ایران توشه

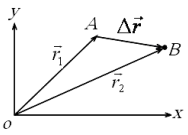
- دانلود نمونه سوالات امتحانی
- دانلود گام به گام
- دانلود آزمون گاج و خیلی سبز و سنجش
- دانلود فیلم و مقاله آنلیزشی
- کنکور و مشاوره

IranTooshe.Ir

@irantooshe

IranTooshe

فصل اول: حرکت بر خط راست

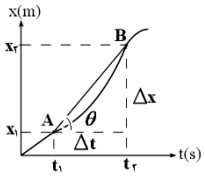


بردار مکان: برداری است که مبدا مختصات را به مکان نهایی متحرک وصل می‌کند. (مثال r_1 و r_2)

بردار جابجایی: برداری است که مکان اولیه را به مکان نهایی متصل می‌کند. (Δr)

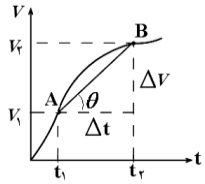
تندی متوسط و سرعت متوسط: تندی متوسط و سرعت متوسط دونده به صورت زیر تعریف می‌شوند و تندی متوسط، کمیتی نرده ای و سرعت متوسط، کمیتی برداری است. سرعت متوسط $\vec{v}_{av}=\frac{\vec{d}}{\Delta t}$ تندی متوسط $s_{av}=\frac{l}{\Delta t}$

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان زمان: سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودارمکان زمان را به یکدیگر وصل می کند



$$\left.\begin{aligned} v_{av}&=\frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\\ \tan\theta&=\frac{\Delta x}{\Delta t}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\ v_{av}=\tan\theta$$

شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای: شتاب متوسط برابر نسبت تغییر سرعت به بازه‌ی زمانی است که سرعت تغییر کرده است. شتاب متوسط را با $\bar{a}$ نشان می‌دهند.



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

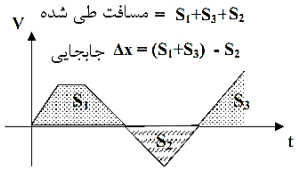
❖ شتاب متوسط متوسط بین دونقطه از نمودار سرعت- زمان برابر است با شیب خطی که آن دونقطه را بـه هـم وصل می‌کند.

$$\left.\begin{aligned} a_{av}&=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\\ \tan\theta&=\frac{\Delta v}{\Delta t}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\ a_{av}=\tan\theta$$

❖ شتاب لحظه‌ای شتابی است، که متحرک در هر لحظه دا رد. و شتاب لحظه‌ای شیب نمودار سرعت زمان در هر لحظه است.

حرکت یکنواخت بر خط راست: حرکتی است که در آن همواره سرعت متحرک دارای اندازه و جهت ثابت باشد. شیب نمودار مکان زمـان چنـین حرکتـی کـه همـان سـرعت است، همواره ثابت خواهد بود. در این نوع حرکت سرعت متوسط با سر عت لحظه ای برابر است. یعنی: $v_{av}=v$ معادله حرکت با سرعت ثابت به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\Rightarrow\quad x=Vt+x_0$$



❖ مساحت زیر سطح نمودار سرعت-زمان، برابر جابجایی است. مثلا در نمودار نسبتا پیچیده ی شکل زیر، برای محاسبه‌ی جابجایی مساحتهای S۱ و S۳ را باهم جمع و نتیجه را منهای S۲ می‌کنیم زیرا مساحت S۲ زیر محور و منفی است.

❖ شرط رسیدن دو متحرک به هم، در یک مسیر مستقیم الخط با یک اختلاف زمانی، این است که $X_A=X_B$ باشد.

حرکت بر خط راست با شتاب ثابت: اگر در حرکت در مسیر مستقیم شتاب در لحظه‌های مختلف یکسان باشد، آن را حرکت بـا شـتاب ثابت در مسیر مستقیم می‌نامیم. در این حالت شتاب لحظه‌ای و شتاب متوسط با هم برابرند. (یعنی $a_{av}=a$)

رابطه‌های اصلی در حرکت شتابدار با شتاب ثابت

معادله سرعت- زمان	$\Delta V=at$	$V=at+V_o$
معادله مکان- زمان	$\Delta x=\frac{1}{2}at^2+V_0t$	$x=\frac{1}{2}at^2+V_ot+x_o$
معادله مستقل از شتاب	$\Delta x=\left(\frac{V_o+V}{2}\right)t$	$x=\left(\frac{V_o+V}{2}\right)t+x_o$
معادله مستقل از زمان	$V^2-V_o^2=2a\Delta x$	$V^2-V_o^2=2a(x-x_o)$

❖ معادله‌ی مکان- زمان در حرکت شتابدار با شتاب ثابت از درجه ۲ است، لذا نمودار آن یک سهمی است. اگر انحناء (تقعر) این سهمی روبه بـالا باشـد، شـتاب مثبـت و اگـر انحناء (تقعر) این سهمی روبه پایین باشد، شتاب منفی است.

