با سطح زمین صرف نظر شود)

الف) حرکت نمی کند. ب) شروع به حرکت می کند.

ج) ابتداحرکت می کند وسپس می ایستد.

د) بسته به جرم آن ،ممکن است حرکت کند وممکن است حرکت نکند.

سوال ۸ : با استفاده از قانون سوم نیوتون ، چگونگی حرکت موشک در فضا را توضیح دهید .

معرفی برخی از نیروهای خاص: دیدیم که نیرو عامل ایجاد شتاب و در نتیجه، عامل تغییر در سرعت جسم است. بنابراین برای بررسی حرکت یک جسم باید نیروهای وارد بر آن را مشخص و اندازه گیری کنیم.اکنون به معرفی چند نیرو و چگونگی اندازه گیری آنها (به کمک قوانین نیرو) می پردازیم. ۱- نیروی وزن ۲- نیروی مقاومت شاره ۳- نیروی عمودی سطح ۴- نیروی اصطکاک ۵- نیروی کشسانی فنر ۶- نیروی کشش طناب ۷- نیروی گرانشی

نیروی وزن : نیروی گرانشی که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود نیروی وزن نامیده می شود .

همیشه وزن اجسام به سمت مرکز زمین است ومقدار نیروی وزن متناسب با جرم جسم است. در سقوط آزاد شتاب گرانشی برای تمام اجسام یکسان و برابر g است یعنی زمین اجسام را با شتاب $۹/۸\ m/s^2$ به سمت خود می‌کشد و باعث سقوط اجسام می‌شود.

W وزن است و یکای وزن نیوتون است چون از جنس نیرو است. $W = mg \Rightarrow F=W$ و $F=mg \Rightarrow (a=g)$ و $F=m.a$

g شتاب گرانشی و یکای آن در سیستم SI (N/kg یا m/s^2) است.

سوال ۹ : تفاوت های جرم و وزن را بنویسید ؟

۱- جرم جسم همواره ثابت است ولی وزن جسم در نقاط مختلف تغییر می کند زیرا وزن بستگی به شتاب جاذبه دارد.

۲- جرم را معمولا با ترازوی شاهین دار یا ترازوی دو کفه ای اندازه می گیرند ولی وزن را با استفا ده از نیرو سنج.

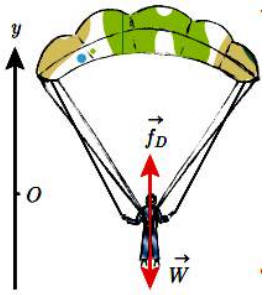
۳- جرم یک کمیت نرده ای است ولی وزن یک کمیت برداری ۴- جرم مقدار ماده تشکیل دهنده یک جسم را گویند ولی وزن نیرویی است که از طرف زمین برجسم وارد می شود ۵- یکای جرم کیلوگرم است ولی یکای وزن نیوتون است .

تمرین۴: وزن اجسام زیر را روی سطح زمین بدست آورید ؟

الف) یک عدد سیب درختی به جرم ۱۰۰ گرم

ب) یک عدد نخود به جرم ۵۰۰ میلی گرم

نیروی مقاومت شاره :



وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند[1] و معمولاً آن را با $\vec{f}_D$ نشان می‌دهند[2]. نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و... بستگی دارد. هرچه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد. همان‌طور که می‌دانیم اگر جسم در هوا حرکت کند، به این نیرو، نیروی مقاومت هوا می‌گویند.

سوال۱۰ :تندی حدی را تعریف کنید ؟

پا سخ:پس از سقوط چترباز ، ابتدا تندی و نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد، سپس نیروی مقاومت هوا با وزن چترباز هم اندازه شده برایند نیروها و شتاب چترباز صفر میشود و با تندی ثابت به زمین میرسد که به این تندی ، تندی حد میگویند .

مثال۳: چتربازی به جرم ۶۰/۰ kg مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند. ناگهان نیروی مقاومت هوا به ۱۱۴۰ N افزایش می‌یابد. شتاب چترباز را در این لحظه به‌دست آورید و حرکت آن را تحلیل کنید. برای سادگی g را ۱۰ N/kg فرض کنید.

تمرین۵: چتربازی از ارتفاع 1000 متری از حال سکون رها می‌شود. جرم چتر باز به همراه چترش 100 kg است. اگر اندازه شتاب او در لحظه باز شدن چتر برابر $8\ m/s^2$ باشد نیروی مقاومت هوا را به‌دست آورید؟

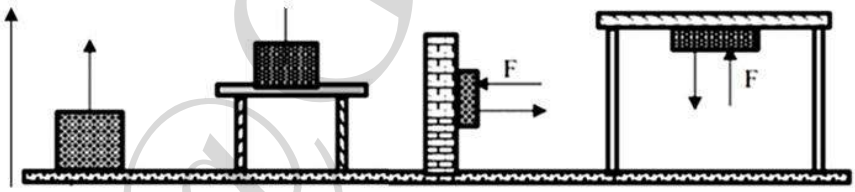
نیروی عمود ی سطح :

هرگاه جسمی مانند شکل های زیر تکیه گاهی داشته باشد، از طرف تکیه گاه نیرویی به طور عمود بر جسم وارد می شود. که به آن نیروی عمودی تکیه گاه گفته می شود. این نیرو با نماد ( ) نشان داده می شود.

نکته: نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است. اگر جسمی سنگین را روی یک سطح اسفنجی یا یک تشک قرار دهیم تغییر شکل اسفنج یا تشک به‌خوبی دیده می‌شود.

مثال۴ : در شکل‌های زیر نیروی عمود بر سطح را رسم کرده و مقدارآن را به دست آورید. (جسم ساکن و جرم آن 2 kg است)

نکته: نیروهای رو به بالا را با علامت + و نیروهای رو به پایین را با علامت – در نظر می‌گیریم.

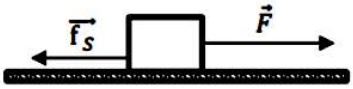


سوال ۱۱ : - به جسمی که روی سطح افقی میزی قرار دارد ،دو نیروی وزن و عمودی تکیه گاه وارد می شود . این دو نیرو،هم اندازه،هم راستا ودر سوهای مخالف یکدیگرند،آیا این دو نیرو کنش و واکنش اند ؟ باذکر دلیل توضیح دهید

خیر،هردونیروبه یک جسم وارد شده است ، نیروی وزن از زمین به جسم و نیروی عمودی تکیه گاه از سطح میز به جسم وارد شده است

نیروی اصطکاک : نیرویی است که در خلاف جهت حرکت جسم , بر جسم وارد می‌شود و بردو نوع است :

الف) نیروی اصطکاک ایستایی: هرگاه نیرویی موازی سطح تکیه گاه به جسم ساکن وارد شود، از طرف سطح نیرویی در خلاف جهت نیروی اولیه به جسم وارد می شود که در اثر جاذبه مولکولهای سطح جسم با سطح تماس است. این نیرو را تا زمانی که جسم حرکت نکند ، نیروی اصطکاک ایستایی می نامیم. نیروی اصطکاک ایستایی را با f_S نشان می دهیم ، این نیرو همواره در خلاف جهت نیروی موازی سطح است.



نکته ۱ : F نیروی موازی سطح می تواند یک نیرو یا برایند چند نیرو یا برایند چند مؤلفه نیروی موازی سطح باشد.

نکته ۲ : تا لحظه آستانه حرکت ، نیروی موازی سطح هر اندازه باشد ، نیروی اصطکاک نیز برابر آن است. یعنی تا لحظه آستانه حرکت : $f_S = F$

نکته ۳ : اگر نیروی موازی سطح F را از صفر رفته رفته افزایش دهیم ، نیروی اصطکاک ایستایی نیز به همان صورت افزایش می یابد. تا لحظه ای که جسم در آستانه حرکت قرار گیرد، که درآن لحظه نیروی اصطکاک دارای بیشترین مقدار است . که به آن نیروی اصطکاک آستانه ی حرکت می گوییم . و آن را با نماد f_{smax} نشان می دهیم. پس داریم:

فرمول های نیروی اصطکاک ایستایی و آستانه حرکت :

N نیروی عمودی سطح (تکیه گاه) بر حسب نیوتن و μ_S ضریب اصطکاک ایستایی بدون یکا است.

قبل از آستانه حرکت	در لحظه ی آستانه حرکت :
$f_S = F$	$f_{smax} = F$
$0 \le f_S \le f_{smax}$	$f_{smax} = \mu_S N$

نکته ۴ : نیروی اصطکاک ایستایی فقط در آستانه حرکت به ضریب اصطکاک ایستایی و نیروی عمودی تکیه گاه بستگی دارد. قبل از آستانه حرکت فقط به نیروی موازی سطح بستگی دارد.

نکته ۵ : ضریب اصطکاک ایستایی به جنس دو سطح در حال تماس ، صافی و زبری سطوح ، دمای سطوح و رطوبت بستگی دارد.

نیروی اصطکاک جنبشی : هرگاه جسمی نسبت به سطح تماس خود در حال لغزیدن باشد. از طرف سطح تماس نیرویی در خلاف جهت حرکت به جسم وارد می شود، که به آن نیروی اصطکاک جنبشی گفته می شود. نیروی اصطکاک جنبشی با نماد k نشان داده می شود.

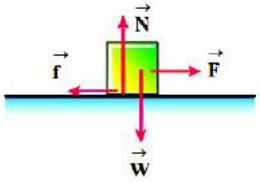
فرمول نیروی اصطکاک جنبشی : $f_k = \mu_k \times$ که در آن نیروی عمودی تکیه گاه و μ_k ضریب اصطکاک جنبشی بدون یکا است.

نکته ۶ : نیروی اصطکاک جنبشی در طول حرکت ثابت است. مگر آن که جنس سطوح تماس یا نیروی عمودی سطح تغییر کند.

نکته ۷ : برای دو سطح در تماس ضریب اصطکاک جنبشی همواره کمتر از ضریب اصطکاک ایستایی است.

نکته ۸ : مقدار نیروی اصطکاک به اندازه سطح بستگی ندارد ولی به جنس سطح تماس بستگی دارد.

نکته ۹ : وقتی که جسم ساکن است و می‌خواهدشروع به حرکت کند نیروی اصطکاک ماکزیمم مقدار خود را دارد و زمانی که به حرکت درمی‌آید نیروی اصطکاک آن به تدریج کاهش می‌یابد.



سوال ۱۲: برجسمی مطابق شکل ۴ نیرو وارد شده است ولی جسم در حال تعادل است.
کدام نیروها عمل و کدام نیروها عکس العمل هستند؟(با رسم شکل نشان دهید)

پاسخ : چون جسم در حال تعادل است پس: $F = f_s$ و $F_N = mg$ می باشد و هیچ کدام از این نیرو ها عمل و عکس العمل یکدیگر نیستند چون هر۴ نیرو بر یک جسم وارد شده اند.

۱) نیروی F از طرف دست وارد شده است پس عکس العمل آن باید از طرف جسم به دست وارد شود. ۲) نیروی f_s نیروی اصطکاک ایستایی است که از طرف سطح بر جسم وارد شده است پس عکس العمل آن باید از طرف جسم بر سطح وارد شود.
۳) نیروی F_N که از طرف سطح به طور عمودی بر جسم وارد شده است و عکس العمل آن باید از طرف جسم به سطح وارد شود.
۴) نیروی mg که از طرف زمین بر جسم وارد شده است پس عکس العمل آن باید از طرف جسم بر زمین وارد شود.

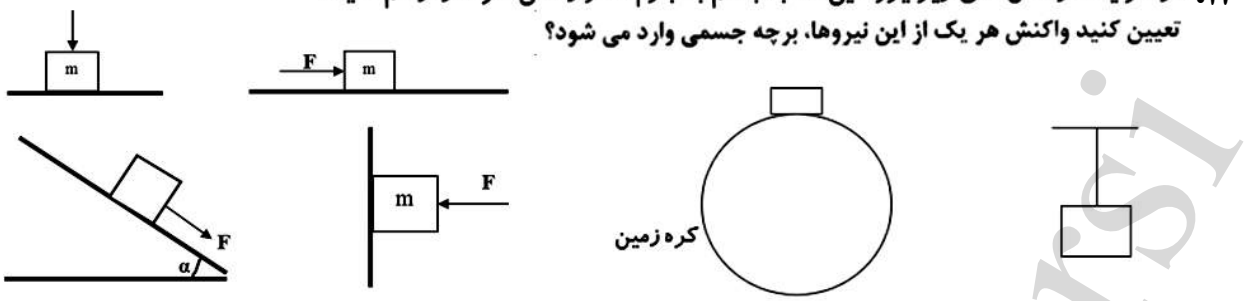
مثال **۷**: جسمی به جرم ۴kg روی سطح افقی با نیروی افقی ۱۰/۸N کشیده می‌شود. سرعت جسم در مدت ۵s با شتاب ثابت از ۴m/s به ۱۰m/s می‌رسد. نیروی اصطکاک جنبشی در مقابل حرکت جسم و ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را حساب کنید. (g=۱۰N/kg)

$v = at + v_0 \Rightarrow ۱۰ = a \times ۵ + ۴ \Rightarrow a = ۱/۲ m/s^2$, $N = W = ۴۰N$

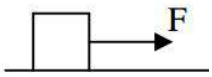
$F_{برایند} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow ۱۰/۸ - f_k = ۴ \times ۱/۲ \Rightarrow f_k = ۶N$, $f_k = \mu_k N \Rightarrow \mu_k = \frac{۶}{۴۰} = ۰/۱۵$

ایران لوح
توشه ای برای موفقیت
©CamPegah-Pars

سوال ۱۳: در هر یک ازشکل های زیرنیروهایی که به جسم به جرم m وارد می شوند را رسم کنید .
تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها، برچه جسمی وارد می شود؟



مثال ۶: جسمی به جرم ۱۰ kg مطابق شکل روی زمین قرار دارد اگر ضریب اصطکاک ایستایی ۰/۴ باشد



به ازای نیروهای مختلف حرکت جسم را بررسی کنید؟

الف- اگر هیچ نیروی افقی بر جسم وارد نشود. ب- اگر نیروی افقی برابر ۲۰N بر جسم وارد شود.

ج- اگر نیروی افقی برابر ۴۰ N بر جسم وارد شود. د- اگر نیروی افقی برابر ۶۰ N بر جسم وارد شود.

پاسخ : الف) نیروی اصطکاک f_s برابر صفرمی‌باشد.

ب) ابتدا مقدارنیروی اصطکاک ایستایی درآستانه‌ی حرکت را بدست می آوریم : $F_N = W=mg=10 \times 10=100\ N$

چون نیروی افقی ۲۰ N کمتر از f_{smax} است بنابراین جسم همچنان ساکن خواهد ماند. $f_{smax}=\mu_s . F_N = ۰/۴ \times ۱۰۰ = ۴۰\ N$

ج) چون نیروی افقی ۴۰ N برابر نیروی اصطکاک ایستایی ماگزیمم است جسم در آستانه حرکت قرار می گیرد .

د) چون نیروی افقی ۶۰ N بیشتر از نیروی اصطکاک ایستایی ماگزیمم است پس جسم با شتاب ثابت حرکت می‌کند.

مثال ۷:

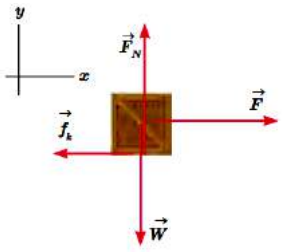
- روی سطح افقی که ضریب اصطکاک لغزشی ۰/۸ دارد، جعبه‌ای به جرم ۶kg را با نیروی افقی ۶۶N هل می‌دهیم تا جسم در جهت نیرو حرکت کند. حداکثر کاهش نیروی افقی چند نیوتن باشد بدون این‌که سرعت جسم کاهش یابد؟

۱) ۲۴ ۲) ۴۸ ۳) ۱۸ ۴) ۹

بیش‌ترین کاهش نیرو باید به اندازه‌ای باشد که شتاب صفر گردد، یعنی حداکثر کاهش نیرو باید (ma) باشد، یعنی نیروی جدید باید به اندازه‌ی $\mu_k mg$ باشد. تغییر نیروی F به اندازه‌ی ma حالت اول می‌شود.

$$\sum F = ma \ , \ a = ۰ \Rightarrow F' - \mu_k mg = ۰ \Rightarrow F' = ۰/۸ \times ۶۰ = ۴۸(N) \ , \ \Delta F = F - F' = ۶۶ - ۴۸ = ۱۸(N)$$

و یا این‌که می‌توان نوشت: $F - \mu_k mg = ma \Rightarrow ۶۶ - ۰/۸ \times ۶۰ = ma \Rightarrow \Delta F = ma = ۱۸(N)$



تمرین۶: جسمی به جرم ۱۲ kg با نیروی ۳۶ نیوتنی در جهت افقی کشیده می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی 0/25 باشد, الف – نیروی اصطکاک جنبشی چقدر است؟

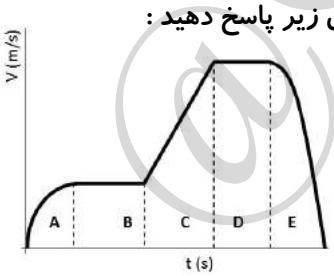
ب- شتاب حرکت جسم چقدر است؟

تمرین۷: نیروی افقی F= 1000 N بر اتومبیل به جرم ۵۰۰ Kg وارد می شود و اتومبیل از حال سکون شروع به حرکت می کند. اگر نیروی اصطکاک ۰/۱ نیروی وزن اتومبیل باشد. الف) اتومبیل در اثر این نیرو چه شتابی می گیرد؟

ب) چه زمانی لازم است تا اتومبیل مسافت ۱۲۵۰ متر را طی کند؟

پاسخ: $1\ m/s^2$ (الف و ۵۰ s (ب

سوال ۱۴: نیروی برایند واردبرجسمی ، در امتداد مسیرآن است . با توجه به نمودار ، به پرسش ها ی زیر پاسخ دهید :



الف) در کدام ناحیه ، نیروی برایند وارد بر جسم صفر است؟ توضیح دهید .

ب) در کدام ناحیه ، نیروی اصطکاک بیشترین تاثیررا گذاشته است ؟

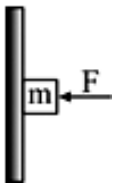
پ) در کدام ناحیه ، نیرو ی برایند وارد بر جسم ثابت است؟ چرا؟

پاسخ : الف)در ناحیه B و D زیرا سرعت ثابت است

ب)درناحیه E زیرا سرعت در حال کاهش است . پ) در ناحیه C زیرا شیب نمودار ثابت است .

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت
@GanjeDarsi

مثال ۸: مطابق شکل ، جسمی به جرم نیم کیلوگرم را با نیروی افقی ۲۰ نیوتون به دیوار قائم فشرده‌ایم و جسم درآستانه حرکت به طرف پایین است.الف)ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیوار چه‌قدر است؟



ب) نیروی قائم روبه بالای F' که باید بر جسم وارد شود تا جسم را در آستانه‌ی حرکت به سمت بالا قرار دهد ، چند نیوتون است؟

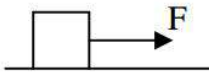
$$\text{الف)}\ \mu_s = \frac{f_{s\max} = mg}{N = F} \Rightarrow \mu_s = \frac{5}{20} = 0/25$$

$$\text{ب)}\ F' - (f_{s\max} + mg) = 0 \longrightarrow F' = 5 + 5 = 10N$$

نیروی واکنش سطح(R) : به برآیند دو نیروی عمودی سطح F_N و اصطکاک f نیروی سطح یا نیروی واکنش سطح R می‌گویند .

نکته : سطح تماس یا سطح تکیه گاه به غیر از نیروی عمودی سطح نیروی اصطکاک را نیز به جسم وارد می کند. در مواردی که مسأله (نیروی واکنش سطح) را از ما می خواهد ، یا عبارت (سطح چه نیرویی به جسم وارد می کند ؟) را می نویسد ، ما باید برایند دو نیروی اصطکاک و عمودی سطح را به دست آوریم. یعنی :

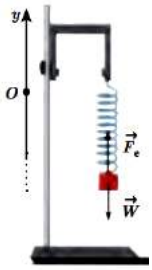
مثال۹ :جسمی به جرم ۵kg روی سطح افقی به حال سکون قرار گرفته است و نیروی افقی ۲۵N بر آن وارد می شود . اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت (۰/۲) وزن جسم باشد . مطلوبست تعیین کنید :



الف) شتاب حرکت

ب) نیرویی که سطح به جسم وارد می کند

نیروی کشسانی فنر : اگر به یک فنر جسمی به جرم m آویزان کنیم طول فنر افزایش می یابد وتغییر طول فنر(x) با اندازه نیروی وزن جسم متناسب است.



$F = K\Delta L$ یا $F = k.x$

$F = K\Delta L$ ← نیروی وارد بر فنر ، ثابت فنر ، $\Delta L = L_2 - L_1$

این رابطه قانون هوک هم نامیده می شود

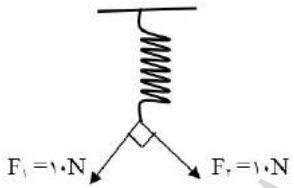
K : ثابت فنر و از مشخصات فنر است که ضریب سختی فنر نیز نامیده می شود که به جنس فنر بستگی دارد و واحد آن $\frac{N}{m}$ است.

ΔL : تغییر طول فنر بعد از گذاشتن وزنه بوده و واحد آن در سیستم SI متر است L_2 طول ثانویه فنر و L_1 طول اولیه فنرمی باشد

مثال ۱۰: طول فنری 10 cm و ثابت آن ۲۰۰N/m می باشد. اگر وزنه ای به آن بیاویزیم طول فنر 14 cm می شود جرم وزنه چه مقدار است؟

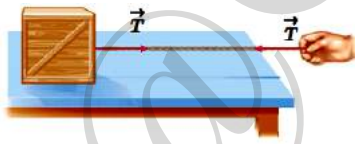
مثال ۱۱: فنری با ثابت ۵۰ نیوتن بر متر را به وزنه ای به جرم ۵ کیلوگرم بسته ایم و آن را با سرعت ثابت روی یک سطح افقی می کشیم . اگر فنر در حالت افقی بوده و ۱۰ سانتیمتر افزایش طول پیدا کرده باشد . ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح چقدر است ؟ ۱) ۰/۱ √ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

تمرین۸: با توجه به شکل اگر ضریب ثابت فنر ۱۰۰√۳ N/m باشد ؛ تغییر طول فنر چقدر است ؟



تمرین۹:جسمی به جرم ۰/۵۵kg به انتهای فنری آویخته شده است . طول فنر به اندازه ۲cm افزایش می یا بد . ثابت فنر را محاسبه کنید .

نیروی کشش طناب : وقتی طناب (کابل، ریسمان و...) متصل به جسمی را مانند شکل ۲ـ۱۷ می‌کشیم، طناب جسم را با نیرویی می‌کشد که جهت آن از جسم به سمت بیرون و در راستای طناب است. چون در این حالت طناب تحت کشش قرار دارد، به این نیرو، نیروی کشش طناب گفته می‌شود



مثال ۱۲:مطابق شکل فوق جسمی به جرم ۲/۵kg را به نخی بسته با نیروی ۶N می کشیم . هرگاه شتاب حرکت جسم $2m/s^2$ باشد ضریب اصطکاک بین جسم و سطح را محاسبه کنید ؟

ایران توشه
@GamBegam-Darsi

توجه : برای محاسبه نیروی کشش طناب نیز فرمول خاصی وجود ندارد، بلکه مانند نیروی عمودی سطح مقدار آن را از قانون های نیوتن محاسبه می کنیم.

نکته : در مواردی که از جرم طناب صرف نظر می شود ، یا در مسأله گفته می شود طناب سبک است، نیروی کشش طناب در تمام طول آن یکسان است.

مثال ۱۳: جسمی به جرم ۱/۵kg روی سطحی به حال سکون قرار دارد . طناب سبکی به جسم بسته و طناب را با نیروی ۱۸N به طور قائم به بالا می کشیم . شتاب حرکت جسم چقدر خواهد بود ؟

تمرین۱۰: به یک طناب جسمی به جرم ۱۰ کیلوگرم را متصل می کنیم. اگر طناب بتواند تا ۵۰۰ نیوتن را تحمل کند، حداکثر شتابی که جسم می تواند رو به بالا بگیرد چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g = 10m/s^2$) پاسخ: ۴۰ m/s^2

حرکت آسانسور : آسانسور عبارتست از جسمی به جرم m که در راستای قائم حرکت می کند اگر از اصطکاک و مقاومت صرف نظر شود برآن دو نیرو وارد می شود یکی w=mg و دیگری نیروی کشش کابل(T)یا نیروی موتور است .

الف – اگرآسانسور با شتاب ثابت a بالا رود (یعنی حرکت تند شونده) و یا در حرکت کند شونده رو به پائین از لحظه شروع ترمز تا توقف می توان نوشت : $T - Mg = Ma \Rightarrow T = M(g + a)$

ب – اگرآسانسور با شتاب ثابت a پائین رود (یعنی تند شونده رو به پائین) و یا در حرکت کند شونده رو به بالا از لحظه شروع ترمزتا توقف مقابل هر طبقه شتاب منفی می باشد درنتیجه می توان نوشت : $Mg - T = Ma \Rightarrow T = M(g - a)$

ج – اگرآسانسور ساکن باشد یا با سرعت ثابت حرکت کند a= 0 خواهد بود در نتیجه میتوان نوشت : T = mg

نکته مهم : فرمول های فوق در مورد هر جسم داخل آسانسور نیز صدق می کندکه به عنوان مثال , برای محاسبه F_N نیروی عمودی تکیه گاه درون آسانسور فرمول های بالا را می توان به صورت زیر نوشت :

الف) آسانسور ساکن یا دارای حرکت یکنواخت باشد، در این صورت : $N = mg$

ب) حرکت آسانسور باعث ایجاد احساس سنگینی شود، مانند حرکت تند شونده آسانسور با شتاب a در لحظه شروع حرکت آن به سمت بالا یا حرکت کند شونده آسانسور با شتاب a هنگامی که به سمت پایین می آید و متوقف می شود. در این حالت داریم : $N = m(g + a)$

ج) حرکت آسانسور باعث ایجاد احساس سبکی شود، مانند حرکت تند شونده آسانسور با شتاب a در لحظه شروع حرکت آن به سمت پایین یا حرکت کند شونده آسانسور با شتاب a هنگامی که به سمت بالا می آید و متوقف می شود. در این حالت داریم : $N = m(g - a)$

وزن ظاهری : W=mg وزن حقیقی جسم است و F_N را که جسم برتکیه گاه یا تکیه گاه برجسم وارد می کند وزن ظاهری جسم می نامند و با W' نیز نشان می دهند. در حالت خاص a=0 وزن ظاهری با وزن حقیقی برابراست

نکته : در حالت های حرکت تند شونده رو به بالا و کند شونده رو به پایین T > w

و در حرکت تند شونده رو به پایین و کند شونده رو به بالا T < w می باشد.

مثال ۱۴: شخصی به جرم $80kg$ درون آسانسوری قرار دارد. در لحظه‌ای که آسانسور با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ تند شونده و رو به پایین حرکت می‌کند، نیرویی که ازطرف شخص به آسانسور وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$ سراسری-۱۳۹۳

۱) ۹۶۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۶۴۰

$N = m(g - a) \Rightarrow N = 80(10 - 2) \Rightarrow N = 640N$

تمرین۱۱: شخصی درون آسانسور ایستاده است و شتاب آسانسور $2\frac{m}{s^2}$ رو به بالا می‌باشد. نیروی عمودی که کف آسانسور بر پای او وارد می‌کند، در این حالت ۷۲۰N است. جرم شخص چند کیلوگرم است؟

۱) ۷۲ ۲) ۶۰ ۳) ۸۴ ۴) ۶۰ یا ۸۴

تمرین۱۲ : آسانسوری به جرم ۴۵۰kg حرکت می کند مطلوبست حساب کنید نیروی کشش کابل را وقتی آسانسور :

الف) با سرعت ثابت ۱۰m/s با لا می رود .

ب) با شتاب ثابت ۲m/s^2 رو به بالا می رود .

پ) با شتاب ۲m/s^2 رو به پایین می رود .

تمرین۱۳ : وزنه ای به جرم ۱۰kg را به انتهای فنری به طول ۱۵cm که ثابت فنر آن ۲۰ N/cm است می بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می کنیم . طول ثانویه فنر را در حالت های زیر محاسبه کنید :

الف) آسانسور ساکن است . ب) آسانسور با سرعت ثابت ۱۰m/s رو به با لا در حرکت است .

پ) آسانسور با شتاب ۰/۲m/s^2 از حال سکون رو به با لا شروع به حرکت می کند .

نیروی گرانشی :

۱-**تعریف قانون گرانش نیوتن:** نیروی جاذبه گرانش بین دو جسم با حاصل ضرب جرم دو جسم نسبت مستقیم و با مجذور فاصله رابطه عکس دارد.

۲- فرمول نیروی جاذبه گرانش :

$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$

m_1, m_2 : جرم دو جسم برحسب کیلوگرم

r : فاصله بین مرکز دو جسم برحسب متر

F : نیروی گرانش بر حسب نیوتن

ثابت جهانی گرانش : $G = 6/67 \times 10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}$

۳- نیروی گرانش زمین بر هر جسمی در مجاورت سطح زمین : $F = mg$

جرم کره زمین $M_e = 5/98 \times 10^{24}kg$

شعاع کره زمین $R_e = 6400km$

$F = G\frac{M_e m}{R_e^2}$

نکته : نیروی گرانش زمین بر هر جسم همان نیروی وزن جسم است.

۴- رابطه نیروی گرانش زمین در ارتفاع h از سطح زمین: $F = G\frac{M_e m}{(R_e+h)^2}$ یعنی هرچه از سطح زمین بالاتر رویم نیروی جاذبه گرانش کاهش می یابد.

۵- رابطه شتاب گرانش در سطح زمین و ارتفاع h از سطح زمین : برای سطح زمین $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$ و برای ارتفاع h از سطح زمین $g = G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$

مثال ۱۵:

دو جسم به جرم‌های ۵۰kg و ۶۰kg در فاصلهٔ یک متر از یکدیگر واقع شده‌اند. نیروی گرانش میان آنها را محاسبه

$F = G\frac{m_1.m_2}{r^2} \Rightarrow F = ۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\times\frac{۵۰\times۶۰}{۱^2} = ۲\times۱۰^{-۷}N$

مثال ۱۶: مقدار شتاب جاذبه زمین را به دست آورید. g = ?

$\begin{cases} F = G\frac{mM_e}{R_e^2} \\ F = W = mg \end{cases} \Rightarrow mg = G\frac{mM_e}{R_e^2} \Rightarrow g = G\frac{M_e}{R_e^2}$

تمرین۱۴: الف) نیروی گرانشی را که زمین بر ماه وارد می‌کند، محاسبه کنید. ب) نیروی گرانشی ماه بر زمین چقدر است؟

(جرم زمین ۶ × ۱۰^{۲۴}kg، جرم ماه ۷/۴ × ۱۰^{۲۲}kg، فاصلهٔ ماه از زمین ۴ × ۱۰^{۵}km و $G = ۶/۷ \times ۱۰^{-۱۱}$ Nm^2/kg^2)

تمرین۱۵: در چه ارتفاعی از سطح زمین نیروی گرانشی ۱۰٪ کاهش می‌یابد؟ شعاع زمین را ۶۳۷۰km فرض کنید.

تمرین۱۶: وزن شخصی روی کره ماه ۲۰N است. وزن او روی کره زمین چقدر است ؟

شتاب گرانشی ماه $\frac{g}{۶}$ و g =۱۰m/s^2 است .

@GamBeGam-Dars
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تکانه (اندازه حرکت) :

۱- تعریف تکانه : حاصل ضرب جرم جسم در سرعت آن را تکانه یا اندازه حرکت می نامیم. تکانه با نماد P نشان داده می شود و یکای آن کیلوگرم متر بر ثانیه ($\frac{kgm}{s}$) است.

۲- فرمول تکانه : طبق تعریف تکانه داریم : $\vec{P} = m\vec{V}$ و تغییر تکانه از رابطه $\Delta P = m \times \Delta v$ بدست می آید

نکته ۱ : با توجه به رابطه بالا نتیجه این که تکانه کمیتی برداری و هم جهت با بردار سرعت است.

نکته ۲: نمودار تکانه – زمان هر متحرکی از نوع نمودار سرعت – زمان آن متحرک است. یعنی اگر نمودار سرعت – زمان متحرکی خط راست باشد ، نمودار تکانه – زمان آن نیز خط راست خواهد بود. یا اگر هر نوع منحنی دیگری باشد، نمودار تکانه – زمان نیز همان منحنی است.

۳- رابطه تکانه و انرژی جنبشی : ($K = \frac{P^2}{2m}$) اثبات: $k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{mv^2 \times m}{2 \times m} = \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{P^2}{2m}$

– نیروی متوسط وارد بر جسم در هنگام تغییر تکانه از رابطه ($\vec{\overline{F}} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = m\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$) به دست می آید.

نکته : با توجه به رابطه $\vec{\overline{F}} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ نیروی متوسط وارد بر جسم با زمان تغییر تکانه رابطه عکس دارد یعنی هر اندازه زمان تغییر تکانه (تغییر سرعت) بیشتر باشد، نیروی وارد بر جسم کمتر و برعکس است.

نکته۴ : هر گاه به جسمی نیرویی از خارج وارد نشود و یا برآیند نیروهایی که از خارج به آن وارد می گردد برابر صفر باشد اندازه حرکت (تکانه) آن تغییری نخواهد کرد.

نکته۵ : شیب خط مماس بر منحنی p – t در هر لحظه نیروی وارد بر جسم در آن لحظه را نشان می دهد.

نکته۶ : سطح زیر نمودار F- t برابر تغییرات تکانه ی حرکت جسم در یک مدت معین است.

نکته۷ : تغییر تکانه در حرکت دایره ای یکنواخت وقتی جسم α درجه روی محیط دایره می چرخد طبق رابطه ی زیر محاسبه می شود: $\Delta p = 2mv\sin\frac{\alpha}{2}$, $\Delta P = m \Delta v$, $\Delta P = P_2 - P_1$

سوال ۱۵: نقش تشک را در جلوگیری از اسیب دیدن ورزشکاری که روی ان سقوط می کند , توضیح دهید .

پاسخ : تشک زمان توقف را زیاد می کند و طبق رابطه ی $\overline{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$, با افزایش Δt , مقدار نیروی متوسط وارد بر ورزشکار کاهش می یابد

سوال ۱۶: نقش کیسه ی هوا در تصادف های رانندگی چیست ؟

کیسه ی هوا ، زمان توقف (از لحظه ی برخورد با کیسه تا توقف) را افزایش داده و طبق رابطه ی $\overline{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ چون زمان با نیرو نسبت عکس دارد ، نیروی وارد بر شخص کمتر شده و اسیب نمی بیند .

مثال ۱۷: توپی به جرم $1/5\ Kg$ با سرعت $10\ \frac{m}{s}$ در راستای افقی به یک دیوار برخورد کرده و با همان سرعت در همان راستا بر می گردد . اگر زمان برخورد توپ با دیوار $0/005\ s$ باشد , بزرگی نیروی متوسطی که به توپ وارد می شود , چه قدر است ؟ (۹۳/۲/۳۰)

$$\overline{F} = \left|\frac{\Delta P}{\Delta t}\right| = \left|\frac{m\Delta V}{\Delta t}\right| \Rightarrow \overline{F} = \left|\frac{1/5 \times (-10-10)}{5 \times 10^{-3}}\right| = 6000\ N$$

مثال ۱۸:

– جسمی به جرم 4kg با سرعت $10\ \frac{m}{s}$ در حرکت است.اگر با تغییر سرعت جسم، انرژی جنبشی آن ۹ برابر شود، بزرگی تکانه‌ی آن در SI چه‌قدر افزایش می‌یابد؟

۱) ۱۲ ۲) ۸۰ ۳) ۳۲۰ ۴) ۳۶۰

$$k = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{m=4kg} \frac{k_2}{k_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \xrightarrow[v_1=10\frac{m}{s}]{k_2=9k_1} 9 = \left(\frac{v_2}{10}\right)^2 \Rightarrow v_2 = 30\frac{m}{s} \quad \text{و} \quad \Delta p = m\Delta v \Rightarrow \Delta p = 4(30-10) = 80\frac{kgm}{s}$$

مثال۱۹:

– اندازه حرکت (تکانه) جسم A دو برابر اندازه‌ی حرکت جسم B و انرژی جنبشی A چهار برابر انرژی جنبشی B است. اندازه سرعت A چند برابر B است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) ۴

$$k = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}P.V \quad \text{و} \quad P = mV$$

$$k_A = 4k_B \rightarrow P_A V_A = 4P_B V_B \xrightarrow{P_A = 2P_B} 2V_A = 4V_B \Rightarrow V_A = 2V_B$$

تمرین۱۷ :

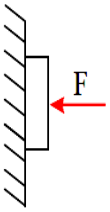
شخصی به جرم $60\ Kg$ از یک بلندی روی یک تشک سقوط می کند . اگر سرعت او هنگام رسیدن به تشک $10\ \frac{m}{s}$ باشد و ۰/۲ ثانیه بعد متوقف شود , نیروی متوسطی که تشک بر شخص وارد می کند محاسبه کنید . جهت این نیرو به کدام طرف است

@GanjeDarsi
گنج درسی
توشه ای برای موفقیت

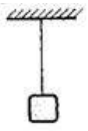
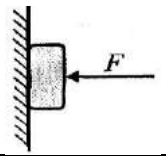
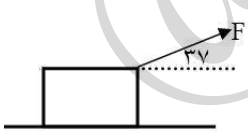
سئوالات فیزیک ۳ فصل ۲ دینامیک

۱	هریک از مفاهیم زیر را تعریف کنید؟ ۱- قانون اول نیوتون ۲- قانون دوم نیوتون ۳- قانون سوم نیوتون ۴- نیروی وزن ۵- نیروی مقاومت شاره ۶- نیروی عمودی سطح ۷- نیروی اصطکاک ۸- نیروی کشسانی فنر ۹- نیروی کشش طناب ۱۰- نیروی گرانشی ۱۱- تکانه ۱۲- قانون دوم نیوتون به کمک مفهوم تکانه
۲	در جاهای خالی کلمه های مناسب بنویسید . ۲-۱) نیرو کمیتی..... است و بزرگی آنرا به کمک .....اندازه می گیریم . ۲-۲) یک نیوتن نیرویی است که اگربه جسمی به جرم ..... وارد شود شتاب ..... به آن می دهد ۲-۳) بردار شتاب و بردار برایند نیروها ی وارد بر جسم همواره با یکدیگر..... ..... هستند. ۲-۴) ضریب اصطکاک ایستایی به عواملی مانند ..... و ..... بستگی دارد. ۲-۵)نیروی گرانشی نیوتن میان دو ذره با..... آنها از نسبت وارون دارد . ۲-۶) تکانه کمیتی ..... است . نیرو برابر با آهنگ تغییر ..... است . ۲-۷)یک خودروی سواری و یک کامیون با سرعت یکسانی درحرکت اند .تکانه کامیون ..... تکانه خودروی سواری است . ۲-۸) تغییر بردار سرعت بر اثر ..... است .
۳	از عبارتهای زیر کدامیک صحیح و کدامیک غلط است؟ ۳-۱) به قانون اول نیوتن قانون لختی نیز می گویند. ص ☐ غ ☐ ۳-۲) از نیروهای عمل و عکس العمل می توان برآیندگیری کرد. ص ☐ غ ☐ ۳-۳) نیروی وارد بر جسم در جهت تغییرات سرعت جسم است ص ☐ غ ☐ ۳-۴) جسم همیشه درجهت نیروی وارد بر آن حرکت می کند ص ☐ غ ☐ ۳-۵) اگر بر جسمی نیرویی وارد نشود,آن جسم ساکن می ماند یا به حرکت یکنواخت خودروی خط راست ادامه می دهد ۳-۶) تکانه ی یک جسم , حاصل ضرب جرم جسم در سرعت آن است . ص ☐ غ ☐ ۳-۷) آهنگ تغییر تکانه ی یک جسم نسبت به زمان برابر برآیند نیروهای وارد بر جسم است . ص ☐ غ ☐ ۳-۸) نیروهای کنش و واکنش , نیروهایی مساوی و در خلاف جهت هم هستند و برآیند آنها صفر است . ص ☐ غ ☐ ۳-۹) اگر برآیند نیروهای وارد برجسمی صفر باشد , تکانه آن ثابت می ماند . ص ☐ غ ☐ ۳-۱۰) در صورتی که جرم طناب ناچیز باشد , نیروی کشش طناب در تمام نقاط آن یکسان است ص ☐ غ ☐ ۳-۱۱) اگرجسمی روی یک سطح افقی ساکن باشد نیروی اصطکاک بین جسم وسطح تماس صفراست ص ☐ غ ☐ ۳-۱۲) اگر تکانه دوجسم یکسان باشد، انرژی جنبشی جسمی بیشتر است که جرمش کمترباشد ص ☐ غ ☐
۴	کلمه یا عبارت صحیح را از داخل پرانتزانتخاب کنید و به پاسخ برگ خود انتقال دهید . ۴-۱) نیروهای « کنش » و « واکنش » همواره , هم اندازه , هم راستا و در سوی مخالف یکدیگرند و هم دیگر را (خنثی می کنند ـ خنثی نمی کنند) ۴-۲) بردارهای (سرعت و نیرو ـ سرعت وتکانه) همواره هم جهت هستند . ۴-۳) نیرویی که باعث حرکت رو به جلو ی ما در سطح زمین می شود , نیروی اصطکاک (جنبشی ـ ایستایی) است . ۴-۴) هرچه تکانه یک جسم بیشتر باشد, برای متوقف کردن آن دریک مدت زمان معین , نیروی(بیشتری ـ کمتری) لازم است. ۴-۵) تمایل اجسام در حفظ وضعیت قبلی خود را (لختی – نیروی اصطکاک ایستایی) می گویند . ۴-۶) اندازه نیروی اصطکاک در آستانه حرکت از اندازه نیروی اصطکاک جنبشی (کمتر – بیشتر) است. ۴-۷) نیروهای کنش و واکنش باید . . . . . (هم نوع باشند – بر یک جسم وارد شوند) ۴-۸) تکانه ی جسم با بردار(سرعت،جابجایی) هم جهت می باشد.

