جزوه خلاصه درس (ویژه شب امتحان دانش آموزان دوازدهمی) ..... فیزیک (رشته ریاضی و فیزیک)

فصل اول : حرکت شناسی

به آشنایی با حرکت اجسام، حرکت شناسی یا سینماتیک گفته می شود.

بردار مکان: برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می کند بردار مکان جسم در آن لحظه نامیده میشود.

مسافت و جابه جایی: طول مسیر، مسافت پیموده شده یا به اختصار مسافت نامیده میشود.

هم چنین پاره خط جهت داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می کند بردار جابه جایی نامیده میشود.

بردار جابه جایی از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 = d_2\vec{f} - d_1\vec{f} = (\Delta x)\vec{f}$$

تندی متوسط و سرعت متوسط: به مسافت طی شده در واحد زمان تندی متوسط و به جابه جایی متحرک در واحد زمان سرعت متوسط گفته میشود.

تندی متوسط): $s_{av} = \frac{1}{\Delta t}$ و (سرعت متوسط): $\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$

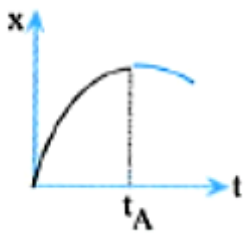
نکته: تندی متوسط نرده ای و سرعت متوسط برداری است.

نکته: برای تبدیل یکای km/h به m/s ، باید آن را بر عدد ثابت ۳/۶ تقسیم کنیم.

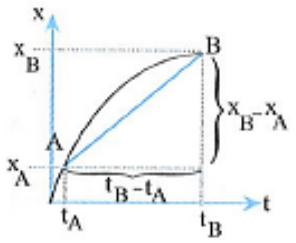
نکته: در حرکت روی خط راست، بردار سرعت متوسط و اندازه آن از رابطه های : مقابل محاسبه می شود.

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{و} \quad \vec{V}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i}$$

نمودار مکان - زمان، مکان جسم را در هر لحظه نشان می دهد.



سرعت متوسط متحرک در یک بازه زمانی برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن در لحظه در نمودار مکان - زمان را به یکدیگر وصل می کند.

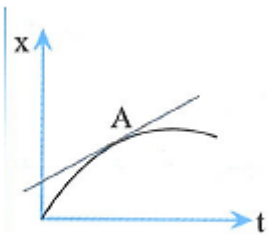


تندی لحظه ای و سرعت لحظه ای: تندی متحرک در هر لحظه از زمان را تندی لحظه ای می نامند. اگر هنگام گزارش تندی لحظه ای، به جهت حرکت متحرک نیز اشاره شود، در واقع سرعت لحظه ای ($\vec{V}$) آن را، که کمیتی برداری است بیان کرده ایم.

اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند، v مثبت و اگر خلاف آن حرکت کند، v منفی است

نکته: اگر اندازه و جهت سرعت تغییر نکند، سرعت متوسط و لحظه ای باهم برابر خواهند شد.

نکته: سرعت در هر لحظه دلخواه t برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در آن لحظه است.



حرکت شتاب دار: اگر اندازه یا جهت سرعت و یا هر دو آنها تغییر کند، می گوییم حرکت شتابدار است.

شتاب متوسط عبارت است از تغییر سرعت در واحد زمان و از رابطه زیر محاسبه می شود:

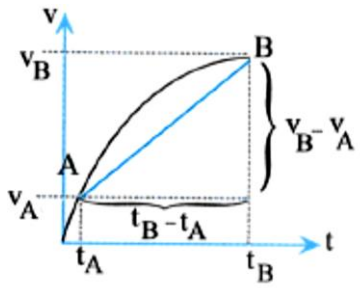
$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_۲ - \vec{v}_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

یکای SI شتاب متوسط، متر بر مربع ثانیه ($m/s^۲$) است.

اگر متحرک در یک راستا حرکت کند می توان نوشت:

$$a_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

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



شتاب لحظه ای شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان است.

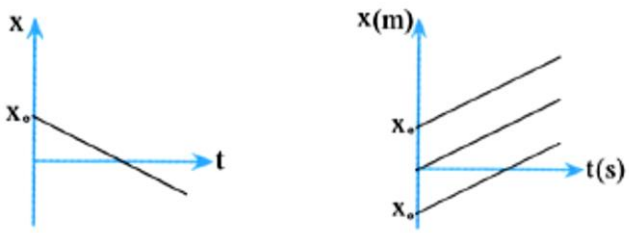
شتاب لحظه ای را شتاب می نامند و آن را با نماد a نشان میدهند.

حرکت با سرعت ثابت: در این حرکت اندازه و جهت سرعت تغییر نمی کند. در این حرکت، سرعت متوسط متحرک در هر بازه زمانی دلخواه، برابر سرعت لحظه ای آن است.

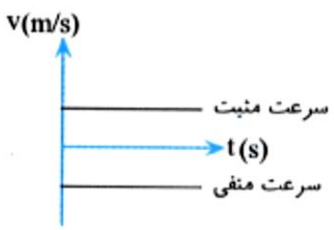
$$v = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta c = v\Delta t$$

(معادله مکان - زمان در حرکت با سرعت ثابت) $x = vt + x_.$

$x_.$ را که مکان متحرک در لحظه t = ۰ است مکان اولیه متحرک می نامند. نمودار مکان - زمان حرکت با سرعت ثابت، به دلیل ثابت بودن سرعت که همان شیب نمودار است، باید به صورت خط راست باشد. اگر شیب رو به بالا باشد، علامت سرعت مثبت و اگر رو به پایین باشد، علامت سرعت منفی است.



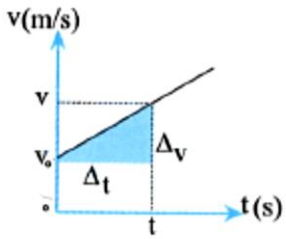
نمودار سرعت - زمان حرکت با سرعت ثابت، به دلیل ثابت بودن سرعت، خطی به موازات محور زمان است.



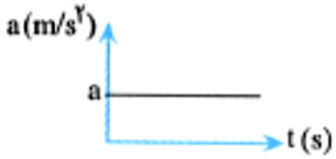
حرکت با شتاب ثابت: هرگاه شتاب متحرکی در لحظه های مختلف یکسان باشد، | حرکت جسم را حرکت با شتاب ثابت مینامیم. در این حرکت، سرعت متحرک با زمان به صورت خطی تغییر می کند و شیب نمودار سرعت - زمان ثابت است.

در این شرایط، شتاب متوسط($a_{av} = \Delta v/\Delta t$) در بازه های مختلف یکسان است. در چنین حرکتی شتاب متوسط در هر بازه زمانی برابر شتاب لحظه ای متحرک است، یعنی $a_{av} = a$.