❖ **حرکت تند شونده، حرکت کند شونده:** اگر در حرکت با شتاب ثابت شیب نمودار مکان- زمان در هر لحظه زیاد شود، حرکت تند شونده است و اگر شیب نمودار در هـر لحظه کم شود، حرکت کند شونده خواهد بود. در حالت کلی نتیجه می‌شود که اگر شتاب و سرعت در یک حرکت هم علامت باشند، آن حرکت تنـد شـونده خواهـد بـود و اگر شتاب و سرعت در یک حرکت غیر هم علامت باشند، آن حرکت کند شونده خواهد بود. یعنی:

$a\times V>0\rightarrow$ حرکت تند شونده $\qquad a\times V<0\rightarrow$ حرکت کند شونده

فصل دوم: دینامیک و حرکت دایره‌ای

دینامیک: علمی است با در نظر گرفتن نیرو به بررسی حرکت می‌پردازد.

توصیف نیرو: عاملی است که باعث تغییر وضعیت حرکت جسم می‌شود یعنی وقتی به یک جسم نیرو وارد می‌شود سرعت و یا شکل جسم تغییر می‌کند. (برهم کنش (تاثیر) دو جسم بر یکدیگر را نیرو نامند.) (نیرو دارای اندازه و جهت است، بنابراین یک کمیت برداری است.)

قانون اول نیوتن (قانون لختی): یک جسم حالت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کند، مگر آنکه تحت تاثیر نیرویی مجبور به تغییر آن حالت شود. **یا:** هرگا ه بر جسمی نیرو وارد نشود (یا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود) جسم اگر ساکن باشد همچنان ساکن می ماند و اگر دارای حرکت باشد به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه می‌دهد.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

لختی یا اینرسی: مقاومت اجسام درمقابل تغییرحرکت وسرعت را لختی یا اینرسی می‌نامند. این اصل مطابق با قانون اول نیوتن است. به همین علت قانون اول نیوتن درباره حرکت راقانون لختی نیز می‌نامند **یا:** تمایل اجسام برای حفظ حالت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست، را لختی می‌گوییم.

قانون دوم نیوتن: اگربه یک جسم نیروهایی وارد شود، شتابی می گیرد که با برایند نیروهای وارد بر جسم (نیروی خالص وارد بر جسم) نسبت مستقیم دارد و با آن هم جهت است وبا جرم جسم نسبت وارون دارد یعنی: $\vec{a}=\frac{\vec{F}_{net}}{m} \Rightarrow \vec{F}_{net}=m\vec{a}$

❖ **تکانه (اندازه حرکت):** حاصلِ ضربِ جرمِ جسم در سرعتِ آن، تکانه نام دارد و آن را با $\vec{p}$ نشان می‌دهیم، که کمّیتی برداری است. یکایِ تکانه درSI ، $N.s$ یا $\frac{kg.m}{s}$ است.

$$\vec{p}=m\vec{V}$$

❖ قانون دوم نیوتون برحسب تکانه برای نیروی ثابت به صورت روبرو است: $\vec{F}_{net}=\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

❖ یعنی نیروی خالص وارد بر جسم برابر با تغییر تکانهٔ جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است. همچنین از این رابطه نتیجه می‌گیریم که تغییر تکانه برابر با حاصل ضرب نیرو در مدت زمان تأثیر آن است. $\Delta\vec{P}=\vec{F}_{net}\Delta t$

❖ برای بازهٔ زمانی بزرگ به جای نیروی خالص باید نیروی خالص متوسط در فاصلهٔ زمانی مورد نظر را به کار برد. یعنی: $\vec{F}_{av}=\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

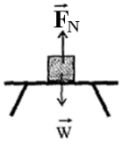
❖ تغییر تکانهٔ یک جسم را می‌توان از سطح زیر نمودار نیرو زمان نیز به دست آورد. $\Delta\vec{P}=\vec{F}_{av}\Delta t$