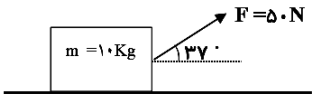
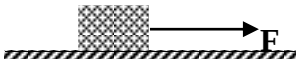
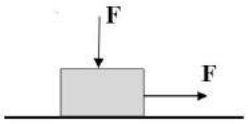
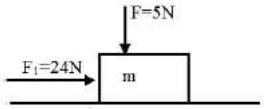
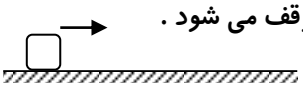
@GanjDaneshDari
ایران اختر
توسعه ای برای شکوفایی

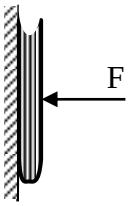
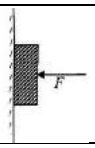
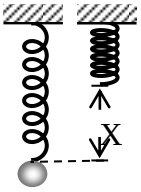
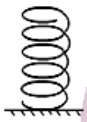
۵	در تست های زیر گزینه صحیح را انتخاب کنید. ۵-۱) طبق قوانین نیوتون، هرگاه به جسمی که در حال حرکت است نیرویی وارد نشود، جسم چه وضعیتی پیدا می‌کند؟ ۱)متوقف می شود. ۲) با شتاب ثابت و به صورت کند شونده حرکت می‌کند. ۳) با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد. ۴) با شتاب ثابت و به صورت تندشونده حرکت می‌کند. ۵-۲) آهنگ تغییر تکانهٔ یک جسم برابر با کدام کمیت وابسته به آن جسم است؟ ۱)انرژی جنبشی ۲) سرعت ۳) شتاب ۴) نیرو ۵-۳)در شکل زیر، جسم با نیروی افقی F_1 در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد و با نیروی افقی F_2 با سرعت ثابت به طرف پایین می‌لغزد. اگر نیروی اصطکاک در این دو حالت به ترتیب f_1 و f_2 باشد، کدام مورد درست است؟ $(\mu_s > \mu_k)$  ۱) $f_1 > f_2 , F_1 > F_2$ ۲) $f_1 > f_2 , F_1 = F_2$ ۳) $f_1 = f_2 , F_1 < F_2$ ۴) $f_1 = f_2 , F_1 = F_2$ ۵-۴)شخصی روی سطح افقی، یک صندوق را به سمت غرب هل می‌دهد. در عمل نیروهای اصطکاک وارد بر شخص و صندوق به ترتیب، هر یک به کدام جهت است؟ (رسم شکل الزامی است.) ۱)شرق و غرب ۲) هر دو غرب ۳) غرب و شرق ۴) هر دو شرق
۶	الف)نقش کمربند ایمنی را به هنگام ترمز ناگهانی اتومبیل توضیح دهید؟ ب)کیسه ی هوا در جلوگیری از آسیب رسیدن به سرنشینان اتومبیل چه نقشی دارد؟
۷	الف)چرا به سر نشینان اتومبیل توصیه می شود کمربند ایمنی ببندند؟ ب) چرا وقتی در ماشین ساکنی نشسته‌اید، با حرکت ناگهانی ماشین به عقب پرت می‌شوید؟
۸	فرض کنید شما دریک فضاپیما جایی که نیروی گرانشی وجود ندارد قرار دارید.اگر دو جعبه بیسکویت کاملاً مشابه داشته باشید که یکی از آن ها خالی و دیگری پر باشد ،چگونه می توانید بدون بازکردن سرجعبه ها آن ها را از هم تشخیص دهید؟
۹	قطارها با شتاب بسیار آهسته از ایستگاه حرکت می کنند.چرا شتاب آن ها بسیار کم تر از یک اتومبیل است؟
۱۰	الف) قانون دوم نیوتون را بیان نموده و با استفاده از آن یکای نیرو را تعریف نمائید. ب) قانون سوم نیوتون را شرح دهید و نتایج آنرا بنویسیدوحرکت اسب وگاری متصل به آن را به کمک قانون سوم توضیح دهید؟
۱۱	«اسبی با نیروی F_1 گاری را می کشد طبق قانون سوم نیوتون گاری نیز نیروی F_2 راکه هم اندازه یF_1 و در خلاف جهت آن است به اسب وارد می کند پس برآیند نیروها ی F_1 و F_2 همواره صفر و حرکت گاری امکان پذیر نیست » علت نادرست بودن جمله ی فوق را بنویسید.
۱۲	الف) چرا وقتی با پا به دیواری ضربه می زنید , پای شما درد می گیرد ؟ ب) براساس قانون سوم نیوتن، حرکت قایق در آب را توضیح دهید. پ) توضیح دهید چرا هنگامی که چمدانی را از زمین بلند می‌کنید، دست شما به طرف پایین کشیده می‌شود؟
۱۳	جسمی توسط یک نیروی افقی روی سطحی که اصطکاک دارد کشیده می‌شود نیروهای وارد برآن را در شکل رسم کرده و توضیح دهید عکس‌العمل هر یک از نیروها به چه اجسامی وارد می‌شود؟
۱۴	الف) آیا می توان از نیروهای کنش و واکنش بر آیند گیری نمود؟ چرا؟ ب) در چه صورت نیروی عمودی تکیه گاه کاهش و در چه صورت افزایش می یابد؟
۱۵	الف) توضیح دهید چرا هنگامی که آب از فواره‌ی شکل مقابل خارج می‌شود،فواره می‌چرخد؟ ب) نیروهای کنش و واکنش در حرکت ماهواره به دور زمین به چه اجسامی وارد می شوند؟
۱۶	چراغی از یک سقف آویزان است. الف) شکل ساده‌ای از آن را رسم کرده و نیروهای وارد بر آن را رسم کنید. ب) واکنش هر یک از این نیروها به چه اجسامی وارد می‌شود؟

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت
@CamelDarsi

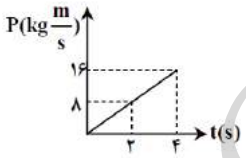
۱۷	مطابق شکل , جسمی را به نخی بسته و از سقف اویزان می کنیم . الف) با انتقال شکل به پاسخ نامه , نیروهای وارد بر جسم را نشان دهید . ب) معین کنید واکنش هریک از این نیرو ها , بر چه جسمی وارد می شود ؟ 
۱۸	الف) ویژگی های نیرو های کنش و واکنش را بنویسید؟ ب)منظور از نیروی اصطکاک در آستانه حرکت چیست؟
۱۹	با ذکر مثال عددی تفاوت بین نیروهای اصطکاک در حال سکون در حال حرکت و آستانه حرکت را بطور کامل با رسم شکل توضیح دهید؟
۲۰	مطابق شکل , جسمی را با نیروی F به دیوار فشرده و ثابت نگه داشته ایم . الف) با انتقال شکل به پاسخ نامه , نیروهای وارد بر جسم را نشان دهید . ب) با افزایش نیروی F , کدام یک از نیروهای وارد بر جسم تغییر می کند ؟ 
۲۱	دانش آموزی می گوید "وزن من ۷۰ کیلوگرم است".آیا این گفته صحیح است توضیح دهید.
۲۲	دو قطعه گچ از لبه ی تخته ی کلاس سقوط می کند . یکی مستقیماً به زمین برخورد کرده و می شکند .دیگری برروی تخته پاک کن اسفنجی افتاده و نمی شکند . علت را توضیح دهید .
۲۳	نقش تشک را در جلوگیری از آسیب دیدن ورزشکاری که روی آن سقوط می‌کند، توضیح دهید.
۲۴	کلاه ایمنی موتور سواران دارای یک لایه ی داخلی اسفنجی است.نقش این لایه را در جلوگیری از آسیب رسیدن به آنان بیان کنید؟
۲۵	چرا هنگام برخورد توپ فوتبال با سر بازیکن به او صدمه ای وارد نمی شود , اما اگر جسم سختی با همان جرم و همان سرعت به سر او برخورد کند صدمه می بیند ؟
۲۶	وقتی آسانسوری که درون آن جسمی دارای جرم ساکن است از حال سکون بطرف پائین شروع به حرکت می کند وزن ظاهری جسم نسبت به وزن واقعی آن چگونه خواهد بود؟ چرا ؟ (با یکی از قوانین نیوتن توضیح دهید)
۲۷	در حرکت آسانسور در چه حالت‌هایی وزن ظاهری شخص بیشتر از وزن حقیقی او است ؟
۲۸	اتومبیلی از حال سکون با شتاب ثابت به حرکت در آمده و در مدت ۱۰ ثانیه فاصله ۱۰۰ متر را روی خط راست طی می نماید. الف- شتاب حرکت اتومبیل را بدست آورید ب) سرعت اتومبیل را ۱۰ ثانیه پس از شروع حرکت بدست آورید.
۲۹	جسمی به جرم ۲ kg روی سطح افقی بانیروی ۱۴ نیوتن کشیده می شود سرعت جسم پس از ۲ متر جابه جایی از صفر به ۴ m/s می رسد نیروی اصطکاک جنبشی در مقابل حرکت جسم وضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را حساب کنید .
۳۰	اتومبیلی به جرم ۲ تن از حال سکون بر روی جاده افقی که دارای اصطکاک است به راه می افتد . اگر اصطکاک جنبشی برابر ۲۰۰ N و اتومبیل پس از ۱۰ s سرعتش به ۲۰ m/s برسد . محاسبه نمائید. الف- شتاب حرکت اتومبیل را ؟ ب- نیروی موتور اتومبیل ؟
۳۱	جسمی به جرم ۱۵ کیلوگرم به وسیله نیروی ۸۰ نیوتونی که با افق زاویه ۶۰ درجه می سازد با شتاب ثابت ۲ m/s^2 کشیده می شود. نیروی اصطکاک جنبشی را محاسبه کنید؟
۳۲	جسمی به وزن ۵۰ نیوتن روی سطح افقی قرار دارد. نیروی افقی ۵ نیوتون به جسم وارد می شود ولی جسم ساکن می ماند. نیروی واکنش سطح را حساب کنید؟
۳۳	در شکل روبه رو جرم جسم ۲۰ کیلوگرم و نیرو ی اصطکاک در حال حرکت ۶۰ نیوتون است. اگر شتاب حرکت ۵ متر بر مجذور ثانیه باشد، الف- اندازه ی نیروی F چند نیوتون است ؟ ب- ضریب اصطکاک جسم با سطح چه قدر است؟ ($g=10\ m/s^2$, $\cos 37=0/8$, $\sin 37=0/6$) 

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۳۴	در شکل مقابل ضریب اصطکاک جنبشی چقدر باشد تا جسم با سرعت ثابت کشیده شود ؟($g=10\ m/s^2$) ($\sin ۳۷ = ۰/۶$ و $\cos ۳۷ = ۰/۸$) 
۳۵	نیروی **F** به جرم **m** شتاب **a** می دهد اگر نیرو ۴ برابر و جرم ۲ برابر شود با این نیروی جدید شتا ب چند **a** می شود؟
۳۶	به جسمی به جرم 1 Kg نیروی ثابت F در راستای قائم به طرف بالا وارد می شود . در نتیجه , جسم از حال سکون با شتاب $2\ m/s^2$ به طرف بالا حرکت می کند مقدار F را محاسبه کنید ؟
۳۷	بر آیند دو نیروی عمود بر هم ۱۰ N می باشد اگر یکی از نیروها ۸ N باشد اندازه نیروی دیگر را بدست آورید.
۳۸	صندوقی به جرم ۱۰kg روی یک سطح افقی با ضریب اصطکاک ایستایی۰/۴ و ضریب اصطکاک جنبشی۰/۲ قراردارد الف- نخست با نیروی افقی ۲۰ N جسم را می کشیم . آیا جسم شروع به حرکت می کند ؟ در این حالت نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چه قدر است؟ ب- نیروی وارد بر جسم را به ۴۰ N می رسانیم، در این حالت نیروی اصطکاک چه قدر است؟ شتاب جسم را در این حالت حساب کنید؟
۳۹	صندوقی به جرم ۱۰ کیلو گرم روی یک سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲ قراردارد نیروی افقی ۶۰ نیوتن را مطابق شکل به آن وارد می کنیم بزرگی نیروی اصطکاک جنبشی چه قدر است؟ شتاب حرکت جسم را محاسبه کنید. $(g=۱۰m/s^۲)$ 
۴۰	درشکل مقابل وزن جسم ۲۰ نیوتن و هریک از نیروهای F برابر ۵ نیوتن و جسم درآستانه حرکت باشد ضریب اصطکاک بین جسم و سطح را بیابید ؟ 
۴۱	در شکل زیر $m=4/5kg$ و $\mu_k=0/3$ است و جسم با شتاب ثابت شروع به حرکت می کند . الف)نیروی اصطکاک را محاسبه کنید؟ ب) شتاب حرکت را محاسبه کنید؟ 
۴۲	در شکل زیر جرم **m** با سرعت **v** روی سطح پرتاب می شود پس از طی مسافت ۱۰ متر متوقف می شود . اگر جرم دو برابر شود پس از طی چه مسافتی متوقف می شود. 
۴۳	جسمی به جرم ۲۰ kg را باسرعت ۴۰ m/s بطرف جلو روی یک سطح افقی دارای اصطکاک پرتاب می کنیم اگر این جسم پس از ۴۰۰ متر پیشروی روی این سطح متوقف شود معین کنید.الف- ضریب اصطکاک را ب- اگر جرم این جسم را دو برابر و سرعت آن ۴ برابر کنیم شتاب آن چند برابر خواهد شد . چرا؟
۴۴	جسمی به جرم ۵Kg روی یک سطح افقی به حال سکون قرار دارد به جسم نیروی افقی F وارد می‌کنیم: الف) به ازای F = ۱۵N جسم ساکن می‌ماند، نیروی اصطکاک وارد بر آن چه‌قدر است؟ ب) به ازای F = ۲۰N جسم در آستانه‌ی حرکت قرار می‌گیرد و با ضربه‌ی افقی کوچکی شروع به حرکت می‌کند و پس از ۸S مسافت ۳۲m را می‌پیماید. ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی را محاسبه کنید؟
۴۵	جسمی به جرم ۱۰kg روی سطح افقی قرار دارد و با نیروی۱۰ N کشیده می شود ولی جسم حرکت نمی کند . الف- نیروی اصطکاک را در این حالت تعیین کنید . ب- اگر به جسم نیروی ۲۰ N وارد شود جسم در آستانه حرکت قرار می گیرد و بعد از طی زمان ۲۰ s مسافت ۱۰۰m را طی می کند . ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم را تعیین کنید؟
۴۶	وزنه ۲ kg را توسط طناب با شتاب $4\ m/s^2$ به طور قائم رو به بالا می کشیم کشش طناب را بدست آورید؟
۴۷	می خواهیم به جسمی به جرم ۲ Kg شتاب $5\ m/s^۲$ بدهیم در هرحالت نیروی لازم را حساب کنید. الف- جسم روی سطح افقی باشد . ب- جسم در راستای قائم روبه بالا حرکت کند.

۴۸	می‌خواهیم به جسمی که جرم آن ۵ Kg است، شتاب ۴ m/s^2 بدهیم. نیروی لازم را در هر یک از حالات زیر حساب کنید. الف) جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت کند. ب) جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک ۰/۲ حرکت کند. پ) جسم در راستای قائم رو به بالا شروع به حرکت کند. ت) جسم در راستای قائم رو به پایین شروع به حرکت کند.
۴۹	الف)کتابی به جرم ۲ کیلو گرم مطابق شکل با نیروی ۴۰ نیوتنی کنار دیوار نگه داشته شده است؟ نیروی اصطکاک بین دیوار وکتاب چند نیوتون است؟ ب) کتابی به جرم ۴۰۰ گرم را مانند شکل مقابل با نیروی ۱۰ نیوتون به دیوار فشرده ایم. اگرکتاب در آستانه حرکت باشد. ضریب اصطکاک ایستایی بین کتاب و سطح دیوار چقدر است ؟ 
۵۰	در شکل مقابل , جسمی به جرم 2Kg روی سطح قائمی با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲ با شتاب $4\ m/s^2$ به طرف پایین می لغزد .مقدار نیروی افقی F را محاسبه کنید . 
۵۱	شخصی به جرم ۵۰ کیلوگرم درون آسانسوری روی ترازو ایستاده است . اگر آسانسور با شتاب ثابت $2\ m/s^2$ به طرف بالا حرکت کند ترازو چه عددی را نشان می دهد؟ ($g = 10\ m/s^2$)
۵۲	جرم آسانسوری با افراد درون آن ۱۵۰۰ kg می باشد . نیروی عمودی تکیه گاه را در حالت های زیر محاسبه نمائید. الف- آسانسور با سرعت ثابت حرکت می کند.ب- آسانسور با شتاب ثابت $a = 0/6\ m/s^2$ با حرکت تند شونده بالا می رود. ج- آسانسور با شتاب ثابت $a = 0/5\ m/s^2$ با حرکت تند شونده پایین می رود.
۵۳	الف) مطابق شکل به یک فنر به طول ۱۰ سانتی متر که از سقف آویزان است وزنه ای به جرم ۵ کیلو گرم وصل می کنیم. اگر طول ثانویه فنر ۱۵ سانتی متر شود ثابت فنر را حساب کنید؟ ب) وزنه‌ای به جرم ۵Kg به روی فنر شکل مقابل که ثابت فنر آن ۲۵۰N/m و طول آن۶۰Cm است، گذاشته می‌شود. طول ثانویه‌ی فنر چند سانتی‌متر خواهد شد؟  
۵۴	جسمی به جرم 8 kg بر روی سطح افقی به وسیله فنری با ثابت فنر $200\frac{N}{m}$ در راستای افق می کشیم وقتی تغییر طول فنر به 30cm می رسد سرعت جسم ثابت می شود.الف) نیروی عکس العمل سطح را بیابید؟ ب) ضریب اصطکاک بین جسم وسطح چقدر است؟
۵۵	اگر بر فنری نیروی ۴ N وارد شود طول فنر ۳۸ cm می شود و اگر نیروی ۶ N وارد شود طول فنر ۴۲ cm می شود . طول اولیه فنر چند cm است؟
۵۶	وزنه‌ای به جرم ۲Kg را به انتهای فنری به طول ۴۰cm وضریب ثابت ۲۰۰ نیوتن بر متر که از سقف یک آسانسور آویزان است، می‌بندیم . طول فنر را در دو حالت زیر پیدا کنید؟ (g=۱۰) الف) آسانسور با سرعت ثابت ۲ متر بر ثانیه به طرف بالا حرکت می‌کند؟ ب) آسانسور با شتاب ثابت ۲متر بر مجذور ثانیه به طرف پائین حرکت می‌کند؟
۵۷	جسمی به جرم ۴۰۰ گرم را به فنری متصل نموده از سقف آسانسوری ساکن آویخته ایم طول فنر ۱۰ cm می باشد. هر گاه آسانسور بطورکندشونده با شتاب $5\ m/s^2$ به طرف پائین در حرکت باشد طول فنر به ۱۵ cm خواهد رسید معین کنید ثابت فنر فوق را.
۵۸	جسمی به جرم ۱۰ kg از فنری با ثابت ۵۰۰ N/M و طول ۲۰ cm از سقف یک آسانسور آویزان است . طول فنر را در حالتهای زیر تعیین کنید.الف- آسانسور با شتاب $3\ m/s^2$ رو به بالا حرکت کند. ب- آسانسور با شتاب $2\ m/s^2$ رو به پایین حرکت کند. ج- کابل آسانسور پاره شود و آسانسور سقوط آزاد کند.

@Cam-Dars ایران تونیک

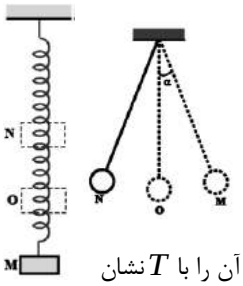
۵۹	دو جسم به جرمهای ۲ تن و ۵ کیلوگرم در فاصله ی m ۲ قرار دارند .این دو جسم چه نیرویی به یکدیگر وارد می کنند؟
۶۰	اگر فاصله بین دو جسم را دو برابر و جرم هر دو جسم را ۴ برابر کنیم، نیروی گرانش بین آن ها چند برابر می شود؟
۶۱	وزن شخصی که جرم آن $77\ kg$ بوده و در ارتفاع ۶۰۰ کیلومتراز سطح زمین قرار دارد را بیابید فرض کنید $Me = ۶ \times ۱۰^{۲۴}\ kg$ (جرم زمین) و $G = ۷ \times ۱۰^{-۱۱}$ و $Re = ۶۴۰۰km$ شعاع زمین
۶۲	ماهواره ای به جرم یک تن به فاصله ی شعاع زمین از سطح زمین قرار دارد اگر ماهواره را به فاصله ۳ برابر شعاع زمین از سطح زمین قرار دهیم شدت میدان گرانشی زمین چند برابر می شود؟
۶۳	در چه فاصله‌ای از سطح زمین وزن یک جسم $\frac{1}{9}$ برابر وزن آن در روی زمین است؟
۶۴	جرم سیاره ای ۲ برابر جرم زمین و شعاع این سیاره برابر شعاع زمین است . شدت گرانش در این سیاره چند برابر شدت گرانش در سطح زمین است؟
۶۵	جرم سیاره مشتری ۳۲۰ برابر جرم کره زمین و فاصله ی آن از خورشید ۵ برابر فاصله زمین تا خورشید می باشد . نیروی جاذبه خورشید بر این سیاره چند برابر نیروی جاذبه خورشید بر زمین است؟
۶۶	دو جسم به جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ که روی یک سطح افقی به حال سکون قرار دارند, تحت تاثیر نیروهای یکسانی شروع به حرکت می‌کنند ,اگر بعد از گذشت زمان t , سرعت آنها به ترتیب برابر $v_۱$ و $v_۲$ شود, نسبت $v_۱$ به $v_۲$ را محاسبه کنید؟
۶۷	جسمی به جرم $50g$ از ارتفاع 60 متری رها می‌شود و در لحظه‌ای، سرعت آن به $14\frac{m}{s}$ می‌رسد و یک ثانیه پس از آن، سرعت جسم به $23\frac{m}{s}$ می‌رسد. تغییر تکانهٔ جسم در این یک ثانیه، چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ ۱) $\frac{23}{10}$ ۲) $\frac{23}{20}$ ۳) $\frac{9}{10}$ ۴) $\frac{9}{20}$
۶۸	گلوله ای به جرم ۲۰۰ گرم با سرعت $30\ m/s$ در راستای قائم به زمین برخورد کرده و با سرعت $20\ m/s$ در همان راستا بر می گردد اگر زمان اثرگلوله بر زمین $0/01\ s$ باشد اندازه متوسط نیرویی که زمین برگلوله وارد می کندرا محاسبه کنید.
۶۹	توپی به جرم ۱۰۰گرم با سرعت $5\ m/s$ در راستای افقی به دیواری قائم برخورد می کند و با همان سرعت در راستای قبلی بر می گردد . اگر زمان تماس توپ با دیوار ۰/۲ ثانیه باشد نیروی متوسط وارد بر توپ را ازطرف دیوارحساب کنید .
۷۰	شخصی به جرم $50\ kg$ از یک بلندی روی یک تشک سقوط می کند، اگر سرعت او هنگام رسیدن به تشک $10\frac{m}{s}$ باشدو ۰/۲ ثانیه ی بعد متوقف شود، نیروی متوسطی که تشک بر شخص وارد می کند را محاسبه کنید؟
۷۱	نمودار تغییرات تکانه‌ی جسمی نسبت به زمان مطابق شکل زیر است. برآیند نیروهای وارد بر جسم در لحظه‌ی $t = ۲s$ چند برابر برآیند نیروهای وارد برآن در لحظه‌ی $t = ۴s$ است؟ 
۷۲	یک بادکنک پرازهوای فشرده محتوی$20\ gr$ هوا است.پس از باز شدن دهانه بادکنک، هوای درون آن با سرعت$4\frac{m}{s}$ در مدت $2/5s$ به طورکامل خارج می شود. نیروی متوسطی که در این مدت، در اثر خروج هوا بربادکنک واردمی شودچقدر است؟
۷۳	چکشی به جرم $1/5\ kg$ را با سرعت $10\ m/s$ به سر میخی می کوبیم اگر زمان برخورد چکش با سر میخ $0/005\ s$ باشد، بزرگی نیروی متوسطی که به چکش وارد می‌شود، چه‌قدر است؟

فصل سوم: نوسان وموج

۳-۱ و ۳-۲ نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده

نوسانِ دوره‌ای: حرکتی است که متحرّک، پس از طیِ زمانِ معیّنی، به وضعیّتِ اوّلیه برگشته و حرکتِ خود را از نو، آغاز می کند. مانندِ حرکتِ منظّمِ قلب، حرکتِ تاب، حرکتِ زمین به دورِ خورشید و ...

حرکتِ هماهنگِ ساده: به نوسان‌های سینوسی، حرکت هماهنگ ساده (SHM) گفته می‌شود. در این حرکت ، متحرّک، رویِ یک پاره خط، حولِ نقطه‌ی تعادلی واقع در وسطِ پاره خط، حرکتِ رفت و برگشت، انجام می‌دهد. دو نمونه از حرکتِ هماهنگِ ساده، عبارت از: (در هر دو حالتِ فوق، از اصطکاک، صرفِ نظر می‌کنیم).



۱) حرکتِ آونگ، وقتی که، زاویه‌ی α خیلی کوچک باشد، به طوری که $\sin\alpha \cong tg\alpha \cong \alpha$.

۲) حرکتِ نوسانیِ وزنه‌ی متّصل به فنر.

- ❖ دستگاهی را که دارایِ حرکتِ هماهنگِ ساده است، نوسان‌گرِ هماهنگِ ساده می‌نامیم.
- ❖ حرکت هماهنگ ساده، مبنایی برای درک هر نوع نوسان دوره ای دیگر است زیرا هر نوسان دوره‌ای را می‌توان مجموعی از نوسان‌های سینوسی در نظر گرفت.

دوره تناوب: در حرکتِ هماهنگِ ساده، مدّت زمانی که جسم، یک بار رفت و برگشت را انجام می‌دهد، دوره ی حرکت نامیده و آن را با T نشان می‌دهیم و واحدِ آن، ثانیه است.

بسامد: درحرکتِ هماهنگِ ساده، تعدادِ رفت و برگشت‌ها، در مدّتِ ۱ ثانیه، بسامدِ حرکت است. (توجّه کنید که در حرکتِ دایره‌ای، بسامد، تعداد دورهایِ کامل در ۱ثانیه بود). بسامد را با f نشان می‌دهیم و واحدِ آن هرتز است. داریم: $T = \frac{1}{f}$ یا $f = \frac{1}{T}$

- ❖ تعداد نوسانات در مدت زمان t ثانیه (N) برابر است با $N = f\,t = \frac{t}{T}$

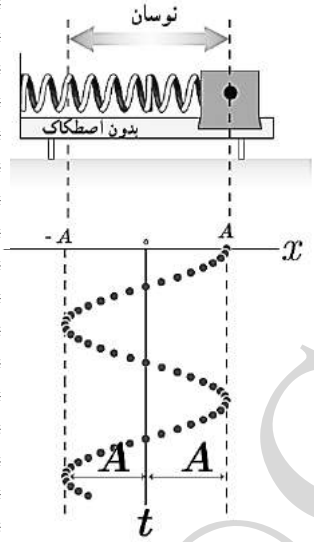
دامنه‌ی نوسان: درحرکتِ هماهنگِ ساده، بیشترین فاصله‌ی نوسان‌گر از نقطه‌ی تعادل را دامنه ی حرکت نامیده و آن را با A نشان می‌دهیم و واحدِ آن متر می‌باشد. در شکلِ بالا، فاصله‌یONیا OM، برابرِ دامنه(A) است.

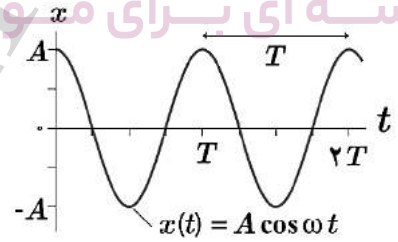
- ❖ هنگامی که جسم، نوسان می کند، در هر نوسانِ کامل، دو بار مسیرِ نوسان، طی می شود. این نوسانِ کامل، شاملِ۴ بار، طیِ دامنه است. پس تعدادِ نوسان‌هایِ کامل(N)،عبارت از: $N = \frac{\text{تعداد دفعات طی مسیر}}{۲} = \frac{\text{تعداد دفعات طی دامنه}}{۴}$
- ❖ در حرکت هماهنگ ساده نمودار مکان زمان، نموداری سینوسی است. یعنی مکان (یا جابه جایی نسبت به نقطهٔ تعادل) را می توان به صورت تابعی سینوسی یا کسینوسی از زمانِ t نوشت.

(معادلهٔ مکان زمان در حرکت هماهنگ ساده) $x(t)=A\cos\omega t$

در این رابطه ω بسامد زاویه ای نوسانگر نامیده می شود و برابر است با:

(بسامد زاویه ای) $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ یکای بسامد زاویه ای در SI ، rad/s است.





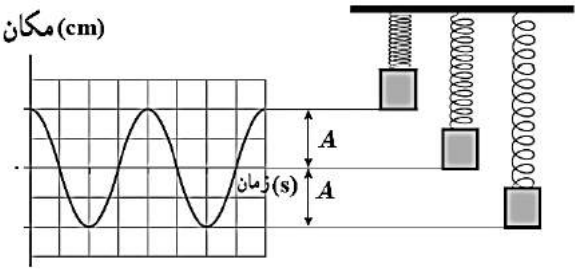
- ❖ وقتی نوسانگر در $x=\pm A$ است، سرعت آن برابر با صفر است به این نقطه‌ها اصطلاحاً نقطه‌های بازگشتِ حرکت می‌گویند. وقتی $x=0$ است (یعنی نوسانگر از نقطهٔ تعادل می‌گذرد) اندازهٔ سرعت بیشینه است.

دورهٔ تناوب T ، بسامد f و بسامد زاویه‌ای ω برای هر سامانهٔ جرم فنر، برابر است با: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ، $f = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ و $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

- ❖ دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم فنر با یک فنر معیّن ولی وزنه های متفاوت، با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است
- ❖ دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم فنر با یک وزنهٔ معیّن ولی فنر های متفاوت، با جذر ثابت فنر به طور وارون متناسب است.

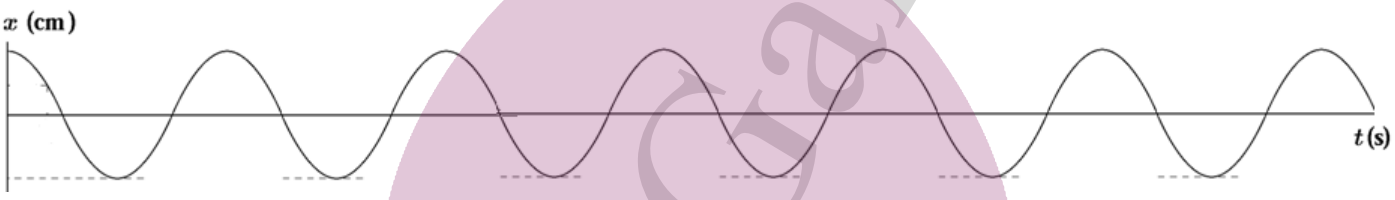
@GanjeDanesh ایران توشه توشه ای برای موفقیت

تمرین۱. سرعتِ زاویه‌ای، دوره و بسامد به ویژگی‌هایِ فیزیکیِ نوسان‌گر، یعنی به جرمِ وزنه و نوعِ فنر بستگی دارد و از دامنه حرکت، مستقل است.در یک حرکت دوره‌ای در مدت ۲دقیقه ۲۴۰ نوسان کامل یا چرخه طی شده است. بسامد و دور تناوب را به دست آورید.



تمرین۲. جرمی متصل به یک فنر با بسامد ۰/۲Hz و دامنهٔ ۳cm به طور هماهنگ در امتداد قائم نوسان می‌کند. الف) معادله‌ی مکان زمان این نوسانگر را بنویسید. ب) پس ازگذشت زمان‌های، $\frac{5}{6}$ s و ۱۰ s از رها شدن جرم از بالای نقطهٔ تعادل، جابه‌جایی این جرم نسبت به نقطهٔ تعادل چقدر است؟ (مثال۳-۱)

تمرین۳. ذره‌ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دوره تناوب T است. با فرض اینکه در t=۰s ذره در x=A باشد، تعیین کنید در هریک از لحظات t=۲Ts، t=۳/۵Ts و t=۵/۲۵Ts آیا ذره در x=+A ، x=-A و یا در x=۰ خواهد بود؟ (تمرین ۳-۱)



تمرین۴. در حرکت هماهنگ ساده، مکان x(t) باید پس از گذشت یک دورهٔ تناوب برابر مقدار اولیه‌اش شود. یعنی اگرx(t) مکان در زمان دلخواه t باشد، آن گاه نوسانگر باید در زمان t+T دوباره به همان مکان بازگردد و بنابراین $Acos\omega t=Acos\omega(t+T)$ بر این اساس نشان دهید $\omega = \frac{2\pi}{T}$ (تمرین ۳-۲)

تمرین۵. قطعه‌ای به جرم ۶۵۰g به فنری با ثابت فنر k=۶۵N/m بسته شده است. قطعه را به اندازه ۵ cm از مکان تعادل خود روی یک سطح افقی بدون اصطکاک می‌کشیم و از حالت سکون رها می‌کنیم. الف) دوره تناوب، و بسامد زاویه‌ای نوسان چقدر می‌شود؟ و پ) معادله‌ی مکان-زمان را بنویسید. (مثال ۳-۲)

@CamScanner-Dars
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرینهای بخش اول، نوسان دوره ای و حرکت هماهنگ ساده

تمرین۶. در جای خالی کلمات مناسب بگذارید

A. ضربان قلب انسان، تاب خوردن، بالا و پایین رفتن سرنشینان کشتی، زمین لرزه، نمونه‌هایی از ..... هستند.

B. ..... و ..... نوسان‌ها در سامانه‌های مختلف دو هدف اصلی فیزیک‌دان‌ها و مهندسان است.

C. ..... می‌توانند دوره‌ای یا غیر دوره‌ای باشند.

D. نوسان‌هایی را که هر ..... آن در دورهای دیگر تکرار شود نوسان‌های دوره‌ای می‌نامند.

E. مدت زمان یک چرخه، ..... حرکت نامیده می شود وتعداد نوسان‌های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه ..... نامیده می‌شود. یکای بسامد در SI است.

F. به نوسان‌های سینوسی، ..... گفته می‌شود.

G. هر ..... را می‌توان مجموعی از نوسان‌های سینوسی در نظر گرفت.

H. ..... یک نمونهٔ از حرکت هماهنگ ساده است.

I. در حرکت هماهنگ ساده، ..... ، بیشینهٔ فاصلهٔ جسم از نقطهٔ تعادل است.

J. در حرکت هماهنگ ساده نمودار ..... ، نموداری سینوسی است.

K. که وقتی نوسانگر در $x = \pm A$ است، سرعت آن برابر با ..... است. به این نقطه‌ها نقطه‌های ..... می‌گویند.

L. وقتی نوسانگر از نقطهٔ تعادل می‌گذرد یا $x=0$ است، اندازهٔ سرعت ..... است.

M. آزمایش با جرم و فنر نشان می‌دهد که افزایش جرم m در سامانهٔ جرم فنر (با فنر یکسان) به ..... دوره تناوب T می‌انجامد.

N. با افزایش ثابت فنر دوره تناوب نوسان‌ها ..... می‌شود.

تمرین۷. یک وزنهٔ ۲۰N را از انتهای یک فنر قائم می آویزیم، فنر ۲۰cm کشیده می شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنهٔ ۵N متصل است روی میز بدون اصطکاکی به نوسان درمی آوریم. دورهٔ تناوب این نوسان چقدر است؟ (۱کتاب)

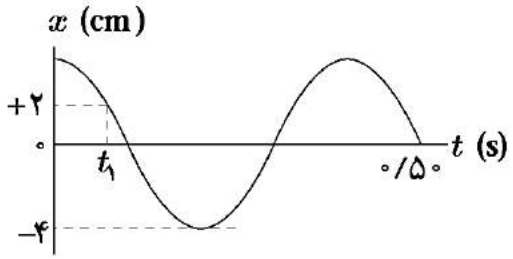
تمرین۸. هرگاه جسمی به جرم m به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دورهٔ تناوب ۲s نوسان می کند .اگر جرم این جسم ۲kg افزایش یابد، دورهٔ تناوب ۳s می شود .مقدار m چقدر است؟(۲کتاب)

تمرین۹. جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن ۱۶۰۰kg است .این خودرو روی چهار فنر با ثابت $۲\times۱۰^{۴}N/m$ سوار شده است. دوره تناوب، بسامد، و بسامد زاویه ای ارتعاش خودرو وقتی ازچاله ای می‌گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرو به طوریکنواخت روی فنرهای چهارچرخ توزیع شده است. (۳کتاب)

تمرین۱۰. دامنهٔ نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $۳\times۱۰^{-۲}m$ و بسامد آن ۵Hz هرتز است. معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان زمان آن را در یک دوره رسم کنید. (۴کتاب)

@GanjeDanesh
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرین۱۱. نمودار مکان زمان نوسانگری مطابق شکل روبرو است:



الف) معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید.

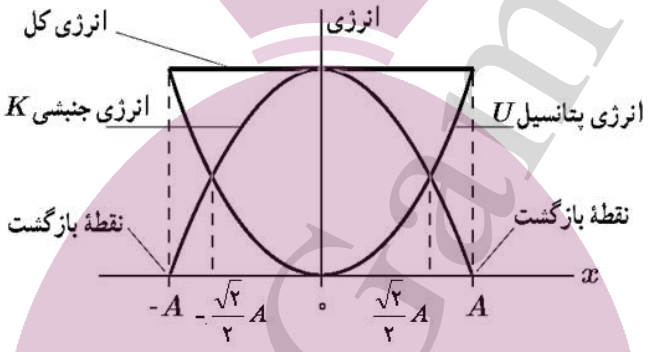
ب) مقدار $t_۱$ را به دست آورید.

پ) اندازه شتاب نوسانگر را در لحظهٔ $t_۱$محاسبه کنید. (۵کتاب)

۳- ۳ انرژی در حرکت هماهنگ ساده

در سامانه جرم فنر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره می‌شود، به طوری که با افزایش جابه جایی از نقطهٔ تعادل (جایی که فنر نه فشرده و نه کشیده شده است) این انرژی پتانسیل افزایش می یابد. بنابراین انرژی پتانسیل سامانه جرم فنر در نقاط بازگشتی ($x = \pm A$) بیشینه و در نقطهٔ تعادل (x=۰) برابر صفر است.

انرژی جنبشی این سامانه نیز به جرم قطعه متصل به فنر و تندی آن بستگی دارد.



طبق رابطه‌ی پایستگی انرژی مکانیکی، مجموعِ انرژیِ جنبشی و پتانسیلِ سامانهِ جرم-فنر در تمامِ نقاطِ مسیرِ حرکت ثابت است. در نقطه‌ی تعادل(x=۰) ، انرژیِ جنبشی بیشینه و انرژیِ پتانسیل صفر است و در ابتدا و انتهایِ مسیر (x=±A)، انرژیِ جنبشی صفر و انرژیِ پتانسیل بیشینه است. در بقیه ی نقاط، قسمتی از انرژیِ سیستم جنبشی و قسمتی پتانسیل است. هرچه فاصله (x) بیشتر، انرژی پتانسیل بیشتر و هرچه سرعت بیشتر، انرژی جنبشی بیشتر است. **در دامنه‌ی مقدار انرژی جنبشی و پتانسیل با هم برابر است.**

انرژی مکانیکی سامانه جرم فنر در حرکت هماهنگ ساده از رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^۲$ به دست می آید. که در آن k ثابت فنر و A دامنهٔ نوسان است.