نمودار سرعت - زمان حرکت با شتاب ثابت:

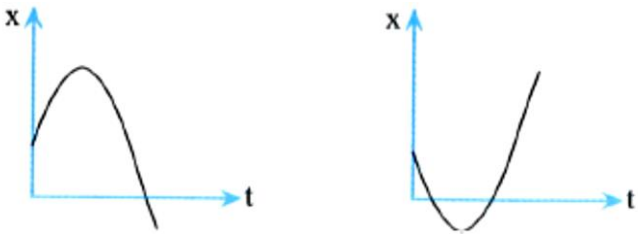


نمودار شتاب - زمان حرکت با شتاب ثابت:



تذکر: نمودارهای فوق برای حالتی که شتاب مثبت است، رسم شده اند.

نمودار مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت: این نمودار به شکل سهمی است.



معادله های حرکت با شتاب ثابت:

(معادله سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت) $v = at + v_0$

(معادله سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت) $v_{av} = \frac{v_0+v}{2}$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

(معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت)

$$x = \frac{۱}{۲}at^{۲} + v_{.}t + x_{.}$$

(معادله سرعت به جابه جایی در حرکت با شتاب ثابت)

$$v^{۲} = v_{.}^{۲} + ۲a\Delta x$$

نکته: سطح بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در هر بازه زمانی برابر جابه جایی در آن بازه است.

سقوط آزاد: اگر به جسمی هنگام سقوط تنها نیروی گرانشی زمین اثر کند، می گوییم حرکت آن سقوط آزاد است.

نکته: حرکت سقوط آزاد، افزون بر رها کردن جسم، شامل پرتاب کردن جسم رو به پایین یا رو به بالا نیز می شود.

معادله های حرکت سقوط آزاد بدون سرعت اولیه:

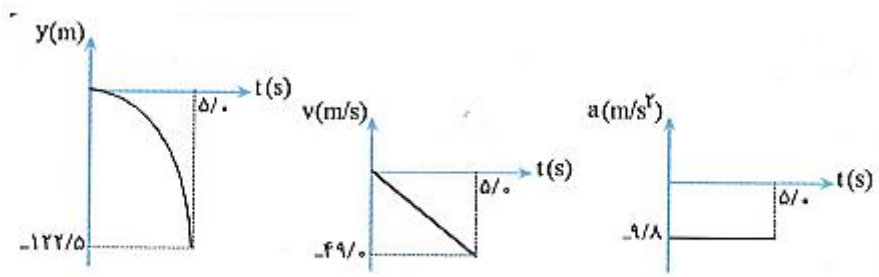
با فرض اینکه جهت رو به بالا را مثبت بگیریم، معادله های سقوط آزاد بدون سرعت اولیه به صورت زیر است:

$$v = -gt$$

$$y = -\frac{۱}{۲}gt^{۲} + y_{.}$$

$$v^{۲} = -۲g(y - y_{.})$$

نمودارهای مکان - زمان، سرعت - زمان و شتاب - زمان جسمی که در حال سقوط آزاد است به ترتیب رسم شده است.



جزوه خلاصه درس (ویژه شب امتحان دانش آموزان دوازدهمی) ..... فیزیک (رشته ریاضی و فیزیک)

فصل دوم : دینامیک

نیرو: به عامل تغییر شکل یا سرعت جسم نیرو گفته میشود.

نیرو، حاصل برهم کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است. نیرو کمیتی برداری است که علاوه بر اندازه، جهت نیز دارد. معمولا نیرو را با $\vec{F}$ نشان میدهند.

نیرو را به کمک نیروسنج اندازه گیری می کنیم و یکای آن، نیوتون است که با نماد N نشان داده می شود.

نیروهای متوازن: اگر به جسمی به طور همزمان چند نیرو اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، به عبارت دیگر برایند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، می گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند.

قانون اول نیوتون: «یک، جسم، حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می کند مگر آن که نیروی خالص غیرصفری به آن وارد شود»

لختی: به خاصیت اجسام که میل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آنها صفر است حفظ کنند، لختی گویند.

قانون دوم نیوتون: «هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب می گیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم» نسبت عکس دارد.

تعریف نیوتون: یک نیوتون برابر با مقدار نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم، شتابی برابر یک متر بر مربع ثانیه میدهد.

قانون سوم نیوتون: «هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه و هم راستا اما در خلاف جهت وارد می کند». براساس قانون سوم نیوتون، جفت نیروهای کنش و واکنش هم اندازه و هم راستا ولی در خلاف جهت یکدیگرند.

توجه کنید که نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد میشوند و هم نوع اند؛ مثلاً هردو الکتریکی اند، یا هردو مغناطیسی اند یا هردو گرانشی اند و یا ....

وزن: وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می شود.

شتاب × جرم جسم = وزن جسم

اگر جرم جسم را با m شتاب گرانشی را با $\vec{g}$ و وزن را با $\overrightarrow{W}$ نشان دهیم، رابطه بالا به شکل زیر در می آید :

$$\overrightarrow{W} = m\vec{g}$$ (وزن جسم)

جرم یک جسم در مکانهای مختلف ثابت است، اما وزن آن به مقدار $\vec{g}$ در آن مکان بستگی دارد.

وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد میشود که به آن نیروی مقاومت شاره می گویند و معمولا آن را با $\vec{f}_D$ نشان می دهند. نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ... بستگی دارد. هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد. اگر جسم در هوا حرکت کند، به این نیرو، نیروی مقاومت هوا می گویند.

تندی حدی: زمانی که جسمی در یک شاره در حال سقوط باشد، حالتی ایجاد می شود که در آن نیروی مقاومت هوا بر جسم با نیروی وزن جسم برابر ولی در خلاف جهت یکدیگر خواهند شد. بنابراین دیگر تندی جسم تغییر نمی کند. به این تندی ثابت، تندی حدی گفته میشود.

نیروی عمودی سطح: وقتی دو جسم در تماس باهم قرار می گیرند، در محل تماس به یکدیگر نیرویی وارد می کنند که بر سطح تماس دو جسم عمود است. به این نیرو، نیروی عمودی سطح (F_N) گفته می شود.

در حالت کلی نیروی اصطکاک ایستایی کوچکتر و یا مساوی $f_{s,max}$ است؛

$$f_s \leq \mu_s F_N$$

$$F_{s,max} = \mu_s F_N$$

نیروی اصطکاک جنبشی: وقتی جسمی روی سطحی می لغزد از طرف سطح بر جسم، نیروی اصطکاک جنبشی وارد می شود که موازی با سطح و در خلاف جهت لغزش جسم است. آزمایش نشان میدهد که اندازه نیروی اصطکاک جنبشی متناسب با اندازه نیروی عمودی سطح است.

$$f_s = \mu_k F_N \qquad \text{(نیروی اصطکاک جنبشی)}$$

در این رابطه μ_k ضریب اصطکاک جنبشی نام دارد.