قانون سوم نیوتن: هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو واردکند، جسم دوم هم به جسم اول نیرویی هم اندازه‌ی آن ولی درخلاف جهت وارد می‌کند. نیرویی که جسم اول وارد می‌کند (کنش) و نیرویی که جسم دوم وارد می‌کند (واکنش) نامیده می‌شوند. این دو نیرو همواره هم اندازه هم راستا و در سوی مخالف یکدیگرند و هریک برجسم دیگروارد می‌شود. **یا:** برای هر عملی, عکس العملی است مساوی با آن ولی در جهت مختلف

نیروی وزن: وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که ازطرف زمین بر جسم وارد می‌شود. $\vec{w}=m\vec{g}$

جهت وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف زمین (مرکز زمین) است. جرم یک جسم در مکان های مختلف ثابت است، اما وزن آن به مقدار g در آن مکان بستگی دارد. شتاب جاذبه (g) در سطح زمین تقریباً ۹/۸N/kg است.

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 می شود که به آن نیروی **مقاومت شاره** می‌گویند. ویژگی‌ها: ۱) نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ...بستگی دارد. ۲) هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد. ۳)اگر جسم در هوا حرکت کند، به این نیرو، نیروی مقاومت هوا می گویند.



نیروی عمودی سطح (نیروی عمودی تکیه‌گاه): نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است و با F_N نشان داده می‌شود. برای جسم روی سطح افقی $F_N=W$ است مگر آنکه نیروی دیگری، عمود بر سطح وجود داشته باشد.

نیروی اصطکاک: وقتی تلاش می‌کنیم جسمی را روی سطحی به حرکت درآوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، با مقاومتی روبه‌رو می‌شویم که به آن نیروی اصطکاک گویند. این نیرو در خلاف جهت حرکت بر جسم وارد می شود و از نیروهای الکترومغناطیسی بین اتم‌ها ناشی می‌شود. نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم، و زبری و نرمی آنها و ..... بستگی دارد. **نیروی اصطکاک بر دو نوع است:** ۱- نیروی اصطکاک ایستایی: در این حالت جسم نسبت به سطحی که بر آن قرار دارد، کشیده شده اما ساکن می‌ماند. ۲- نیروی اصطکاک جنبشی (لغزشی): در این حالت جسم نسبت به سطحی که بر آن قرار دارد در حرکت است.

❖ نیروی اصطکاک ایستایی دارای حداکثری است که با f_{smax} نشان می دهیم و به آن نیروی اصطکاک ایستایی در آستانه‌ی حرکت گفته می‌شود. اگر نیروی F بزرگتر از f_{smax} باشد جسم شروع به حرکت می‌کند. اصطکاک ایستایی آستانه حرکت از رابطه روبرو به دست می آید. $f_{s,max}=\mu_s F_N$

❖ μ_s : ضریب اصطکاک ایستایی است و بستگی به جنس سطح تماس (زبری، صافی و ...) رطوبت محیط و ... دارد و چون یک مقدار ثابت است واحد ندارد.

نیروی اصطکاک جنبشی: وقتی جسمی روی سطحی می‌لغزد از طرف سطح بر جسم، نیروی اصطکاک جنبشی وارد می‌شود که موازی با سطح و در خلاف جهت لغزش جسم است. آزمایش نشان می دهد که اندازه نیروی اصطکاک جنبشی متناسب با اندازه نیروی عمودی سطح است. $f_k=\mu_k F_N$.

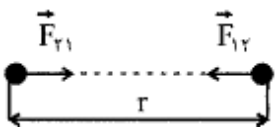
که در آن F_N نیروی عمودی سطح و μ_k ضریب اصطکاک جنبشی است. ضریب اصطکاک جنبشی مانند ضریب اصطکاک ایستایی به عامل هایی مانند جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آنها و ... بستگی دارد و بدون واحد است.