انرژی کل یک نوسانگر هارمونیک ساده با مجذور بسامد، مجذور دامنه و جرم نوسانگر رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ = \frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲ = ۲\pi^۲mA^۲f^۲$$

ازرابطه‌ی بالا، در می‌یابیم، انرژی‌ی که به وسیله‌ی موج **مکانیکی**، منتقل می‌شود، با مجذورِ بسامد و مجذورِ دامنه‌ی موج نسبتِ مستقیم دارد:

$$\frac{E_۲}{E_۱} = (\frac{f_۲}{f_۱})^۲ \times (\frac{A_۲}{A_۱})^۲$$

تمرین۱۲. در طولِ طنابی، یک بار با دامنه‌ی و دوره‌ی T و بارِ دیگر با دامنه‌ی $\frac{A}{۲}$ و دوره‌ی $۲T$ ،موجِ سینوسی ایجاد می کنیم. انرژیِ مکانیکیِ ذرّه‌ی Mاز این طناب در حالتِ دوّم چند برابرِ حالتِ اوّل است؟

تمرین۱۳. الف) نشان دهید تندی بیشینه در حرکت هماهنگ ساده برابر است با $A\omega$ ب) تندی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای که با دامنهٔ ۱۰cm و دوره‌ی ۰/۵s نوسان می کند هنگام عبور از نقطهٔ تعادل چقدر است؟ (مثال۳-۳)

@GanjDarsi ایران توشه توشه‌ای برای موفقیت

آونگ ساده: آونگ ساده شامل وزنهٔ کوچکی به جرم m است که از نخ بدون جرم و کش نیامدنی به طول L که سر دیگر آن ثابت شده، آویزان است. اگر زاویهٔ انحراف آونگ از وضع تعادل کوچک باشد، آونگ حرکت هماهنگ ساده خواهد داشت. دوره تناوب آونگ ساده فقط به شتاب گرانشی(g) وطول آونگ (L) بستگی دارد، و از رابطهٔ زیر به دست می آید:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}\times\frac{g_1}{g_2}} \quad , \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

❖ با توجه به رابطه‌ی دوره تناوب آونگ: دوره تناوب آونگ ساده به جرم و دامنهٔ آن بستگی ندارد.

❖ اگر اندازه گیری در محلّی به غیر از زمین باشد، به جایِ g شتابِ جاذبه در آن محل را قرار می‌دهیم. مثلا اگر اندازه گیری در آسانسور باشد، به جایِ g ، g' یعنی نتیجه ی شتاب خود آسانسور و شتاب زمین ($g' = g \pm a$) را قرار می‌دهیم.

تمرین۱۴. ژئوفیزیک‌دانی با استفاده از یک آونگ ساده به طول ۰/۱۷۱m که ۷۲ نوسان کامل را در ۶۰s انجام می‌دهد، شتاب g زمین را در مکانی خاص تعیین می‌کند. وی مقدار g را در این مکان چقدر به دست می‌آورد؟ (مثال ۳-۴)

تمرین۱۵. دوره و بسامد یک آونگ ساده به طول ۸/۱cm درحرکت نوسانی کم دامنه چقدراست؟

تمرین۱۶. طول یک آونگ ساده کم دامنه چه اندازه باشد تا در هر دقیقه ۶۰ نوسان انجام دهد؟ ($g=10m/s^2$ و $\pi^2=10$)

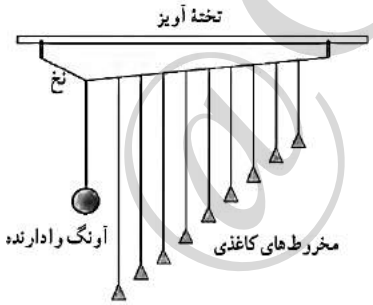
۳-۴ تشدید

نوسانگر (مثلاً جرم فنر یا آونگ ساده) با انحراف از وضع تعادل با بسامدی معیّن شروع به نوسان می‌کند. به بسامد این نوسان ها بسامد طبیعی گفته می‌شود.

❖ بسامد طبیعی آونگ ساده $f_o = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$ و بسامد طبیعی سامانه جرم فنر $f_o = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

این نوسانگر ها می‌توانند با اعمال یک نیروی خارجی، با بسامدهای دیگری نیز به نوسان درآیند. به چنین نوسانی، نوسان واداشته گفته می‌شود و بسامد این نوسان را با f_d نمایش می‌دهند. اگر در نوسانگری نوسان‌های واداشته با بسامد طبیعی نوسانگر برابرشود (یعنی $f_d=f_o$)، در چنین وضعیتی اصطلاحاً گفته می‌شود که برای نوسانگر تشدید (رزونانس) رخ داده است. در این حالت دامنه‌ی نوسان افزایش می‌یابد.

تمرین۱۷. یک آونگ با وزنهٔ سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. (آونگ های بارتون) آونگ وادارنده را به نوسان درآورید و آنچه را مشاهده می کنید توضیح دهید.(فعالیت ۳-۳)



ایران توشه
توشه ای برای موفقیت
©CanBeGam-Dars

تمرین۱۸. طول تعدادی آونگ ساده که از میله‌ای افقی آویزان‌اند، عبارت‌اند از، ۰/۴m ، ۰/۸m، ۱/۲m، ۲/۸m و ۳/۵m. فرض کنید میله دستخوش نوسان‌هایی افقی با بسامد زاویه‌ای در گستره‌ٔ ۲rad/s و ۴rad/s بشود. کدام آونگ‌ها با دامنه‌ٔ بزرگ تری به نوسان در می‌آیند؟ (توجه کنید گرچه تشدید در بسامد مشخصی رخ می‌دهد، اما دامنه‌ٔ نوسان در نزدیک این بسامد همچنان بزرگ است.) (تمرین ۳-۳)

تمرین۱۹. در پی زمین لرزه‌ٔ عظیمی (به بزرگی ۸/۱ در مقیاس ریشتر) که در ساحل غربی مکزیک در سال ۱۹۸۵ اتفاق افتاد ساختمان‌های نیمه بلند فرو ریختند، ولی ساختمان‌های کوتاه‌تر و بلندتر پابرجا ماندند. علت این پدیده را توضیح دهید. (پرسش۳-۲)

تمرین۲۰. ا لف) نشان دهید شتاب نوسانگر در سامانه جرم- فنر از رابطه‌ی $a= - \omega^2 x$ به دست می‌آید. ب) پیستون‌های یک اتومبیل ۴سیلندر در حالت خلاص تقریبا حرکت نوسانی ساده دارند. اگر دامنه ی نوسان آنها ۵۰ میلیمتر و بسامد آن ۱۰۰ هرتز باشد، کمیت های زیر را به‌دست آورید: بیشینه‌ی سرعت پیستونها و بیشینه‌ی شتاب نوسان آنها

تمرینهای بخش دوم، انرژی در حرکت هماهنگ ساده و تشدید

تمرین۲۱. در جای خالی کلمات مناسب بگذارید.

A. در سامانه‌ٔ جرم- فنر انرژی پتانسیل کشسانی با افزایش جابه جایی از نقطه‌ٔ تعادل ..... می‌یابد.
B. انرژی پتانسیل سامانه‌ٔ جرم- فنر در نقاط بازگشتی ..... و در نقطه‌ٔ تعادل برابر ..... است.
C. ..... سامانه جرم- فنر به جرم قطعه‌ٔ متصل به فنر و تندی آن بستگی دارد.
D. در ابتدا و انتهایِ مسیر ($\pm A$)، انرژیِ جنبشی ..... و انرژیِ پتانسیل ..... است. $x=$
E. هرچه ..... بیشتر، انرژی پتانسیل سامانه‌ٔ جرم-فنر بیشتر و هرچه ..... بیشتر، انرژی جنبشی بیشتر است.
F. انرژی کل یک نوسانگر هارمونیک ساده با ..... رابطه‌ی مستقیم دارد.
G. اگر دامنه و بسامد یک نوسانگر هارمونیک ساده به ترتیب ۲ و ۳ برابر شود، انرژی کل نوسانگر ..... برابر می‌شود.
H. تندی بیشینه در حرکت هماهنگ ساده برابر است با ..... است.
I. اگر زاویه‌ٔ انحراف آونگ از وضع تعادل کوچک باشد، آونگ حرکت ..... خواهد داشت.
J. دوره‌ٔ تناوب آونگ ساده فقط به ..... و ..... بستگی دارد.
K. اگر جرم وزنه‌ی آونگی چهار برابر شود، دوره تناوب آونگ ..... می‌شود.
L. اگر در نوسانگری نوسان‌های واداشته با بسامد طبیعی نوسانگر برابرشود، برای نوسانگر ..... رخ داده است.
M. در تشدید (رزونانس) دامنه‌ی نوسان ..... می‌یابد.

@CanBeGam-Darsi

تمرین۲۲. دامنهٔ نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت فنر ۷۴N/m متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر با ۸cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر نوسان، ۸×۱۰^{-۲}J باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم پوشی شود). (۶ کتاب)

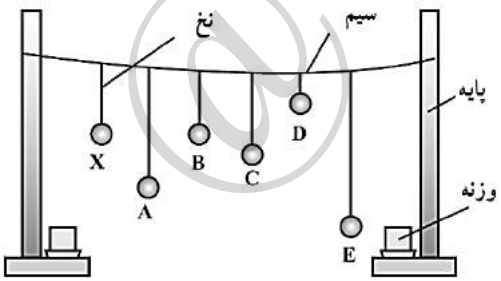
تمرین۲۳. جسمی به جرم ۱kg به فنری افقی با ثابت۶N/cm متصل است. فنر به اندازهٔ ۹cm فشرده و سپس رها می‌شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می‌کند. با چشم پوشی از اصطکاک الف) دامنهٔ نوسان و تندی بیشینهٔ جسم چقدر است؟ ب) وقتی تندی جسم ۱/۶m/s است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چقدر است؟(۷ کتاب)

تمرین۲۴. معادله حرکت هماهنگ ساده ی ک نوسانگر درSI به صورت $x=۰/۰۵\cos۲۰\pi t$ است. الف) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می رسد؟ ب) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می رسد؟ پ) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر باانرژی پتانسیل آن شود؟(۸ کتاب)

تمرین۲۵. الف) ساعتی آونگ دار (با آونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه ای در استوا برده شود، عقب می‌افتد یا جلو؟ مقدار این عقب یا جلوافتادن در یک شبانه روز چقدر است؟ ب) به نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ دار جلو می‌افتد یا عقب؟(۹ کتاب)
$g_{استوا}=۹/۷۸m/s^۲$ و $g_{تهران}=۹/۷۸۰m/s^۲$

تمرین۲۶. هر فرد معمولاً با چرخش اندک بدنش به چپ و راست، راه می‌رود و بدین ترتیب نیروهای کوچکی به زمینِ زیر پایش وارد می‌کند. این نیروها بسامدی در حدود ۰/۵Hz دارند. لرزش شدید پل هوایی *میلینیوم* در آغاز هزارهٔ جدید را به عبور منظم گروهی ازافراد از این پل ربط داده‌اند. چگونه ممکن است نوسان‌های بدن این افراد موجب چنین لرزشی شده باشد؟(۱۰ کتاب)

تمرین۲۷. مطابق شکل چند آونگ را از سیمی آویخته‌ایم. توضیح دهید با به نوسان درآوردن آونگ x، آونگ‌های دیگر چگونه نوسان می‌کنند؟ (۱۱ کتاب)



ایران توشه
توشه ای برای موفقیت
@GamiDeGam-Darsi

۳-۵ موج و انواع آن

موج: انتشارِ هر آشفتگی در محیط را موج می‌نامند.

اقسامِ موج با توجّه به محیطِ انتشار: امواج را با توجّه به محیطِ انتشار، به دو دسته تقسیم می‌کنیم:

۱-امواجِ مکانیکی: این امواج برایِ انتشار، به محیطِ مادّی نیاز دارند، بنابراین در خلأ انتشار نمی یابند. مانندِ امواجِ صوتی، تشکیلِ موج بر سطحِ آب، موجِ ایجاد شده در طناب، فنر و ... .

۲-امواجِ الکترومغناطیس: این امواج در همه جا (مایعات، جامدات، گازها و خلأ)منتشر می‌شوند. مانندِ نور، امواجِ رادیویی، اشعه‌ی گاما و .....

امواجِ عرضی: اگر راستایِ نوسانِ ذرّه‌هایِ محیط، عمود بر راستایِ انتشارِ موج باشد، موج را عرضی می‌نامند.

امواجِ طولی: اگر راستایِ نوسانِ ذرّه‌هایِ محیط، موازی با راستایِ انتشارِ موج باشد، موج را طولی می‌نامند.

امواجِ **مکانیکیِ** عرضی، در محیط هایی منتشر می شوند که نیرویِ بینِ ذرّاتِ آن نسبتاً زیاد باشد. با این حساب، امواجِ **مکانیکیِ** عرضی، فقط در جسم‌هایِ جامد و سطحِ مایع(به دلیلِ کششِ سطحی در سطحِ مایع) ایجاد و منتشر می‌شوند. ولی امواجِ طولی در تمامِ حالاتِ مادّه، ایجاد و منتشر می‌شوند.

- در گازها و داخلِ مایع ها، فقط امواجِ طولی منتشر می‌شوند.
- در فنر می‌توان هر دو نوع موجِ مکانیکیِ عرضی و طولی را ایجاد کرد.

به موج های عرضی و طولی که از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر حرکت کرده و انرژی را با خود منتقل می‌کنند، موج‌های پیش رونده گفته می‌شود.

دقت کنید که موج از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر حرکت می‌کند نه ماده‌ای که موج در آن حرکت می‌کند و اجزای محیط حول نقطهٔ تعادل خود با همان بسامد چشمه موج نوسان می‌کنند.

تمرین۲۸. همان طور که گفتیم یکی از ویژگی‌های موج پیش رونده انتقال انرژی از یک نقطه به نقطهٔ دیگر، در جهت انتشار موج است. با در نظر گرفتن یک تپ طولی در یک فنر بلندِ کشیده شده، این ویژگی را توضیح دهید. (پرسش ۳-۳)

۳-۶ مشخصه های موج

برای مطالعهٔ برخی از مشخصه های موج از وسیله ای موسوم به تشت موج استفاده می شود.

به هر یک از برآمدگی ها یا فرورفتگی های ایجادشده روی سطح آب، یک جبههٔ موج می‌گویند. به برآمدگی ها، قلّه(ستیغ) و به فرورفتگی ها درّه (پادستیغ)گفته می‌شود. فاصلهٔ بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، **طول موج** نامیده می‌شود و آن را با λ نشان می‌دهند. طول موجِ λ برابر با مسافتی است که موج در مدت دورهٔ تناوب نوسان چشمه طی می‌کند.

دامنه (A): بیشینهٔ فا صله یک ذره از مکان تعادل، دامنهٔ موج نامیده می‌شود که همان فاصلهٔ قله یا دره نسبت به سطح آرام یا ساکن است.

دوره تناوب(T): مدت زمانی که هر ذرهٔ محیط یک نوسان کامل انجام می‌دهد دوره تناو ب موج نامیده می‌شود که برابر با زمانی است که چشمهٔ موج یک نوسان کامل انجام می‌دهد.

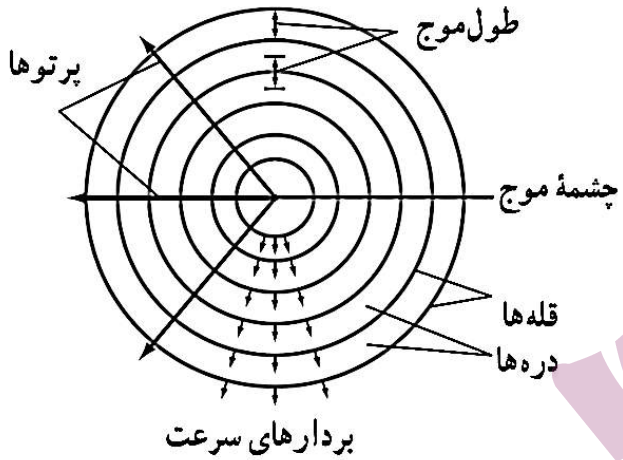
بسامد (f): تعداد نوسان‌های انجام شده توسط هر ذرهٔ محیط در یک ثانیه بسامد موج نامیده می‌شود که برابر با بسامد چشمهٔ موج نیز هست.

پس: $f = \frac{1}{T}$

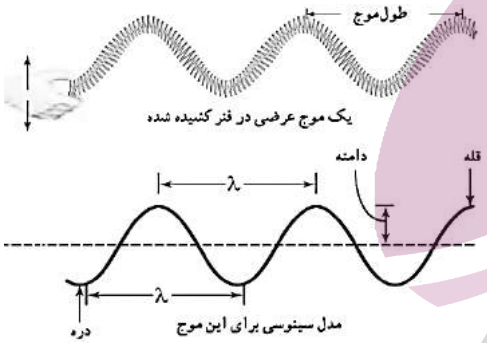
تندی انتشار موج (v): اگر جبههٔ موج در مدت Δt مسافت L را طی کند، تندی انتشار موج از رابطهٔ $v = \frac{L}{\Delta t}$ به دست می‌آید. از آنجا که طول موج λ در دورهٔ T طی می‌شود، داریم: (تندی انتشار موج $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$)

عواملِ مؤثر بر سرعتِ انتشارِ موج: سرعتِ انتشارِ موج در یک محیط، به ویژگی هایِ فیزیکیِ آن محیط (جنس،دما، فشار و ...) بستگی دارد، امّا به شرایطِ فیزیکیِ چشمه‌ی موج (بسامد، دامنه، انرژیِ مکانیکی و ...) بستگی ندارد.

❖ دقت کنید که تندی ارتعاش (نوسان) که بیشینه‌ی آن $A\omega$ است را با تندی انتشار موج که مقداری ثابت است، اشتباه کنید.



تمرین۲۹. امواج دایره‌ای تشکیل شده بر سطح آب تشت موج را در نظر بگیرید. آزمایش نشان داده است اگر گوی متحرک با دوره◌ تناوب ۱s در تشتی به عمق ۲/۵cm نوسان کند، فاصله◌ بین دو برآمدگی مجاور ۵۰cm و اگر در تشتی به عمق ۳/۵cm نوسان کند، این فاصله ۶۰cm می‌شود. تندی انتشار موج سطحی در این تشت در هر حالت چقدر است؟ از این محاسبه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟(مثال ۳-۵)



موج عرضی: اگر یک سر فنر بلند کشیده شده‌ای را با حرکت هماهنگ ساده، پیاپی به بالا و پایین حرکت دهید موج عرضی پیوسته‌ای در طول فنر منتشر می‌شود. امواج عرضی، همانند موج عرضی ایجاد شده در این فنر، در هر لحظه از زمانِ انتشار موج را می‌توان با شکل موجی سینوسی مانند مدل سازی کرد.

تندی انتشار موج عرضی در یک فنر، تار یا ریسمان کشیده به نیروی کشش (F) و چگالی خطی جرم (μ=m/L) بستگی دارد و از رابطهٔ زیر به دست می آید:

$$v = \sqrt{\frac{f}{\mu}}$$ (تندی انتشار موج عرضی در تار یا فنر)

$$V = \sqrt{\frac{\frac{F}{m}}{L}}\ ,\ \mu = \frac{m}{L} \Rightarrow$$

❖ اگر به جای جرم مقدار آن $m=\rho V$ را جا گذاری کنیم، داریم: $(\mu=\rho V)$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\frac{\rho V}{L}}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{\rho AL}{L}}} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

تمرین۳۰. سیمی به طول ۸۰cm وجرم ۲۰gr بین دونقطه محکم کشیده شده است.اگرنیروی کشش سیم برابر ۲/۵N باشد،سرعت انتشارموج دراین سیم راحساب کنید.

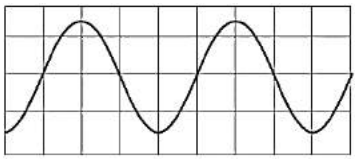
@GanjBegam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

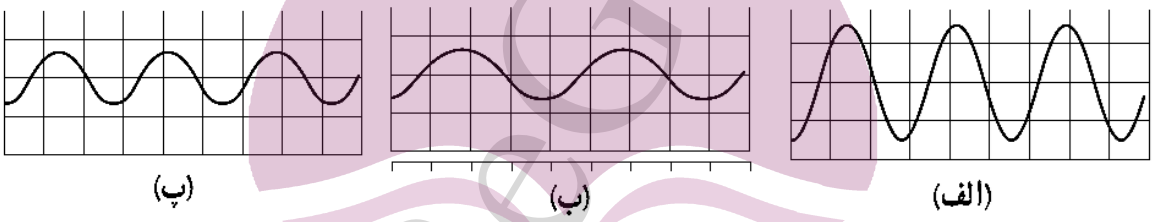
تمرین۳۱. طرفینِ سیمی به طولِ $80cm$ را با نیرویِ $40N$ می‌کشیم. اگر موج با سرعتِ $10\frac{m}{s}$ در آن منتشر شود، جرمِ سیم چند گرم و جرمِ واحدِ طولِ آن چند کیلوگرم بر متر است؟

تمرین۳۲. طرفینِ سیمی با چگالیِ $2\frac{g}{cm^3}$ و قطرِ $4cm$ را با نیرویِ $60N$ می کشیم. موج با چه سرعتی در سیم منتشر می شود؟ $(\pi \cong 3)$ و $(\frac{g}{cm^3} \xrightarrow{\times 1000} \frac{Kg}{m^3})$.

انتقال انرژی در موج عرضی: مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه (A^2) و نیز مربع بسامد (f^2) موج متناسب است.

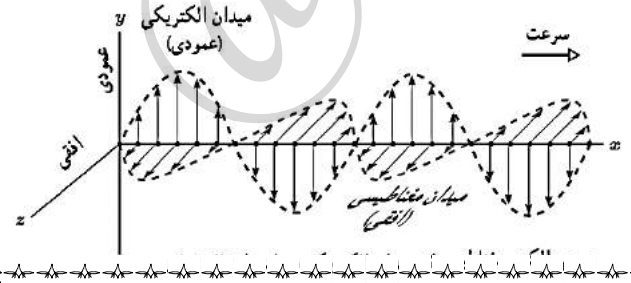
تمرین۳۳. شکل روبه رو موجی عرضی را نشان می‌دهد. دامنه و طول موج هر کدام از شکل موج‌های (الف)، (ب)، و (پ) را با دامنه و طول موج این شکل مقایسه کنید.(پرسش ۳-۴)





تمرین۳۴. فنری به جرم ۰/۶kg و طول ۴m را با نیروی ۱/۲N می‌کشیم. الف) تندی انتشار موج در این فنر چقدر است؟ ب) سر آزاد فنر را با چه بسامدی تکان دهیم تا طول موج ایجاد شده در فنر ۱m شود؟(مثال ۳-۶)

تمرین۳۵. در سازهای زهی همانند تار، کمانچه و گیتار با سفت یا شُل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می‌کند. در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت ۰/۶۲۸ m است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار ۰/۲۰۸g و برای نواختن پایین ترین بسامد، جرم تار۳/۳۲g است. تارها تحت کششی برابر ۲۲۶N قرار دارند. تندی انتشار موج برای ایجاد این دو بسامد چقدر است؟ (تمرین ۳-۴)



میدان مغناطیسی در امتداد افقی (z) و انتشار موج در جهت x است.

امواج الکترومغناطیسی: امواج الکترومغناطیسی از رابطهٔ متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می‌آیند. یعنی هر تغییری در میدان

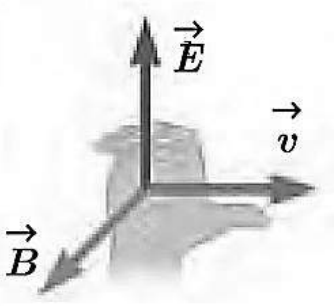
@GanjBegan-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

الکتریکی در هر نقطه از فضا، میدان مغناطیسی متغیری ایجاد می‌کند و این میدان مغناطیسی متغیر، خود میدان الکتریکی متغیری به وجود می‌آورد. این رابطهٔ متقابل میدان ها سبب انتقالِ نوسان‌های میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی از یک نقطهٔ فضا به نقاط دیگر و یا همان انتشار موج الکترومغناطیسی می شود.

ایجاد میدان الکتریکی به علت تغییر میدان مغناطیسی همان القای الکترومغناطیسی است؛ توسط مایکل فاراده به طور تجربی کشف شد. پدیدهٔ معکوس این اثر، یعنی تولید میدان مغناطیسی بر اثر تغییر میدان الکتریکی بعدها توسط جیمز کلارک ماکسول، ۳۴سال بعد پیش بینی شد.

ماکسول از این دو پدیده نتیجه گرفت که امواج الکترومغناطیسی باید لزوماً ناشی از تغییرات هم زمانِ میدان های الکتریکی و مغناطیسی (اصطلاحاً میدان الکترومغناطیسی) باشد.

مشخصه بارز امواج الکترومغناطیسی



- ❖ میدان الکتریکی $\vec{E}$ همواره عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ است.
- ❖ میدان های الکتریکی و مغناطیسی E و B همواره بر جهت حرکت موج عمود ند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است.
- ❖ میدان‌ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند.
- ❖ جهت انتشار امواج الکترومغناطیسی را می‌توان مطابق شکل از قاعدهٔ دست راست تعیین کرد.

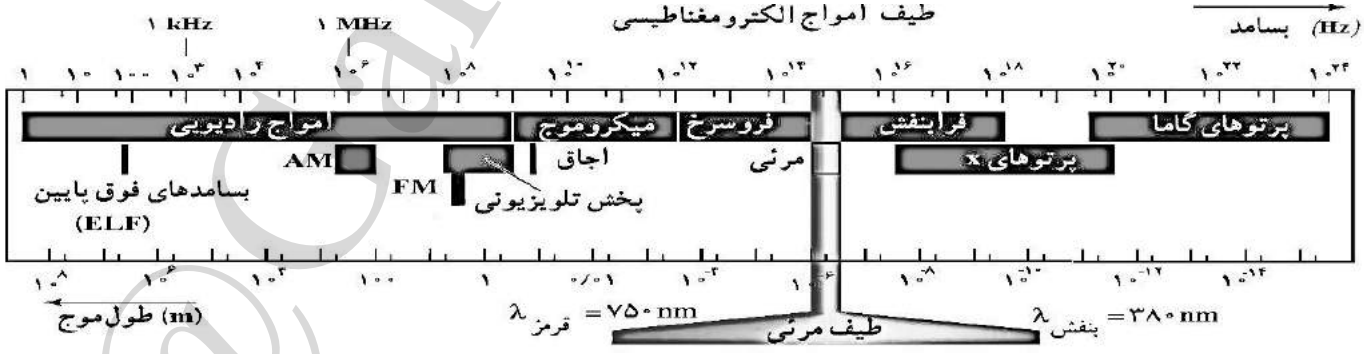
جهتِ انتشارِ موجِ الکترومغناطیسی($\vec{k}$)هم جهت با بردارِ($\vec{E} \times \vec{B}$)است. همانندِ محورهایِ مختصات $(\vec{E}, \vec{B}, \vec{k})$ $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$، پس اگر چها انگشتِ دستِ راست را در جهتِ $\vec{B}$ طوری قرار داده که انگشتِ شصتِ دستِ راست در جهتِ $\vec{E}$ باشد،آن گاه بردارِ $\vec{k}$ از کفِ دستِ راست خارج می شود.

تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطهٔ $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_o \varepsilon_o}}$ به دست می آید. که در آن تراوایی مغناطیسی خلأ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ T.m/A$ و ضریب گذردهی الکتریکی خلأ $\varepsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12}\ C^2/Nm^2$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_o \varepsilon_o}} = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

- ❖ نور هم یک موج الکترومغناطیسی است زیرا با تندی c منتشر می‌شود.
- ❖ امواج الکترومغناطیسی انرژی را صورت انرژی میدان های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می کنند.

طیف امواج الکترومغناطیسی: امروزه طیف وسیعی از امواج الکترومغناطیسی را می‌شناسیم. این طیف شامل امواج رادیویی، میکروموج، فروسرخ، طیف نور مرئی، فرابنفش، پرتوهای x وپرتوهای گاما است، که از کمترین بسامد تا بیشترین بسامد گسترده شده‌اند. تمام این امواج به رغم تفاوت فراوان در روش‌های تولید و کاربردهای آنها، امواجی الکترومغناطیسی هستند و همگی با تندی نور در خلأ حرکت می‌کنند و هیچ گسستگی‌ای در این طیف وجود ندارد.



تمرین۳۶. در یک لحظهٔ خاص، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه‌ای از فضا در جهت Z+ و میدان مغناطیسی مربوط به آن در جهت y+ است. جهت انتشار در کدام سو است؟ (پرسش ۳-۵)

@arjeGan-Dars

تمرین۳۷. گستره بسامد نور مرئی از $۴\times۱۰^{۱۴}Hz$ (نور قرمز) تا $۷/۹\times۱۰^{۱۴}Hz$ (نور بنفش) است. گستره طول موج های مربوط به نور مرئی در خلأ را بر حسب نانومتر تعیین کنید.(مثال ۳-۷)

تمرین۳۸. طول آنتن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولاً $\frac{1}{4}$ طول موج دریافتی است. اگر طول چنین آنتنی تقریباً برابر ۸/۵cm باشد بسامدی را که این گوشی با آن کار می‌کند تعیین کنید. (تمرین ۳-۵)

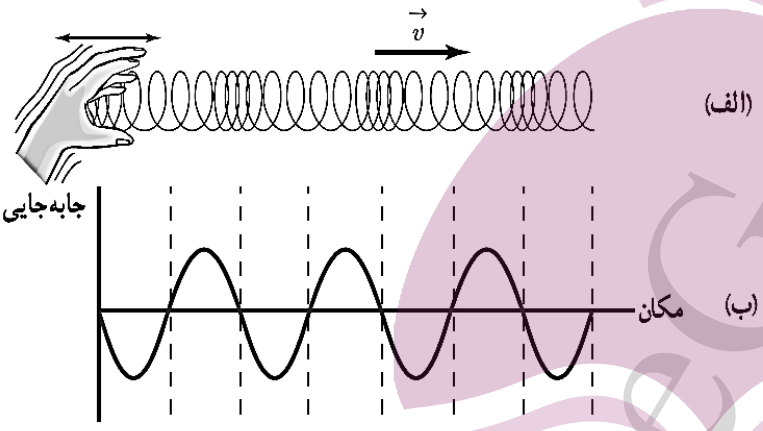
تمرین۳۹. اگر یک گوشی تلفن همراه را در یک محفظهٔ تخلیه‌ٔ هوای شیشه‌ای آویزان کنید. با برقراری تماس با گوشی، صدای آن را خواهید شنید. ولی با به کار افتادن پمپ تخلیهٔ هوا، صدا به تدریج ضعیف و سرانجام خاموش می‌شود، در حالی که امواج الکترومغناطیسی همچنان به گوشی می‌رسند. ازاین آزمایش چه نتیجه ای می‌گیرید؟ (فعالیت ۳-۴)

موج طولی و مشخصه‌های آن:

در یک لحظه از زمان، در مکان هایی که بیشترین جمع شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد، جابه جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر صفر است (تراکم ها و انبساط‌ها) ولی در وسط فاصلهٔ بین یک جمع شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینهٔ مجاور هم، اندازهٔ جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل، بیشینه است.

در مورد امواج طولی، طول موج برابر با فاصلهٔ بین دو تراکم (برای فنر،جمع شدگی) یا دو انبساط (برای فنر، بازشدگی) متوالی است. همچنین دامنهٔ موج طولی برابر با بیشینهٔ جابه جایی از مکان تعادل است.

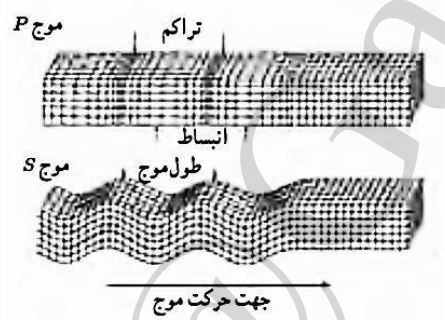
برای امواج مکانیکی، تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی درهمان محیط است.



الف) تصویری لحظه‌ای از ایجاد نواحی جمع‌شدگی و بازشدگی در طول یک فنر بلند کشیده، هنگام انتشار موج طولی سینوسی در فنر

ب) نمودار جابه‌جایی ــ مکان برای موج ایجاد شده در فنر

تمرین۴۰. امواج لرزه‌ای موج های مکانیکی‌ای هستند که از لایه های زمین عبورمی‌کنند. یکی از منشأهای مهم امواج لرزه‌ای، زمین لرزه‌ها هستند . دو نوع ازامواج لرزه‌ای، امواج اولیهٔ P و امواج ثانویه S هستند .امواج P ، امواجی طولی و امواج S امواجی عرضی هستند. معمولاً تندی موج‌های P در حدود ۸km/s و تندی موج های S در حدود ۴/۵km/s است. یک دستگاه لرزه نگارموج های P و S حاصل از یک زمین لرزه را ثبت می‌کند. فرض کنید نخستین امواج P ، ۳ دقیقه پیش از نخستین امواج S دریافت شوند. اگر این موج‌ها روی خط راستی حرکت کنند، زمین لرزه در چه فاصله‌ای از محل لرزه نگار رخ داده است؟ (مثال ۳-۸)



موج صوتی: صوت یک موج طولی است که توسط جسمی مرتعش (چشمه صوت) تولید می‌شود. صوت فقط درمحیط های مادی مانند گاز، مایع، یا جامد می‌تواند ایجاد و منتشر شود. امواج صوتی مجموعه‌ای از تراکم‌ها و انبساط‌ها تشکیل شده‌اند.

❖ تندی انتشار صوت نیز مانند هر موج مکانیکی دیگری با رابطهٔ $V=f\lambda$ به بسامد و طول موج مربوط می‌شود و به ویژگی‌های فیزیکی محیط بستگی دارد. تندی صوت افزون بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد.

❖ معمولا سرعت صوت در جامدها بیشتر از مایع‌ها و در مایع‌ها بیشتر از گازها است.

شدت و تراز شدت صوت: شدت یک موج صوتی(I) در یک سطح، برابر با آهنگ متوسط انرژی‌ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می رسد یا از آن عبور می کند

$$I=\frac{E}{At}=\frac{\overline{P}}{A}$$

که در آن $\overline{P}$ آهنگ متوسط انتقال انرژی و A مساحت سطحی است که صوت با آن برخورد می‌کند. بنابراین یکای شدت صوت، وات بر متر مربع (W/m^2) است.

❖ شدت صوتی که از سطح کره‌ای به مساحت $A=4\pi R^2$ عبور می‌کند، از رابطه‌ی روبرو به دست می‌آید. $I=\frac{P}{4\pi R^2}$

برای بررسی گسترهٔ وسیعی از شدت‌ها ساده‌تر این است که از تراز شدت صوت (تراز صوتی) استفاده کنیم:

شدّتِ صوتِ مبنا: آستانه‌ی شنواییِ صوتی با بسامدِ $1000Hz$ برایِ گوشِ سالم است که برابر است با: $I_o=10^{-12}\frac{W}{m^2}=10^{-6}\frac{\mu W}{m^2}$

ترازِ شدّتِ صوت یا شدّتِ احساسِ نسبیِ صوت: ترازِ شدتِ صوت، در واقع درکِ انسان را از بلندیِ صوت بیان می کند و عبارت از لگاریتم در پایه‌ی ده نسبتِ شدّتِ آن صوت به شدّتِ صوتِ مبنا که آن را با β نشان داده و واحدِ آن بِل میباشد:

$$\beta=\log\frac{I}{I_o}(b)$$ هر بِل ۱۰ دسی بِل است. بنابراین: $$\beta=10\log\frac{I}{I_o}(db)$$

بلندیِ نسبیِ صوت: تفاضلِ ترازِ شدّتِ دو صوت را بلندیِ نسبیِ آن ها گویند. اگر صوتی به شدّتِ I_2 با ترازِ β_2 و صوتی دیگر با شدّتِ I_1 با ترازِ β_1 شنیده شوند، اگر $\beta_2>\beta_1$ باشد، بلندیِ نسبیِ آن‌ها برابر است با:

$$\Delta\beta=\beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_o}-10\log\frac{I_1}{I_o}\Rightarrow\quad \Delta\beta=10\log\frac{I_2}{I_1}$$

یادآوری از رابطه‌های محاسبه‌ی لگاریتم:

$$\log 10=1\ ,\log 1=0,\qquad \log A^n=n\log A,$$

$$\log(AB)=\log A+\log B,\qquad \log\frac{A}{B}=\log A-\log B.$$

تمرین۴۱. الف) چگونگی ایجاد صوت توسط دیاپازون را توضیح دهید. ب) به نظر شما چه ساز و کاری موجب صدای وزوزِ حشرات هنگام پرواز می‌شود؟(پرسش ۳-۶)

تمرین۴۲. شخصی با چکّش به انتهای میلهٔ باریک بلندی ضربه‌ای می‌زند. تندی صوت در این میله ۱۵ برابر تندی صوت در هوا است. شخص دیگری که گوش خود را نزدیک به انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صدا را که یکی از میله می‌آید و دیگری از هوای اطراف میله، با اختلاف زمانی ۰/۱۲s می‌شنود. اگر تندی صوت در هوا ۳۴۰m/s باشد، طول میله چقدر است؟ (تمرین ۳-۶)

تمرین۴۳. با وجودِ صرفِ نظر کردن از میرایی، چرا هر چه از یک چشمه‌ی صوت، دورتر می‌شویم، صدا ضعیف‌تر شنیده می‌شود؟

@GamiCam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرین۴۴. تراز شدت صوت یک مخلوط کن ۸۰dB است. شدت این صدا چقدر است؟(مثال ۳-۹)

تمرین۴۵. با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش ما می‌رسد ۱۰۰ برابر می‌شود. تراز شدت صوتی که می‌شنویم چند دسی بل افزایش یافته است؟(تمرین ۳-۷)

تمرین۴۶. ترازِ شدّتِ صوتی، $96db$است. شدّتِ این صوت، چند $\frac{W}{m^2}$ است؟ ($I_o = 10^{-12}\frac{W}{m^2}$ و $\log 2 = 0/3$)

ادراک شنوایی: وقتی دیاپازونی را با ضربه‌ای به ارتعاش وا می‌داریم، دیاپازون نوسان‌هایی انجام می‌دهد که به دلیل میرایی کم، به حرکت هماهنگ ساده نزدیک است. به صوت حاصل از چنین چشمه‌هایی تُنِ موسیقی یا به اختصار تُن گفته می‌شود. با شنیدن هر تُن، دو ویژگی را می‌توان از هم متمایز ساخت: ارتفاع و بلندی آن. ارتفاع و بلندی هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شوند. ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان درک می کند؛ مثلاً اگر چند دیاپازون با بسامدهای مختلف به طور یکسان نواخته شوند بسامد آنها را می‌توان از کمترین تا بیشترین مقدار تشخیص داد. اما بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند. اگر یک دیاپازون با بسامد مشخص را با ضربه هایی متفاوت به ارتعاش وادار‌یم، با آنکه بسامد صدایی که می‌شنویم تغییر نمی‌کند، اما صداهایی با بلندی متفاوت را حس می‌کنیم که این به شدت ضربه ها بستگی دارد. بلندی متفاوت با شدت است.

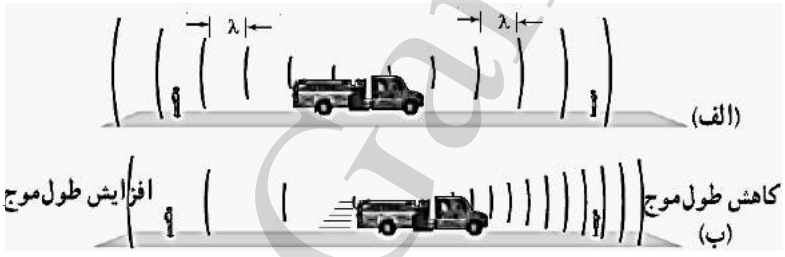
شدت را می‌توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت، در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می‌کنید. دستگاه شنوایی انسان به بسامدهای متفاوت حساسیت های متفاوتی نشان می‌دهد، به طوری که بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ۲۰۰۰Hz تا ۵۰۰۰ Hz است، در حالی که گوش انسان قادر به شنیدن تُن های صدای ۲۰Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz است.

اثر دوپلر:

اثر دوپلر نه تنها برای امواج صوتی بلکه برای امواج الکترومغناطیسی، مانند میکروموج ها، موج های رادیویی و نورمرئی نیز برقرار است.

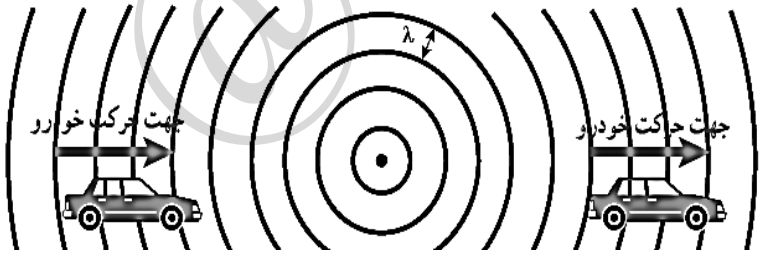
اثرِ دوپلر : تغییرِ بسامدی که در اثرِ حرکتِ نسبیِ منبعِ صوت و شنونده ایجاد می‌شود را پدیده ی دوپلر گویند. (این پدیده برایِ امواجِ دیگر نیز اتّفاق می‌افتد).

الف) چشمهٔ متحرک و ناظر(شنوندهٔ) ساکن:



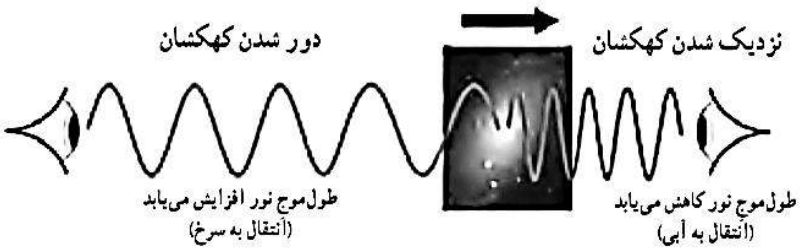
اگر ناظر ساکنی را روبه روی ماشین در نظر بگیریم، این ناظر طول موج کوتاه تری را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن بود اندازه می گیرد، که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است. در حالی که ناظر ساکن عقب ماشین طول موج بلندتری را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن بود اندازه می گیرد، که این به معنی کاهش بسامد برای این ناظر است.