ضریب اصطکاک جنبشی و ضریب اصطکاک ایستایی هر دو به عامل هایی مانند جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آنها و ... بستگی دارد.

معمولاً ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح، کمتر از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح است؛ یعنی $\mu_k < \mu_s$.

نیروی کشسانی فنر: اگر فنر را به اندازه X بکشیم یا فشرده کنیم، فنر نیرویی به طرف نقطه تعادل به جسم وارد می کند. تجربه نشان میدهد هرچه فنر را بیش تر بکشیم یا فشرده کنیم (در محدوده معینی از تغییر طول فنر)، نیروی کشسانی فنر بیشتر می شود.

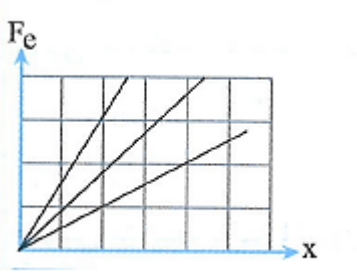
برای بیشتر فنرها با تقریب قابل قبولی، نیروی کشسانی فنر با اندازه تغییر طول آن(x) رابطه مستقیم دارد:

$$F_e = \mathrm{kx} \qquad \text{(نیروی کشسانی فنر)}$$

ضریب k، ثابت فنر نام دارد. ثابت فنر از مشخصات فنر است و به اندازه، شکل و ساختار ماده ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد. در رابطه فوق نیرو برحسب نیوتون (N) و x بر حسب متر (m) و بر حسب نیوتون بر متر(N/m) است.

معادله فوق را قانون هوک می نامند.

در شکل روبه رو نمودار نیروی کشسانی فنر را بر حسب تغییر طول فنر برای سه فنر متفاوت مشاهده می کنید.



نیروی کشش طناب: وقتی طناب (کابل، ریسمان و ...) متصل به جسمی را می کشیم، طناب جسم را با نیرویی می کشد 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 می شود و آن را با $\vec{T}$ نشان میدهند. تکانه: حاصل ضرب جرم جسم (m) در سرعت آن ($\vec{v}$)، تکانه جسم نامیده می شود و آن را با $\vec{p}$ نشان میدهیم

$$\vec{p} = m\vec{v}$$ (تکانهٔ جسم)

تکانه کمیتی برداری است زیرا سرعت، یک کمیت برداری و جرم، یک کمیت نرده ای است. جهت تکانه همان جهت سرعت است. یکای SI تکانه kg.m/s است. با توجه به تعریف تکانه، قانون دوم نیوتون برای نیروی ثابت را می توان چنین نوشت:

$$\vec{F}_{net} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$$ (قانون دوم نیوتون برحسب تکانه برای نیروی ثابت)

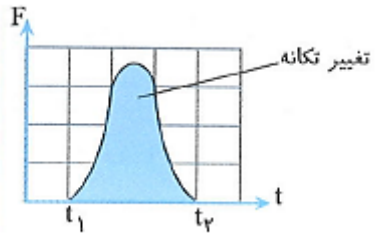
یعنی نیروی خالص وارد بر جسم برابر با تغییر تکانه جسم تقسیم بر زمان | تغییر آن است. همچنین از این رابطه نتیجه می گیریم که تغییر تکانه برابر با حاصل ضرب نیرو در مدت زمان تأثیر آن است.

$$\Delta\vec{p} = \vec{F}_{net}\,\Delta t$$

بین اندازه تکانه (p) و انرژی جنبشی (K) جسمی به جرم $K = \frac{p^2}{2m}$، رابطه برقرار است.

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} =$$ (نیروی خالص متوسط برحسب تکانه)

سطح زیر نمودار نیرو - زمان عبارت است از تغییر تکانه.



حرکت دایره ای یکنواخت: به حرکت ذرهای که روی مسیر دایره ای با تندی ثابت حرکت می کند حرکت دایره ای یکنواخت می گویند. با این که تندی جسم در این حرکت ثابت است، حرکت ذره شتاب دار است زیرا جهت سرعت تغییر می کند. در حرکت دایره ای یکنواخت، مدت زمان لازم برای پیمودن یک دور محیط دایره را دوره تناوب (دوره) می نامیم.

$$T = \frac{۲\pi r}{v}$$

یکای دوره ثانیه (s) است.

شتاب مرکزگرا: در حرکت دایره ای یکنواخت، شتاب رو به مرکز دایره است.

$$a_e = \frac{v^۲}{r}$$

قامون دوم نیوتون($F_{net} = ma$) را در حرکت دایره ای یکنواخت به صورت زیر می توانیم بنویسیم

(قانون دوم نیوتون برحسب تکانه برای نیروی ثابت) $\vec{F}_{net} = m\frac{v^۲}{T}$

در این رابطه F_{net}بزرگی نیروی خالص وارد بر جسم در راستای شعاع و به طرف مرکز دایره است.

قانون گرانش عمومی بیان می دارد: نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصله آنها از یکدیگر نسبت وارون دارد.

اگر جرم دو ذره $m_۱$ و $m_۲$و فاصله آنها از یکدیگر r باشد، اندازه نیروی گرانشی میان دو ذره یعنی F از رابطه زیر به دست می آید:

(نیروی گرانشی بین دو ذره) $F = G\frac{m_۱m_۲}{r^۲}$

در این رابطه، G ثابت گرانش عمومی نام دارد و برابر است با:

$$G = ۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} N.m^۲/kg^۲$$

(وزن جسم در سطح زمین)

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

شتاب گرانشی روی زمین برابر است با:

$$g = G\frac{M_e}{R_e^2}$$

فصل سوم : نوسان و موج

نوسان دوره ای: نوسان هایی را که هر چرخه آن در دورهای دیگر تکرار شود نوسان های دوره ای می نامند.

دوره تناوب: مدت زمان یک چرخه، دوره تناوب حرکت نامیده میشود و آن را با T نشان میدهند.

بسامد: تعداد نوسان های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه بسامد (فرکانس) نامیده می شود و آن را با f نشان میدهند. (بسامد) $f = \frac{1}{T}$

یکای بسامد در SI، هرتز(Hz) است. طبق تعریف:

۱ Hz = ۱ چرخه بر ثانیه $= 1s^{-1}$

حرکت هماهنگ ساده: به نوسانهای سینوسی، حرکت هماهنگ ساده (SHM) گفته می شود.

دامنه حرکت: بیشینه فاصله جسم از نقطه تعادل است.

نکته: دامنه نصف طول پاره خط نوسان است.

در حرکت هماهنگ ساده نمودار مکان - زمان، نموداری سینوسی است.