❖ μ_s همواره از μ_k بزرگتر است لذا نیروی اصطکاک ایستایی از جنبشی بیشتر است. ($\mu_k < \mu_s$)

نیروی کشسانی(قانون هوک): اگر فنری را تحت اثر نیروی کشش یا فشارنده‌ی F از حالت عادی خود خارج کنیم، فنر نیرویی در خلاف جهت تراکم یا کشیده شدن وارد می‌کند این نیرو را نیروی کشسانی یا نیروی بازگرداننده‌ی فنر می‌نامند. (نیروی F_e) $\Delta l=l-l_o$ $F_e=k\Delta l$

Δl تغییر طول فنر، l_o طول اولیه فنر، l طول فنر در اثر نیروی F است. k ثابت فنر و از مشخصه‌های فنر است که ضریب سختی فنر نیز نامیده می‌شود. ثابت فنر به اندازه، شکل و ساختار ماده ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد و واحد آن N/m است.

نیروی گرانشی: نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصلهٔ آنها ازیکدیگر نسبت وارون دارد.



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

که در آن : m_1 : جرم جسم ۱ m_2 : جرم جسم ۲ r : فاصله بین دو جسم F : نیرو G : ثابت جهانی گرانش

❖ G ثابت جهانی گرانش است که مقدار آن $G = 6/67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$ است که مقداری بسیار کوچک می‌باشد. بنابراین نیروی گرانشی میان جسم های با جرم‌های کوچک قابل ملاحظه نیست.

❖ دو جرم همواره یکدیگر را می‌ربایند. به عبارت دیگر نیروی گرانشی از نوع رانشی(دافعه) نیست.

چند نکته برای حل مسائل دینامیکی:

۱- ابتدا جسم را مشخص کرده و شکل ساده‌ای برای آن رسم می‌کنیم.

۲- نیروهایی که از طرف محیط به جسم وارد می‌شود مشخص (تعیین جهت و راستا) می‌کنیم. (دیاگرام آزاد)
(نیروها عبارتند از وزن، عکس العمل تکیه‌گاه، اصطکاک، کشش نخ، نیروی موتور و غیره ....)

۳- دستگاه مختصاتی مناسب مشخص می‌کنیم. (جهت حرکت یا میل به حرکت، جهت + یکی از محورها است.)

۴- با استفاده از قانون دوم نیوتن، شتاب حرکت یا مجهول دیگر مسأله را به دست می‌آوریم.

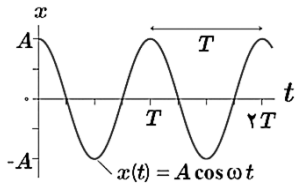
فصل سوم: نوسان وامواج

نوسانِ دوره‌ای: حرکتی است که متحرّک، پس از طیِ زمانِ معیّنی، به وضعیّتِ اوّلیه برگشته و حرکتِ خود را از نو، آغاز می‌کند. 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، روی یک پاره خط، حولِ نقطه‌ی تعادلی واقع در وسطِ پ اره خط، حرکتِ رفت و برگشت، انجام می دهد. دو نمونه از حرکتِ هماهنگِ ساده، عبارت از: ۱) حرکتِ آونگ، وقتی که، زاویه‌ی α خیلی کوچک باشد، ۲) حرکتِ نوسانیِ وزنه‌ی متّصل به فنر.

دوره تناوب: در حرکتِ هماهنگِ ساده، مدّت زمانی که جسم، یک بار رفت و برگشت را انجام می‌دهد، دوره‌ی 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 $f = \frac{1}{T}$



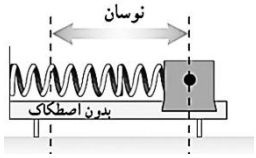
تعداد نوسانات در مدت زمان t ثانیه (N) برابر است با $N = f\,t = \frac{t}{T}$

دامنه‌ی نوسان: درحرکتِ هماهنگِ ساده، بیشترین فاصله‌ی نوسان گر از نقطه ی تعادل را دامنه ی حرکت نامیده و آن را با A نشان می‌دهیم و واحدِ آن متر می‌باشد. .

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

ω بسامد زاویه‌ای و برابر $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ است. 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.



سامانهٔ جرم فنر: دورهٔ تناوب T ، بسامد f و بسامد زاویه‌ای ω برای هر سامانهٔ جرم فنر، برابر است با:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad ، \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad و \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

❖ 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.