ب) چشمهٔ ساکن و ناظر(شنوندهٔ) متحرک:



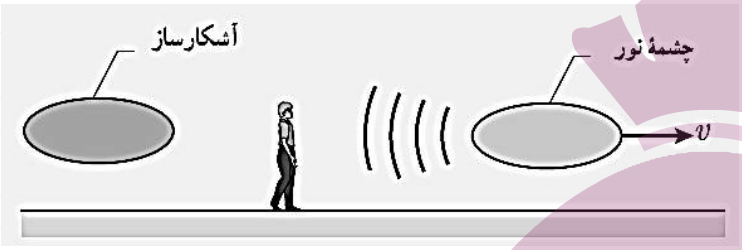
در این حالت تجمع جبهه‌های موج در دو سوی چشمه یکسان است. اگر ناظر به طرف چشمه حرکت کند، در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه های موج بیشتری مواجه می‌شود که این منجر به افزایش بسامد صوتی می‌شود که ناظر

می‌شنود. در حالی که اگر ناظر از چشمه دور شود، در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه های موج کمتری مواجه می‌شود که این منجر به کاهش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود.



اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی: هر گاه چشمهٔ موج الکترومغناطیسی نسبت به ناظر (آشکارساز) در حرکت باشد، بسامد و طول موج دریافتی از این چشمه تغییر می‌کند. وقتی چشمهٔ نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود، طول موج افزایش می یابد که به آن اصطلاحاً **انتقال به سرخ** می‌گویند و وقتی چشمهٔ نور به ناظر نزدیک می شود، طول موج کاهش پیدا می‌کند که به آن اصطلاحاً **انتقال به آبی** می‌گویند.

تمرین۴۷. شکل زیر چشمهٔ نوری را نشان می دهد که در حال حرکت به طرف راست است. چشمه، نوری با بسامد f_0 را گسیل می‌کند. بسامد نوری که آشکارساز ساکن دریافت می‌کند بیشتر از f_0 است یا کمتر؟ (پرسش ۳-۸)



تمرینهای بخش سوم، موج و انواع آن ، مشخصه‌های موج

تمرین۴۸. در جای خالی کلمات مناسب بگذارید.

A. امواجِ مکانیکی برایِ انتشار، به محیطِ مادّی نیاز ....., و در خلأ انتشار .....

B. امواجِ الکترومغناطیس در همه‌ی محیط ها (مایعات، جامدات، گازها و خلأ) منتشر .....

C. اگر راستایِ نوسانِ ذرّه‌ایِ محیط، عمود بر راستایِ انتشارِ موج باشد، موج را ..... می‌نامند.

D. اگر راستایِ نوسانِ ذرّه‌ایِ محیط، موازی با راستایِ انتشارِ موج باشد، موج را ..... می‌نامند.

E. ..... برابر با مسافتی است که موج در مدت دوره تناوب نوسان چشمه طی می‌کند.

F. تندی انتشار موج به جنس و ویژگی‌های محیط انتشار .....

G. تندی انتشار موج عرضی در یک فنر، تار یا ریسمان کشیده به ..... و ..... بستگی دارد.

H. مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با ..... و نیز ..... موج متناسب است.

I. امواج الکترومغناطیسی ناشی از تغییرات ..... میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی (میدان الکترومغناطیسی) است.

J. برای امواج مکانیکی، تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد ..... از تندی انتشار امواج عرضی درهمان محیط است.

K. صوت یک موج ..... است که توسط ..... تولید می‌شود.

L. با شنیدن هر تُن، دو ویژگی را می‌توان از هم متمایز ساخت: ..... و ..... آن.

M. ارتفاع، ..... است که گوش انسان درک می کند. اما بلندی، ..... است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.

N. بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ..... تا ..... است.

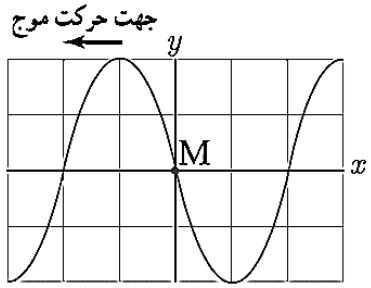
O. اگر ناظر ساکنی را روبه روی ماشین در نظر بگیریم، این ناظر طول موج ..... را نسبت به وضعیتی که ماشین ساکن بود اندازه می‌گیرد، که این به معنی ..... بسامد برای این ناظر است.

@GamiDaisi

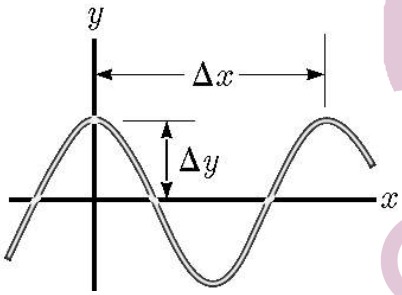
P. وقتی چشمهٔ نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود، طول موج افزایش می یابد که به آن اصطلاحاً ..... می‌گویند و وقتی چشمهٔ نور به ناظر نزدیک می شود، طول موج کاهش پیدا می‌کند که به آن اصطلاحاً ..... می‌گویند.

تمرین۴۹. یک نوسان ساز موج هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می‌کند. الف) با افزایش بسامد نوسان ساز کدام یک از کمیت‌های زیر تغییرنمی‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول موجِ موج. ب) حال اگر به جای افزایش بسامد، کشش ریسمان را افزایش دهیم، هر یک از کمیت‌های زیر چه تغییری می‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول موج موج. (۱۲کتاب)

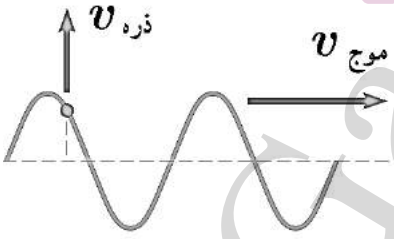
تمرین۵۰. شکل زیر یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. موج به سمت چپ حرکت می‌کند. الف) با رسم این موج در زمان T/۴ بعد، نشان دهید جزء M ریسمان در این مدت در چه جهتی حرکت کرده است. همچنین روی این موج، دامنهٔ موج و طول موج را نشان دهید. ب) اگر طول موج ۵cm و تندی موج ۱۰cm/sباشد، بسامد موج را به دست آورید. پ) تعیین کنید موج در مدت T/۴ چه مسافتی را پیموده است؟(۱۳کتاب)



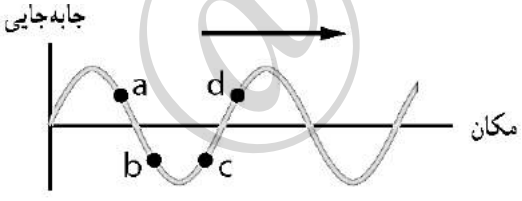
تمرین۵۱. در نمودار جابه جایی مکانِ موجِ عرضیِ شکل زیر Δx=۴۰cm و Δy=۱۵cm است. اگر بسامد نوسان‌های چشمه ۸Hz باشد، طول موج، دامنه، تندی و دورهٔ تناوب موج چقدر است؟(۱۴کتاب)



تمرین۵۲. شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد که با تندی $V_{موج}$ به سمت راست حرکت می‌کند، در حالی که تندیِ ذرهٔ نشان داده شده ریسمان $V_{ذره}$ است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید. (۱۵کتاب)



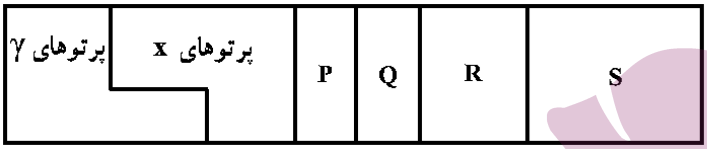
تمرین۵۳. شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محورx در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. چهار جزء از این ریسمان روی شکل نشان داده شده‌اند. در این لحظه هر یک از این چهار جزء بالا می‌روند یا پایین؟ (۱۶کتاب)



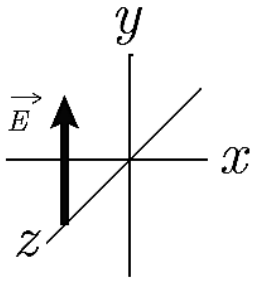
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت
@CamBeCamDarsi

تمرین۵۴. سیمی با چگالی $۷/۸۰\ g/cm^۳$ و سطح مقطع $۰/۵mm^۲$ بین دو نقطه با نیروی ۱۵۶N کشیده شده است. تندی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید. (۱۷کتاب)

تمرین۵۵. شکل زیر طیف موج‌های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می‌دهد. الف) نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت گذاری شده‌اند، بنویسید. ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه‌های موج افزایش یا کاهش می‌آبد و کدام ثابت می‌ماند؟(۱۸کتاب)



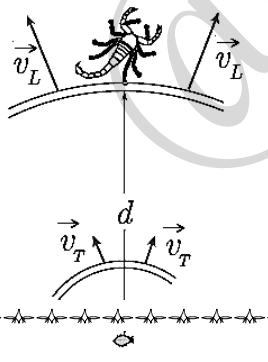
تمرین۵۶. شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه‌ای معیّن و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور Z انتقال می‌دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید. (۱۹کتاب)



تمرین۵۷. الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود $۶/۲\times۱۰^{-۷}m$ است، بسامد این نور چند هرتز است؟ ب) بسامد نور قرمز در حدود $۴/۳\times۱۰^{۱۴}$ Hz است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید (سرعت نور را در هوا $۳\times۱۰^۸m/s$ و و در آب $۲/۲۵\times۱۰^۸m/s$ فرض کنید). (۲۰کتاب)

تمرین۵۸. چشمهٔ موجی با بسامد ۱۰ Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن ۱۰۰m/s است، نوسان‌هایی طولی ایجاد می‌کند. اگر دامنهٔ نوسان‌ها ۴cm باشد، الف) فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟ ب) فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟(۲۱کتاب)

تمرین۵۹. عقرب‌های ماسه‌ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می‌کنند .این امواج که در سطح ماسه منتشر می‌شوند، بر دو نوع‌اند: امواج عرضی با تندی $V_T=۵۰m/s$ و امواج طولی با تندی $V_s=۱۵۰m/s$. عقرب ماسه‌ای می‌تواند با استفاده از اختلاف زمانی بین زمان رسیدن این



ایران توشه
توشه ای برای موفقیت
@GamBeGam-Dasi

امواج به نزدیک ترین پای خود، فاصلهٔ خود از طعمه را تعیین کند. اگر این اختلاف زمان برابر $\Delta t=4ms$ باشد، طعمه در چه فاصله‌ای از عقرب قرار دارد؟ (۲۲کتاب)

تمرین۶۰. توضیح دهید کدام یک از عامل‌های زیر بر تندی صوت درهوا مؤثر است. الف) شکل موج ب) دامنهٔ موج پ) بسامد موج ت) دمای هوا(۲۳کتاب)

تمرین۶۱. در سونوگرافی معمولاً از کاوه‌ای دستی موسوم به تراگذار فراصوتی برای تشخیص پزشکی استفاده می‌شود که دقیقاً روی ناحیهٔ موردنظر از بدن بیمار گذاشته و حرکت داده می‌شود. این کاوه در بسامد $6/7MHz$ عمل می‌کند. الف) بسامد زاویه‌ای در این کاوه نوسان چقدر است؟ ب) اگر تندی موج صوتی در بافتی نرم از بدن $1500m/s$ باشد، طول موج این موج در این بافت چقدر است؟ (۲۴کتاب)

تمرین۶۲. تندی صوت در یک فلز خاص، برابر $V_{فلز}$ است. به یک سر لولهٔ توخالی بلندی از جنس این فلز به طول L ضربهٔ محکمی می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می‌شنود. یکی ناشی از موجی است که از دیوارهٔ لوله می‌گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله عبورمی‌کند. الف) اگر تندی صوت در هوا $V_{هوا}$ باشد، بازهٔ زمانی Δt بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟ ب) اگر $\Delta t=1s$ فلز از جنس فولاد باشد، طول L لوله چقدر است؟ ($V_{هوا}=340m/s$) (۲۵کتاب)

تمرین۶۳. موجی صوتی با توان W $1/2\times10^{-4}$ عمود بر جهت انتشار از دو صفحهٔ فرضی می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها به ترتیب $A_1=4m^2$ و $A_2=12m^2$ باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحهٔ دوم، صدا را آهسته‌تر می‌شنود. (۲۶کتاب)

تمرین۶۴. شدت صدای حاصل از یک متهٔ سنگ شکن در فاصله $10m$ از آن $1\times10^{-2}\ W/m^2$ است .تراز شدت صوتی آن برحسب dB چقدر می‌شود؟ (۲۷کتاب)

تمرین۶۵. اگر به مدت ۱۰ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت $120dB$ باشیم، آستانهٔ شنوایی به طور موقت از $0dB$ به $28dB$ افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که به طور متوسط اگر به مدت ۱۰ سال در معرض صدایی با تراز شدت $92dB$ قرار گیریم، آستانهٔ شنوایی به

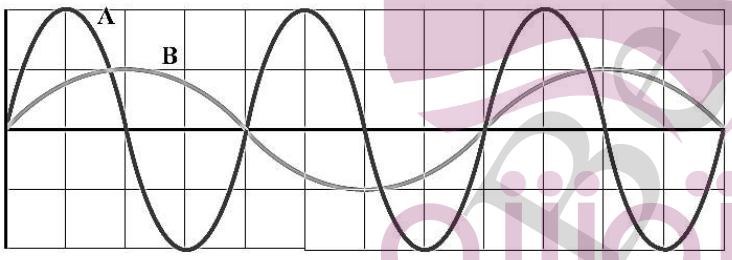
@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

طور دائم به ۲۸dB افزایش می‌یابد. شدت‌های صوت مربوط به ۲۸dB و ۹۲dB چقدر است؟ (راهنمایی: برای پاسخ دادن لازم است از ماشین حساب مناسب استفاده کنید). (۲۸کتاب)

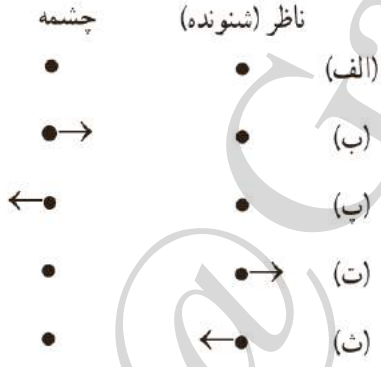
تمرین۶۶. یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1=90dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_2=95dB$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (برحسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_2 هستند. نسبت I_1/I_2 را تعیین کنید. (۲۹کتاب)

تمرین۶۷. در یک آتش بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می‌شود. فرض کنید صوت به طور یکنواخت در تمام جهت‌ها منتشر شود. از جذب انرژی صوتی در محیط و نیز از بازتابی که ممکن است امواج صوتی از زمین پیدا کند چشم پوشی کنید. با فرض اینکه صوت با شدت $I=0/1W/m^2$ به شنونده‌ای برسد که به فاصلهٔ $r_1=640m$ از محل انفجار قراردارد، این صوت به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_2=160m$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می‌رسد؟(۳۰کتاب)

تمرین۶۸. نمودار جابه جایی مکان دو موج صوتی A وB که در یک محیط منتشر شده‌اند، به صورت زیر است. دامنه، طول موج، بسامد و شدت این دو موج صوتی را با هم مقایسه کنید. (۳۱کتاب)



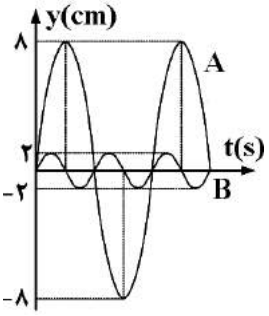
تمرین۶۹. شکل روبرو جهت‌های حرکت یک چشمهٔ صوتی و یک ناظر(شنونده)را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد. بسامدی راکه ناظر در حالت‌های مختلف می‌شنود با حالت الف مقایسه کنید. (۳۲کتاب)



@GamCeDarsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرین۷۰. دامنه‌ی حرکتِ نوسان‌گرِ وزنه-فنر، ۵cm است. اگر جرمِ وزنه۲۰۰g و ثابتِ فنر $\frac{N}{m}$۲۰۰ باشد، انرژیِ‌کلّ نوسان‌گر جند ژول است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۵ ۴) ۵۰



تمرین۷۱. ریاضی ۹۲-با توجه به نمودار روبرو که مربوط به مکان- زمان دو نوسان کننده‌ی A و B است و جرم جسم A چهار برابر جسم B است، بیشینه‌ی نیروی وارد بر جسم A چند برابر بیشینه‌ی نیروی وارد بر جسم B است؟

۱) ۶۴ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۱۶ ۴) ۴

تمرین۷۲. موجی در جهتِ $x+$ منتشر می شود. اگر در یک لحظه و در یک نقطه، جهتِ میدانِ مغناطیسی در جهتِ $y+$ باشد، جهتِ میدانِ الکتریکی در همین لحظه و در همین نقطه، در چه جهتی است؟

۱) $+z$ ۲) $-z$ ۳) $+y$ ۴) $-y$

تمرین۷۳. یک موجِ الکترومغناطیسی به طرفِ شرق منتشر می شود. در یک لحظه در محلّ معیّنی، بردارِ E مستقیماً به طرفِ بالا است. جهتِ بردارِ B کدام است؟

۱)شمال ۲)پایین ۳)شرق ۴)جنوب

تمرین۷۴. $(\varepsilon_o\mu_o)^{-\frac{۱}{۲}}$ از جنسِ کدام کمّیتِ فیزیکی است؟

۱)انرژی ۲)شتاب ۳)سرعت ۴)زمان

تمرین۷۵. یک موجِ الکترومغناطیس با بسامدِ۲۰MHz با سرعتِ $۲/۲\times۱۰^{۸}\text{m/s}$ درونِ نوعی شیشه منتشر می‌شود. طولِ موجِ آن در شیشه چند متر است؟

۱)۱۱ ۲)۲۲ ۳)۱/۱ ۴)۲۵۶

تمرین۷۶. در موردِ امواجِ فرابنفش و فروسرخ، کدام یک از مواردِ زیر درست است؟

۱)هر دو مرئی هستند. ۲) بسامدِ هر دو از اشعّه‌ی ایکس کم‌تر است.

۳) بسامدِ هر دو از نورِ مرئی کم تر است . ۴) طولِ موجِ هر دو از اشعّه‌ی ایکس کم‌تر است.

تمرین۷۷. هنگامی که سیمِ یک گیتار مرتعش می شود، موجِ پدید آمده در سیم و موجِ صوتیِ حاصل از آن در هوا به ترتیب از راس ت به چپ از چه نوع هستند؟

۱) عرضی-عرضی ۲) عرضی-طولی ۳) طولی-عرضی ۴) طولی-طولی

تمرین۷۸. صوت در کدام یک از محیطهایِ زیر منتشر نمی‌شود؟

۱) آب ۲) میله‌ی آهنی ۳) گازهایِ بی اثر ۴) خلأ

تمرین۷۹. کدام یک از گزینه‌هایِ زیر، در موردِ موجِ صوتی در هوا، صحیح است؟

۱) مولکول‌هایِ هوا با سرعتِ ثابت در جهتِ انتشارِ موج، جابجا می‌شوند. ۲) مولکول‌هایِ هوا با شتابِ متغیّر در جهتِ انتشارِ موج، جابجا می‌شوند.

@CamBeCam-Darsi
ایران توشه

۳) مولکول‌هایِ هوا حولِ نقطه ی تعادلِ خود و در راستایِ موج، نوسان می‌کنند. ۴) مولکول‌هایِ هوا حولِ نقطه ی تعادلِ خود و عمود بر راستایِ موج، نوسان می‌کنند.

تمرین۸۰. اگر یک چشمه ی صوتی، صوت را به طورِ یکنواخت در تمامِ جهات،گسیل کند و جبهه‌هایِ موج، نقاطِ پُر فشار را نشان دهند، فاصله‌ی هر دو جبهه‌ی متوالی، چند برابرِ طولِ موج است؟

۱(۱ ۲(۲ ۰/۵(۳ ۰/۲۵(۴

تمرین۸۱. کدام یک از عامل‌های زیر بر سرعت صوت در هوا موثر است؟

۱) شکل موج ۲) دامنه ی موج ۳) بسامد موج ۴) دمای هوا

تمرین۸۲. چنانچه بسامدِ صوتی را ۲ برابر و شدّتِ آن را ۴برابر کنیم، سرعتِ انتشارِ صوت در محیط، چند برابر می‌شود؟

۲(۱ ۸(۲ ۰/۵(۳ ۴)تغییر نمی‌کند.

تمرین۸۳. (ریاضی ۹۰) تراز شدت صوت ۲۶ دسی‌بل است. شدت این صوت، چند وات بر متر مربع است؟ ($I_o = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲$ و $\log ۲ = ۰/۳$)

۱) ۴×۱۰^{-۱۰} ۲) ۲×۱۰^{-۴۰} ۳) ۴×۱۰^{-۴} ۴) ۲×۱۰^{-۱۰}

تمرین۸۴. (ریاضی ۹۲) شدت صوتی $۳/۲\times۱۰^{-۳} W/m^۲$ است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ ($I_o = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲$ و $\log ۲ = ۰/۳$)

۱۵ (۱ ۲۵ (۲ ۸۵ (۳ ۹۵ (۴

تمرین۸۵. (۹۱ ریاضی) شنونده‌ای که در فاصله‌ی ۸متری یک منبع صوت قرار دارد، چند متر به منبع صوت نزدیک شود تا صوت منبع را با تراز شدت ۱۲دسی‌بل بیشتر از حالت قبل احساس کند؟ ($\log ۲ = ۰/۳$)

۷/۵ (۱ ۶ (۲ ۴/۵ (۳ ۲(۴

تمرین۸۶. دو چشمه‌ی صوت، صوت‌هایی با بسامدِ $f_۱$ و $f_۲=2f_۱$ و دامنه‌هایِ $A_۱$ و $A_۲ = \frac{A_۱}{۴}$ ایجاد می‌کنند. در چه فاصله‌ای بر حسبِ متر از چشمه‌ی اوّل، شدّتِ صوت برابر با شدّتِ صوت در فاصله‌ی ۱متریِ چشمه‌ی دوّم می‌باشد؟

۱(۱ ۲(۲ ۴(۳ ۰/۵(۴

تمرین۸۷. اگر بسامدِ یک چشمه‌ی صوتی را به تدریج از $۲۰Hz$ تا $۲۰۰۰Hz$ افزایش دهیم، شدّتِ صوتِ آستانه‌ی شنوایی، چه تغییری می‌کند؟

۱)پیوسته افزایش می‌یابد. ۲)پیوسته کاهش می‌یابد .

۳)ابتدا افزایش یافته سپس کاهش می یابد. ۴) ابتدا کاهش یافته سپس افزایش می‌یابد.

تمرین۸۸. تراز شدّتِ صوتِ مبنا را به دست آورید.

تمرین۸۹. فاصله‌ی خود را از منبعِ صوتی، ۳برابر می‌کنیم. تراز شدّتِ صوت، چند بِل کاهش می‌یابد؟($\log ۳ = ۰/۵$)

۱(۱ ۹(۲ ۳(۳ $\frac{۱}{۳}$ (۴

تمرین۹۰. اگر شدّتِ صوتی، $\sqrt{۱۰}$ برابر شود، تراز شدّتِ آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱)۵ برابر می‌شود. ۲) ۱۰برابر می‌شود. ۳) $۵db$ افزایش می‌یابد. ۴) $۱۰db$ افزایش می‌یابد.

تمرین۹۱. اگر دامنه ی ارتعاشِ چشمه‌ی صوتی ۵ برابر شود و فاصله‌ی شنونده از چشمه ی صوت نیز نصف شود، تراز شدّتِ صوتی که شنونده دریافت می‌کند، چگونه تغییر می‌کند؟(جذبِ انرژی در محیطِ انتشار ناچیز است.)

۱)۲۰برابر می شود. ۲)۱۰۰برابر می‌شود. ۳)۲۰دسی‌بل افزایش می‌یابد. ۴)۱۰۰دسی‌بل افزایش می‌یابد.

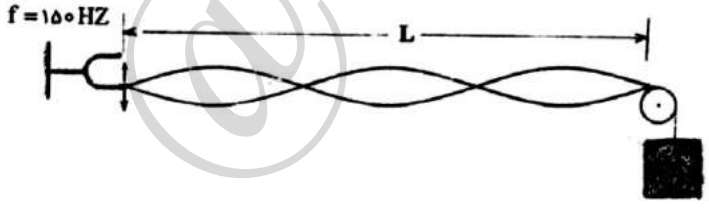
تمرین۹۲. شدّتِ صوتی $۰/۴ W/m^۲$است. تراز شدّتِ صوت، چند دسی‌بل است؟ ($I_o = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲$ و $\log ۲ = ۰/۳$)

۸۴ (۱ ۹۴ (۲ ۱۱۶ (۳ ۱۲۶ (۴

تمرین۹۳. (تجربی ۹۱) سرعت انتشار موج عرضی در یک تار، $۱۰۰ m/s$ است. نیروی کشش این تار را چند درصد افزایش دهیم، تا سرعت انتشار موج در آن به $۱۱۰ m/s$ برسد؟

$\sqrt{۱۰}$ (۱ ۱۰ (۲ $\sqrt{۲۱}$ (۳ ۲۱ (۴

تمرین۹۴. (ریاضی ۹۱) مطابق شکل در یک تار مرتعش موج ایستاده تشکیل شده است. اگر طول تار (L) برابر ۶۰ سانتی‌متر و جرم تار ۲ گرم باشد، جرم وزنه آویخته شده از انتهای تار چند گرم است؟ ($g=۱۰ m/s^۲$)



۳۶۰(۱ ۶۸۰ (۲ ۱۲۰۰ (۳ ۱۰۰۰ (۴

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرین۹۵. (تجربی ۹۲) موج عرضی دریک محیط منتشر می‌شود و فاصله‌ی بین دو قله‌ی متوالی آن ۱۰cm است. اگر سرعت انتشار موج در آن محیط ۵m/s باشد، بسامد موج چند هرتز است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۵۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۰

پاسخ جای خالی کلمات بخش دوم فصل سوم

افزایش- بیشینه- صفر- انرژی جنبشی- صفر – بیشینه- فاصله (x) – سرعت- مجذور بسامد – ۳۶- Aω- هماهنگ ساده - شتاب گرانشی(g) - طول آونگ (L) – یک برابر - تشدید (رزونانس)- افزایش

پاسخ جای خالی کلمات بخش سوم فصل سوم

دارند - نمی‌یابند- می‌شوند. – عرضی – طولی - طول موجِ λ - بستگی دارد. - نیروی کشش (F) - چگالی خطی جرم - مربع دامنه (A^2) - مربع بسامد (f^2)- هم زمانِ – بیشتر- طولی - جسمی مرتعش (چشمه صوت) - ارتفاع - بلندی- بسامدی – شدتی - ۲۰۰۰Hz - ۵۰۰۰ Hz – کوتاهتر - افزایش - انتقال به سرخ - انتقال به آبی

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

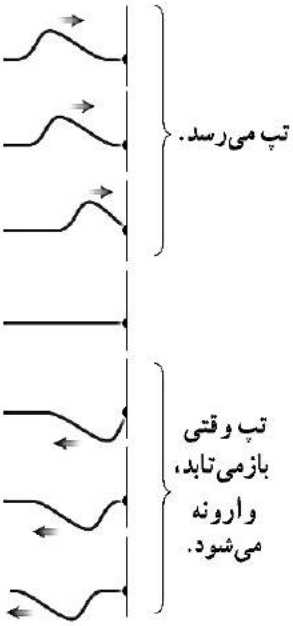
فصل چهارم: برهم کنش‌های موج

بازتاب و شکست دو برهمکنش موج با محیط هستند. پژواک صوت نمونه‌ای از بازتاب امواج مکانیکی است. خفاش برای یافتن طعمه از پژواک موج صوتی خود استفاده می‌کند. امواج الکترومغناطیسی (از جمله نور) نیز بازمی‌تابند.

شکست وقتی رخ می‌دهد که جهت پیشروی موج در ورود به یک محیط جدید تغییر کند. شکست برای امواج مکانیکی نیز رخ می‌دهد.

پراش نیز نوع دیگری از برهم کنش امواج با محیط است. امواج نه تنها با محیط بلکه با یکدیگر نیز برهم کنش می‌کنند. تداخل نمونه ای از برهم کنش امواج با یکدیگر است.

بازتاب، شکست، پراش و تداخل برهم کنش‌های موج با محیط هستند.



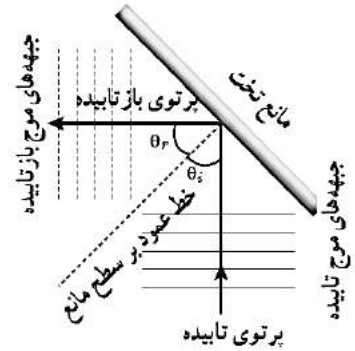
۴-۱ بازتاب موج

تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، دیدن صفحه این کتاب، گرم شدن مواد غذایی در اجاق های خورشیدی، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی و ...مثال هایی از کاربرد بازتاب امواج در زندگی هستند.

بازتاب امواج مکانیکی: اگر تپی را در یک فنر(یا یک ریسمان) کشیده بلند که یک سرآن بر تکیه گاهی ثابت شده است روانه کنیم، وقتی تپ به تکیه گاه (مرز) می‌رسد نیرویی به آن وارد می‌کند و طبق قانون سوم نیوتون، تکیه گاه نیز نیرویی با اندازه برابر و در جهت مخالف بر فنر وارد می‌آورد. این نیرو در محل تکیه گاه، تپی در فنر ایجاد می کند که روی فنر در جهت مخالف تپِ تابیده حرکت می‌کند.

با استفاده از جبهه‌های موج می‌توانیم به طور تجربی به رفتار موج در برخورد با یک مانع پی‌ببریم. طرح معادل دیگری برای نشان دادن رفتار موج، استفاده از **نمودار پرتویی** است. یک پرتو، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه‌های موج است که جهت انتشار موج را نشان می‌دهد.

طرحی از جبهه‌های موج تابیده (خطوط توپر) و جبهه‌های موج بازتابیده (خطوط خط‌چین)



نمودار پرتویی همراه با جبهه‌های موج برای بازتاب امواج تخت از سطح مانعی تخت

زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (فرودی) را **زاویه تابش** می‌نامند و با θ_i نشان می‌دهند.

زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده را **زاویه بازتابش** می‌نامند و با θ_r نشان می‌دهند.

همواره زاویه بازتابش برابر با زاویه تابش است: یعنی $\theta_i = \theta_r$ که به آن، **قانون بازتاب عمومی** گفته می‌شود.

پژواک: اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود، به چنین بازتابی **پژواک** می‌گویند. اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از۰/۱s باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

مکان‌یابی پژواکی روشی است که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می‌کند.

مکان یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر، در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آنها به کار می‌رود. همین طور در فنّاوری‌هایی نظیر اندازه‌گیری تندی شارش خون در رگ‌ها نیز از این روش استفاده می‌شود.

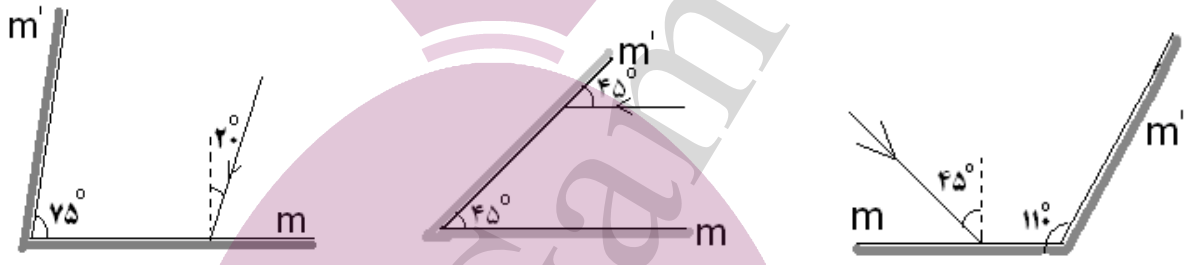
همچنین در دستگاه سونار که در کشتی‌ها برای مکان‌یابی اجسام زیر آب به کار می‌رود، و در سونوگرافی نیز از مکان یابی پژواکی استفاده می‌شود. دستگاه لیتوتریپسی که از آن برای شکستن سنگ های کلیه، با کمک بازتابنده های بیضوی استفاده می‌شود.

@GanjBarsi
ایران آزمون
توشه ای برای موفقیت

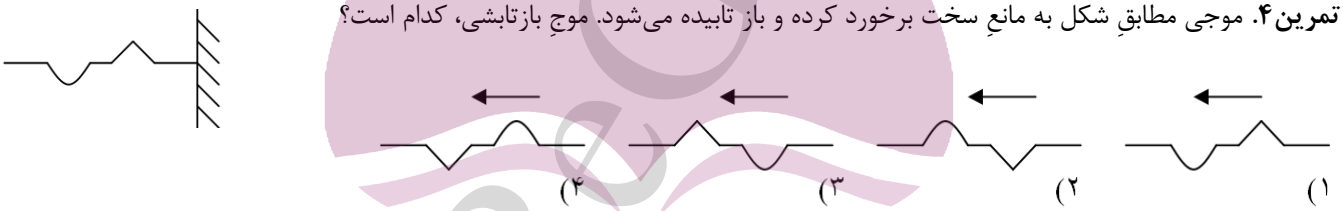
تمرین۱. کمترین فاصله بین شما و یک دیوار بلند چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمیز دهید؟ تندی صوت در هوا را $340\,m/s$ در نظر بگیرید. (تمرین ۴-۱)

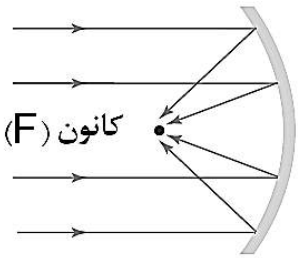
تمرین۲. والِ عنبر یکی از جانورانی است که با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، مکان یابی می‌کند. بسامد امواج فراصوتی‌ای که این وال تولید می‌کند حدود $100\,kHz$ است. با توجه به اینکه تندی صوت در آب دریا حدود $1/52\times10^{3}\,m/s$ است، الف) طول موج این صوت و ب) زمان رفت و برگشت صوت گسیل شده توسط وال برای مانعی که در فاصله $100\,m$ از آن قرار گرفته، چقدر است؟(مثال۴-۱)

تمرین۳. در شکل های زیر پرتو بازتاب را از دو آینه m و m' رسم کنید. (اندازه زوایه‌ها مشخص شود)



تمرین۴. موجی مطابقِ شکل به مانعِ سخت برخورد کرده و باز تابیده می‌شود. موجِ بازتابشی، کدام است؟





بازتاب امواج الکترومغناطیسی: امواج الکترومغناطیسی نیز می‌توانند از یک سطح، بازتابیده شوند و بازتاب آنها از همان قانون بازتاب عمومی پیروی می‌کند. امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش، دریک نقطه کانونی می‌شوند. این نمونه دیگری از بازتاب در سه بُعد است.

از همین ساز و کار برای دریافت امواج رادیویی توسط آنتن های بشقابی و یا امواج فروسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی در اجاق های خورشیدی استفاده می شود. از امواج الکترومغناطیسی نیز می‌توان برای مکان‌یابی پژواکی استفاده کرد. نور مرئی بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی است.

اگر سطح بازتابنده نور همچون یک آینه، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را **بازتاب آینه‌ای** یا **منظم** می‌گویند. نوع دیگر بازتابش، **بازتاب پخشنده** یا **نامنظم** است. این بازتاب وقتی رخ می‌دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد. به دلیل این بازتاب است که شما این صفحه کاغذ، دیوار، دستتان، دوست خود، و ... را می‌بینید. منظور از سطح ناهموار آن است که سطح در مقایسه با طول موج نور ناهموار است. اگر طول موج الکترومغناطیسی خیلی کوچکتر از بخش‌های یک سطح باشد، آن سطح هموار محسوب می‌شود و بازتاب از آن آینه‌ای است.

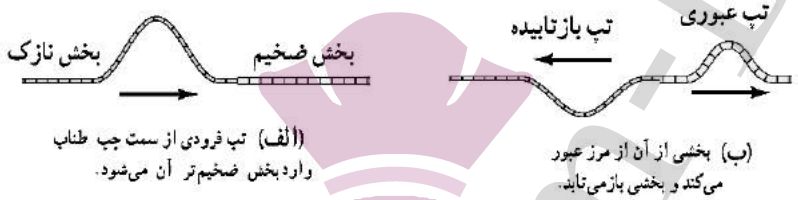
۴-۲ شکست موج

@CanBeGam-Darsi

رنگ‌های رنگین‌کمان، تصویری که با کمک عینک می‌بینیم، تصاویری که با استفاده از عدسی های ابزارهای نوری مانند میکروسکوپ و دوربین دیده می شود، و ...مثال‌های رایجی از شکسته شدن موج‌های نوری در پیرامون‌ما است. این پدیده برای امواج صوتی نیز رخ می‌دهد ولی به اندازه موج های نوری اهمیت ندارد.

وقتی موج به مرز جدایی دو محیط می‌رسد بخشی از آن بازتابیده می‌شود و بخشی دیگر عبور می‌کند که این افزون بر جذب موج است که در هر دو محیط رخ می‌دهد.

عبور یک تپ در طول طنابی را در نظر بگیرید که از دو بخش، یکی نازک و دیگری ضخیم، تشکیل شده است (شکل الف). وقتی این تپ از سمت بخش نازک به مرز دو بخش می رسد، بخشی از این تپ باز می‌تابد و بخشی دیگر عبور می‌کند (شکل ب). برای یک موج سینوسی بسامد این دو موج همان بسامد موج فرودی است که توسط چشمه موج تعیین می‌شود. بنابراین موج عبوری که تندی آن در قسمت ضخیم کمتر است، بنا به رابطه $V=\lambda/f$ طول موج کمتری نسبت به موج فرودی خواهد داشت.

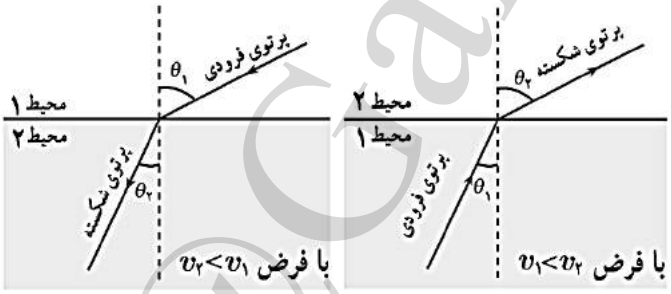


تمرین۵. در شکل بالا اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، بسامد، تندی، و طول موجِ موجِ عبوری در مقایسه با موج فرودی چه تغییری می کند؟(پرسش۴-۱)

در حالت‌های دو یا سه بُعدی با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج تغییر می‌کند و ممکن است جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج **شکست** پیدا کند. تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد. با ورود موج به بخش کم عمق، تندی موج سطحی کاهش می‌یابد. روشن است، آن بخش موج که زودتر به ناحیه کم عمق می‌رسد، چون با تندی کمتر حرکت می‌کند از بقیه موج که هنوز وارد این ناحیه نشده عقب می‌افتد و بنابراین فاصله بین جبهه‌های موج و در نتیجه طول موج کاهش می‌یابد و به این ترتیب جبهه‌های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می‌دهند.

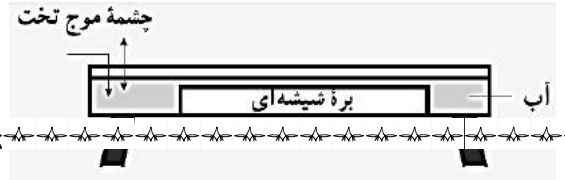
قانون شکست عمومی: برای جبهه‌های موج تختی به طور مایل به مرز دو محیط می‌رسند و سپس شکست پیدا می کنند، رابطه زیر برقرار است که به آن **قانون شکست عمومی** می‌گویند

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



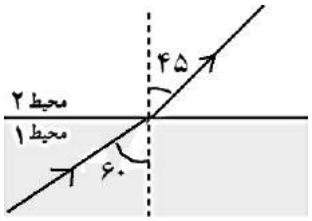
اگرموجی از محیطی که در آن تندی موج کمتر است وارد محیطی شود که در آن تندی موج بیشتر است، زاویه شکست بزرگ تر از زاویه تابش می‌شود و برعکس یعنی اگر سرعت موج در محیط دوم کمتر باشد زاویه‌ی شکست کوچکتر از زاویه‌ی تابش می‌شود.