مکان x(t) ، نوسانگر را می توان چنین نوشت:

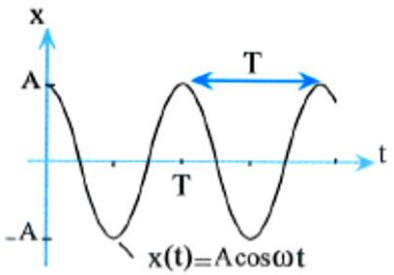
(معادله مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده) $x(t) = A\cos\omega t$

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 برابر rad/s است.

نمودار مکان - زمان هماهنگ ساده:



وقتی نوسانگر در $x = \pm A$ است، سرعت آن برابر با صفر است. به این نقطه ها اصطلاحا نقطه های بازگشت حرکت می گویند. همچنین وقتی $x = ۰$ است.

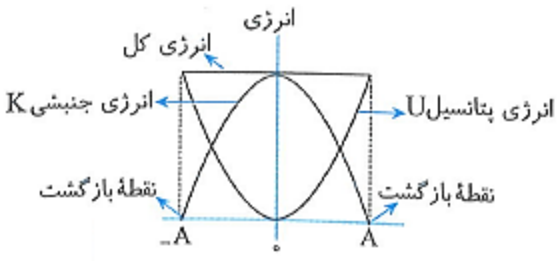
(یعنی نوسانگر از نقطه تعادل می گذرد) اندازه سرعت بیشینه است، یعنی بسته به این که جسم در جهت x+ یا x- از نقطه تعادل بگذرد $v = +v_{max}$ یا $v = -v_{max}$ خواهد بود.

دوره تناوب سامانه جرم - فنر با وزنه ای به جرم m و فنری با ثابت k برابر است با:

(دوره تناوب سامانه جرم - فنر) $T = ۲\pi\frac{m}{k}$

(بسامد زاویه ای سامانه جرم - فنر) $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

انرژی در حرکت هماهنگ ساده انرژی پتانسیل سامانه جرم فنر در نقاط بازگشتی ($x = \pm A$) بیشینه و در نقطه تعادل (x =۰) برابر صفر است. انرژی جنبشی این سامانه نیز به جرم قطعه متصل به فنر و تندی آن بستگی دارد و برابر با $K = \frac{۱}{۲}mv^{۲}$ است. انرژی مکانیکی این سامانه برابر است با مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل آن است ($E = K + U$) . چون سطح بدون اصطکاک است، انرژی مکانیکی سامانه پایسته می ماند و بنابراین مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیل در نقاط بازگشتی، نقطه تعادل، و هر نقطه دلخواه دیگری از مسیر باهم برابر است. به همان اندازه که با افزایش جابه جایی از نقطه تعادل، انرژی پتانسیل افزایش می یابد انرژی جنبشی کاهش می یابد و بالعکس.



جزوه خلاصه درس (ویژه شب امتحان دانش آموزان دوازدهمی) ..... فیزیک (رشته ریاضی و فیزیک)

انرژی مکانیکی سامانه جرم – فنر در حرکت هماهنگ ساده از رابطه) زیر به دست می آید:

(انرژی مکانیکی سامانه جرم - فنر) $E = \frac{۱}{۲} k A^۲$

که در آن k ثابت فنر و A دامنه نوسان است.

(انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده) $E = ۲\pi^۲ m A^۲ f^۲$

آونگ ساده: آونگ ساده شامل وزنه کوچکی به جرم m (موسوم به وزنه آونگ) است که از نخی بدون جرم و کش نیامدنی به طول L که سر دیگر آن ثابت شده، می باشد. دوره تناوب آونگ ساده فقط به شتاب گرانشی (g) و طول آونگ (L) بستگی دارد، و از رابطه زیر به دست می آید.

(دورهٔ تناوب آونگ ساده) $T = ۲\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

این رابطه نشان میدهد که دوره تناوب آونگ ساده به جرم و دامنه آن بستگی ندارد.

نوسانگر واداشته: وقتی به یک نوسانگر نیروی خارجی اعمال شود، به آن نوسانگر واداشته گفته میشود.

تشدید: اگر نیروی خارجی وارد بر نوسانگر باعث افزایش دامنه نوسان شود می گوییم تشدید رخ داده است.

موج و انواع آن: به انتشار آشفتگی در محیط، موج گفته می شود.

موجهای مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند در صورتی که موجهای الکترومغناطیسی برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند.

موج عرضی: در این موج، راستای ارتعاش ذره های محیط بر راستای انتشار آنها عمود است.

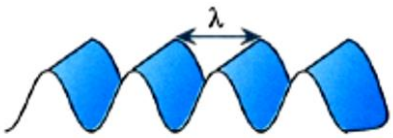
موج طولی: در این موج، راستای ارتعاش ذره های محیط و راستای انتشار آن ها یکسان است.

هنگام انتقال موج مکانیکی، ماده منتقل نمی شود.

به هر یک از برآمدگی ها یا فرورفتگی های ایجاد شده روی سطح آب، یک جبههٔ موج می گویند.

به برآمدگیها، قله (ستیغ) و به فرورفتگی های دره (پاستیغ) گفته می شود. فاصله بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، طول موج نامیده میشود و آن را با λ نشان می دهند.

طول موج λ برابر با مسافتی است که موج در مدت دوره تناوب نوسان چشمه طی می کند.



دامنه (A): بیشینه فاصله یک ذره از مکان تعادل، دامنه موج نامیده میشود که همان فاصله قله یا دره نسبت به سطح آرام یا ساکن است.

دوره تناوب (T): مدت زمانی که هر ذره محیط یک نوسان کامل انجام میدهد، دوره تناوب موج نامیده میشود.

بسامد (f): تعداد نوسان های انجام شده توسط هر ذره محیط در یک ثانیه بسامد موج نامیده میشود که برابر با بسامد چشمه موج نیز هست. بنابراین $f = \frac{1}{T}$.

تندی انتشار موج (v): اگر جبههٔ موج در مدت Δt مسافت L را طی کند، تندی انتشار موج از رابطه $v = \frac{L}{\Delta t}$ به دست می آید. از آنجا که طول موج λ در دوره T طی می شود، داریم:

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

تندی انتشار موج به جنس و ویژگی های محیط انتشار بستگی دارد. تندی انتشار موج عرضی در یک فنر، تار یا ریسمان کشیده به نیروی کشش (F) و چگالی خطی جرم ($\mu = m/L$) بستگی دارد و از رابطه زیر به دست می آید :

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

نکته: هر موجی حامل انرژی است.

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

چند مشخصه بارز موج های الکترومغناطیسی به قرار زیر است:

۱. میدان الکتریکی $\vec{E}$ همواره عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ است.

۲. میدان های الکتریکی و مغناطیسی $\vec{E}$ و $\vec{B}$ همواره بر جهت حرکت موج عمودند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است.

۳. میدان ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می کنند.

تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطه $c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_. \varepsilon_.}}$ به دست می آید، که با تراوایی مغناطیسی در خلأ و برابر $۴\pi \times ۱۰^{-۷} T.m/A$ و $\varepsilon_.$ ضریب گذردهی الکتریکی خلا و برابر $۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲}\ C^۲/N.m^۲$ است. مقدار و با استفاده از این رابطه $۳/۰۰ \times ۱۰^۸\ m/s$ میشود که همان تندی انتشار نور در خلأ است.

طیف امواج الکترومغناطیسی شامل امواج رادیویی، میکروموج، فروسرخ، طیف نور مرئی، فرابنفش، پرتوهای X و پرتوهای گاما است، که از کمترین بسامد تا بیشترین بسامد گسترده شده اند. تمام این امواج به رغم تفاوت فراوان در روشهای تولید و کاربردهای آنها، امواجی الکترومغناطیسی هستند و همگی با تندی نور در خلأ حرکت می کنند و هیچ گسستگی در این طیف وجود ندارد.

امواج طولی:

در امواج طولی، طول موج برابر با فاصله بین دو تراکم (برای فنر، جمع شدگی)| یا دو انبساط (برای فنر، بازشدگی) متوالی است. همچنین دامنه موج طولی برابر با بیشینه جابه جایی از مکان تعادل است.

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

امواج لرزه ای موجهای مکانیکی ای هستند که از لایه های زمین عبور می کنند. یکی از منشأهای مهم امواج لرزه ای، زمین لرزه ها هستند. دو نوع از امواج لرزه ای، امواج اولیهٔ P و امواج ثانویه S هستند. امواج P، امواجی طولی و امواج S امواجی عرضی هستند.

موج صوتی: صوت یک موج طولی است که توسط جسمی مرتعش تولید و می شود، که اصطلاحا به آن چشمه صوت گفته میشود.

معمولاً صوت ایجاد شده در تمام جهتها منتشر می شود.

صوت در محیطهای مادی مانند گاز، مایع، یا جامد می تواند ایجاد و منتشر شود. عموما صوت در جامدها سریع تر از مایع ها و در مایع ها سریع تر از گازها حرکت می کند. تندی صوت افزون بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد.

شدت صوت: شدت یک موج صوتی (I) در یک سطح، برابر با آهنگ متوسط انرژی ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت میرسد یا از آن عبور می کند.

$$I = \frac{\bar{P}}{A} \qquad \text{(شدت صوت)}$$

که در آن $\bar{P}$ آهنگ متوسط انتقال انرژی و A مساحت سطحی است که صوت | با آن برخورد می کند. بنابراین یکای شدت صوت، وات بر متر مربع $(W/m^۲)$ است.

شدت صوت را می توان با یک آشکارساز اندازه گرفت.

جزوه خلاصه درس (ویژه شب امتحان دانش آموزان دوازدهمی) ..... فیزیک (رشته ریاضی و فیزیک)

تراز شدت صوت (تراز صوتی) به صورت زیر تعریف می شود:

(تراز شدت صوت) $\beta = (۱۰\text{dB})\text{lgog}(\frac{I}{I_{.}})$

که در آن dB مخفف دسیبل، یکای تراز شدت صوت است. همچنین $I_{.}$ با شدت مرجع $(۱/۰۰ \times ۱۰^{-۱۲}\, W/m^{۲})$ به این دلیل انتخاب شده است که نزدیک به حد پایین گستره شنیداری انسان است.

با شنیدن هر تن، دو ویژگی را می توان از هم متمایز ساخت: ارتفاع و بلندی آن، ارتفاع و بلندی، هردو به ادراک شنوایی ما مربوط میشوند. ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان درک می کند. بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می کند.

بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ۲۰۰۰ Hz تا ۵۰۰Hz است، در حالی که گوش انسان قادر به شنیدن تنهای صدای ۲۰Hz تا ۲۰۰۰Hz است.

اثر دوپلر: اگر شنونده به چشمه صوت نزدیک شود یا این که چشمه صوت به | شنونده نزدیک شود، بسامد صوتی که شنونده میشنود، از بسامد اصلی صوت | چشمه بیشتر خواهد شد. اگر شنونده از چشمه صوت دور شود یا چشمه صوت از شنونده دور شود، بسامد صوتی که شنونده میشنود از بسامد اصلی چشمه صوت کمتر خواهد شد. این اثر در امواج الکترومغناطیسی نیز رخ می دهد.

اگر یک چشمه نور به ناظر نزدیک شود بسامد افزایش یافته که اصطلاحا به آن انتقال به آبی گفته می شود و اگر چشمه نور از ناظر دور شود، بسامد کاهش می یابد که به آن انتقال به سرخ گفته میشود.

فصل چهارم : برهم کنش های موج

بازتاب و شکست و پراش، راههای برهم کنش موج با محیط هستند.

شکست وقتی رخ میدهد که جهت پیشروی موج در ورود به یک محیط جدید تغییر کند. شکست هم برای امواج مکانیکی و هم برای امواج الکترومغناطیسی رخ می دهد.

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

زاویه باز تابش: زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده را زاویه بازتابش می نامند و با θ_rنشان میدهند.

قانون بازتاب عمومی: همواره زاویه تابش برابر است با زاویه باز تابش.

پژواک: اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنوندهای برسد که صوت اولیه را مستقیما می شنود، به چنین بازتابی پژواک می گویند. اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از ۰/۱ s باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

مکان یابی پژواکی روشی است که براساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می کند. در مواردی که سطح بازتابنده نور همچون آینه، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را بازتاب آینه ای یا منظم می گویند.

نوع دیگر بازتابش، بازتاب پخشنده یا نامنظم است. این بازتاب وقتی رخ میدهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد.

پرتو تابش: به پرتویی که به سطح جداکننده در محیط می تابد، پرتو تابش گفته میشود.

پرتو شکست: به پرتویی که پس از عبور از سطح جداکننده تغییر مسیر داده است، پرتو شکست گفته میشود.

زاویه تابش: به زاویه بین پرتوی شکست و خط عمود بر سطح جدا کننده در نقطه تابش، زاویه تابش گفته می شود و آن را با θ_i نمایش می دهیم.

زاویه شکست: به زاویه بین پرتوی شکست و خط عمود بر سطح جداکننده در نقطه تابش، زاویه شکست گفته می شود و آن را با θ_r نمایش میدهیم.

اگر تندی انتشار موج فرودی را v_1 و تندی انتشار موج شکست یافته را v_2 بنامیم، بین تندی های v_1و v_2و زاویه های θ_1 و θ_2رابطه زیر برقرار است که به آن قانون شکست عمومی می گویند.