تمرین۶. در یک تشت موج به کمک یک نوسان ساز تیغه ای که با بسامد ۵/۰Hz کار می کند، امواجی تخت ایجاد می‌کنیم، به طوری که فاصله بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با ۱۰/۰cm می‌شود. اگر اکنون بُره ای

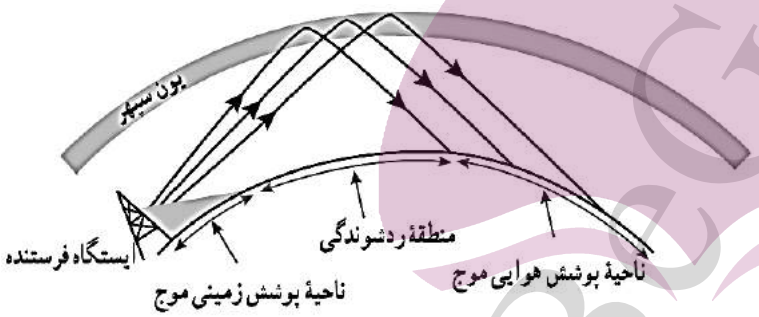


شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیه○ کم عمقِ بالای بُره، شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیه○ کم عمق، ۰/۴۰ برابر تندی در ناحیه○ عمیق باشد، طول موج امواج در ناحیه○ کم عمق چقدر می‌شود؟ (تمرین ۴-۲)

تمرین۷. در تمرین قبل با فرض اینکه زاویه○ تابش امواج برابر 30^{o}باشد، زاویه○ شکست چقدر می‌شود؟ (تمرین ۴-۳)



تمرین۸. نور تکرنگی مطابق شکل از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود سرعت نور در محیط ۱ چند برابر سرعت نور در محیط ۲ است؟

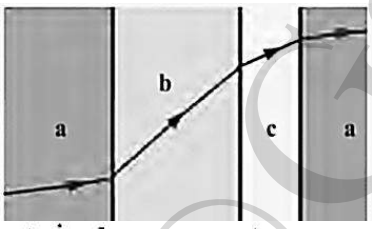


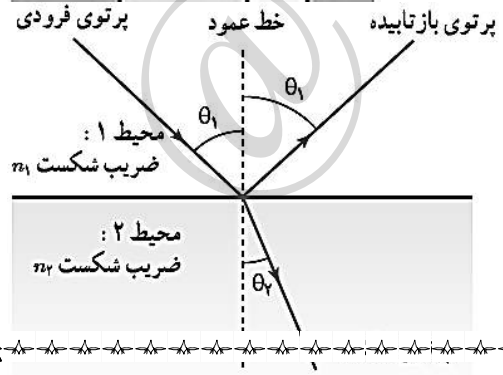
شکست امواج الکترومغناطیسی: امواج الکترومغناطیسی (و از جمله نور مرئی) نیز با گذر از یک محیط به محیطی دیگر که در آن تندی آنها متفاوت می شود، شکست پیدا می کنند.

یک موج پر قدرت رادیویی، با بسامد بین ۳ تا ۳۰ مگاهرتز، به لایه○ یون سپهر(یونسفر) بالای جو که در ارتفاع ۸۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتری سطح زمین واقع است فرستاده می‌شود. این لایه به علت وجود یون‌ها و الکترون‌های آزاد، پلاسمایی را ایجاد می‌کند.

○ **یون سپهر(یونسفر) چه امواجی را عبور میدهد وچه امواجی را بازتاب میدهد؟ چرا؟** یون سپهر در حالی که نور مرئی و تابش فروسرخ را عبور می‌دهد، امواج رادیویی با طول موج‌های بلند (با λی بزرگ‌تر از حدود ۱۰m را که در جهت‌های مناسبی به سوی این لایه ارسال شده باشند، به طرف زمین برمی‌گرداند. دلیل این اتفاق، یکنواخت نبودن چگالی الکترون‌های آزاد در این لایه و در نتیجه، تفاوت تندی امواج رادیویی در قسمت‌های مختلف آن است، به طوری که در سازوکاری مانند پدیده○ سراب، امواج را به سمت پایین باز می‌گرداند.

تمرین۹. شکل روبه رو یک پرتوی موج الکترومغناطیسی را نشان می دهد که با عبور از محیط اولیه○ a، از طریق محیط های b و c به محیط a باز می‌گردد .این محیط‌ها را بر حسب تندی موج در آنها ازبیشترین تا کمترین مرتب کنید. (پرسش۴-۲)





ضریب شکست: برابر با نسبت تندی نور در خلأ به تندی نوردر یک محیط است:

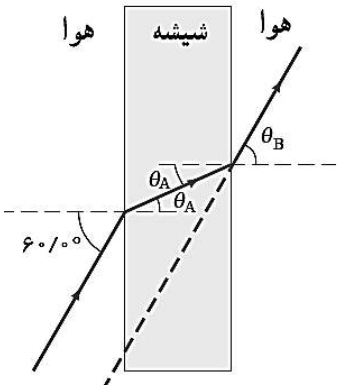
$$n = \frac{\text{تندی نور در خلا}}{\text{تندی نور دریک محیط}} = \frac{c}{v}$$

@GanjBegam-Darsi
ایران توفیق
توسعه ای برای موفقیت

چون تندی نور در خلأ بیشترین تندی ممکن است، ضریب شکست همواره بزرگ‌تر یا مساوی ۱ است (که ۱ مربوط به خلأ است.)

$$\frac{sin\theta_2}{sin\theta_1}=\frac{V_2}{V_1}=\frac{\frac{c}{n_2}}{\frac{c}{n_1}}=\frac{n_1}{n_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{sin\theta_2}{sin\theta_1}=\frac{V_2}{V_1}=\frac{n_1}{n_2}$$

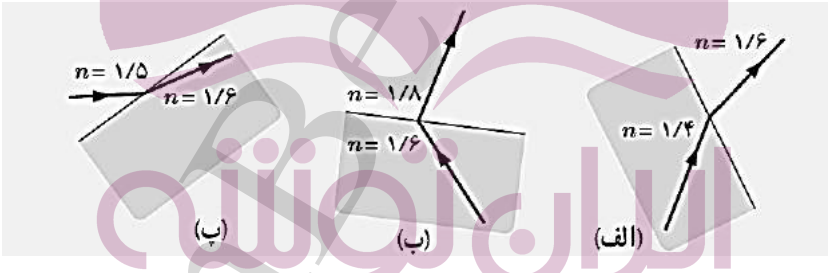
و یا: قانون شکست اسنل $n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2$



تمرین۱۰. پرتوی نوری مطابق شکل، از هوا بر تیغه شیشه ای متوازی السطوحی، با زاویه تابش 60^o فرود می‌آید. الف) زاویه شکست (θ_A) پرتو در شیشه چقدر است؟ ب) زاویه خروجی (θ_B) پرتو از شیشه چقدر است؟ (ضریب شکست هوا $n_1=1$ و ضریب شکست شیشه $n_2=1/5$) (مثال ۴-۲)

تمرین۱۱. با توجه به تمرین بالا آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان ضریب شکست یک تیغه متوازی السطوح شفاف را اندازه گرفت. (فعالیت ۴-۴)

تمرین۱۲. کدام یک از سه شکل زیر یک شکست را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟ (پرسش ۴-۳)



تمرین۱۳. پرتو نوری از هوا وارد محیط شفافی به ضریب شکست $\sqrt{3}$ می‌شود اگر پرتو شکست با خط عمود زاویه ۳۰ درجه بسازد زاویه تابش را مشخص کنید.

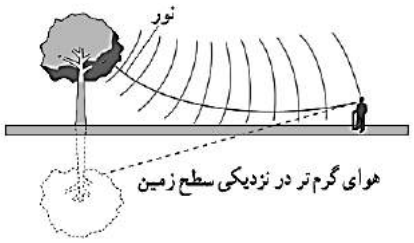
تمرین۱۴. پرتو نور تکرنگی با زاویه ۴۵ درجه به سطح مایعی می‌تابد و با زاویه ۳۰ درجه شکسته شده وارد مایع می‌گردد ضریب شکست مایع را حساب کنید.

تمرین۱۵. یک شعاع نور که با زاویه‌ی تابش ۶۰ درجه از هوا وارد مایعی شده، ۱۵ درجه منحرف می شود، سرعت این شعاع در داخل مایع تقریبا چند کیلومتر بر ثانیه است؟ ($C=3\times10^5$ km/s)

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

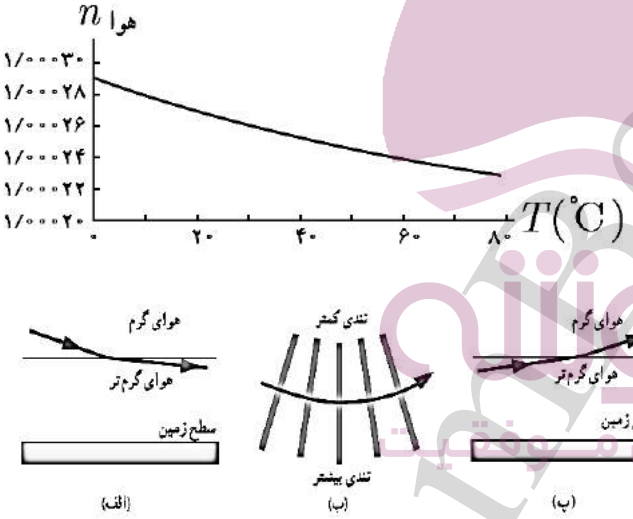
تمرین ۱۶. وقتی پرتو نور تک رنگی از هوا وارد محیط شفافی به ضریب شکست n_1 می‌شود از سرعت آن ۲۵ درصد کاسته می‌شود. اگر این پرتو از هوا وارد محیط شفافی به ضریب شکست n_2 شود سرعتش ۸۰ درصد سرعت آن در هوا خواهد شد نسبت n_1 به n_2 را حساب کنید.

تمرین ۱۷. اگر زمانی که نور مسافت ۱۲۰ سانتیمتر را در آب به ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ طی می کند، برابر باشد با زمانی که مسافت d را در هوا طی می‌کند، d چند سانتی‌متر است؟

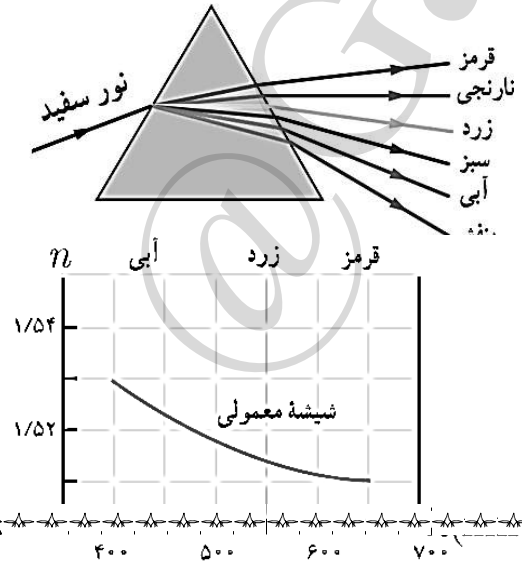


سراب: در روزهای گرم ممکن است برکه◌ آبی را در دوردست ببینید که بر سطح زمین قراردارد، اما وقتی به آن محل می رسید، آنجا را خشک می یابید .به این پدیده **سراب** یا سراب آبگیر می‌گویند.

در روزهای گرم هوای سطح زمین نسبتا داغ است. چگالی هوا با افزایش دما کاهش می‌یابد که این سبب کاهش ضریب شکست می شود. با پایین آمدن هر چه بیشتر پرتوهای نظیر جبهه‌های موج، آنها با ضریب شکست‌های کوچک‌تر و کوچک‌تری روبه‌رو می‌شوند و در هرمرحله با دور شدن از خط عمود، بیشتر و بیشتر به سمت افق و در ادامه به سمت بالا خم می‌شوند. نوری که به چشم ما می‌رسد، به نظر می‌آید از امتداد پرتوهای نشان داده شده است و این حس را ایجاد می‌کند که گویی از تصویری از جسم (مثلا درخت) بر روی سطح زمین ایجاد شده است. چون این اتفاق وقتی می‌افتد که آب روی زمین است، تصور می‌شود آب روی زمین است.

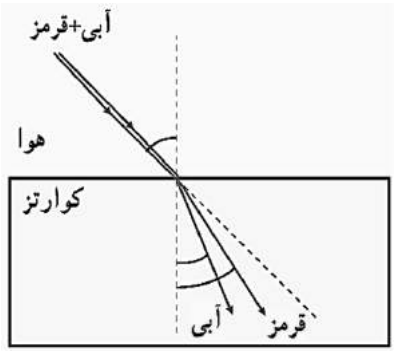


پاشندگی نور: وقتی باریکه◌ نور سفید خورشید به وجهی ازیک منشور می‌تابد، در عبور از منشور به رنگ‌های مختلفی تجزیه می‌شود. دلیل این پدیده آن است که ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد. یعنی وقتی باریکه◌ نوری شامل پرتوهایی با طول موج های مختلف باشد، این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های مختلفی شکسته می‌شوند. به این پخش شدگی نور، **پاشندگی نور** می گویند.



عموماً ضریب شکست یک محیط معیّن برای طول موج های کوتاه تر، بیشتر است. اگر مثلاً دو باریکه نور آبی و قرمز با زاویه تابش یکسانی از هوا وارد شیشه شوند باریکه آبی بیشتر از باریکه قرمز خم می شود.

تمرین۱۸. کمترین و بیشترین انحراف پرتوهای خروج از منشور مربوط به کدام نورها است؟ چرا؟



تمرین۱۹. شکل روبه رو باریکه نوری متشکل از دو پرتوی قرمز وآبی را نشان می‌دهد که از هوا و با زاویه 45^{o} بر سطح تیغه تختی از کوارتز می‌تابد. زاویه‌های شکست برای این دو پرتو را محاسبه کنید. ضریب شکست نورهای قرمز و آبی درکوارتزبه ترتیب برابرند با $n_{قرمز}$=۱/۴۵۹ و $n_{آبی}$=۱/۴۶۷ . (تمرین ۴-۴)

بخش اول پرسش ها و مسئله های فصل ۴

۴-۱ بازتاب موج

تمرین۲۰. در جای خالی کلمات مناسب بگذارید

A. ..... صوت نمونه‌ای از بازتاب امواج مکانیکی است.

B. ..... وقتی رخ می‌دهد که جهت پیشروی موج در ورود به یک محیط جدید تغییر کند.

C. ..... نمونه ای از برهم کنش امواج با یکدیگر است.

D. زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (فرودی) را ..... می‌نامند.

E. زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده را ..... می‌نامند.

F. بنابر .....، همواره زاویه بازتابش برابر با زاویه تابش (یعنی $\theta_i = \theta_r$) است.

G. . اگر تأخیر زمانی بین دو صوت کمتر از ..... باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

H. ..... به همراه اثر ..... ، در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آنها به کار می‌رود.

I. دستگاه ..... در کشتی‌ها برای مکان‌یابی اجسام زیر آب به کار می‌رود.

J. در..... از مکان یابی پژواکی استفاده می‌شود.

K. ..... بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی است.

L. اگر سطح بازتابنده نور همچون یک آینه، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را ..... می‌گویند.

M. ..... وقتی رخ می‌دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد.

N. اگر طول موج الکترومغناطیسی ..... از بخش‌های یک سطح باشد، آن سطح هموار محسوب می‌شود و بازتاب از آن آینه‌ای است.

O. با ورود موج به بخش کم عمق، تندی موج سطحی ..... می‌یابد.

P. اگرموجی از محیطی که در آن تندی موج کمتر است وارد محیطی شود که در آن تندی موج بیشتر است، زاویه شکست ..... از زاویه تابش می‌شود.

Q. ..... برابر با نسبت تندی نور در خلأ به تندی نوردر یک محیط است.

R. شکست نور در منشور (پاشندگی نور) به این دلیل است که ..... هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد.

@GamBeGam-Darsi
ایران تلنز
گوشه ای بسرای شیوه‌ها

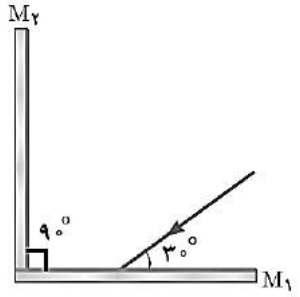
S. ضریب شکست یک محیط معیّن برای طول موج های کوتاه تر، ..... است.

تمرین۲۱. مثالهایی برای کاربرد بازتاب و مثالهایی برای کاربرد شکست امواج در زندگی را نام برید.

تمرین۲۲. دانش آموزی بین دو صخره قائم ایستاده‌است و فاصله او از صخره نزدیک تر ۲۴۰m است. دانش آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۱/۵۰s و صدای پژواک دوم را ۱/۰۰s بعد از پژواک اول می‌شنود. الف) تندی صوت در هوا چقدراست؟ ب) فاصله بین دو صخره را بیابید. (تمرین۱ کتاب)

تمرین۲۳. اگر در فاصله مناسبی از یک رشته پلکان بلند بایستید و یک بار کف بزنید، پژواکی بیشتر از یک صدای برهم زدن دست می‌شنوید. نمونه جالبی از این پدیده در برابر رشته پله های معبد قدیمی کوکولکان در مکزیک رخ می‌دهد. این معبد از ۹۲ پله سنگی تشکیل شده است. در مورد چنین پژواکی توضیح دهید. (تمرین۲ کتاب)

تمرین۲۴. وقتی یک باریکه لیزر را به دیوار کلاس می‌تابانیم، همه دانش آموزان نقطه رنگی ایجاد شده روی دیوار را می‌بینند. دلیل آن چیست؟(تمرین۳ کتاب)



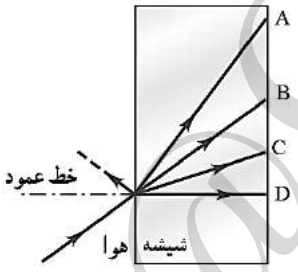
تمرین۲۵. در شکل زیر پرتوهای بازتابیده از آینه های تخت M_1 و M_2 را رسم کنید. (تمرین۴ کتاب)

۲-۴ شکست موج

تمرین۲۶. با رسم شکلی از جبهه‌های موج توضیح دهید چگونه جهت انتشار جبهه‌های موج با رسیدن به یک ساحل شیب دار، تغییرمی‌کند. (تمرین۵ کتاب)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

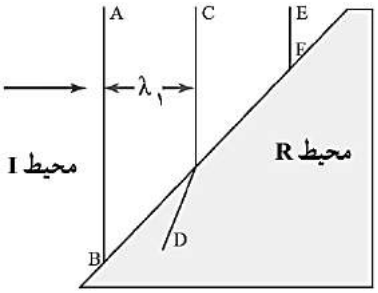
تمرین۲۷. شکل زیر پرتویی را نشان می‌دهد که از هوا وارد شیشه شده است. کدام گزینه‌های A تا D می‌تواند پرتوی داخل شیشه را نشان‌دهد؟ (تمرین۶ کتاب)



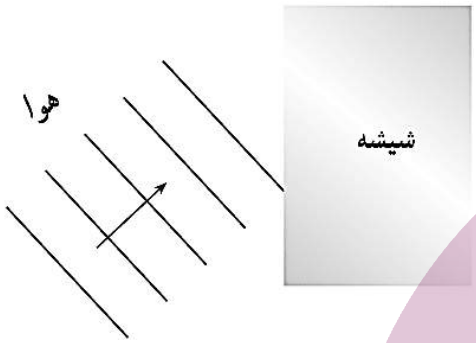
تمرین۲۸. ضریب شکست آب ۱/۳ و ضریب شکست شیشه ۱/۵ است. اگر نوری به طور مایل از آب به مرز شیشه با آب بتابد، با رسم نموداری، جبهه‌های موج را در دو محیط نشان‌دهید. (تمرین۷ کتاب)

©CamBeGam-Dasi

تمرین۲۹. شکل روبرو جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز بین محیط I و محیط R فرود آمده‌اند. الف) ادامه جبهه موج EF را در محیط R رسم‌کنید. ب) توضیح دهید در کدام محیط تندی موج بیشتر است. پ) آیا با استفاده از این نمودار می توان نسبت تندی موج عبوری به موج فرودی را محاسبه کرد؟(تمرین۸ کتاب)



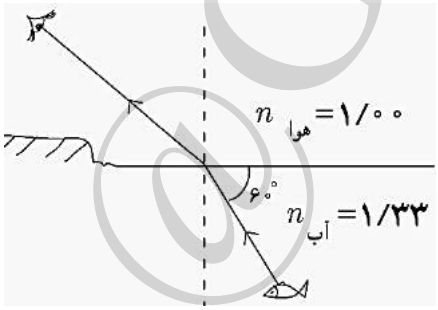
تمرین۳۰. در شکل زیر موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط بازمی‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. الف) مشخصه‌های موج بازتابیده و موج شکست یافته را با موج فرودی مقایسه کنید. ب) جبهه‌های موج بازتابیده و شکست یافته را رسم‌کنید. (تمرین۹ کتاب)



تمرین۳۱. طول موج نور قرمز لیزر هلیم نئون در هوا حدود ۶۳۳nm ولی در زجاجیه چشم ۴۷۴nm است. الف) بسامد این نور چقدر است؟ ب) ضریب شکست زجاجیه برای این نورچقدر است؟ پ) تندی این نور در زجاجیه را محاسبه کنید. (تمرین۱۰ کتاب)

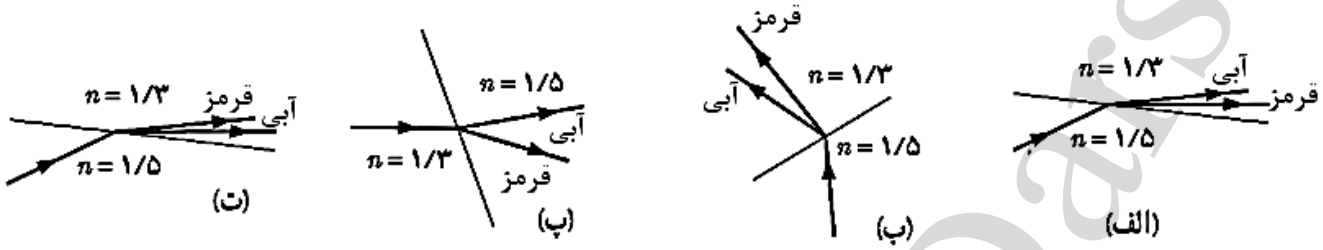
تمرین۳۲. سکه‌ای را در گوشه فنجانی خالی قرار دهید و طوری مقابل آن قرار گیرید که نتوانید سکه را ببینید. سپس بی‌آنکه سرتان را حرکت دهید به آرامی در فنجان آب بریزید، به طوری که آب ریختن شما موجب جابه جایی سکه نشود. با پرشدن فنجان، سکه را خواهید دید. با رسم پرتوها علت دیده شدن سکه را توضیح دهید. (تمرین۱۱ کتاب)

تمرین۳۳. مطابق شکل، پرتو نوری که از ماهی به چشمان شخص می‌رسد تحت زاویه 60^o به مرز آب هوا برخورد کرده است. زاویه شکست این پرتو در هوا چقدر است؟(تمرین۱۲ کتاب)



©GamiBegami Dasi
ایران توشه

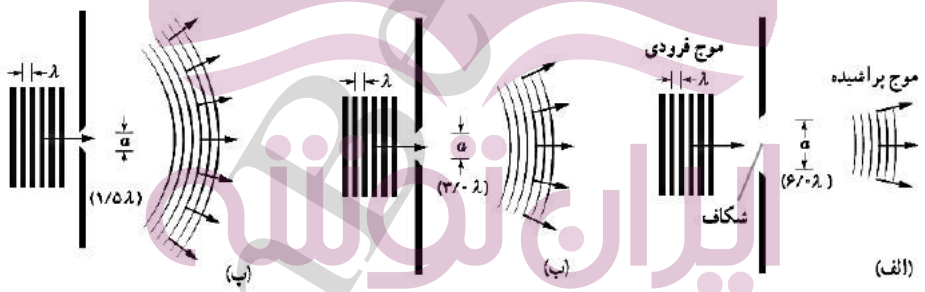
تمرین۳۴. در شکل‌های زیر، پرتوی فرودی که شامل نورهای قرمز و آبی است در سطح مشترک دو ماده شکست پیدا کرده‌اند. کدام شکل، شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟(تمرین۱۳ کتاب)



تمرین۳۵. دو دانش آموز به نور زرد نگاه می‌کنند. یکی از آنها نور زرد را ترکیب دو نور قرمز و سبز و دیگری آن را از یک نوع رنگ می‌داند. به نظر شما با چه تجربه‌ای می‌توان بین این دو نظر، یکی را انتخاب کرد؟(تمرین۱۴ کتاب)

۴ -۳ پراش موج

در صورتی که ابعاد مانع یا شکاف در حدود طول موج باشد، بخشی از موج که از لبه‌ها یا شکاف ها عبور می‌کند، به وضوح به اطراف مانع یا شکاف گسترده می‌شود. به این پدیده که موج در عبور از یک شکاف یا پهنایی از مرتبه طول موج، به اطراف گسترده می‌شود، **پراش** می‌گویند. پراش برای همه انواع موج اتفاق می‌افتد. اگر پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه‌ای تیز را روی یک پرده ملاحظه کنیم، همواره نوارهای تاریک و روشنی موسوم به **نقش پراش** را موازی با لبه های شکاف مشاهده می‌کنیم.

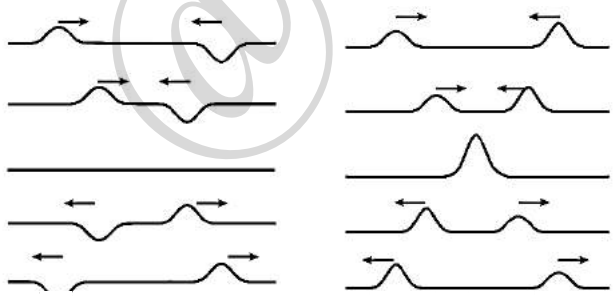


هرچه پهنای شکاف کوچک‌تر شده پراش بارزتر شده است.

تمرین۳۶. در تلویزیون‌های متداول، سیگنال‌ها از آنتن‌های روی دکل‌ها به گیرنده‌های تلویزیون فرستاده می‌شود. حتی وقتی گیرنده به دلیل وجود یک تپه یا ساختمان در معرض ارسال مستقیم امواج یک آنتن نباشد، همچنان سیگنال را به دلیل پراش امواج از لبه‌های مانع دریافت خواهد کرد (اگر سیگنال در اطراف آن مانع به حد کافی به داخل ((ناحیه سایه)) مانع پراشیده شود.) سابق بر این، طول موج سیگنال‌های تلویزیونی در حدود ۵۰cm بود، ولی طول موج سیگنال‌های تلویزیونی دیجیتالی که امروزه از آنتن‌ها فرستاده می‌شود بسیار کمتر است. آیا این تغییر طول موج، پراش سیگنال‌ها به داخل ناحیه سایه را افزایش می‌دهد یا کاهش؟ (پرسش۴-۴)

۴-۴ تداخل امواج

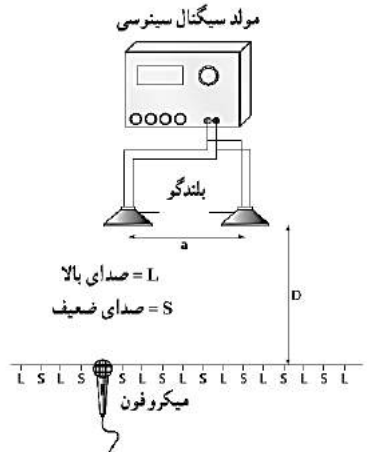
اصل برهم نهی امواج : وقتی چندین موج به طور هم زمان بر ناحیه‌ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آنها برابرمجموع اثرهای مجزای هر یک از آنها است.



تداخل سازنده دوتپ پیش‌رونده تداخل ویرانگر دوتپ پیش‌رونده

@CamerDaisi
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

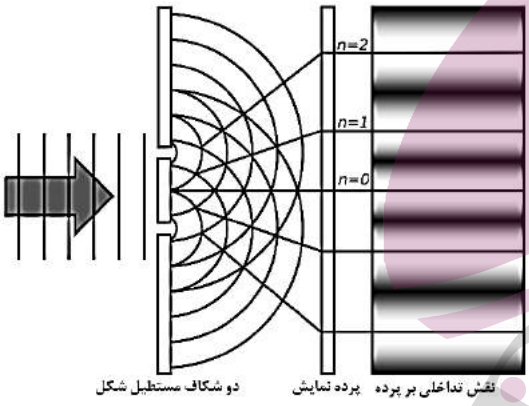
به ترکیب موج‌ها با یکدیگر، **تداخل** می‌گویند. به بیان دیگر تداخل، ترکیب دو یا چند موج است که هم زمان از یک منطقه عبور می‌کنند.
اگر تپ‌ها هنگام همپوشانی تپ بزرگ‌تری را ایجاد کنند به آن **تداخل سازنده** می‌گویند، و اگر تپ‌ها هنگام همپوشانی اثر یکدیگر را حذف کنند به آن **تداخل ویرانگر** می‌گویند.



تداخل امواج سطحی آب: دو دسته موج دایره‌ای در سطح آب وقتی به هم می‌رسند، در برخی نقاط همدیگر را تقویت می‌کنند و تداخل سازنده انجام می‌دهند و در برخی نقاط همدیگر را تضعیف می‌کنند و تداخل ویرانگر انجام می‌دهند. به این ترتیب، در برخی نواحی روی سطح آب دامنه موج برایند بیشینه و در برخی ناحیه ها، کمینه است. چنین نقش متناوب یک درمیانی از بیشینه ها و کمینه ها را نقش تداخلی امواج سطحی آب می‌نامیم.

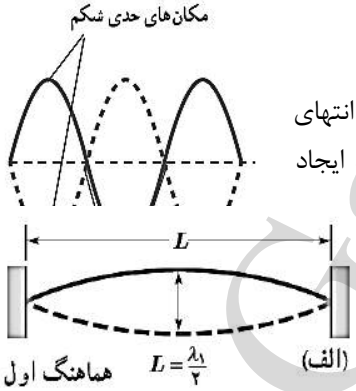
تداخل امواج صوتی: امواج صوتی نیز می‌توانند تداخل کنند. دو بلندگو که به یک مولدّ سیگنال الکتریکی متصل‌اند امواج سینوسی هم بسامدی را در فضا منتشر می‌کنند. با حرکت دادن میکروفون در امتداد خط فرضی نشان داده شده در شکل که در فاصله مناسبی از بلندگوها قرار دارد درمی‌یابیم که بلندی صدا به طور متناوب کم و زیاد می‌شود. علت این پدیده براساس تداخل‌های سازنده و ویرانگر امواج صوتی توضیح داده می‌شود.

تداخل امواج نوری: توماس یانگ طور تجربی ثابت کرد نور یک موج است. زیرا نور نیز مانند موج‌های سطحی آب، موج‌های صوتی و همه انواع موج های دیگر تداخل می‌کند.

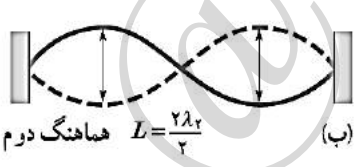


آزمایش یانگ: نور حاصل از یک چشمه تکفام بر تک شکافی می‌تابد و دو شکاف S_1 و S_2 را روشن می‌کند. موج‌های حاصل از پراش نور توسط این دو شکاف با یکدیگر تداخل می‌کنند. روی پرده، نقطه‌های با تداخل سازنده، نوارها یا فریزهای روشن را تشکیل می‌دهند و نقطه‌های با تداخل ویرانگر نوارها یا فریزهای تاریک را تشکیل می‌دهند. نوارهای روشن و تاریک روی پرده که ناشی از تداخل های سازنده و ویرانگرند، **نقش تداخلی** خوانده می‌شود. با استفاده از آزمایش یانگ می‌توان طول موج نور به کار رفته درآزمایش را تعیین کرد.

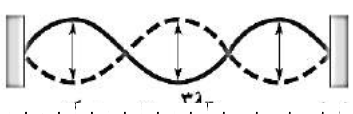
تمرین۳۷. بابیان آزمایشی چگونگی مشاهده‌ی نقش تداخلی نور لیزر را شرح دهید. (فعالیت ۴-۵)



موج ایستاده و تشدید در ریسمان کشیده: ریسمانی را تصور کنید که در یک انتها ثابت شده است و انتهای دیگر آن به نوسان درمی‌آید. وقتی موج بازتابیده از انتهای ثابت با موج تابیده ترکیب شوند موجی برایند ایجاد می‌کنند که شکل آن از اصل برهم نهی حاصل می‌شود. مکان‌هایی در طول ریسمان که در اثر تداخل ویرانگر ساکن هستند، **گره** نامیده می‌شوند و مکانهایی که دامنه موج برایند دراثر تداخل سازنده بیشینه است، را **شکم** می‌گویند. نقش موج برایند را در این حالت، **موج ایستاده** می‌گویند.
فاصله گره‌های مجاور از هم برابر با نصف طول موج ($\lambda/2$) و بنابراین فاصله گره‌ها از شکم های مجاور برابر با ربع طول موج ($\lambda/4$) است.



همیشه موج‌های تابیده و بازتابیده در محل گره‌ها یکدیگر را حذف می‌کنند (تداخل ویرانگر) این دو موج در این نقطه‌ها (گره‌ها) **کاملاً ناهم‌فاز** (در فاز مخالف)اند. اما در مکان هر یک از شکم‌ها وضعیت موج‌های تابیده و بازتابیده در تمام لحظات به گونه‌ای است که همدیگر را تقویت می‌کنند (تداخل سازنده). در این حالت اصطلاحاً می‌گوییم این دو موج در این نقاط **هم‌فاز**ند.



بسامدهای تشدید تار: در یک تارکشیده شده، دربسامدهای معیّنی، تداخل موجب ایجاد موج ایستاده مشخص یأ یک مُدِ نوسان در تار می‌شود. این بسامدهای معیّن **بسامدهای تشدیدی** خوانده می‌شوند. اگر تار در بسامدی غیر از بسامدهای تشدیدی نوسان کند موج ایستاده بارزی ایجاد نمی‌شود.

(طول موج های تشدیدی تار) $L = n\left(\frac{\lambda_n}{2}\right) \xrightarrow{n=1,2,3,\dots} \lambda_n = \frac{2L}{n}$

(بسامدهای تشدیدی تار) $f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L}$ n=۱،۲،۳ ،....

اگر بجای v رابطه‌آن را قرار دهیم: $f_n = \frac{nv}{2L} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$

اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی برابر با بسامد هماهنگ اصلی است:

$$f_n = nf_1 \quad , \quad f_{(n+1)} = (n+1)f_1 \quad \Rightarrow \quad \Delta f = f_1$$

مدهای نوسان را با بسامدهای تشدیدی مشخص می‌کنند. پایین‌ترین بسامد را که مربوط به n=۱ است، بسامد اصلی و مد مربوط به آن را مد اصلی یا هماهنگ اول می‌گویند. بسامد هماهنگ دوم به ازای n=۲ بسامد هماهنگ سوم به ازای n=۳ و ... به دست می‌آید. به n **عدد هماهنگ** گفته می‌شود.

تمرین۳۸. طول یکی از تارهای پیانویی ۰/۷۵m و جرم آن ۱۰/۰g است. اگر بسامد اصلی این تار ۱۶۰Hz باشد، الف) تندی انتشار موج عرضی در تار چقدر است؟ ب) این تار تحت چه کششی قرار دارد؟ پ) بسامدهای چهار هماهنگ نخست این تار چقدر است؟ (مثال ۴-۳)

تمرین۳۹. سنگین‌ترین تار یک گیتار الکتریکی دارای چگالی خطی جرمی $5/28\times10^{-3}\text{kg/m}$ است و تحت کشش ۲۲۶N قرار دارد. این تار در هنگام ارتعاش، نتُی با بسامد ۱۶۴/۸Hzایجاد می‌کند که بسامد اصلی تار است. الف) طول تار را به دست‌آورید. ب) پس از مدتی که یک نوازنده، این گیتار را می‌نوازد، در نتیجه گرم شدن و شُل شدنِ تارها، نیروی کشش تار مورد نظر۲۰۹N می‌رسد. در این حالت بسامد اصلی این تار چقدر شده‌است؟ (تمرین ۴-۵)

تمرین۴۰. الف) چرا با سفت کردن سیم گیتار، بسامدی که هنگام نواختن می شنوید زیاد می شود؟ ب) چرا نوازندگان گیتار پیش از نواختن روی صحنه نمایش، گیتار را به حد کافی می نوازند و سپس آن را مجدداً کوک میکنند؟(پرسش ۴-۵)

تمرین۴۱. (تجربی ۹۰) تاری به طول ۶۰ سانتی‌متر بین دو نقطه محکم بسته شده است. اگر این تار چنان به ارتعاش درآید که هماهنگ سوم خود را تولید کند، در طول آن چند گره تشکیل می‌شود و فاصله‌ی بین دو گره‌ی متوالی چند سانتی‌متر است؟

۱) ۴ و ۱۵ ۲) ۳ و ۲۰ ۳) ۴ و ۲۰ ۴) ۳ و ۳۰

تمرین۴۲. (ریاضی ۹۲) طول یک تار مرتعش دو انتها بسته ۴۰cm و بسامد صوت اصلی آن ۱۵۰ Hz است. اگر جرم هر سانتی‌متر تار ۲۰میلی‌گرم باشد، کشش تار چند نیوتن است؟

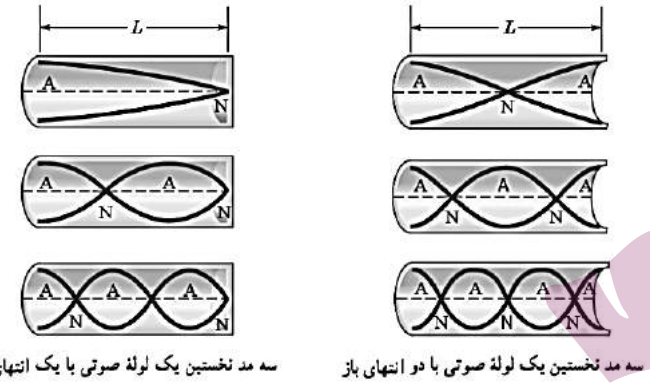
۱) ۱۴/۴ ۲) ۲۸/۸ ۳) ۱۴۴ ۴) ۲۸۸

@GanjDarsi

تمرین ۴۳. (۹۳ریاضی) چگالی یک تار مرتعش که از دو طرف بسته شده است، ۴ گرم بر سانتی مکعب و قطر آن یک میلی‌متر و طول آن ۴۰cm است. اگر تار با نیروی ۳۰N کشیده شود، بسامد صوت اصلی آن چند هرتز است؟ ($\pi=3$)

۱) ۱۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۷۵ ۴) ۵۰۰

(شکم‌ها با A و گره‌ها با N مشخص شده‌اند.)



موج ایستاده و تشدید در لوله های صوتی: وقتی موج های صوتی درهوای درون لوله حرکت می کنند، از هر انتها بازمی تابند و به درون لوله بازمی گردند، حتی اگر آن انتها باز باشد. اگر طول لوله مضرب های معیّنی از طول موجِ موج صوتی باشد، برهم نهی موج های پیش رونده در جهت های مخالف، نقش موج ایستاده○ بارزی را در لوله ایجاد می‌کند. مانند تار در لوله‌های صوتی هم فاصله○ گره‌های مجاور از هم برابر با نصف طول موج ($\lambda/2$) و بنابراین فاصله○ گره‌ها از شکم های مجاور برابر با ربع طول موج ($\lambda/4$) است.

تمرین ۴۴. چرا وقتی آب را به درون ظرفی با دیواره های قائم مثل لیوان یا پارچ می‌ریزید، بسامد صدایی که می‌شنوید افزایش می‌یابد، یعنی صدای زیرتر و زیرتری را می‌شنوید؟(پرسش ۴-۶)

تشدید در بطری و تشدیدگر هلمهولتز:

یک بطری مانند یک لوله○ صوتی با یک انتهای باز است که بسامدهای تشدیدی معیّنی دارد. وقتی در دهانه○ یک بطری می‌دمیم گستره وسیعی از بسامدها ایجاد می‌شود. حال اگر یکی از این بسامدها با یکی از بسامدهای تشدیدی بطری منطبق باشد، یک موج صوتی قوی ایجاد می‌شود. تشدیدگرهای هلمهولتز نیز همانند لوله‌های صوتی بسامدهای تشدیدی معیّنی دارند و هرگاه بسامد یک صوت برابر با یکی از بسامدهای تشدیدی آنها باشد، تشدیدگر پاسخ قوی‌تری به این صوت می دهد.

تمرین ۴۵. با دمیدن در بطری‌های یکسان با سطوح مایع مختلف می‌توان آهنگی با بسامدهای متفاوت ایجاد کرد. دلیل آن چیست؟(پرسش ۴-۷)

اجاق های میکروموج (مایکروفر) بر اساس تداخل امواج الکترومغناطیسی و تشکیل امواج ایستاده کار می‌کنند. بسامد امواج ایستاده○ ایجاد شده در این اجاق‌ها ۲/۴۵۰GHz و طول موج آنها حدود ۱۲cmاست. میکروموج‌های بازتابیده از دیواره‌های فلزی اجاق با برهم نهی با موج‌های تابیده، موج‌های ایستاده‌ای را در داخل محفظه○ اجاق ایجاد می‌کنند که از گره‌ها و شکم‌ها تشکیل شده‌اند. در محل شکم نوسان مولکولهای آب بیشینه و غذا گرم می‌شود در حالی که در محل گره نوسانی وجود ندارد و سرد باقی می‌ماند.