(قانون شکست عمومی) $\frac{sin\theta_2}{sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$

نکته: اگر تندی موج هنگام عبور از یک محیط به محیط دیگر افزایش یابد، زاویهٔ شکست از زاویه تایش بزرگتر می شود و اگر تندی موج هنگام عبور از یک محیط به محیط دیگر کاهش یابد، زاویه شکست از زاویه تابش کوچک تر خواهد شد.

ضریب شکست: به نسبت سرعت نور در هوا یا خلا به سرعت نور در یک محیط شفاف، ضریب شکست آن محیط شفاف گفته می شود. هرچه ضریب شکست بزرگتر باشد، انحراف نور بیشتر می شود.

(تعریف ضریب شکست) $n = \frac{\text{تندی نور در خلاء}}{\text{تندی نور در یک محیط}} = \frac{c}{v}$

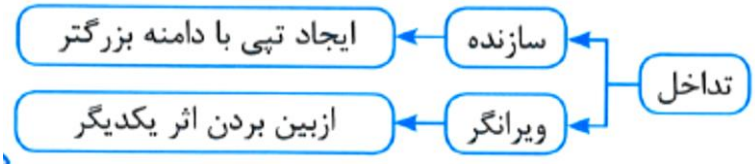
چون تندی نور در خلأ بیشترین تندی ممکن است، ضریب شکست همواره بزرگتر یا مساوی ۱ است (که ۱ مربوط به خط است).

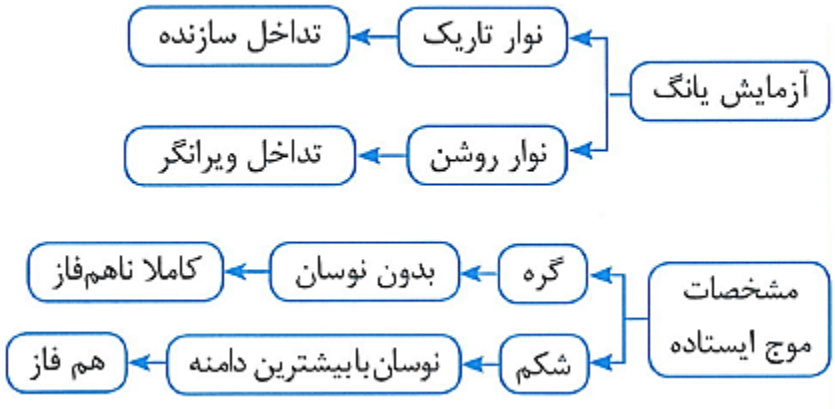
(قانون شکست اسنل) $n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2$

ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد.

وقتی باریکه نوری شامل پرتوهایی با طول موجهای مختلف باشد، این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه های مختلفی شکسته می شوند. به این پخش شدگی نور، پاشندگی نور می گویند. عموما ضریب شکست یک محیط معین برای طول موجهای کوتاه تر، بیشتر است اصل برهم نهی امواج بیان می دارد وقتی چندین موج به طور همزمان بر ناحیه ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آنها برابر مجموع اثرهای مجزای هر یک از آنها است.

به ترکیب موجها با یکدیگر، تداخل می گویند. به بیان دیگر تداخل، ترکیب دو یا چند موج است که همزمان از یک منطقه عبور می کنند.





تار کشیده با دو انتهای بسته: وقتی در این تار بسامدهای تشدیدی ایجاد می شود، می توان نوشت: $L = n\left(\frac{\lambda_n}{۲}\right)$

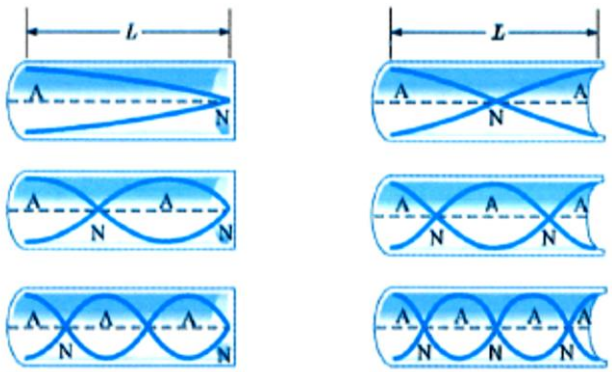
(طول موجهای تشدیدی تار) $\lambda_n = \frac{۲L}{n}, n = ۱,۲,۳, \ldots$

بنابراین بسامدهای تشدیدی متناظر با این طول موجها چنین می شود .

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

در رابطه های فوق n تعداد شکم ها است و تعداد گره ها یکی بیشتر از تعداد شکم ها است. به n عدد هماهنگ گفته می شود.

لوله های صوتی: در لوله های صوتی نیز موج ایستاده تشکیل می شود، چه هردو انتهای آن باز باشد و چه یک انتها باز و یک انتها بسته باشد.



جزوه خلاصه درس (ویژه شب امتحان دانش آموزان دوازدهمی) ..... فیزیک (رشته ریاضی و فیزیک)

فصل پنجم : آشنایی با فیزیک اتمی

اثر فوتوالکتریک و فوتون: از سطح یک جسم، وقتی در معرض تابش الکترومغناطیس با طول موجهای کوتاه قرار گیرد (نور مرئی برای فلزات قلیایی و فرابنفش برای دیگر فلزات)، الکترون جدا می شود. به الکترون جدا شده، فوتوالکترون گفته میشود.

ناسازگاری های فیزیک کلاسیک و اثر فوتوالکتریک: ۱. طبق فیزیک کلاسیک اثر فوتوالکتریک باید در هر بسامدی رخ دهد که چنین نیست. **۲.** طبق فیزیک کلاسیک با افزایش شدت نور باید انرژی جنبشی فوتوالکترونها بیشتر شود که باز هم چنین نیست.

نظریهٔ اینشتین در مورد اثر فوتوالکتریک: نور از بسته های انرژی به نام فوتون تشکیل شده است.

$E = hf$ (انرژی فوتون)

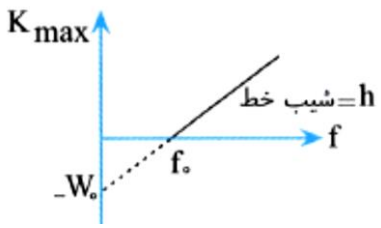
در این رابطه h ثابت پلانک نامیده می شود و به طور تجربی معلوم شده است که مقدار آن $h = ۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴} J.s$ است.

بنابر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترونهای فلز برهم کنش می کند. اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آنی از آن گسیل می شود. در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می شود.

$K_{max} = hf - W_.$ (معادله فوتوالکتریک)

$W_.$ را تابع کار فلز می نامند که به جنس فلز بستگی دارد و کمینه کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از یک فلز معین است.

نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترونها بر حسب بسامد نور فرودی:



وقتی بسامد نور فرودی بزرگتر از $f_.$ یا مساوی با آن باشد فوتونها می توانند الکترونها را از فلز خارج کنند.

کم ترین بسامدی که می تواند باعث ایجاد اثر فوتوالکتریک در یک فلز شود، بسامد آستانه نامیده میشود. $f_. = \frac{W_.}{h}$

در رابطه فوق $f_.$ بسامد آستانه نامیده میشود.

به بیشینه طول موجی که می تواند باعث ایجاد اثر فوتوالکتریک شود، طول موج آستانه ($\lambda_.$) گفته می شود.

جزوه خلاصه درس (ویژه شب امتحان دانش آموزان دوازدهمی) ..... فیزیک (رشته ریاضی و فیزیک)

در فیزیک اتمی و فیزیک هسته ای، یکای ژول برای بیان انرژی فوتونها و ذرات، یکای بسیار بزرگی است. به همین دلیل از یکایی به نام الکترون ولت (eV) استفاده می کنیم. $(۱eV = ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}J)$

همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می کنند که به آن تابش گرمایی گفته می شود.

اگر طیف شامل گستره پیوسته ای از تمام طول موجها باشد، به آن طیف پیوسته یا طیف گسیلی پیوسته گفته می شود.

تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهمکنش قوی بین اتمهای سازنده آن است. حال آن که گازهای کم فشار و رقیق، که اتمهای منفرد آنها از برهم کنش های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته گسیل می کنند که شامل طول موجهای معینی است. این طیف گسسته را، معمولا طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می نامند و طول موجهای ایجاد شده در آن، برای اتم های هر گاز منحصر به فرد است.

رابطه بالمر برای محاسبه طول موجهای مرئی طیف خطی اتم هیدروژن:

(معادله بالمر) $\lambda = (۳۶۴/۵۶\, nm)\frac{n^۲}{n^۲-۲^۲}$

که در آن $n \geq ۳$ و همواره عددی صحیح است.

رابطه ریدبرگ برای محاسبه تمام طول موجهای طیف خطی اتم هیدروژن:

(معادله ریدبرگ) $\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) n > n'$

که در آن R ثابت ریدبرگ و مقدار آن برابر $(nm)^{-۱}$ ۰/۰۱۰۹۷۳۷۳۱ است و برای سادگی در محاسبه ها، مقدار آن را می توان $(nm)^{-۱}$ ۰/۰۱۱ در نظر گرفت. همچنین n′ عدد صحیح مثبتی است.

جزوه خلاصه درس (ویژه شب امتحان دانش آموزان دوازدهمی) ..... فیزیک (رشته ریاضی و فیزیک)

رشته خط های طیف گسیلی هیدروژن اتمی

نام طیف	تاریخ کشف	مقدار n'	رابطهٔ ریدبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیهٔ طیف
لیمان	۱۹۱۴ – ۱۹۰۶	۱	$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{n^۲})$	۲,۳,۴,...	فرابنفش
بالمر	۱۸۸۵	۲	$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۲^۳} - \frac{۱}{n^۲})$	۳,۴,۵,...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۱۹۰۸	۳	$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۳^۳} - \frac{۱}{n^۲})$	۴,۵,۶,...	فروسرخ
براکت	۱۹۲۲	۴	$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۴^۳} - \frac{۱}{n^۲})$	۵,۶,۷,...	فروسرخ
پفوند	۱۹۲۴	۵	$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۵^۳} - \frac{۱}{n^۲})$	۶,۷,۸,...	فروسرخ

مدل اتمی تامسون: بنابر مدل تامسون، اتم همچون کرهای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترونها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند در جاهای مختلف آن پراکنده شده اند. این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی هم می گویند، زیرا الکترونها مانند دانه های کشمش در آن پخش شده اند. یکی از ناکامی های مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش گسیل شده از اتم، که این مدل پیش بینی می کرد، با نتایج تجربی سازگار نبود.

مدل اتمی رادرفورد: بنابر مدل رادرفورد، اتم دارای یک هسته بسیار چگال و کوچک($m^{-۱۵}$ ۱۰ ≈شعاع) و با بار مثبت است، که الکترونها خارج از آن قرار دارند. مدل اتمی رادرفورد را مدل اتم هسته ای یا مدل هسته ای اتم می نامند.

ضعف مدل اتمی رادرفورد: اگر الکترونها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم، باید تحت تأثیر نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته و الکترون، روی هسته سقوط کنند و درنتیجه اتم باید ناپایدار باشد؛ همچنین اگر الکترونها، مانند منظومهٔ خورشیدی که دور خورشید می چرخند، به دور هسته در گردش باشند، باز هم این حرکت پایدار نمی ماند. زیرا حرکت مداری الکترون به دور هسته شتاب دار است. بنابر فیزیک کلاسیک، این حرکت شتاب دار الکترون سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می شود که باید آن، با باهد حرکت مداری الکترون برابر اتن. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته می شود.

مفروضات مدل بور: ۱. مدارها و انرژی های الکترونها در هر اتم کوانتیدهاند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی های گسسته معینی مجاز هستند.

(شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن) $r_n = a.n^2$

(ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن) $E_n = \frac{-13/6eV}{n^2}$

در این روابط n عدد کوانتومی نامیده میشود (n = ۱،۲،۳،۰۰۰) که مدار الکترون را دور هسته مشخص می کنند. همچنین $a.$ شعاع کوچک ترین مدار در اتم هیدروژن (به ازای n=۱) و مقدار آن برابر $a. = r_1 = 5/29 \times 10^{-11} m$ است. این مقدار خاص، شعاع بور برای اتم هیدروژن نامیده میشود. همچنین انرژی الکترون در n=۱ برابر $E_1 = -13/6\, eV$ است که اندازه آن را معمولا ایک ریدبرگ می نامند و با نماد ER نشان میدهند ($E_R = 13/6\, eV$)

۲.وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی شود. از این رو گفته میشود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

۳. الکترون نمی تواند 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 ، یک فوتون تابش میشود در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است، یعنی

(معادله گسیل فوتون از اتم) $E_U - E_L = hf$

پایین ترین تراز انرژی، حالت پایه نامیده می شود تا از ترازهای بالاتر که حالت برانگیخته نامیده می شوند متمایز باشد.

کم ترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه، انرژی یونش الکترون نامیده می شود.

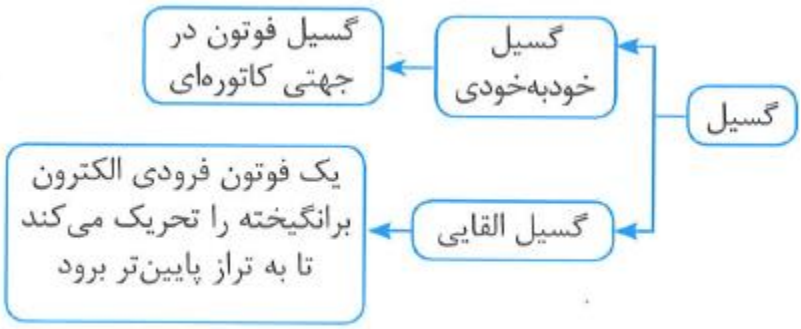
اگر طیف پیوسته نور سفید را از یک گاز عبور دهیم، در آن خطهای تیره ایجاد میشود به این طیف، طیف جذبی گفته می شود.

هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتم های گاز هر عنصر، طول موجهای معینی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است. یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

اتمهای 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.

موفقیت ها و نارسایی های مدل بور: مدل بور تصویری از چگونگی حرکت الکترون ها به دور هسته ارائه می کند. این مدل در تبیین پایداری اتم، طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی و محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن با موفقیت همراه است. افزون بر این، مدل بور را برای اتم های هیدروژن گونه نیز می توان به کار برد.

این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می گردد به کار نمی رود، زیرا در مدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون دیگر وارد می کند به حساب نیامده است. همچنین این مدل نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد.



نکته: در گسیل القایی، انرژی فوتون فرودی باید دقیقا برابر اختلاف انرژی دو تراز باشد.

گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد. اول این که یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می شود به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون ها را افزایش میدهد و نور را تقویت می کند. دوم این که فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می کند. سوم این که فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این ترتیب فوتونهایی که باریکه لیزری را ایجاد می کنند هم بسامد، هم جهت و هم فاز هستند.

وارونی جمعیت الکترونها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین تر بسیار بیشتر باشند.

فصل ششم : آشنایی با فیزیک هسته ای

هسته اتم از نوترون ها و پروتونها تشکیل شده است که به طور کلی نوکلئون نامیده می شوند.

تعداد پروتونهای هسته را عدد اتمی (Z) می نامند 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. هم چنین مجموع تعداد کل پروتونها و نوترونها را عدد جرمی (A) می نامند.

$$\underbrace{A}_{\text{عدد جرمی}} = \underbrace{Z}_{\text{عدد اتمی}} + \underbrace{N}_{\text{عدد نوترونی}}$$

تعداد پروتون ها و نوترون ها — تعداد پروتون ها — تعداد نوترون ها

نماد عنصر $\leftarrow X_N^A \rightarrow$ عدد جرمی

نماد نوترونی $\leftarrow$ — $\rightarrow$ عدد اتمی

هسته هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند خواص شیمیایی یکسانی دارند، درنتیجه این هسته ها در جدول تناوبی عناصر هم مکان هستند و بنابراین ایزوتوپ هم مکان) نامیده میشوند.

نیروی هسته ای، کوتاه برد است و تنها در فاصله ای کوچکتر از ابعاد هسته اثر می کند.

جزوه خلاصه درس (ویژه شب امتحان دانش آموزان دوازدهمی) ..... فیزیک (رشته ریاضی و فیزیک)

انرژی بستگی هسته و ترازهای انرژی هسته ای: برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته، انرژی لازم است. انرژی لازم برای این منظور، انرژی بستگی هسته نامیده می شود.

جرم هسته از مجموع جرم پروتونها و نوترونهای تشکیل دهنده اش کمی کمتر است. اگر این اختلاف جرم را که به آن کاستی جرم هسته گفته می شود، مطابق رابطه معرف اینشتین $(E = mc^2)$، در مربع تندی نور (c^2) ضرب کنیم انرژی بستگی هسته به دست می آید.

انرژی نوکلئونهای وابسته به هسته نیز مانند الکترونهای وابسته به اتم، کوانتیدهاند و نوکلئونهای درون هسته نمی توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند.

اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون ها در هسته از مرتبه keV تا مرتبهٔ MeV است، در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون ها در اتم از مرتبه eV است. از این رو، هسته ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی شوند.

در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می شود: پرتوهای آلفا (α)، پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما (γ). پرتوهای α کم ترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی با ضخامت ناچیز $(\approx ۰/۰۱\ mm)$ متوقف می شوند، در حالی که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را $(\approx ۰/۱\ mm)$ در سرب نفوذ می کنند. پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می توانند از ورقهای سربی به ضخامت قابل ملاحظه ای $(\approx ۱۰۰mm)$ بگذرند.

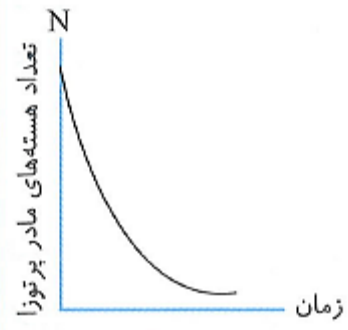
واپاشی (α) $\quad {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}He$

واپاشی (β^-) $\quad {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z+۱}{}^{A}Y + {}_{-۱}{}^{۰}e^-$

واپاشی $(\beta^+$ یا $e^+)$ $\quad {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z-۱}{}^{A}Y + {}_{۱}{}^{۰}e^+$

(واپاشی γ) $\quad {}^{A}_{Z}X^* \Rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$

بنا به تعریف، نیمه عمر، مدت زمانی است که طول می کشد تا تعداد هسته های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسد.



$N = N_{۰}.(\frac{۱}{۲})^n$ (تعداد هسته های پرتوزای باقی مانده)

که در آن n از $\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ به دست می آید.

فرایند تقسیم شدن یک هسته سنگین به دو هسته با جرم کمتر، شکافت هسته ای نامیده می شود.

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

در واکنش های شکافت هسته ای، جرم محصولات شکافت، کمتر از جرم هسته مرکب است.

این اختلاف جرم بنا به رابطهٔ $E = mc^2$ ، سبب آزاد شدن انرژی گرمایی زیادی می شود.

به فرایند افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ ۲۳۵ در یک نمونه، غنی سازی گفته می شود.

از مواد کندساز مانند آب معمولی و آب سنگین و گرافیت برای کند کردن نوترونها در رآکتور استفاده می شود.

از مواد جذب کننده نوترون مانند کادمیم و بور برای جذب نوترون و کاهش واکنش زنجیری استفاده می شود.

یک رآکتور هستهای دارای سوخت هسته ای و ماده کندساز و میله های کنترل و شاره ای برای انتقال گرما هستند.

در فرایند گداخت هسته ای، دو هسته سبک با یکدیگر ترکیب می شوند و هسته سنگین تری به وجود می آورند. مانند:

$$D + T \rightarrow {}^{4}He + {}^{1}N$$