بخش دوم پرسش ها و مسئله های فصل ۴

۴-۳ پراش موج

تمرین ۴۶. در جای خالی کلمات مناسب بگذارید

A. موج در عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبه○ طول موج، به اطراف گسترده می‌شود، به این پدیده ..... می‌گویند.

B. در صورتی که ابعاد مانع یا شکاف در حدود ..... باشد، پراش اتفاق می‌افتد.

C. ..... یعنی وقتی چندین موج به طور هم زمان بر ناحیه‌ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آنها برابرمجموع اثرهای مجزای هر یک از آنها است.

D. ..... ، ترکیب دو یا چند موج است که هم زمان از یک منطقه عبور می‌کنند.

E. اگر تپ‌ها هنگام همپوشانی تپ بزرگ‌تری را ایجاد کنند به آن ..... می‌گویند، و اگر تپ‌ها هنگام همپوشانی اثر یکدیگر را حذف کنند به آن ..... می‌گویند.

F. نور یک موج است، زیرا نور نیز مانند موج‌های سطحی آب، موج‌های صوتی و همه انواع موج های دیگر..... می‌کند.

G. نوارهای روشن و تاریک روی پرده که ناشی از تداخل های سازنده و ویرانگرند، ..... خوانده می‌شود.

H. با استفاده از ..... می‌توان طول موج نور به کار رفته درآزمایش را تعیین کرد.

I. مکان‌هایی در طول ریسمان که در اثر تداخل ویرانگر ساکن هستند، ..... نامیده می‌شوند

J. مکانهایی که دامنه موج برایند دراثر تداخل سازنده بیشینه است، را ..... می‌گویند.

K. فاصله گره‌های مجاور از هم برابر با ..... و بنابراین فاصله گره‌ها از شکم های مجاور برابر با ..... است.

L. همیشه موج‌های تابیده و بازتابیده در محل گره‌ها ..... و درمحل شکم‌ها ..... هستند.

تمرین۴۷. در یک تشت موج، مطابق شکل زیر، موج تختی ایجاد شده‌است. توضیح دهید با باریک کردن شکاف‌ها چه شکلی برای جبهه‌های موج خروجی از آنها حاصل می‌شود. (تمرین۱۵ کتاب)

تمرین۴۸. گوشی‌های همراه با امواج رادیویی با بسامد حدود ۲GHz کار می‌کنند. توضیح دهید این امواج تحت چه شرایطی از موانع پراشیده می‌شوند و به منطقه سایه مانع می‌رسند. (تمرین۱۶ کتاب)

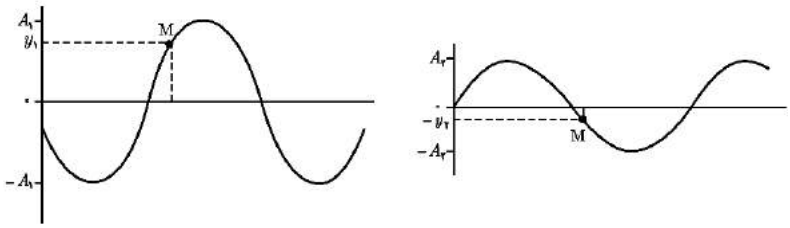
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۴-۴ تداخل امواج

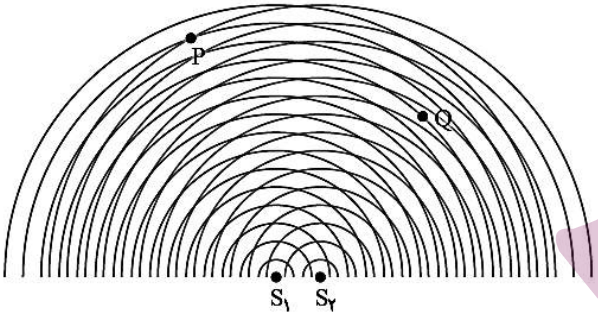
تمرین۴۹. در شکل‌های زیر، وقتی موج ۱ بر موج ۲ برهم نهاده شود شکل موج برهم نهاده را رسم کنید. (تمرین۱۷ کتاب)

تمرین۵۰. شکل‌های زیر نمودار جابه‌جایی- مکان دو موج را در لحظه معیّنی نشان می‌دهد. جابه جایی برایند نقطه M در این لحظه چقدراست؟ (تمرین۱۸ کتاب)

@GanjBeGanj-Darsi



تمرین۵۱. دو چشمه◌ نقطه‌ای S_1 و S_2 به طور هم زمان، با بسامد یکسان، و همگام با یکدیگر در یک تشت موج نوسان می‌کنند و جبهه‌های موجی را مطابق شکل زیر به وجود می‌آورند. توضیح دهید دامنه◌ موج برایند در نقطه های P و Q چگونه است؟(تمرین۱۹ کتاب)



تمرین۵۲. در آزمایش تداخل صوتی فاصله◌ بین هرنقطه◌ با صدای بالا (L) تا نقطه◌ با صدای ضعیف (S) مجاورش، متناسب با طول موجِ موج صوتی به کار رفته در این آزمایش است. برای آنکه این آزمایش به سادگی انجام پذیر باشد باید فاصله◌ نقطه های L و S مجاور نه خیلی زیاد، و نه خیلی کم باشد. الف) بسامد صوت گسیل شده از بلندگوها را چگونه تغییر دهیم تا نقطه های L و S مجاور به هم نزدیک شوند؟ ب) بسامد صوت گسیل شده از بلندگوها را چگونه تغییر دهیم تا نقطه های L و S مجاور از هم دور شوند؟(تمرین۲۰ کتاب)

تمرین۵۳. در آزمایش یانگ، الف) اگر آزمایش را به جای نور تکفام سبز با نور تکفام قرمز انجام دهیم پهنای هر نوار تاریک یا روشن چه تغییری می‌کند؟ ب) اگر آزمایش را به جای آنکه در هوا انجام دهیم، در آب انجام دهیم، پهنای هر نوار تاریک یا روشن چه تغییری می‌کند؟(تمرین۲۱ کتاب)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرین۵۴. تاری که بین دو تکیه گاه محکم شده است در هماهنگ اول خود با بسامد f به نوسان درمی‌آید. شکل روبرو جابه جایی تار در t=۰ را نشان می‌دهد. الف) جابه جایی تار را در $t = \frac{1}{4f}$ و $t = \frac{1}{2f}$ رسم کنید. ب) فاصله◌ بین تکیه گاه ها ۱/۰m است .اگر تندی موج عرضی درتار۲۴۰m/s باشد، بسامد نوسان تار چقدر می شود؟(تمرین۲۲ کتاب)

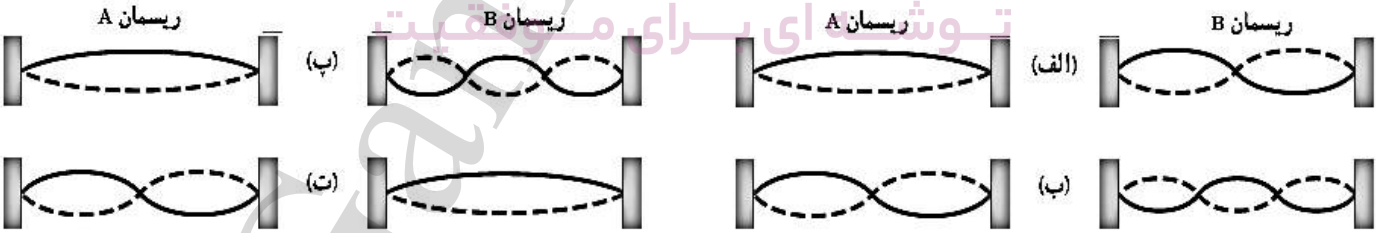
@GamgeGam-Darsi

تمرین۵۵. تار ویولنی که طول آن ۱۵cm است و در دو انتها بسته شده‌است، در مُد n=۱ خود نوسان می‌کند. تندی موج عرضی در این تار۲۵۰m/s و تندی صوت در هوا ۳۴۸m/s است. الف) بسامد و ب) طول موجِ امواج صوتی گسیل شده از تار چقدراست؟(تمرین۲۳ کتاب)

تمرین۵۶. اگر بسامد اصلی یک تار ویولن به جرم ۸۰۰mg و طول ۲۲/۰cm برابر ۹۲۰Hz باشد، الف) تندی موج عرضی در این تار را به دست آورید. ب) کشش تار چقدر است؟ پ) برای بسامد اصلی، طول موجِ موج عرضی در تار و طول موجِ امواج صوتی گسیل شده توسط تار چقدر است؟ تندی صوت در هوا را ۳۴۰m/s بگیرید. (تمرین۲۴ کتاب)

تمرین۵۷. تار ویولنی به طول ۳۰/۰cm و چگالی خطی جرمی ۰/۶۵۰g/m در نزدیکی بلندگویی قرار داده شده‌است که توسط یک نوسان ساز صوتی با بسامد متغیر به کار می‌افتد. معلوم شده‌است وقتی بسامد نوسان ساز در گستره ۵۰۰-۱۵۰۰Hz تغییر می‌کند تار فقط هنگامی به نوسان در می‌آید که بسامد آن ۸۸۰Hz و ۱۳۲۰Hz باشد. الف) چه پدیده‌ای سبب به نوسان درآمدن تار شده است؟ ب) بسامد اصلی تار چقدر است؟ پ) کشش تار چقدر است؟(تمرین۲۵ کتاب)

تمرین۵۸. ریسمان‌های A و B، طول و چگالی خطی جرمی یکسانی دارند، ولی ریسمان B تحت کشش بیشتری نسبت به ریسمان A قرار دارد. شکل زیر چهار وضعیت (الف) تا (ت) را نشان می‌دهد که در آنها نقش‌های موج ایستاده در دو ریسمان وجود دارند. در کدام وضعیت‌ها، احتمال دارد که ریسمان‌های A و B در بسامد تشدیدی یکسانی نوسان کنند؟(تمرین۲۶ کتاب)

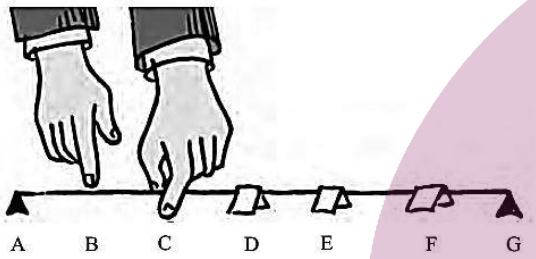


تمرین۵۹. در یک تار دو سر بسته، یکی از بسامدهای تشدیدی ۳۲۵ Hz و بسامد تشدیدی بعدی ۳۹۰Hz است. بسامد تشدیدی پس از ۱۹۵Hz این تار چیست؟ (تمرین۲۷ کتاب)

@GamBeGam-Darsi
ایران توشن
توشه‌ای برای موفقیت

تمرین۶۰. رشته‌ای از بسامدهای تشدیدی یک تار با دو انتهای بسته عبارت‌اند از: ۵۰Hz، ۲۲۵Hz، ۳۰۰Hz، ۳۷۵Hz. در این رشته یک بسامد (کمتر از ۴۰۰Hz) جا افتاده‌است. الف) این بسامد کدام است؟ ب) بسامد هماهنگ هفتم چقدر است؟(تمرین۲۸ کتاب)

تمرین۶۱. در شکل نشان داده شده، نقاط A، B، C، D، E، F و G در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. تار را در نقطه C به آرامی می‌گیریم، طوری که نوسان‌های بخشی از تار که سمت چپ نقطه C است، بتواند به سمت راست این نقطه منتقل شود. اکنون تار را در نقطه B می‌نوازیم. بدین ترتیب موج ایستاده‌ای در طول تار تشکیل می‌شود، به طوری که در نقطه‌های A و C گره و در نقطه B شکم آن قرار دارد. به گمان شما برای کاغذهای تاشده‌ای که در نقاط D،E و F قرار دارند، چه رخ می‌دهد؟(تمرین۲۹ کتاب)



تمرین۶۲. وقتی گالن آبی را خالی می‌کنیم، با خالی شدن آب صدای گلوپ گلوپی را می‌شنویم. موقع خالی شدن گالن بسامد این صدا کمتر می‌شود (صدای بَم تر) یا بیشتر (صدای زیرتر)؟ چرا؟(تمرین ۳۰ کتاب)

تمرین۶۳. در گذشته برای آگاه کردن کشتی‌ها از خطر صخره‌ها، درصدف‌های حلزونی می‌دمیدند. امروزه بیشتر برای جشن‌ها و شادی‌ها در آنها می‌دمند. چگونه این صدف‌ها می‌توانند چنین صدایی ایجاد کنند؟(تمرین۳۱ کتاب)

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

پاسخ جاگذاری کلمات سری اول

پژواک – شکست – تداخل- زاویه◌ تابش- زاویه◌ بازتابش - قانون بازتاب عمومی -۰/۱s- مکان‌یابی پژواکی- دوپلر- سونار- سونوگرافی- نور مرئی - بازتاب آینه‌ای یا منظم- بازتاب پخشنده یا نامنظم - خیلی کوچکتر-کاهش- بزرگ‌تر- ضریب شکست- ضریب شکست - بیشتر

پاسخ جاگذاری کلمات سری دوم

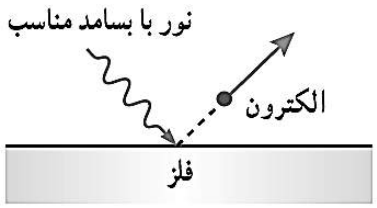
پراش- طول موج - اصل برهم نهی امواج- تداخل- تداخل سازنده- تداخل ویرانگر- تداخل- نقش تداخلی - آزمایش یانگ- گره- شکم- نصف طول موج ($\lambda/2$)- ربع طول موج ($\lambda/4$) - کاملاً ناهم‌فاز (در فاز مخالف) - هم‌فاز(در فاز موافق)

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

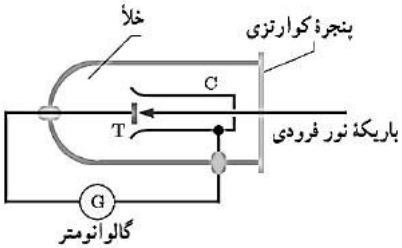
فصل پنجم: آشنایی با فیزیک اتمی

حوزه‌های فیزیک، از جمله مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک و نظریه○ الکترومغناطیس ماکسول امروزه به نام فیزیک کلاسیک شناخته می‌شود. نسبیت خاص(مربوط به مطالعه○ پدیده‌ها در تندی‌های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندی نور)، نظریه○ نسبیت عام (مربوط به مطالعه○ هندسه○ فضا زمان و گرانش) و نظریه○ کوانتومی (مربوط به مطالعه○ پدیده ها در مقیاس های بسیار کوچک، مانند اتم ها و ذره های سازنده○ آنها) سه نظریه فیزیک جدید هستند.

۵-۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون



وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند. این پدیده○ فیزیکی را، **اثر فوتوالکتریک** و الکترون های جدا شده از سطح فلز را **فوتوالکترون** می‌نامند. در اثر فتوالکتریک الکترون‌ها، انرژی نور فرودی را جذب می‌کنند و از سطح فلز خارج می‌شوند.



برای بررسی اثر فوتوالکتریک از دستگاهی مطابق شکل روبرو استفاده می‌شود:
در اثر فوتوالکتریک، نوری تکفام با بسامدی به قدر کافی بالا، الکترون‌ها را از سطح صفحهٔ فلزی T بیرون می‌آورد. این فوتوالکترون‌ها، به طرف جمع کنندهٔ C می‌روند و جریانی را در مدار به وجود می‌آورند.
با افزایش شدت این نور، گالوانومتر عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد، حال آنکه آزمایش نشان می‌دهد که اگر بسامد نور فرودی از مقدار معیّنی کمتر باشد، هر چقدر هم که شدت نور فرودی افزایش یابد این پدیده رخ نمی‌دهد و گالوانومتر عبور جریانی را نشان نمی‌دهد.

توجیه فیزیک کلاسیک دربارهٔ فتوالکتریک: هنگام برهم کنش موج الکترومغناطیس (نور فرودی) با سطح فلز، میدان الکتریکی این موج، نیروی $F=-eE$ به الکترون‌های فلز وارد کند و آنها را به نوسان وادارد. به این ترتیب، وقتی دامنه○ نوسان برخی از الکترون ها به قدر کافی بزرگ شود انرژی جنبشی لازم را برای جدا شدن از سطح فلز پیدا می‌کنند.

مشکل فیزیک کلاسیک در توجیه اثر فتوالکتریک:

۱) بنا به این دیدگاه کلاسیکی، این پدیده باید با هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست.
۲) یکی دیگر از پیامدهای نظریه○ الکترومغناطیسی ماکسول این است که شدت نور با مربع دامنه○ میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است ($I \propto E^2$). به این ترتیب انتظار می‌رود به ازای یک بسامد معیّن، اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترون ها با انرژی جنبشی بیشتری از فلز خارج شوند، نتیجه ای که تجربه آن را تأیید نمی کند.

اینشتین در نظریه○ فوتوالکتریک فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بسته○ انرژی، که بعدها **فوتون** نامیده شد، دارای انرژی‌ای است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = hf \quad \Rightarrow^{\text{یا}} \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

در این رابطه h **ثابت پلانک** نامیده می شود و به طور تجربی معلوم شده است که مقدار آن $h = ۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\,J.s$ است.
در حالت کلی $E = nhf$ که n یک عددِ صحیحِ مثبت است و معرّفِ تعدادِ کوانتوم‌هایِ انرژی (hf) می‌باشد و عددِ کوانتومی نام دارد.

❖ با مقیاسِ بزرگ انرژی را با یکایِ ژول می‌سنجیم. (ژول برابرِ انرژیِ بارِ ۱کولنی، تحتِ ولتاژِ ۱ولت است $U = qV$). در قلمروِ اتمی، ژول یکایِ بزرگی است و معمولاً از یکایِ کوچک تری به نامِ الکترون ولت (eV) استفاده می‌کنیم که با عبارتِ مقدارِ انرژیِ یک الکترون تحتِ ولتاژِ ۱ولت، تعریف می شود.

$$۱eV = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,J$$

❖ ثابت پلانک برحسب eV.s برابر است با $h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s$

❖ کمیت hc در بسیاری از محاسبه‌های این فصل لازم است. با جاگذاری مقادیر آن داریم:

$$hc = 6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8} = 19.9\times10^{-26}\,J.m$$

@CamelDarsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

اگر h را برحسب $eV.s$ و سرعت نور را برحسب nm برثانیه بنویسیم داریم: $hc = 1240eV.nm$ *(بهتر است حفظ شود.)*

تفسیرِ کوانتومیِ پدیده‌ی فوتوالکتریک (نظریه‌ی اینشتین): هنگامی که نور به سطحِ فلز می تابد، یک فوتون با انرژیِ hf ، به طورِ کامل توسّطِ فقط یک الکترون جذب شده و انرژیِ خود را به الکترون می دهد، بخشی از انرژی صرف کندن الکترون شده (W) و باقی مانده صرف انرژی جنبشیِ فوتوالکترونِ گسیل شده از سطحِ فلز می‌شود.(K)

$hf = W + K$ قانون پایستگی انرژی در اثر فوتو الکتریک

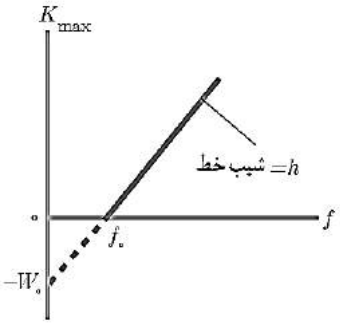
W کار(انرژی) لازم برای خارج کردن الکترون‌ها از سطح یک فلز و K انرژی جنبشی آنها پس از جدا شدن از سطح آن فلز است. انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌های گسیل شده از آن برابر خواهد بود با:

$K_{max} = hf - W_o$ (معادله فوتو الکتریک)

W_0 را **تابع کار فلز** می‌نامند که به جنس فلز بستگی دارد و کمینه کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از یک فلز معیّن است.

بسامد قطع f_o (طول موج قطع λ_o): کمترین بسامدی (بلندترین طول موج) که می تواند اثر فتوالکتریک را ایجاد کند. در این بسامد (طول موج) انرژیِ فوتون درست به اندازه ای است که بتواند فوتوالکترون را از جا بکَند و اضافه بر این چیزی نمی ماند که به شکلِ انرژیِ جنبشی ظاهر شود. **اگر f کم‌تر از f_o باشد** (**بزرگ تر از** λ_0 λ) تک تکِ فوتون ها، انرژیِ کافی برایِ کَندنِ فوتوالکترون نخواهند داشت و هیچ فرقی هم نمی کند که تعدادِ آن ها چقدر باشد، یعنی هیچ فرقی نمی کند که تابشِ نور چقدر شدید باشد.

$$K_{\max} = 0 \quad \Rightarrow \quad hf_o = W_o \quad \Rightarrow \quad f_o = \frac{W_o}{h} \quad \Rightarrow \quad \lambda_o = \frac{hc}{W_o}$$

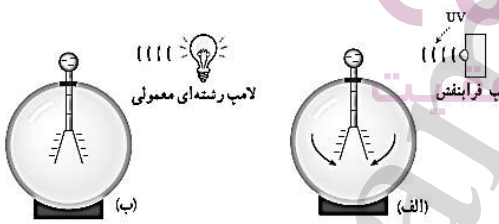


نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون ها بر حسب بسامد نور فرودی به صورت شکل روبروست. وقتی بسامد نور فرودی بزرگ تر از f_0 یا مساوی با آن باشد فوتون ها می توانند الکترون ها را از فلز خارج کنند. در **بسامد آستانه** الکترون بدون هیچ انرژیِ جنبشی‌ای در آستانه ترک فلز است.

$f_o = \frac{W_o}{h}$ (بسامد آستانه فوتو الکترون ها) $\qquad \lambda_o = \frac{hc}{W_o}$ (طول موج قطع)

شکست مدل موج الکترومغناطیسی در توضیح برخی پدیده‌ها مانند اثر فوتوالکتریک به این معنی نیست که مدل موجی نور باید کنار گذاشته شود. ولی، باید متوجه باشیم که مدل موجی، تمام ویژگی های نور را دربرندارد و به همین دلیل قادر نیست توجیه درستی از تمامی پدیده‌های فیزیکی مرتبط با برهم کنش نور با ماده را ارائه کند.

تمرین۱. اگر بر کلاهک برق نمایی با بار منفی، نور فرابنفشی تابیده شود، مشاهده می‌شود که انحراف ورقه‌های آن کاهش می‌یابد در حالی که با تابش نور مرئی، تغییری در انحراف ورقه‌های برق نما رخ نمی‌دهد. علت این پدیده را توضیح دهید.



تمرین۲. تابشی با بسامد معیّن باعث می شود تا فوتوالکترون هایی سطح فلز ۱ را ترک کنند، ولی ازسطح فلز۲ خارج نشوند. انرژی فوتون های فرودی را با تابع کار فلزها مقایسه کنید. (پرسش ۵-۱)

تمرین۳. یک چشمه نور مرئی با توان ۱۰۰W ، فوتون هایی با طول موج λ=۵۵۰nm گسیل می کند. الف) انرژی هر فوتون را برحسب الکترون ولت محاسبه کنید. ب) چه تعداد فوتون در هر ثانیه از این چشمه نور گسیل می‌شود؟ (مثال ۵-۱)

@CanalDarsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرین۴. الف) تابع کار طلا برابر $۵/۲۰eV$ است. بسامد کمینه نور برای خارج کردن الکترون‌ها از سطح این فلز را پیدا کنید. ب) طول موج آستانه (طول موج متناظر با بسامد آستانه f_o) را به دست آورید. (مثال ۵-۲)

تمرین۵. نوری با طول موج ۲۴۰nm به سطحی از جنس تنگستن با تابع کار ۴/۵۲eV می‌تابد. الف) بسامد نور فرودی و بسامد آستانه را برای تنگستن پیدا کنید. ب) بیشینه تندی فوتوالکترون های خارج شده از تنگستن را حساب کنید. (جرم الکترون را $۹/۱۱\times۱۰^{-۳۱}kg$ بگیرید). (مثال ۵-۳)

تمرین۶. طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معیّن برابر ۲۵۴nm است. الف) تابع کار این فلز برحسب الکترون ولت چقدر است؟ ب) توضیح دهید که آیا اثر فوتوالکتریک به ازای طول موج های کوچک تر، مساوی یا بزرگ تر از۲۵۴nm مشاهده خواهد شد. (تمرین ۵-۱)

تمرین۷. در پدیده فوتوالکتریک برای فلز روی، الف) بلندترین طول موجی را پیدا کنید که سبب گسیل فوتوالکترون ها می‌شود. ب) وقتی نوری با طول موج ۲۲۰nm با سطح این فلز برهم کنش کند، بیشینه تندی فوتوالکترون ها چقدر است؟ (تمرین ۵-۲)

پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۵ (بخش اول)

۵-۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون

تمرین۸. در جای خالی کلمات مناسب بگذارید

A. حوزه‌های فیزیک، از جمله مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک و نظریه الکترومغناطیس ماکسول امروزه به نام ..... شناخته می‌شود.

B. نظریه ..... مربوط به مطالعه پدیده‌ها در تندی‌های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندی نور است.

C. نظریه ..... مربوط به مطالعه هندسه فضا زمان و گرانش است.

D. نظریه ..... مربوط به مطالعه پدیده ها در مقیاس های بسیار کوچک، مانند اتم ها و ذره های سازنده آنها است.

E. وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند که به آنها ..... می‌گویند.

F. در ..... الکترون‌ها، انرژی نور فرودی را جذب می‌کنند و از سطح فلز خارج می‌شوند.

G. اینشتین در نظریه فوتوالکتریک فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی به نام ..... در نظر گرفت.

H. انرژی هر فوتون از رابطه‌ی ..... به دست می‌آید.

I. ..... کمترین بسامدی است که می‌تواند اثر فتوالکتریک را ایجاد کند.

J. ..... کمینه کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از یک فلز معیّن است.

تمرین۹. یک لامپ حاوی گاز کم فشار سدیم، فوتون‌هایی با طول موج ۵۸۹nm گسیل می‌کند. الف) بسامد و انرژی فوتون‌های گسیلی را حساب کنید. انرژی را بر حسب ژول و همچنین الکترون ولت بیان کنید. ب) فرض کنید توان تابشی مفید لامپ ۰/۵W است. در هردقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟ (۱کتاب)

@CanBeGam-Darsi
ایران توفیق
تلاشی برای موفقیت

تمرین۱۰. توان باریکه نور خروجی یک لیزر گازی هلیم نئون ۵/۰mW است. اگر توان ورودی این لیزر ۵۰/۰W باشد الف) بازده لیزر را حساب کنید. ب) اگر طول موج باریکه نور خروجی ۶۳۳nm باشد، شمارفوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می‌شود. (۲کتاب)

تمرین۱۱. یک لامپ رشته‌ای با توان ۱۰۰W از فاصله یک کیلومتری دیده می شود. فرض کنید نور لامپ به طور یکنواخت در فضای اطراف آن منتشر می‌شود و بازده لامپ ۵ درصد است (یعنی ۵W تابش مرئی گسیل می‌کند) و فقط ۱ درصد این تابش دارای طول موجی در حدود ۵۵۰nm است. در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول موج وارد مردمک‌های چشم ناظری می‌شود که در این فاصله قرار دارد؟ (قطر مردمک را ۲mm در نظر بگیرید). (۳کتاب)

تمرین۱۲. شدت تابشی خورشید در خارج جو زمین حدود $1360\ W/m^2$ است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر $1m^2$، مقدار انرژی ۱۳۶۰J می‌رسد. وقتی این تابش به سطح زمین می‌رسد مقداری زیادی ازشدت آن، به علت جذب در جو و ابرها از دست می‌رود. اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر متر مربع حدود $300\ W/m^2$ باشد، در هر ثانیه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول موج متوسط فوتون‌ها را ۵۷۰nm فرض کنید. (۴کتاب)

تمرین۱۳. الف) منظور از اثر فوتوالکتریک چیست؟ب) توضیح دهید نظریه کوانتومی تابش که توسط اینشتین مطرح شد و در آن نور به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظرگرفته شد چگونه به تبیین اثر فوتوالکتریک کمک کرد؟ پ) معادله مربوط به اثر فوتوالکتریک به صورت $K_{max}=hf-W_o$ بیان می شود. سه بخش این معادله را به طور جداگانه توضیح دهید. (۵کتاب)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تمرین۱۴. توضیح دهید برای یک فلز معیّن، تغییر هر یک از کمیت‌های زیر چه تأثیری در نتیجه اثر فوتوالکتریک دارد. الف) افزایش یا کاهش بسامد نور فرودی نسبت به بسامد آستانه ب) افزایش شدت نور فرودی در بسامدهای کوچک تر از بسامد آستانه پ) کاهش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگ تر از بسامدآستانه(۶کتاب)

تمرین۱۵. حداقل انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از سطح فلزسدیم برابر ۲/۲۸eV است. الف) طول موج آستانه برای گسیل فوتوالکترون از سطح فلز سدیم چقدر است و با مراجعه به شکل۵-۶ معلوم کنید این طول موج مربوط به چه رنگی است؟ ب) آیا فوتون هایی با طول موج ۶۸۰nm قادر به جدا کردن الکترون از سطح این فلز هستند؟(۷کتاب)

@GamBeGam-Darsi

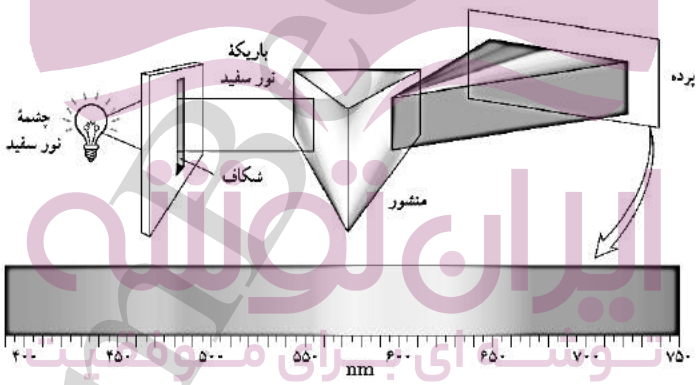
تمرین۱۶. تابش فرابنفشی با طول موج ۲۰۰nm بر سطح تیغه‌ای از جنس نیکل با تابع کار ۴/۹۰eV تابیده می‌شود. بیشینه تندی فوتوالکترون‌های جدا شده از سطح نیکل را حساب کنید. (۸کتاب)

تمرین۱۷. هر گاه بر سطح فلزی نوری با طول موج ۴۲۰nm بتابد بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده حدود ۰/۵۰eV است. بسامد آستانه برای گسیل فوتوالکترون‌ها از سطح این فلزچقدر است؟(۹کتاب)

۵-۲ طیف خطی

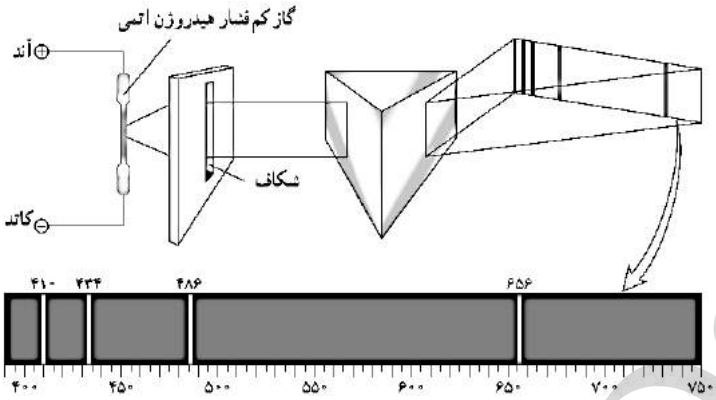
همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن **تابش گرمایی** گفته می‌شود. اجسام در دماهای بالا از سطح خود نور مرئی گسیل می‌کنند. در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فروسرخ طیف قرار دارد.

برای یک جسم جامد، نظیر رشته داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گستره پیوسته‌ای از طول موج‌هاست که آن را **طیف گسیلی پیوسته** یا به اختصار **طیف پیوسته** می‌نامند. تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده آن است.



گازهای کم فشار و رقیق، که اتم های منفرد آنها از برهم کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول موج های معیّنی است. این طیف گسسته را، معمولاً **طیف گسیلی خطی** یا به **اختصار طیف خطی** می‌نامند و طول موج های ایجادشده در آن، برای اتم های هر گاز منحصر به فرد هستند و سرنخ های مهمی را درباره نوع و ساختار اتم های آن گاز به دست می‌دهند.

@Gam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت



- طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.
- طیفِ خطیِ هر عنصر، مانندِ اثرِ انگشتِ انسان‌ها، از ویژگی‌هایِ منحصر به فردِ هر اتم است. لذا به کمکِ طیف‌نمایی میتوان عناصر را از هم تشخیص داد.
- طیفِ گسیلیِ اجسامِ جامدِ ملتهب، پیوسته و مانندِ هم می‌باشند. لذا به کمکِ این طیف نمی‌توان عناصر را از یکدیگر تشخیص داد.
- این که چرا هر عنصر طول موج های خاص خود را تابش می کند و این که چرا هر عنصر تنها طول موج های خاصی را جذب می‌کند و بقیه‌ی طول موج‌ها را جذب نمی‌کند از دیدگاه فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیست.

رابطه‌ی ریدبرگ: طولِ موجِ تمامیِ خطوطِ طیفِ اتمِ ئیدروژن را با استفاده از رابطه‌ی زیر که به رابطه‌ی ریدبرگ مشهور است، به دست آورد:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad , \quad R_H = 0/0111(nm)^{-1}, \quad n' < n$$

که در آن R_H ثابتِ ریدبرگ برایِ اتمِ ئیدروژن نامیده می‌شود. n شماره‌ی تراز بالاتر است که الکترون ابتدا رویِ آن قرار داشته و n' شماره‌ی تراز پایین‌تر است که الکترون رویِ آن فرود می‌آید. دقّت کنید که طولِ موج در این رابطه، برحسبِ نانومتر است.

- به ازای هر مقدار معین n'، مجموعه‌ی طول موج‌های به دست آمده از رابطه‌ی ریدبرگ- بالمر را یک رشته می‌نامند.
- به ازایِ کوچک‌ترین مقدارِ ممکنِ n (یعنی n'+۱) در هر رشته، بلندترین طولِ موجِ خطوطِ آن رشته یا حدّ بالایِ رشته به دست می‌آید.
- هر چه n بزرگتر باشد، طولِ موج‌هایِ کوتاهتری می‌شوند پس، به ازایِ $n \to \infty$، کوتاهترین طولِ موجِ خطوطِ هر رشته یا حدّ پایینِ رشته پیدا می‌شود.

$$n = \infty \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda_{min}} = R_H\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{\infty}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{n'^2}{R_H} \qquad n = n'+1 \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda_{max}} = R_H\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+1)^2}\right)$$

به ازای n'=۲ رشته بالمر به دست می آید که در ناحیه مرئی طیف قرار دارد.

نام رشته	مقدار n'	رابطه‌ی ریدبرگ	مقدارهای n	گستره‌ی طول موج
لیمان	n' =۱	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۲,۳,۴ ...	فرابنفش
بالمر	n' =۲	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۳,۴,۵ ...	فرابنفش و مرئی
پاشن	n' =۳	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۴,۵,۶ ...	فرو سرخ
براکت	n' =۴	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۵,۶,۷ ...	فرو سرخ
پفوند	n' =۵	$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	n =۶,۷,۸ ...	فرو سرخ

تمرین۱۸. طول موج های اولین و دومین خط های طیفی اتم هیدروژن در رشته براکت را به دست آورید و تعیین کنید که این خط ها در کدام گستره طول موج های الکترومغناطیسی واقع‌اند. (مثال ۵-۴)

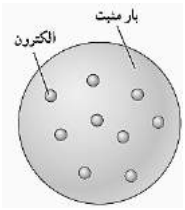
@GaniBarsi
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

تمرین۱۹. کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در رشته‌ی پفوند ($n'=5$) هیدروژن اتمی را به دست آورید. (مثال۵-۵)

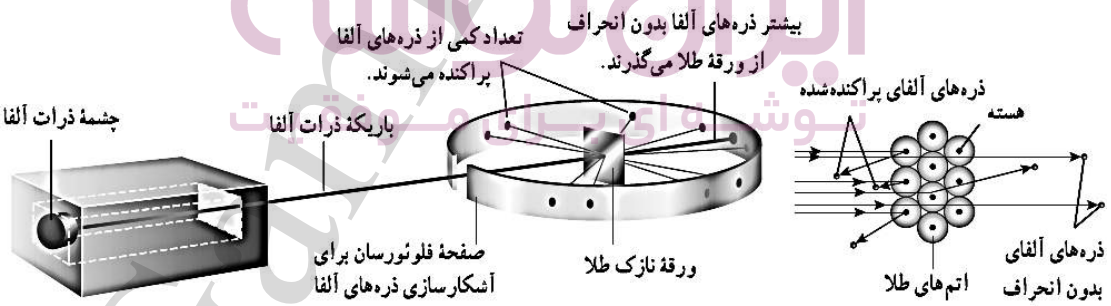
تمرین۲۰. طول موج‌های اولین و دومین خط‌های طیفی اتم هیدروژن در رشته‌ی پاشن را به دست آورید و تعیین کنید که این خط‌ها در کدام گستره‌ی طول موج های الکترومغناطیسی واقع‌اند. (تمرین ۵-۳)

۵-۳ مدل اتم رادرفورد- بور

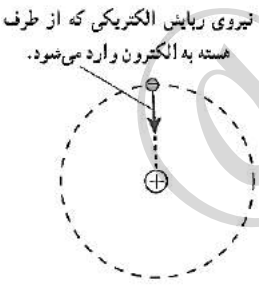
مدل اتمی تامسون (مدل کیک کشمشی): جوزف تامسون موفق به کشف الکترون و اندازه گیری نسبت بار به جرم (e/m) آن شد. در مدل تامسون، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده‌است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی هم می‌گویند. در مدل اتمی تامسون، وقتی الکترون ها با بسامدهای معیّنی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود. بسامدهای تابش گسیل شده از اتم، که مدل اتمی تامسون پیش بینی می‌کرد، با نتایج تجربی سازگار نبود.



نتیجه آزمایش رادرفورد: ارنست رادرفورد باریکه‌ای ازذره‌های دارای بار مثبت (هسته‌ی اتم هلیم یا ذره‌ی آلفا) بر سطح ورقه‌ای نازک از جنس طلا فرو تاباند و نتیجه گرفت باید هسته‌ای چگال و دارای بار مثبت در مرکز هراتم باشد.



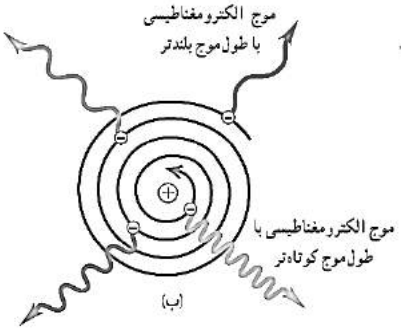
بنا بر مدل رادرفورد (**مدل هسته‌ای اتم**)، اتم دارای یک هسته‌ی بسیار چگال و کوچک (10^{-15}= شعاع هسته) و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله هایی به نسبت دور احاطه شده است.



مدلِ اتمیِ رادرفورد: در این مدل، همه ی بارِ مثبتِ اتم، در یک ناحیه‌ی مرکزی با حجمِ بسیار کوچکی به نامِ هسته، متمرکز شده و اطرافِ آن را الکترون ها با بارِ منفی در فاصله ای زیاد احاطه کرده‌اند، به گونه‌ای که می‌توان گفت: فضایِ بینِ الکترون ها خلأ، می‌باشد.

اشکالاتِ مدلِ اتمیِ رادرفورد:

۱) اگر الکترون ها در اطرافِ هسته، ساکن باشند، نیرویِ جاذبه ی الکتریکیِ بینِ هسته و الکترون‌ها، باعث می شود الکترون رویِ هسته سقوط کند. یعنی ساختارِ داخلیِ اتم، فرو می‌ریزد، در صورتی که اتم پایدار است.



۲) اگر الکترون‌ها، مانندِ سیّاره‌هایِ منظومه‌ی خورشیدی،که به دورِ خورشید در حرکتند، به دورِ هسته در گردش باشند، طبقِ نظریه ی فیزیکِ کلاسیک که هر ذرّه ی بارداِر شتاب دار، نور گسیل می‌کند، چون الکترون به طورِ پیوسته شتاب دارد و طبقِ مبانیِ کلاسیکی، بسامدِ موجِ گسیل شده با بسامدِ دورانِ الکترون برابر است، لذا بایستی به طورِ پیوسته نور گسیل کند و چون انرژی از دست می‌دهد، شعاعِ مداریِ آن به طورِ پیوسته کاهش یافته و در نتیجه بسامدِ آن به طورِ پیوسته زیاد شده و درنهایت، مارپیچ وار به داخلِ هسته سقوط می کند، یعنی طیفِ اتمی بایستی پیوسته بوده و اتم پایدار نباشد، در صورتی که طیفِ اتمی، گسسته است و اتم پایدار می‌باشد.

نتیجه: الگویِ اتمیِ رادرفورد از دو ایرادِ عمده رنج می‌برد:

۱) نمی‌تواند پایداریِ حرکتِ الکترون‌ها در مدارهایِ اتمی و در نتیجه پایداریِ اتم‌ها را توضیح دهد.

۲) قادر به توجیهِ طیفِ گسسته‌ی اتمی نیست.

موفقیت‌های مدل اتمی بور چیست؟

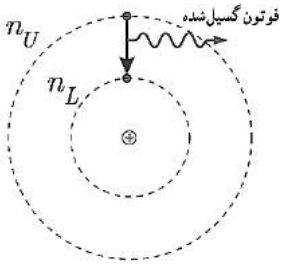
۱) بور مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد که مسئله○ ناپایداری اتم را در مدل رادرفورد حل می‌کرد. ۲) معادله○ ریدبرگ برای طیف خطی اتم هیدروژن را به دست می‌آورد.

اصول مدل اتمی بور به صورت زیر است:

۱- مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی های گسسته○ معیّنی مجاز هستند.

۲- وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود. از این رو گفته می‌شود الکترون در **مدار مانا** یا **حالت مانا** قرار دارد.

۳- الکترون می‌تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر E_U به یک حالت مانا با انرژی کمتر E_L ک فوتون تابش می‌شود.



(شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن) $(r_n = a_o n^2 \quad n = 1,2,3,... \quad , \quad a_o = 0/5A)$

(ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن)

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} = -\frac{E_R}{n^2} \qquad E_R = 2/17\times10^{-18}\,J = 13/6eV$$

در این روابط n **عدد کوانتومی** نامیده می‌شود. a_o شعاع کوچک ترین مدار در اتم هیدروژن که **شعاع بور** برای اتم هیدروژن نامیده می‌شود.

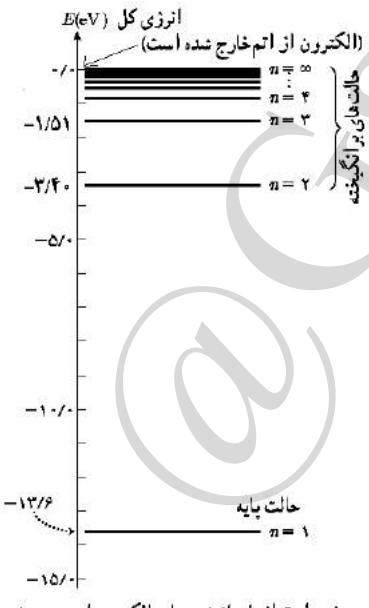
انرژی الکترون در n=۱ برابر $E_1=-13/6eV$ است که اندازه○ آن رامعمولاً **یک ریدبرگ** می‌نامند و با نماد E_R نشان می‌دهند.

در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است، یعنی:

$$E_U - E_L = hf$$ (معادله○ گسیل فوتون از اتم)

$$E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda}$$

بنا به مدل بور، وقتی الکترونی از مداری با انرژی بیشتر به مداری با انرژی کمتر جهش می‌کند یک فوتون گسیل می شود.



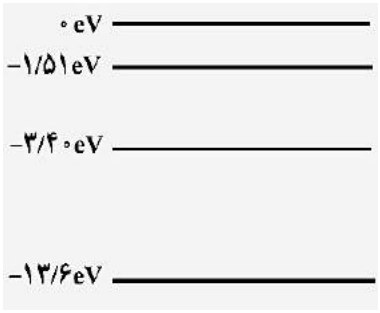
نمودار ترازهای انرژی برای الکترون اتم هیدروژن

پایین‌ترین تراز انرژی، **حالت پایه** نامیده می‌شود تا از ترازهای بالاتر که **حالت‌های برانگیخته** نامیده می‌شوند متمایز باشد. در اتم هیدروژن و در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت پایه قرار دارد. کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه، **انرژی یونش الکترون** نامیده می‌شود. انرژی یونش اتم هیدروژن ۱۳/۶eV است.

@GanjeDanesh
ایران توشه

تمرین۲۱. الکترونی در دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. الف) انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید. ب) وقتی الکترون از این حالت برانگیخته به حالت پایه جهش می کند نمودار تراز انرژی آن را رسم کنید. پ) طول موج فوتون گسیل شده را حساب کنید. (مثال ۵-۶)

تمرین۲۲. شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. الف) کمترین طول موج فوتونی را پیدا کنید که با گذار بین این ترازها به دست می‌آید. ب) اگر الکترون از تراز انرژی $-1/51eV$ به تراز پایه جهش کند طول موج فوتون گسیلی را پیدا کنید. پ) کدام گذار بین دو تراز می تواند به گسیل فوتونی با طول موج $660nm$ منجر شود؟ توجه کنید که این طول موج ها در گستره مرئی است. (تمرین ۵-۴)

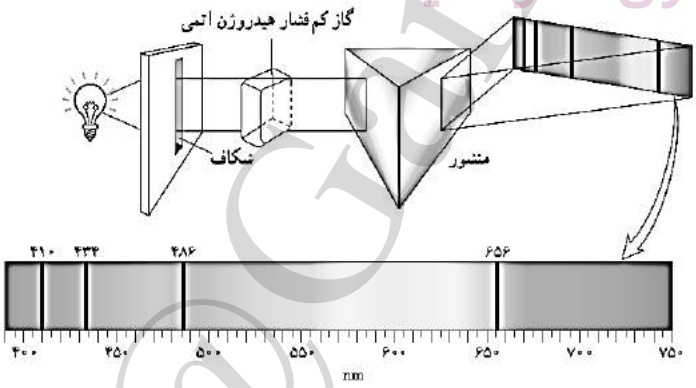


تمرین۲۳. به کمک مدل بور رابطه تجربی ریدبرگ را به دست آورید و طیف خطی هیدروژن اتمی را توجیه کنید.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

فرانهوفر، با مشاهده دقیق طیف خورشید، خطهای تاریک نازکی را در آن کشف کرد. خطهای تاریکی که فرانهوفر در طیف خورشید کشف کرد، ناشی از جذب طول موجهای مربوط به این خطها توسط گازهای جو خورشید و جو زمین پدید می آیند.

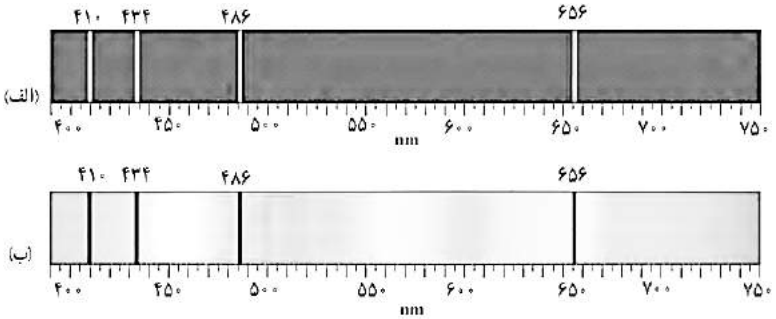
طیف جذبی خطی: برای مشاهدهٔ طیف‌های جذبی، نور یک چشمهٔ نور سفید را از ظرفی حاوی گاز کم فشار هیدروژن اتمی (یا گاز عنصر دیگری) عبور داده و توسط منشور پاشیده می‌شود و طیف آن روی پرده تشکیل می‌شود. خطهای تاریک روی طیف، به طول موجهایی از نور سفید مربوط است که توسط اتم‌های گاز جذب شده‌اند.



مطالعه و مقایسه همچنین طیف های گسیلی و جذبی عنصرهای مختلف نشان می‌دهد که:

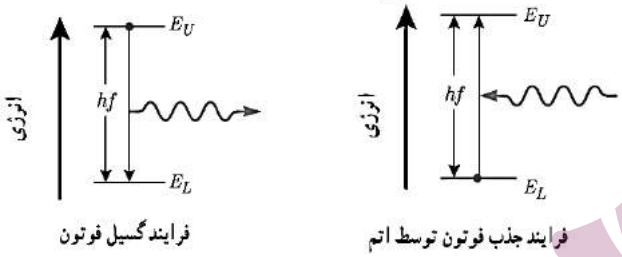
۱) در طیف گسیلی و در طیف جذبی اتم های گاز هر عنصر، طول موج های معیّنی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است. یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

۲) اتم های هر گاز دقیقاً همان طول موج هایی را از نور سفید جذب می کنند که اگر دمای آنها به اندازه کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آنها را تابش می کنند.



بر اساس مدل بور می‌دانیم که خطهای گوناگون در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی وقتی به وجود می‌آیند که الکترون های اتم‌های هیدروژن، که به هر دلیلی برانگیخته شده‌اند، از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر جهش کنند و فوتون‌هایی را گسیل کنند.

الکترون‌ها می‌توانند در جهت عکس گذارکنند، یعنی در فرایندی که **جذب فوتون** خوانده می شود از ترازهای انرژی پایین تر به ترازهای انرژی بالاتر بروند در این حالت، اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می کند.



تمرین۲۴. آیا معادله $E_U - E_L = hf$ برای فرایند جذب فوتون نیز برقرار است؟ (پرسش ۵-۲)

موفقیت های مدل بور: مدل بور تصویری از چگونگی حرکت الکترون‌ها به دور هسته ارائه می‌کند. این مدل در تبیین پایداری اتم، طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی ومحاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن با موفقیت همراه است.

نارسایی‌های مدل بور:

۱) این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می گردد به کار نمی‌رود، زیرا درمدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده‌است.

۲) این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خطهای طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل بور نمی تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.

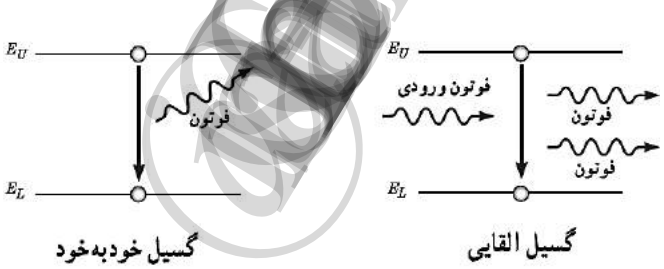
اتم هیدروژن گونه به اتم هایی گفته می شود که تنها یک الکترون دارند.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۵-۴ لیزر

وقتی یک الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین تر جهش می‌کند یک فوتون گسیل می‌شود. فرایند گسیل می‌تواند به صورت **گسیل** خود به خود و یا **گسیل القایی** باشد.

در گسیل خود به خود فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود. درحالی که در گسیل القایی یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک (یا القا) می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین‌تر برود. برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی های دو تراز یعنی E_U-E_L یکسان باشد.

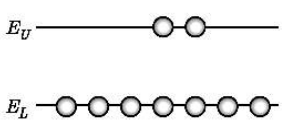


گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد. اول اینکه یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند. دوم اینکه فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. سوم اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این ترتیب فوتون هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند هم بسامد، هم جهت و هم فاز هستند.

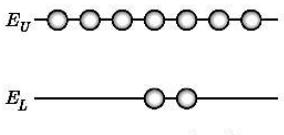
در گسیل القایی یک چشمه انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی از جمله درخش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به **وارونی جمعیت** معروف است.

وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به **ترازهای شبه‌پایدار** نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند.

در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری ($10^{-3}s$) نسبت به حالت برانگیخته معمولی ($10^{-8}s$) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نورلیزر فراهم می‌کند.



به طور معمول و در دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند



در وضعیتی که وارونی جمعیت به وجود آید بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری قرار دارند.

پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۵ (بخش دوم) **۵-۲ ، ۵-۳ و ۵-۴ طیف خطی ، مدل اتم رادرفورد بور و لیزر**

تمرین۲۵. در جای خالی کلمات مناسب بگذارید

A. همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن ..... گفته می‌شود.

B. در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیهٔ ..... طیف قرار دارد.

C. یک جسم جامد، نظیر رشته داغ یک لامپ روشن، گستره پیوسته‌ای از طول موج‌ها را نشر می‌کند که آن را ..... می‌نامند.

D. تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از ..... بین اتم های سازنده آن است.

E. گازهای کم فشار و رقیق، که اتم‌های منفرد آنها از برهم کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند، ..... نشر (گسیل) می‌کنند.

F. طول موج های ایجادشده در ..... ، برای اتم های هر گاز منحصر به فرد هستند.

G. در ..... ، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده‌است و الکترونها در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند.

H. بسامدهای تابش گسیل شده از اتم، که مدل اتمی تامسون پیش بینی می‌کرد، با نتایج تجربی سازگار .....

I. ارنست رادرفورد باریکه‌ای از ..... بر سطح ورقه‌ای نازک از جنس طلا فرو تاباند و نتیجه گرفت باید هسته‌ای چگال و دارای بار مثبت در مرکز هراتم باشد.

J. طبق ..... در هر اتم فقط مدارها و انرژی های گسسته معیّنی مجاز هستند.

K. طبق مدل اتمی بور، وقتی یک الکترون در یکی از ..... است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود.

L. بنا به مدل بور، وقتی الکترونی از مداری با انرژی ..... به مداری با انرژی ..... جهش می‌کند یک فوتون گسیل می شود.

M. پایین‌ترین تراز انرژی، ..... نامیده می‌شود تا از ترازهای بالاتر ..... نامیده می‌شوند متمایز باشد.

N. در اتم هیدروژن و در دمای اتاق، الکترون اغلب در ..... قرار دارد.

O. کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه، ..... نامیده می‌شود.

P. انرژی یونش اتم هیدروژن ..... است.

Q. اگر نور نور سفید را از ظرفی حاوی گاز کم فشار هیدروژن اتمی عبور داده و توسط منشور پاشیده شود، ..... آن روی پرده تشکیل می‌شود.

R. در گسیل خود به خود فوتون در ..... گسیل می‌شود.

S. اساس کار لیز ..... است.

T. فوتون هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند ..... ، ..... و ..... هستند.

U. . در لیزر، اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی شبه پایدار برانگیخته خواهند شد، این حالت به ..... معروف است.

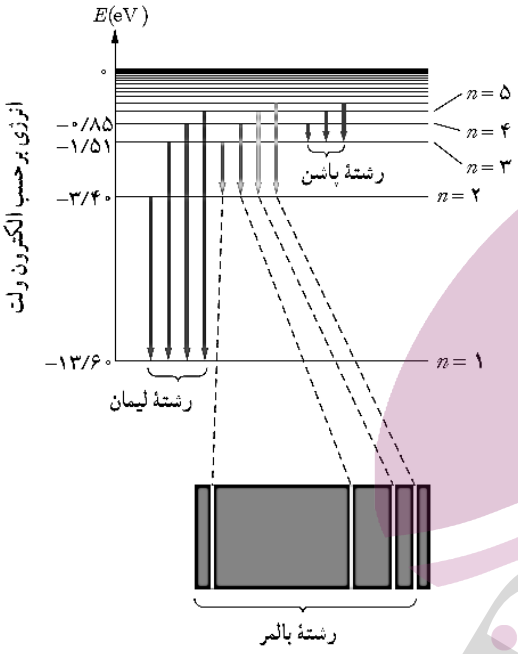
تمرین۲۶. الف) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و درچه مواردی گسسته یا خطی است؟ منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید.

@Ganje-Darsi
ایران توان

(تمرین ۱۰کتاب)

ب) توضیح دهید چگونه می‌توان طیف‌های گسیلی پیوسته و خطی را ایجاد کرد.

تمرین۲۷. شکل روبرو سه رشته◌ طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را روی نمودار تراز انرژی نشان می‌دهد که بر اساس مدل اتمی بور رسم شده است. الف) منظور از n=۱ و انرژی ۱۳/۶۰eV- چیست؟ (تمرین۱۱کتاب)



ب) بر اساس مدل اتمی بور دلیل خطی بودن طیف گسیلی گازهیدروژن اتمی را توضیح دهید.

پ) اختلاف کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را، گستره◌ طول موج‌های آن رشته می‌نامند. گستره◌ طول موج های رشته◌ لیمان (n'=۱) را پیدا کنید.

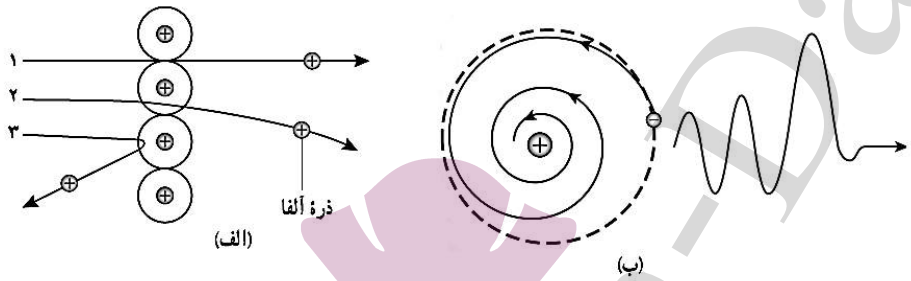
تمرین۲۸. الف) فرایند جذب فوتون توسط اتم را توضیح دهید. (تمرین۱۲کتاب)

ب) با استفاده از مدل بور، چگونه می‌توانید خطهای تاریک درطیف جذبی گاز هیدروژن اتمی را توجیه کنید؟

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

پ) وقتی که نور فرابنفش به بسیاری از مواد تابیده شود، تابش مرئی از خود گسیل می‌کنند. این پدیده فیزیکی نمونه‌ای ازفلوئورسانی است. آزمایش نشان می‌دهد در پدیده فلوئورسانی طول موج‌های گسیل یافته معمولاً برابر همان طول موج نورفرودی یا بزرگ‌تر از آن است. این پدیده را چگونه به کمک مدل بور می‌توانید تبیین کنید؟

تمرین۲۹. مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش‌هایی بود که از پراکندگی ذره‌های آلفا توسط یک ورقه نازک طلا به دست آمده بود (شکل الف) (تمرین۱۳کتاب)



الف) توضیح دهید چرا بیشتر ذره‌های آلفا مانند ذره‌های ۱ و ۲ یا اصلاً منحرف نمی‌شوند یا به مقدار کمی منحرف می‌شوند.

ب) تنها تعداد بسیار کمی از ذره‌ها مانند ذره ۳ منحرف می‌شوند. این امر چه نکته‌ای را درباره ساختار اتم طلا نشان می‌دهد؟

پ) چرا رادرفورد در آزمایش خود از صفحه بسیار نازک طلا استفاده کرده بود؟

ت) شکل ب، به کدام مشکل مدل رادرفورد اشاره دارد؟ در مدل بور چگونه این مشکل رفع شده است؟

تمرین۳۰. با استفاده از رابطه بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن، الف) اختلاف انرژی $\Delta E\ (n_U \to n_L)= E_U - E_L$ را حساب کنید. (تمرین ۱۴کتاب)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

ب) نشان دهید که:

$$\Delta E(۴ \to ۲) = \Delta E(۴ \to ۳) + \Delta E(۳ \to ۲)$$

$$\Delta E(۴ \to ۱) = \Delta E(۴ \to ۲) + \Delta E(۲ \to ۱)$$

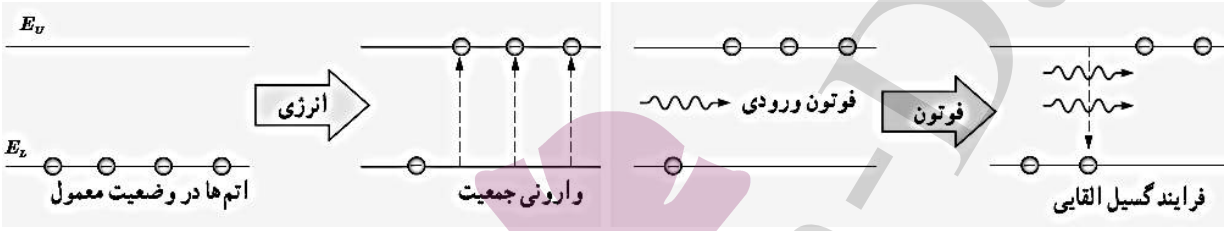
تمرین۳۱. الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n=۵$ قرار دارد. (تمرین ۱۵کتاب)
الف) با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این اتم به حالت پایه برود، امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی‌متفاوت وجود دارد؟

@GanjeGam-Darsi

ب) فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n=1$ مجاز باشند، در این صورت امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

۵-۴ لیزر

تمرین۳۲. شکل زیر فرایند ایجاد باریکه◌ لیزر را به طور طرح وار در۴ مرحله نشان می‌دهد. (تمرین ۱۶)



الف) منظور از عبارت " اتم‌ها در وضعیت معمول" چیست؟

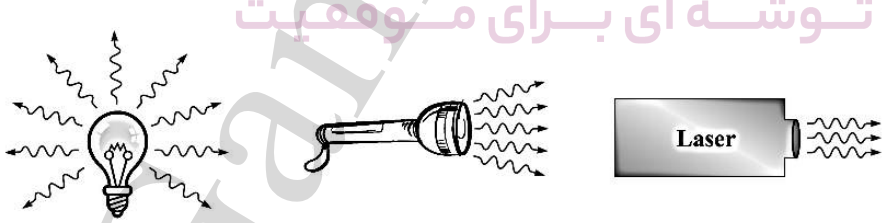
ب) نقش انرژی داده شده چیست و معمولاً این انرژی چگونه تأمین می‌شود؟

پ) منظور از " وارونی جمعیت" چیست؟

ت) انرژی فوتون ورودی چقدر باید باشد تا فرایند گسیل القایی انجام شود؟

ث) فوتون‌هایی که بر اثر فرایند گسیل القایی و جهش الکترون‌ها به تراز پایین تر ایجاد می‌شوند چه ویژگی‌های مشترکی دارند؟

تمرین۳۳. در شکل زیر نحوه◌ گسیل فوتون‌ها از سه چشمه◌ نور شامل لامپ رشته‌ای، چراغ قوه با لامپ رشته‌ای و لیزر با یکدیگرمقایسه شده است. (تمرین ۱۷کتاب)



الف) با توجه به آنچه در این فصل فرا گرفتید تفاوت فوتون‌های گسیل شده از هر چشمه را با یکدیگر بیان کنید.

ب) چرا توصیه◌ جدی می‌شود که هیچ گاه به طور مستقیم به باریکه◌ نور ایجادشده توسط لیزر نگاه نکنید ؟

@GanjBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

مجموعه تستهای فصل ۵

تمرین۳۴. انرژیِ وابسته به یک فوتونِ نوری به طولِ موجِ $۴۵۰nm$ چند ژول است؟($h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\ J.s$ و $c=۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$)

۱) $۹/۹\times۱۰^{-۴۹}$ ۲) $۸/۹۱\times۱۰^{-۳۲}$ ۳) $۴/۴\times۱۰^{-۱۹}$ ۴) $۹/۹\times۱۰^{-۱۹}$

تمرین۳۵. اگر کوانتومِ انرژیِ یک موجِ الکترومغناطیسی۲/۰۷ الکترون ولت باشد، این موج به کدام گروه از امواجِ الکترومغناطیسی تعلّق دارد؟ $(h=۴/۱۴\times۱۰^{-۱۵}eV.s)$

۱)فروسرخ ۲)مرئی ۳)ماوراء بنفش ۴)گاما

تمرین۳۶. طولِ موجِ اشعه‌ی فرابنفشی در خلأ، ۰/۱۱میکرون است. انرژیِ وابسته به فوتونِ آن در آب چند الکترون ولت است؟

($n=\frac{۴}{۳}$ آب ، $h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\ J.s$ و $c=۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$)

۱/۶۵(۱ ۸/۴(۲ ۱۱/۲۵(۳ ۱۵(۴

تمرین۳۷. در پدیده‌ی فوتوالکتریک در کدام حالت، بیشینه‌ی انرژیِ جنبشیِ فوتوالکترون ها افزایش می‌یابد؟

۱)شدّتِ نورِ فرودی، افزایش یابد. ۲) طولِ موجِ نورِ فرودی، کاهش یابد. ۳) شدّتِ نورِ فرودی، کاهش یابد. ۴) طولِ موجِ نورِ فرودی، افزایش یابد.

تمرین۳۸. ولتاژِ متوقّف کننده‌ی جریانِ فوتوالکتریک از سطحِ فلزی که در معرضِ تابشِ اشعه‌ی ماوراءِ بنفش قرار دارد، $۱/۸۲V$است. حداکثر سرعتِ الکترون‌هایِ گسیل شده از سطحِ این فلز چند متر بر ثانیه است؟ (بارِ الکترون c $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$و جرمِ آن Kg $۹/۱\times۱۰^{-۳۱}$است).

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

تمرین۳۹. تابعِ کارِ فلزِ باریم، $۲/۵eV$است. حدّ اکثر طولِ موجِ نوری که می‌تواند، موجبِ گسیلِ فوتوالکترون‌ها از سطحِ باریم شود، چند نانو متر است؟

($h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\ J.s$ و $c=۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$).

۱) $۵/۵\times۱۰^{-۳۳}$ ۲) $۷/۹۲\times۱۰^{-۱۷}$ ۳) ۲۴۲ ۴) ۴۹۵

تمرین۴۰. نورِ بنفشی به طولِ موجِ $۴۰۰nm$ بر سطحِ فلزی با تابعِ کارِ $۲/۵eV$می تابد و موجبِ گسیلِ جریانِ فوتوالکتریکی می‌شود. ولتاژِ متوقّف کننده در این حالت چند ولت است؟ $(hc=۱۲۴۰eV.nm)$

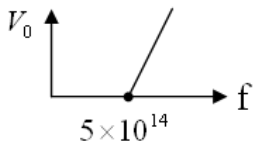
۰/۶(۱ ۱/۵(۲ ۳/۱(۳ ۵/۶(۴

تمرین۴۱. بر سطحِ یک ورقه‌ی فلزی از جنسِ سرب، نوری با بسامدِ۳ برابرِ بسامدِ قطعِ آن می‌تابد. اگر انرژیِ جنبشیِ سریع‌ترین فوتوالکترون‌هایِ خارج شده از سطحِ فلز $۸eV$باشد، تابعِ کارِ سرب، چند الکترون ولت است؟

۱(۱ ۲) $\frac{۸}{۳}$ ۳) ۴ ۴) ۸

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

تمرین۴۲. منحنیِ تغییراتِ ولتاژِ قطع بر حسبِ بسامدِ فلزِ معیّنی که در آزمایشِ مربوط به اثرِ فوتوالکتریک به کار رفته است، مطابقِ شکلِ زیر است. ولتاژِ متوقّف کننده در بسامدِ $۱۰^{۱۵} Hz$ چند ولت است؟ $(h = ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV.s)$



۱) ۱/۵ ۲) ۲/۰۷ ۳) ۴/۱۴ ۴) ۸/۲۸

تمرین۴۳. تابعِ کارِ سه فلزِ A ، B و C ، به ترتیب، ۲/۲۶، ۴/۲۴ و ۴/۳۷ الکترون-ولت است. کدام یک از این فلزها وقتی با نوری به طولِ موجِ $\lambda = ۶۰۰nm$ روشن شود، فوتوالکترون گسیل خواهد کرد؟($c = ۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$ و $h = ۴/۱۴\times۱۰^{-۱۵} eV.s$).

۱) A ۲) B ۳) هر سه فلز ۴) هیچ یک از سه فلز

تمرین۴۴. کدام طیفِ اتمی در شناساییِ عناصر از یکدیگر به کار می رود؟

۱)فقط گسیلیِ خطّی ۲)فقط گسیلیِ پیوسته ۳)جذبیِ پیوسته یا گسیلیِ پیوسته ۴)جذبیِ خطّی یا گسیلیِ خطّی

تمرین۴۵. در اتمِ ئیدروژن، الکترون از ترازِ n=۳ به ترازِ n=۱ می‌آید. فوتونِ گسیلی مربوط به کدام رشته و کدام منطقه از طیفِ موج هایِ الکترومغناطیسی است؟

۱)بالمر-فرابنفش ۲)لیمان-مرئی ۳)لیمان-فرابنفش ۴)بالمر-فروسرخ

تمرین۴۶. کوتاه‌ترین طولِ موجِ خطهایِ طیفیِ اتمِ ئیدروژن، تقریباً چند نانومتر است؟($R_H = ۰/۰۱۱(nm)^{-۱}$)

۱) ۶۸ ۲) ۹۱ ۳) ۱۲۱ ۴) ۳۶۴

تمرین۴۷. کوتاه‌ترین طولِ موجِ رشته‌ی پاشنِ مربوط به اتمِ ئیدروژن چند برابرِ بلندترین طولِ موجِ رشته‌ی بالمرِ آن است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۸ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۴

تمرین۴۸. انرژیِ بستگیِ اتمِ ئیدروژن در حالتِ پایه، چند برابرِ انرژیِ بستگیِ آن، در ترازِ سوّم (n=۳) است؟

۱) ۹ ۲) ۳ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۹}$

تمرین۴۹. هر گاه به یک یونِ تک الکترونی که در مدارِ مانایِ شماره ی۲، دارایِ۲ الکترون ولت انرژی است. فوتونی با طولِ موجِ۸۰۰نانومتر بتابانیم، چه اتّفاقی رخ می دهد؟(hc=1200ev.nm)

۱)هیچ اتّفاقِ خاصّی رخ نخواهد داد. ۲)الکترون به حالتِ برانگیخته‌ی n=16می رود.

۳)الکترون به حالتِ برانگیخته‌ی n=4می رود. ۴)الکترون با گسیلِ القائی به حالتِ پایه می رود.

تمرین۵۰. (ریاضی ۹۳) اگر ضریب ثابت پلانک $۶/۶\times۱۰^{-۳۴} J.s$ باشد، این ضریب چند الکترون ولت ثانیه است؟ ($e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$)

۱) $\frac{۳۳}{۸}\times۱۰^{۱۵}$ ۲) $\frac{۸}{۳۳}\times۱۰^{-۱۵}$ ۳) $\frac{۳۳}{۸}\times۱۰^{-۱۵}$ ۴) $\frac{۸}{۳۳}\times۱۰^{۱۵}$

تمرین۵۱. (ریاضی ۹۳) در اتم هیدروژن، الکترون از تراز n=۱ به تراز n=۳ می رود. در این انتقال، شعاع مدار و انرژی الکترون، نسبت به حالت قبل، به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

۱) ۳ و $\frac{۱}{۳}$ ۲) ۹ و $\frac{۱}{۹}$ ۳) ۳ و ۳ ۴) ۹ و ۹

تمرین۵۲. (تجربی ۹۳) به سطح فلزی که تابع کار آن ۴ev است. نوری با طول موج λ می‌تابانیم و فوتو الکترون‌ها از سطح آن گسیل می‌شوند. بلندترین طول موج الکترو مغناطیسی که می‌تواند سبب گسیل فوتو الکترون‌ها از این فلز شود چند نانومتر است؟ ($c = ۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$ و $h = ۴\times۱۰^{-۱۵} eV.s$).

۱) ۵۰۰ ۲) ۳۵۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۲۵۰

تمرین۵۳. (تجربی ۹۳) در اتم هیدروژن، در کدام یک از رشته‌های زیر فقط پرتوهای فروسرخ تابش می‌شود؟

۱) پاشن – براکت – پفوند ۲) بالمر – پاشن – براکت ۳) لیمان- پاشن – براکت ۴) بالمر – براکت - پفوند

@GamBarsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

پاسخ بخش اول جای خالی کلمات

فیزیک کلاسیک - نسبیت خاص- ◌ نسبیت عام – کوانتومی – فتوالکترون - اثر فتوالکتریک – فوتون – $E=hf$ - بسامد قطع f_0 - تابع کار فلز(W_0)

پاسخ بخش دوم جای خالی کلمات

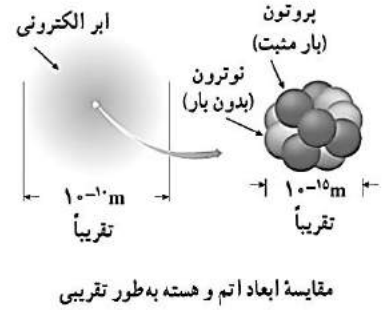
تابش گرمایی – فروسرخ - طیف پیوسته - برهم کنش قوی - طیف خطی - طیف خطی - طیف پیوسته - مدل تامسون - نبود. - ذرات آلفا- مدل اتمی بور - از مدارهای مانا (مجاز) – بیشتر – کمتر - حالت پایه - که حالت‌های برانگیخته - حالت پایه- انرژی یونش الکترون - ۱۳/۶eV - طیف جذبی - جهتی کاتوره‌ای – گسیل القایی- هم بسامد - هم جهت - هم فاز- وارونی جمعیت

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

فصل ششم (آشنایی با فیزیک هسته‌ای)

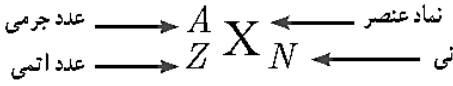
فیزیک هسته ای، شاخه‌ای از فیزیک است که در آن با ساختار، برهم کنش‌ها و واپاشیِ هسته‌های اتمی سروکار داریم.

۶-۱ ساختار هسته



مقایسهٔ ابعاد اتم و هسته به‌طور تقریبی

با کاوش درون اتم، در مرکز آن، هسته را می‌یابیم که شعاع آن تقریباً $\frac{1}{100000}$ شعاع اتم است.
هسته○ اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده‌است که به طور کلی **نوکلئون** نامیده می‌شوند.
نوترون بار الکتریکی ندارد، و جرمش اندکی بیشتر از پروتون است.
تعداد پروتون‌های هسته را عدد اتمی (Z) می‌نامند و در عنصرهای مختلف متفاوت است. در یک اتم خنثی، تعداد پروتون‌های هسته با تعداد الکترون‌های دور هسته برابر است. تعداد نوترون‌های هسته، عدد نوترونی (N) نامیده می‌شود. همچنین مجموع تعداد کل پروتون‌ها و نوترون‌ها را عدد جرمی (A) می‌نامند. پس: $A=Z+N$



برای یک عنصر با نماد شیمیایی X نماد هسته به صورت $^{A}_{Z}X_{N}$ نشان داده می‌شود.

ایزوتوپ ها: ویژگی‌های هسته را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن تعیین می‌کند.
خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته (عدد اتمیZ) تعیین می‌کند. به همین سبب هسته‌هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند خواص شیمیایی یکسانی دارند، در نتیجه این هسته‌ها در جدول تناوبی عناصر هم مکان هستند و بنابراین **ایزوتوپ (هم مکان)** نامیده می‌شوند.

تمرین۱. با توجه به آنچه تاکنون دیدید و همچنین با استفاده از جدول تناوبی عناصر، که در پیوست کتاب آمده‌است، نماد هسته را در هریک از موارد زیر تعیین کنید. (تمرین ۶-۱)
الف) ایزوتوپ فلوئور(F) با عدد نوترونی ۱۰ (۹پروتون)

ب) ایزوتوپ قلع (Sn) با عدد نوترونی ۶۶ (۵۰پروتون)

پایداری هسته:
ابعاد هسته در مقایسه با ابعاد اتم بسیار کوچک‌تر است. با وجود این، بیشتر جرم اتم (بیش از ۹۹/۹درصد آن) در هسته متمرکز شده است. با توجه به اینکه نیروی الکتروستاتیکی رانشی خیلی قوی بین پروتون‌های درون هسته، که بسیار به یکدیگر نزدیک‌اند، وارد می‌شود، تنها چیزی که مانع از هم پاشیدن هسته می‌شود نیروی هسته‌ای است. این نیرو نمی‌تواند گرانشی باشد، زیرا جاذبه○ حاصل از نیروی گرانشی بین نوکلئون‌ها، چنان ضعیف است که نمی تواند با نیروی الکتروستاتیکی رانشی مقابله کند.

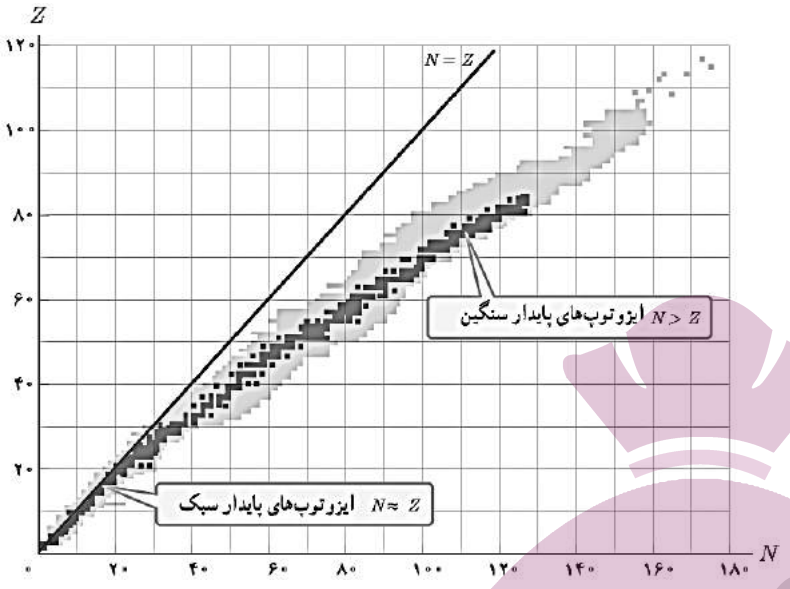
ویژگی‌های نیروی هسته‌ای: ۱) نیروی هسته‌ای رباینده است ۲) نیروی هسته‌ای قوی تر از گرانشی و الکترو استاتیکی است ۳) نیروی هسته‌ای، کوتاه بُرد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند. ۴) نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است، یعنی نیروی رباینده هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون، یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. به همین دلیل از منظر نیروی هسته‌ای، تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و دلیل نام گذاری آنها با نام عام نوکلئون نیز همین است.

چرا با افزایش تعداد پرتونها در عناصر سنگین تعداد نوترونها بیشتر از پرتونها افزایش می‌یابد؟ برای پایداری هسته، باید نیروی دافعه○ الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبه○ بین نوکلئون‌ها، که ناشی از نیروی هسته‌ای است، موازنه شده‌باشد. ولی به دلیل بلند بُرد بودن نیروی الکتروستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون‌های دیگر درون هسته را دفع می‌کند، در حالی که یک پروتون یا یک نوترون، فقط نزدیک‌ترین

@CanBeGam-Darsi
ایران توان
تدریس‌های برتر و موفق

نوکلئون‌های مجاور خود را با نیروی هسته‌ای جذب می‌کند. به همین دلیل وقتی تعداد پروتون‌های درون هسته افزایش یابد، اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند، باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد.

تمرین۲. هر نقطه تیره رنگ در نمودار شکل روبرو نشان دهنده○ یک هسته○ پایدار است. با توجه به این نمودار به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (پرسش ۶-۱)

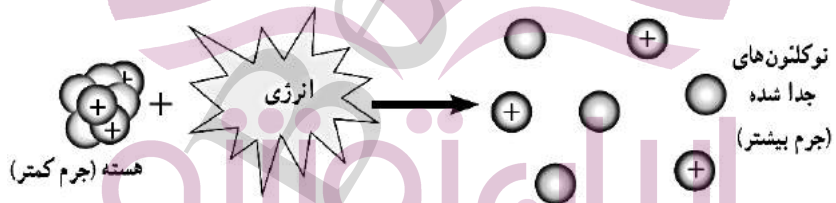


الف) نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون (N/Z) برای هسته‌های پایدار مختلف ثابت است یا متفاوت؟ توضیح دهید.

ب) ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر را چگونه می‌توان با استفاده از این نمودار تشخیص داد؟

انرژی بستگی هسته‌ای و ترازهای انرژی هسته: برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، انرژی لازم است. انرژی لازم برای این منظور، **انرژی بستگی هسته‌ای** نامیده می‌شود.

جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل دهنده‌اش اندکی کمتر است. اگر این اختلاف جرم را که به آن **کاستی جرم هسته** گفته می‌شود، مطابق رابطه○ معروف اینشتین ($E=mc^2$)، در مربع تندی نور(c^2) ضرب کنیم **انرژی بستگی هسته‌ای** به دست می‌آید. (c برحسب متر برثانیه و m برحسب کیلوگرم باشد، E برحسب J خواهد بود.)



انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته نیز مانند انرژی الکترون‌های وابسته به اتم، کوانتیده‌اند و نوکلئون‌های درون هسته نمی‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند. همچنین، همان طور که الکترون‌های اتم می‌توانند با جذب انرژی از تراز پایه به تراز برانگیخته بروند، نوکلئون‌ها نیز می‌توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و در نتیجه هسته برانگیخته شود. هسته○ برانگیخته با گسیل فوتون به تراز پایه بر می‌گردد. انرژی فوتون گسیل شده، با اختلاف انرژی بین تراز برانگیخته و تراز پایه برابر است.

اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه○ keV تا مرتبه○ MeV است، در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبهٔ eV است. از این رو، هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.

۶-۲ پرتوزایی طبیعی و نیمه عمر

وقتی یک هسته○ ناپایدار یا پرتوزا خودبه خود واپاشی می‌کند، نوع معیّنی از ذرات یا فوتون‌های پر انرژی آزاد می‌شوند. این فرایند واپاشی، **پرتوزایی طبیعی** نامیده می‌شود.

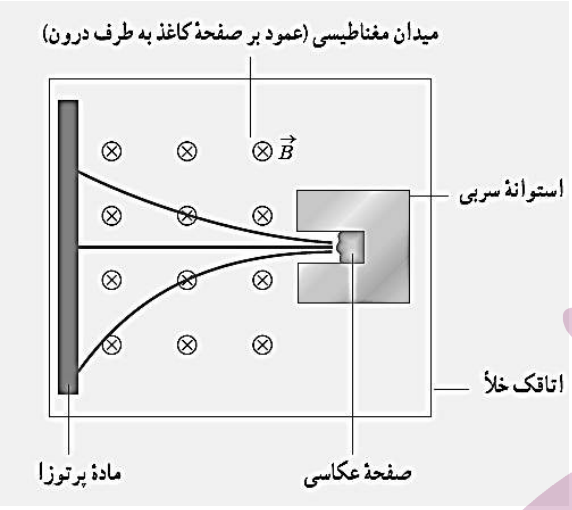
در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می‌شود: پرتوهای آلفا (α) پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما (γ)

پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقه○ نازک سربی با ضخامت ناچیز (≈۰/۰۱mm) متوقف می شوند، در حالی که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را (≈۰/۱mm) در سرب نفوذ می کنند. پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می توانند از ورقه ای سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌ای (≈۱۰mm) گذرند.

@Gam-Dasht
ایران تشنه
نوشته‌ای برای مشوقیت

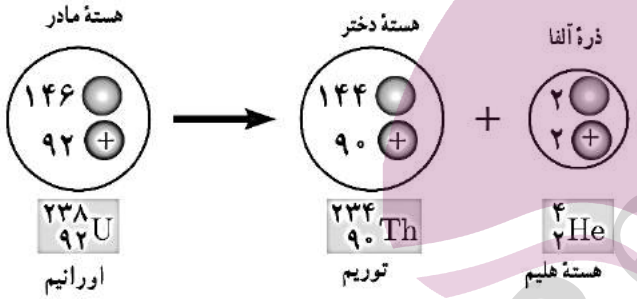
در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده‌است که تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌ای پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئون‌ها، پیش از فرایند با تعداد نوکلئون‌ها پس از فرایند مساوی است.

تمرین ۳. شکل زیر طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان سه نوع پرتوزایی طبیعی را مشاهده کرد و به تفاوت بار و جرم پرتوها از یکدیگر پی برد .قطعه‌ای از ماده پرتوزا را در ته حفره باریکی در یک استوانه سربی قرار می‌دهند. استوانه را درون اتاقکی می‌گذارند و هوای درون آن را تخلیه می‌کنند. سپس یک صفحه عکاسی مقابل حفره قرار می‌دهند و میدان مغناطیسی یکنواختی درون اتاقک برقرار می‌کنند. خطوط سیاه رنگ، مسیر حرکت پرتوها را نشان می‌دهد. نوع بار پرتوها را با هم مقایسه کنید. (پرسش ۶-۲)



واپاشی α: در این نوع واپاشی که در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد، ذرات باردار مثبت از جنس هسته اتم هلیم (^4_2He) از هسته‌ی اتم خارج می‌شود. معادله‌ی واکنش به صورت زیر است.

$$^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$$

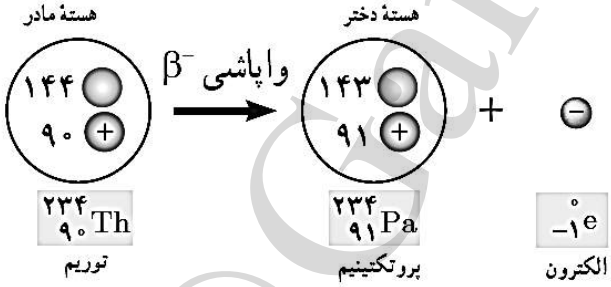


در این واکنش، X و Yدو عنصرِ متفاوت هستند، چون عددِ اتمیِ متفاوت دارند.

واپاشی همراه با گسیلِ ذرّه‌ی بتا (β) : این متداول ترین نوعِ واپاشی در هسته ها است. در این واپاشی هسته ی ناپایدار با گسیلِ الکترون یا پوزیترون (ذرّه ای دارایِ جرمِ برابرِ جرمِ الکترون و بارِ مخالفِ آن) به هسته‌ی جدیدی تبدیل می‌شود. ذرّه‌یβ، از جنسِ الکترون ($_{-1}^{0}e$) یا پوزیترون ($_{+1}^{0}e$)است. امّا هسته، الکترون یا پوزیترون ندارد. پس ذرّه ی β ،از کجا می آید؟ پاسخ آن است:

الف) (واپاشیβ منفی) اگر در واپاشی،گسیلِ الکترون را داشته باشیم، یک نوترون در هسته، متلاشی شده و تبدیل به یک پروتون و یک الکترون می‌شود:

$$^1_0 n \rightarrow {}^1_1 p + {}^0_{-1}e,$$

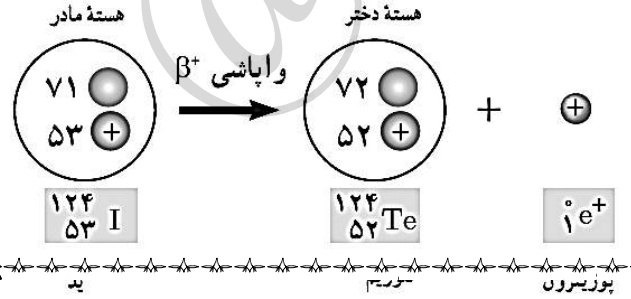


به این ترتیب یک نوترون از هسته کم می‌شود و یک پروتون به آن اضافه می‌شود. بنابراین جرمِ هسته، تغییرِ چندانی نمی‌کند، ولی عددِ اتمی یک واحد زیاد می‌شود:

$$^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$$

ب) (واپاشیβ مثبت) اگر در واپاشی گسیلِ پوزیترون را داشته باشیم، یک پروتونِ هسته به نوترون و پوزیترون تبدیل می‌شود:

$$^1_1 p \rightarrow {}^1_0 n + {}^0_{+1}e,$$



محصولِ این واپاشی، هسته ی عنصرِ جدیدی است که در جدولِ تناوبی قبل از X قرار دارد.

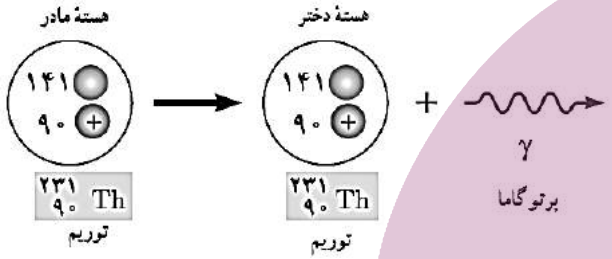
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت
©CanCam-Darsi

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e $$

تمرین۴. لوتتیم ${}^{176}_{71}Lu$ عنصر پرتوزایی است که با گسیل بتای منفی، واپاشی می‌کند. معادله این واکنش را بنویسید و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها، عنصر جدیدی را که تولید می شود تعیین کنید. (تمرین ۶-۲)

تمرین۵. ایزوتوپ ${}^{15}_{8}O$ با گسیل پوزیترون، واپاشی می کند. معادله این واکنش را بنویسید و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها، عنصر جدیدی را که تولید می شود تعیین کنید. (تمرین۶-۳)

واپاشی γ: رفتنِ هسته از حالتِ برانگیخته به حالتِ پایه، همراه با گسیلِ ذرّه‌ی گاما (γ): پرتوِ γ ،از جنسِ امواجِ الکترومغناطیسی است. جرم و بارِ پرتوِ γ ،صفر است. بنابراین با گسیلِ پرتوِ γ، نَه عددِ جرمی تغییر می کند و نَه عددِ اتمی. امّا هسته مقداری انرژی از دست می دهد و به حالتِ پایدارتری می‌رسد:



$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma $$

❖ اگر یک هسته پرتوزا چند نوع تابش انجام دهد برای موازنه‌ی آن و به دست آوردن مجهول (X) باید نکات زیر را در نظر گرفت:

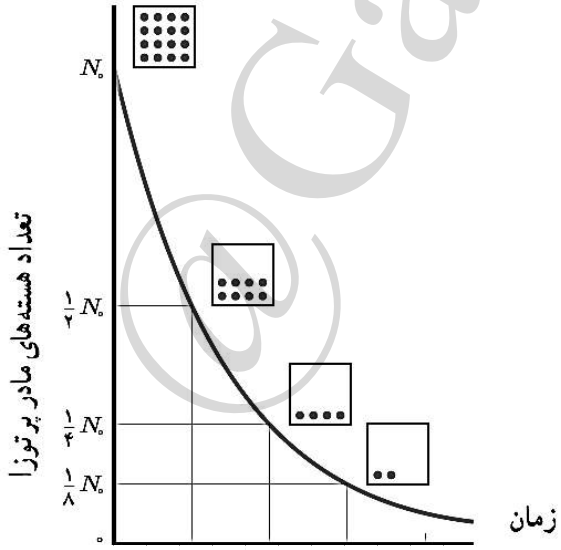
۱) مجموع اعداد اتمی در دو سمت واکنش هسته‌ای باید یکسان باشد.

۲) مجموع اعداد جرمی در دو سمت واکنش هسته‌ای باید یکسان باشد.

❖ در تمامِ واکنش هایِ فوق، به X هسته‌ی مادر وبه Y هسته‌ی دختر گویند.

نیمه عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسند.

نیمه عمرِ مادّه ی پرتوزا : نیمه عمرِ یک مادّه‌ی پرتوزا، مدّت زمانی است که طول می کشد تا طیِ آن نیمی از هسته هایِ پرتوزایِ موجود در آن واپاشیده شوند و آن را با $T_{\frac{1}{2}}$ نشان می‌دهند. در واقع نیمه عمر، به نوعی سرعتِ واپاشیِ یک ایزوتوپ را نشان می‌دهد.



پس از گذشتِ هر نیمه عمر، تعدادِ هسته‌هایِ ایزوتوپِ پرتوزایِ اوّلیه، نصف می‌شود. بنابراین پس از گذشتِ n نیمه عمر،تعدادِ این هسته ها $\frac{1}{2^n}$ برابر می‌شوند

بنابراین اگر پس از مدّت زمانِ t، تعدادِ هسته‌هایِ مادّه‌ی رادیواکتیو از N_0 به N کاهش یابدداریم:

$$ N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow N' = N_0 - N, n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} $$

(تعدادِ نیمه عمرها، تعداد هسته‌هایِ باقی مانده و تعداد هسته‌هایِ متلاشی شده است).

©GanjeDanesh-Darsi
ایران توزیع
فروشگاه اینترنتی

تمرین۶. در حادثه○ انفجار نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل، یدُ ۱۳۱ ($_{53}^{131}I$) یکی از ایزوتوپ‌هایی بود که وارد محیط زیست شد. این ایزوتوپ، فرّار است و همراه با جریان های جوّی، تا کشورهای دوردست از محل نیروگاه حرکت کرد و با نشستن روی برگ گیاهان، سبب آلودگی گوشت و شیر دام‌هایی شد که این گیاهان را می‌خوردند. نیمه عمر این ایزوتوپ پرتوزا تقریباً ۸ روز است. پس از گذشت ۴۰ روز از حادثه○ چرنوبیل، چه کسری از هسته‌های مادر اولیه در محیط زیست باقی مانده بود؟ (مثال ۶-۱)

تمرین۷. پس از گذشت ۹ روز، تعداد هسته های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{1}{8}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است .نیمه عمر(برحسب روز) ماده چقدر است؟ (تمرین ۶-۴)

پرسش ها و مسئله های فصل ۶ (بخش اول)

تمرین۸. در جای خالی کلمات مناسب بگذارید.

A. ..... ، شاخه‌ای از فیزیک است که در آن با ساختار، برهم کنش‌ها و واپاشیِ هسته‌های اتمی سروکار داریم.

B. که شعاع آن تقریباً ..... شعاع اتم است.

C. هسته○ اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده‌است که به طور کلی ..... نامیده می‌شوند.

D. نوترون بار الکتریکی ندارد، و جرمش اندکی ..... از پروتون است.

E. در یک اتم خنثی، تعداد ..... هسته با تعداد الکترون‌های دور هسته برابر است.

F. هسته‌هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند خواص ..... یکسانی دارند.

G. بیش از ..... درصد جرم یک اتم در هسته متمرکز شده است.

H. نیرویی که عامل پایداری هسته است و پرتونها و نوترونها را در کنار هم نگه داشته‌است، ..... است.

I. انرژی لازم برای برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، ..... نامیده می‌شود.

J. جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل دهنده‌اش اندکی ..... است.

K. به اختلاف جرم هسته و مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل دهنده هسته، .....گفته می‌شود،

L. نوکلئون‌ها می‌توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و در نتیجه ..... شود.

M. اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه○ ..... است.

N. واپاشیα که در هسته‌های..... صورت می‌گیرد، ذرات باردار مثبت از جنس ..... از هسته‌ی اتم خارج می‌شود.

O. واپاشی همراه با گسیلِ ..... متداول‌ترین نوعِ واپاشی در هسته‌ها است.

P. اگر در واپاشیβ، الکترون گسیلِ شود، یک ..... در هسته، متلاشی شده و تبدیل به یک پروتون و یک الکترون شده‌است.

Q. اگر در واپاشیβ گسیلِ پوزیترون را داشته باشیم، یک ..... هسته به نوترون و پوزیترون تبدیل می‌شود.

R. ..... ، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسند.

۶-۱ ساختار هسته

تمرین۹. مرتبه○ بزرگی تعداد نوترون‌هایی را که می‌توان تنگ‌هم در یک توپ تنیس به شعاع ۳/۲cm جای داد، تخمین بزنید. در این صورت مرتبه○ بزرگی جرم این توپ چقدراست؟ (مرتبه○ بزرگی شعاع و جرم نوترون را به ترتیب $10^{-15}m$و$10^{-27}kg$ در نظر بگیرید). (تمرین ۱ کتاب)

@GamePedia-Darsi
ایران توفیق
گوشه ای برای موفقیت

تمرین۱۰. برای $_{۸۲}pb^{۲۰۸}$ مطلوب است: الف) تعداد نوکلئون‌ها ب) تعداد نوترون‌ها پ) بار الکتریکی خالص هسته (تمرین ۲ کتاب)

تمرین۱۱. در هر یک از موارد زیر نماد X چه عنصری را نشان می‌دهد و در هسته‌ی هر یک چند نوترون وجود دارد؟ در صورت لزوم ازجدول تناوبی استفاده کنید. (تمرین ۳ کتاب)

الف) $^{195}_{78}X$ ب) $^{32}_{16}X$ پ) $^{61}_{29}X$

تمرین۱۲. آیا می‌توان ایزوتوپ $^{61}_{25}X$ را با روش شیمیایی از ایزوتوپ $^{59}_{25}X$ جدا کرد؟ از ایزوتوپ $^{61}_{26}X$ پاسخ خود را توضیح دهید. (تمرین ۴ کتاب)

۶-۲ پرتوزایی طبیعی و نیمه عمر

تمرین۱۳. جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان دهنده‌ی یک یا چند ذره‌ی α، β^+ یا β^- است. در هر واکنش، جای خالی را کامل کنید. (تمرین ۵ کتاب)

$^{211}_{82}Pb \rightarrow {}^{211}_{83}Bi + \cdots$

$^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{3}B + \cdots$

$^{231}_{90}Th^{*} \rightarrow {}^{231}_{90}Th + \cdots$

$^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O + \cdots$

تمرین۱۴. هسته‌ی دختر به دست آمده از هر یک از واپاشی‌های زیر را به صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید. (تمرین ۶ کتاب)

الف) $^{242}_{94}Pu$ واپاشی α انجام دهد.

ب) سدیم $^{23}_{11}Na$ واپاشی β^- انجام‌دهد.

پ) نیتروژن $^{13}_{7}N$ واپاشی β^- انجام‌دهد.

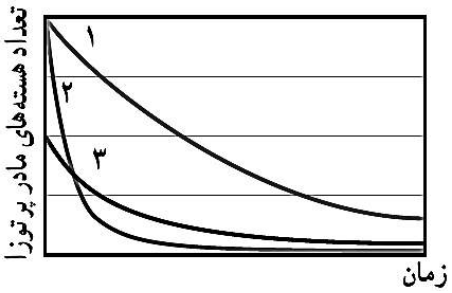
ت) اکسیژن $^{15}_{8}O$ واپاشی β^+ انجام‌دهد.

تمرین۱۵. سرب $^{208}_{82}Pb$ هسته‌ی دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی α یا β^- حاصل شود. فرایندهای مربوط به هر یک از این واپاشی‌ها را بنویسید. در هر مورد هسته‌ی مادر را به صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید. (تمرین ۷ کتاب)

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
تو شه‌ای برای موفقیت

تمرین۱۶. نپتونیم $^{237}_{93}Np$ ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α، β، α و α صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هسته◌ نهایی چقدر است؟(تمرین ۸ کتاب)

تمرین۱۷. شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای سه نمونه را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمه عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید. (تمرین ۹ کتاب)



تمرین۱۸. .هنگامی که نیتروژن جوّ زمین توسط پرتوهای کیهانی (که معمولاً از جنس پروتون، ذره های α و الکترون هستند) بمباران می‌شود، ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ با آهنگ ثابتی در لایه های فوقانی جو تولید می‌شود. این کربن پرتوزا، با کربن ۱۲ که به طورطبیعی در جو وجود دارد درهم می‌آمیزد. بررسی‌ها نشان داده‌است که به ازای هر ۱۰۰۰۰میلیارد اتم پایدار کربن۱۲، تقریباً یک اتم پرتوزای کربن ۱۴ از این طریق وارد جوّ می‌شود. اتم‌های کربن جوّی از طریق فعالیت‌های بیولوژیکی از قبیل فتوسنتز و تنفس، به نحو کاتوره‌ای مکان خود را عوض می‌کنند و به بدن جانداران منتقل می‌شوند. به طوری که اتم های کربن هرموجود زنده شامل کسر کوچک و ثابتی از ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ است. وقتی موجود زنده ای می‌میرد، مقدار کربن پرتوزای به تله افتاده در موجود غیر زنده، با نیمه عمر ۵۷۳۰ سال رو به کاهش می‌گذارد. کربن ۱۴ موجود در یک نمونه◌ زغال قدیمی، ۱/۵۶درصد (معادل $\frac{1}{64}$) مقدارعادی کربن ۱۴ موجود در زغالی است که تازه تولید شده است. سن تقریبی این زغال قدیمی چقدر است؟ (تمرین ۱۰ کتاب)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

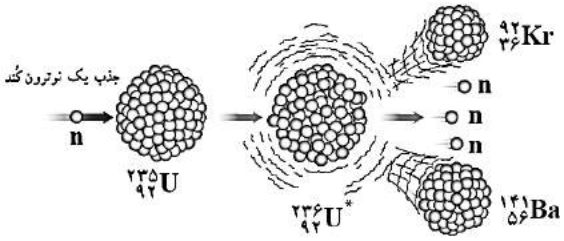
تمرین۱۹. نیمه عمر بیسموت ۲۱۲ حدود ۶۰ دقیقه است. پس از گذشت چهار ساعت، چه کسری از ماده◌ اولیه، در نمونه‌ای از این بیسموت، باقی می‌ماند؟(تمرین ۱۱ کتاب)

@Cambegam-Darsi

۶-۳ شکافت هسته ای

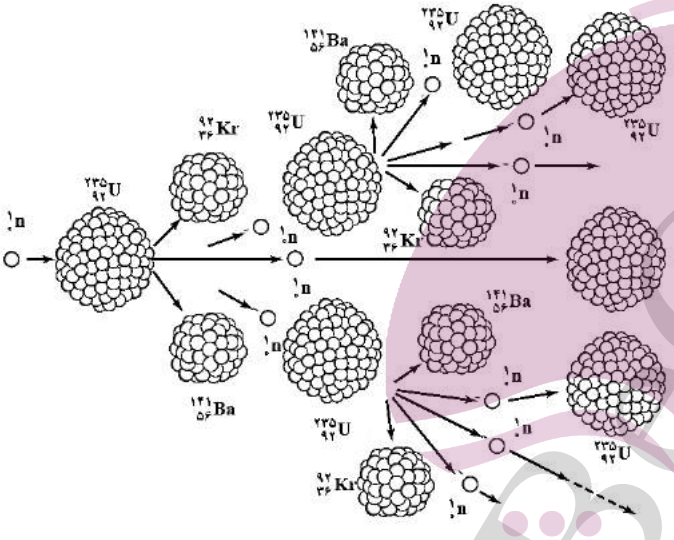
فرایند تقسیم شدن یک هسته سنگین به دو هسته با جرم کمتر، **شکافت هسته‌ای** نامیده می‌شود. در فرایند شکافت اورانیم، ترکیب‌های متفاوتی از هسته‌های کوچک‌تر همراه با تعدادی نوترون (بین ۲تا۵) به وجود می‌آید.

وقتی نوترونی با هسته اورانیم۲۳۵ برخورد کند و جذب شود، هسته اورانیم شروع به ارتعاش می‌کند و تغییر شکل می‌دهد. ارتعاش تا وقتی ادامه می‌یابد که تغییر شکل چنان جدی شود که نیروی جاذبه هسته‌ای دیگر نتواند با نیروی دافعه الکتروستاتیکی بین پروتون‌های هسته متوازن شود. در این هنگام، هسته به پاره‌هایی وامی‌پاشد که حامل انرژی (به طور عمده انرژی جنبشی) هستند.



$$^1_0n + {}^{235}_{92}U \rightarrow \underbrace{{}^{236}_{92}U^*}_{\text{هستهٔ مرکّب (ناپایدار)}} \rightarrow \underbrace{{}^{141}_{56}Ba}_{\text{باریم}} + \underbrace{{}^{92}_{36}Kr}_{\text{کریپتون}} + \underbrace{3\,{}^1_0n}_{\text{سه نوترون}}$$

واکنش زنجیری: با جذب یک نوترون کُند فرایند شکافت آغاز می‌شود. در این فرایند چند نوترون به وجود می‌آید. چون نوترون‌ها بار الکتریکی ندارند، هسته‌های دیگر آنها را دفع نمی‌کنند. نوترون‌ها پس از کُند شدن، توسط هسته‌های دیگر جذب می‌شوند و باعث شکافت درتعداد بیشتری هسته اورانیم دیگر می‌شوند و واکنش به طور زنجیره‌ای ادامه می‌یابد.



در واکنش‌های شکافت هسته‌ای، جرم محصولات شکافت، کمتر از جرم هسته مرکّب است. این اختلاف جرم بنا به رابطه $E = mc^2$ ، سبب آزاد شدن انرژی گرمایی زیادی می‌شود.

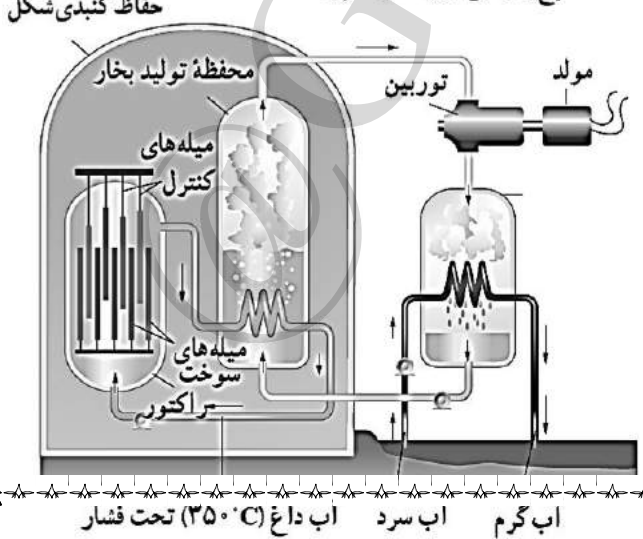
تمرین۲۰. چرا واکنش زنجیری به طور طبیعی در معدن‌های اورانیم رخ نمی‌دهد؟

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

غنی سازی اورانیم: فرایند افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ ۲۳۵ در یک نمونه، غنی سازی گفته می‌شود.

بیشتر راکتورهای تجاری تولید برق، از اورانیمی استفاده می‌کنند که در آنها ایزوتوپ تا ۳ درصد غنی سازی شده است. در بیشتر راکتورهای پژوهشی، از سوختی استفاده می شود که تا ۲۰ درصد غنی سازی شده است.

طرح واره‌ای از یک راکتور PWR



راکتورهای شکافت هسته‌ای: نوترون‌های آزاد شده در فرایند شکافت انرژی جنبشی زیادی دارند وبا ایزوتوپ اورانیوم۲۳۵ واکنش انجام نمی‌دهند. اگر بتوان نوترون‌های تند را به نحوی کُند ساخت احتمال جذب آنها افزایش می‌یابد. آب معمولی، آب سنگین و گرافیت (اتم های کربن) به عنوان **کُندساز** نوترون‌ها در واکنش‌های شکافت هسته‌ای استفاده می‌شوند.

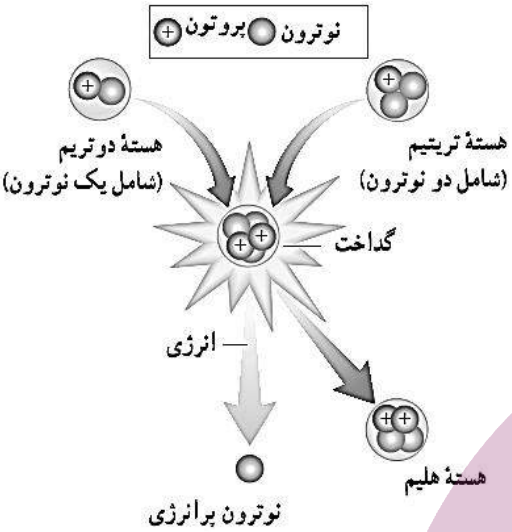
راکتورهای هسته‌ای افزون بر سوخت هسته‌ای و ماده کندُساز دارای، میله‌های کنترل و شاره‌ای (معمولا آب) هستند که گرما را به خارج راکتور انتقال

می‌دهد. با وارد کردن میله‌های کنترل، آهنگ واکنش شکافت، یعنی تعداد نوترون‌های موجود برای به وجود آوردن شکافت، تنظیم می‌شود. میله‌های کنترل معمولاً از مواد جذب کننده○ نوترون، مانند کادمیم یا بور، ساخته می‌شوند.

۶-۴ گداخت (همجوشی) هسته‌ای

واکنش هسته‌ای که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است، گداخت یا همجوشی هسته‌ای نام دارد. در فرایند گداخت هسته‌ای، دو هسته○ سبک (برای مثال دوتریوم D و تریتیوم T) با یکدیگر ترکیب می‌شوند و هسته○ سنگین‌تری به وجود می‌آورند. در واکنش گداخت، مجموع جرم محصولات فرایند، کمتر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است. این اختلاف جرم سبب آزاد شدن مقدار زیادی انرژی می‌شود.

$$D + T \rightarrow {}^{4}He + {}^{1}n$$



مشکلات در ساخت راکتور گداخت به این علت پیش می‌آید که دو هسته○ کم جرم باید به قدر کافی به هم نزدیک شوند تا نیروی کوتاه بُرد هسته‌ای بتواند آنها را کنار هم نگه دارد و واکنش گداخت انجام شود. ولی، هر هسته، بار مثبت دارد و هسته○ دیگر را دفع می‌کند، برای آنکه هسته‌ها با وجود این نیروی رانشی بسیار قوی، بتوانند به هم گداخته شوند، باید دما بسیار بالا باشد تا هسته‌ها با انرژی جنبشی زیادی به یکدیگر برخورد کنند. به همین دلیل، برای انجام این واکنش باید مقدار زیادی انرژی صرف کرد. به طور مثال، برای شروع واکنش دوتریم-تریتیم، به دمایی حدود ده‌ها میلیون درجه○ سلسیوس نیاز است. دمایی از این مرتبه در ستارگان و خورشید وجود دارد.

پرسش ها و مسئله های فصل ۶ (بخش دوم)

تمرین۲۱. در جای خالی کلمات مناسب بگذارید.

A. فرایند تقسیم شدن یک هسته○ سنگین به دو هسته با جرم کمتر، ..... نامیده می‌شود.

B. فرایند افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ ۲۳۵ در یک نمونه، ..... گفته می‌شود.

C. راکتورهای تجاری تولید برق، از اورانیمی استفاده می‌کنند که در آنها ایزوتوپ تا ..... غنی سازی شده است و در بیشتر راکتورهای پژوهشی، از سوختی استفاده می شود که تا ..... غنی سازی شده است.

D. آب معمولی، آب سنگین و گرافیت (اتم های کربن) به عنوان ..... نوترون‌ها در واکنش‌های شکافت هسته‌ای استفاده می‌شوند.

E. در راکتورهای هسته‌ای برای تنظیم آهنگ واکنش شکافت، از ..... استفاده می‌شود.

F. ..... معمولاً از مواد جذب کننده○ نوترون، مانند کادمیم یا بور، ساخته می‌شوند.

G. ..... منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است.

H. در فرایند ..... ، دو هسته○ سبک با یکدیگر ترکیب می‌شوند و هسته○ سنگین‌تری به وجود می‌آورند.

I. برای شروع واکنش ..... ، به دمایی حدود ده‌ها میلیون درجه○ سلسیوس نیاز است.

۶-۳ شکافت هسته‌ای

تمرین۲۲. .معادله○ زیر بخشی از واکنشی را نشان می‌دهد که در یک راکتور هسته‌ای روی می‌دهد. (تمرین ۱۲ کتاب)

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{236}_{92}U$$

الف) اهمیت عددهای ۲۳۵ و ۹۲ را توضیح دهید.

ب) اتم‌های $^{236}_{92}U$ ناپایدارند و خود به خود به قطعه‌هایی کوچک‌تر همراه با تعدادی نوترون سریع (بین۲ تا۵ عدد) و مقدار زیادی انرژی واپاشیده می‌شود. این فرایند چه نام دارد و انرژی آزاد شده در این فرایند چگونه تعیین می‌شود؟

@GanjeDanesh
ایران توان

پ) اورانیم ۲۳۵ عمدتاً نوترون‌های با تندی کم را جذب می‌کند تا نوترون های سریع را. توضیح دهید چگونه تندی نوترون ها را درقلب راکتور کم می‌کنند.

ت) چگونه تولید انرژی را در قلب راکتور کنترل می‌کنند؟

ث) واکنش زنجیری را توضیح دهید.

ج) انرژی به صورت گرما در قلب راکتور تولید می‌شود. چگونه گرما از قلب راکتور گرفته و به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود؟

چ) هنگامی که میله‌های سوخت از مرکز راکتور بیرون کشیده می‌شوند، آنها "پرتوزا" و "ایزوتوپ" هایی با " نیمه عمر" طولانی هستند. واژه‌های داخل گیومه را توضیح دهید.

تمرین۲۳. الف) حدود ۰/۷ درصد اورانیوم موجود در سنگ معدن طبیعی اورانیم از ایزوتوپ ۲۳۵ تشکیل شده‌است. در هرواکنش شکافت حدود ۲۰۰MeV انرژی آزاد می‌شود. فرض کنید تمامی ایزوتوپ ۲۳۵ موجود در یک کیلوگرم از این اورانیم بتواند بر اثر شکافت، انرژی خود را آزاد کند. مقدار این انرژی برحسب مگا الکترون ولت (MeV) و ژول (J) چقدراست؟ (تمرین ۱۳ کتاب)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

ب) با سوختن هر کیلوگرم زغال سنگ، حدود ۳۰MJ انرژی گرمایی آزاد می‌شود. چند کیلوگرم زغال سنگ باید بسوزد تا معادل انرژی به دست آمده در قسمت الف، انرژی تولید شود؟

تمرین۲۴. یکی از واکنش‌های ممکن در شکافت $^{235}_{92}U$ ، داده شده‌است. در این واکنش عدد اتمی Z، عدد جرمی A و عنصر X در $^{A}_{Z}X$ تعیین کنید. (تمرین ۱۴ کتاب)

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{133}_{51}Sb + {}^{A}_{Z}X + 4{}^{1}_{0}n$$

در صورت لزوم از جدول تناوبی کمک بگیرید.

@GamBoGam-Darsi

تمرین۲۵. در واکنش زیر چه تعداد نوترون تولید می‌شود؟ (تمرین ۱۵ کتاب)

$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{133}_{50}Sn + {}^{101}_{42}Mo +$ نوترون ها

تمرین۲۶. بازده نیروگاه هسته‌ای بوشهر حدود ۳۵ درصد است. یعنی، ۶۵ درصد انرژی حاصل از شکافت ایزوتوپ اورانیم۲۳۵ به صورت گرما تلف و حدود ۳۵ درصد آن، به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. با توجه به اینکه در هر شکافت حدود ۲۰۰MeV انرژی آزاد می‌شود، چند کیلوگرم اورانیم ۲۳۵ در سال شکافت پیدا می‌کند؟ (فرض کنید نیروگاه در طول سال با توان پایدار۱۰۰۰ مگاوات کار می‌کند). (تمرین ۱۶ کتاب)

۶-۴ گداخت هسته‌ای

تمرین۲۷. انرژی آزاد شده در هر واکنش شکافت اورانیم ۲۳۵ با یک نوترون کُند حدود ۲۰۲/۵MeV و در هر واکنش گداختِ دوتریم با تریتیم حدود ۱۷/۶MeV است. (تمرین ۱۷ کتاب)

الف) تعداد نوکلئون‌های شرکت کننده در هر واکنش شکافت چقدر است؟ انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون را حساب‌کنید.

ب) تعداد نوکلئون‌های شرکت کننده در هر واکنش گداخت چقدراست؟ انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون را حساب‌کنید.

پ) نتیجه‌های قسمت (الف) و (ب) را با یکدیگر مقایسه کنید. با توجه به نیاز روزافزون بشر به انرژی، و با توجه به اینکه مواد قابل شکافت مانند ^{235}U به مقدار بسیار کمی در طبیعت وجود دارد ولی دوتریم به طور فراوان در آب اقیانوس‌ها و دریاها موجود است و جدا کردن آن از هیدروژن معمولی آسان و کم هزینه است، اهمیت این مقایسه را توضیح دهید.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تستهای زیر را حل کنید:

تمرین۲۸. نیرویِ هسته ای،بینِ کدام یک از ذرّاتِ زیر پدید می آید؟

۱)پروتون و پروتون ۲)پروتون و نوترون ۳)نوترون و نوترون ۴)هر سه مورد

تمرین۲۹. در اندر کنشِ نوکلئون ها،نیروی هسته ای در مقایسه با نیروی کولنی چگونه است؟

۱)ضعیف، بلند بُرد ۲) قوی،بلند بُرد ۳) ضعیف،کوتاه بُرد ۴) قوی،کوتاه بُرد

تمرین۳۰. عنصر هایی که عددِ اتمیِ آن ها بزرگ تر از۸۳است،.....

۱)همگی پایدارند. ۲)همگی ناپایدارند. ۳)برخی پایدار و برخی ناپایدارند. ۴)همگی پایدارند به جز اورانیوم که ناپایدار است.

تمرین۳۱. سنگین ترین عنصر در طبیعت دارایِ عددِ اتمی.....و عددِ نوترونیِ .....است.

۱)۹۰،۱۵۴ ۲)۱۵۴،۹۰ ۳)۹۲،۱۴۶ ۴)۱۴۶،۹۲

تمرین۳۲. فراوان ترین مادّه ی رادیواکتیوِ رویِ زمین،اورانیوم۲۳۸ است، که پس از واپاشی هایِ متعدّد، به هسته ی پایدارِ سربِ۲۰۶ ،تبدیل می شود. در این واپاشی ها،به ترتیب چند ذرّه ی و چند ذرّه ی (الکترون)،گسیل می شود؟

۱)۵و۸ ۲)۵و۶ ۳)۸و۶ ۴)۸و۱۲

تمرین۳۳. $^{232}_{90}Th$ در چند مرحله وامی پاشد، که در آن ۶ذرّه ی آلفا و۴ذرّه ی بتا(الکترون) گسیل می شوند.ایزوتوپِ حاصل کدام است؟

۱) $^{206}_{82}Pb$ ۲) $^{208}_{82}Pb$ ۳) $^{238}_{92}U$ ۴) $^{234}_{91}Pa$

تمرین۳۴. نیمه عمرِ یک مادّه ی رادیواکتیو۱۰روز است.اگر۸۰گرم از این مادّه موجود باشد،پس از گذشتِ یک ماه(۳۰روز)چند گرم از آن متلاشی می شود؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۶۰ ۴) ۷۰

تمرین۳۵. نیمه عمرِ ^{215}At، ۱۰۰میکروثانیه است.پس از چند ثانیه $\frac{15}{16}$ هسته هایِ آن واپاشیده می شوند؟

۱) ۴۰۰ ۲) 2×10^{-4} ۳) 4×10^{-4} ۴) 8×10^{-4}

تمرین۳۶. چند درصد از هسته های مادّه ی رادیواکتیوی پس از واپاشی در مدّتِ ۴ نیمه عمر،به صورتِ فعّال باقی می ماند؟

۱) ۲/۵ ۲) ۳ ۳) ۶/۲۵ ۴) ۱۲/۵

تمرین۳۷. پلوتونیمِ ۲۳۹ $(^{239}_{94}Pu)$ در اثرِ برخورد به یک نوترونِ کُند،شکافته می شود.در این فرآیند۴نوترون و یک هسته ی زنونِ۱۴۲ $(^{142}_{54}Xe)$ تولید می‌شود.محصولِ دیگرِ این شکافت کدام است؟

۱) $^{85}_{37}Rb$ ۲) $^{94}_{38}Sr$ ۳) $^{94}_{40}Zr$ ۴) $^{98}_{43}Tc$

تمرین۳۸. در عملِ غنی سازی،درصدِ فراوانیِ کدام ایزوتوپِ اورانیوم را افزایش می دهند؟

۱) ^{235}U ۲) ^{236}U ۳) ^{237}U ۴) ^{238}U

تمرین۳۹. (۹۷ ریاضی) کدام گزینه در مورد ^{235}U و ^{238}U درست نیست؟

۱) تعداد نوترون ^{235}U بیشتر است. ۲) هر دو تعداد پرتون یکسانی دارند.

۳) هردو خواص شیمیایی یکسانی دارند ۴) ^{238}U ، ۰/۷۲ درصد اورانیوم طبیعی را تشکیل می‌دهند.

تمرین۴۰. (۹۷ تجربی) در واپاشی هسته‌های ناپایدار، کدام مورد درست است؟ ($e = ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}C$)

۱) هنگام گسیل پوزیترون بار هسته به اندازه $e = ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}C$ افزایش می‌یابد.

۲) هنگام گسیل الکترون بار هسته به اندازه $e = ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}C$ کاهش می‌یابد.

۳) هنگام گسیل α بار هسته به اندازه $۳/۲\times ۱۰^{-۱۹}C$ کاهش می‌یابد.

۴) هنگام گسیل گاما، پوزیترون و الکترون بار هسته بار هسته ثابت می‌ماند.

تمرین۴۱. (۹۶ریاضی) از تعداد هسته‌های اولیه مساوی دو عنصر رادیو اکتیو A و B بعد از گذشت زمان Δt، تعداد هسته‌های باقی مانده عنصر A چهار برابر تعداد هسته‌های باقی مانده عنصر B است. اگر تعداد نیمه عمرهای عنصر A و B در مدت زمان Δt به ترتیب nA و nB باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟

۱) $n_A - n_B = ۴$ ۲) $n_B - n_A = ۴$ ۳) $n_A - n_B = ۲$ ۴) $n_B - n_A = ۲$

تمرین۴۲. (۹۶تجربی) در فعل و انفعال هسته‌ای $^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{A}_{Z}X + 3(^{1}_{0}n)$ برای عنصر X ، تعداد نوترونها و پروتون‌ها کدام است؟

۱) ۵۸ و ۳۶ ۲) ۵۶ و ۳۶ ۳) ۹۴ و ۵۴ ۴) ۹۲ و ۵۴

تمرین۴۳. بارِ کلّ هسته ی زیرکونیمِ ۹۰،برابرِ است.تعداد نوترون هایِ این هسته،کدام است؟

۱) ۴۰ ۲) ۴۵ ۳) ۵۰ ۴) ۱۳۰

تمرین۴۴. دو ایزوتوپِ یک عنصرِ مجهول به ترتیب و می باشند. در این صورت کدام یک از پاسخ هایِ زیر می تواند درست باشد؟

۱)تعدادِ نوترون ها به ترتیب۱۲و۱۴ است. ۲) تعدادِ نوترون ها به ترتیب۶و۸است.

۳) تعدادِ پروتون ها به ترتیب۱۲و۱۴ است. ۴) تعدادِ پروتون ها به ترتیب۶و۸است.

پاسخ بخش اول جای خالی کلمات

فیزیک هسته‌ای - $\frac{1}{100000}$ – نوکلئون- بیشتر- پروتون‌های- شیمیایی - ۹۹/۹ – نیروی هسته‌ای- انرژی بستگی هسته‌ای- کمتر- کاستی جرم هسته- هسته برانگیخته - keV تا مرتبه○ MeV- سنگین - هسته○ اتم هلیم $(^{۴}_{۲}He)$- ذرّه‌ی بتا (β) - نوترون – پروتونِ - نیمه عمر

پاسخ بخش دوم جای خالی کلمات

@CanBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

شکافت هسته‌ای- غنی سازی- ۳ درصد - ۲۰ درصد – کُندساز- میله‌های کنترل- میله‌های کنترل- گداخت یا همجوشی هسته‌ای - گداخت هسته‌ای - دوتریم-تریتیم-

@GamBeGam-Darsi
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

ایران توشه

- دانلود نمونه سوالات امتحانی
- دانلود گام به گام
- دانلود آزمون گاج و قلم چی و سنجش
- دانلود فیلم و مقاله آنلیزشی
- کنکور و مشاوره

IranTooshe.Ir

@irantooshe

IranTooshe