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. دورهٔ تناوب آونگ ساده فقط به شتاب گرانشی(g) وطول آونگ (L) بستگی دارد، و از رابطهٔ زیر به دست می آید:

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

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

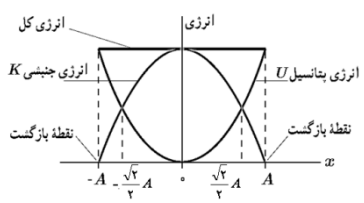
❖ اگر اندازه گیری در محلّی به غیر از زمین باشد، به جایِ g شتابِ جاذبه در آن محل را قرار می‌دهیم. مثلا اگر اندازه گیری در آسانسور باشد، به جایِ g ، g' یعنی نتیجه‌ی شتاب خود آسانسور و شتاب زمین ($g' = g \pm a$) را قرار می‌دهیم.

انرژی در حرکت هماهنگ ساده:

در سامانهٔ جرم-فنر انرژی پتانسیل (U) متناسب با x^2 است. بنابراین انرژی پتانسیل سامانهٔ جرم فنر در نقاط بازگشتی ($x = \pm A$) بیشینه و در نقطهٔ تعادل ($x=0$) برابر صفر است.

انرژی جنبشی (K) جرم –فنر به جرم قطعهٔ متصل به فنر و تندی آن بستگی دارد.

هرچه فاصله (x) بیشتر، انرژی پتانسیل بیشتر و هرچه سرعت (v) بیشتر، انرژی جنبشی بیشتر است.



ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

در دامنه‌ی $\pm\frac{\sqrt{2}}{2}A$ مقدار انرژی جنبشی و پتانسیل با هم برابر است.

انرژی مکانیکی سامانهٔ جرم فنر (E=U+K): انرژی کل یک نوسانگر هارمونیک ساده با مجذور بسامد، مجذور دامنه و جرم نوسانگر رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$E=\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}m\omega^2A^2=2\pi^2mA^2f^2$$

$$\frac{E_2}{E_1}=(\frac{f_2}{f_1})^2\times(\frac{A_2}{A_1})^2$$

تشدید: 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.

انواعِ موج با توجّه به محیطِ انتشار: ۱-امواجِ مکانیکی: این امواج برایِ انتشار، به محیطِ مادّی نیاز دارند، بنابراین در خلأ انتشار نمی‌یابند. مانندِ امواجِ صوتی، تشکیلِ موج بر سطحِ آب، موجِ ایجاد شده در طناب، فنر و ... .**۲-امواجِ الکترومغناطیس:** این امواج د ر همه جا (مایعات، جامدات، گازها و خلأ)منتشر می شوند. مانندِ نور، امواجِ رادیویی، اشعه‌ی گاما و .....

انواع موج از لحاظ راستای ارتعاش: ۱) امواجِ عرضی: اگر راستایِ نوسانِ ذرّه‌هایِ محیط، عمود بر راستایِ انتشارِ موج باشد، موج را عرضی می‌نامند.

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

امواجِ **مکانیکی** عرضی، در محیط‌هایی منتشر می‌شوند که نیرویِ بینِ ذرّاتِ آن نسبتاً زیاد باشد. با این حساب، امواجِ **مکانیکی** 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.

مشخصه های موج:

۱) طول موج: . 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.

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

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

۴) 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: $f=\frac{1}{T}$

۵) 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.

❖ **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:

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

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

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

امواج الکترومغناطیسی: امواج الکترومغناطیسی از تغییر هم زمان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در فضا به وجود می‌آیند.

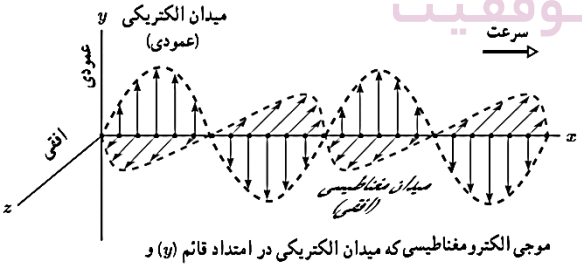
مشخصهٔ بارز امواج الکترومغناطیسی

❖ 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.

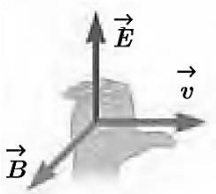
❖ جهت انتشار امواج الکترومغناطیسی را می‌توان مطابق شکل از قاعدهٔ دست راست تعیین کرد.



موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (z) و انتشار موج در جهت x است.

جهتِ انتشارِ موجِ الکترومغناطیسی($\vec{k}$)هم جهت با بردارِ($\vec{E}\times\vec{B}$)است. همانندِ محورهایِ مختصات $(\vec{E},\vec{B},\vec{k})$ ، پس اگر چها انگشتِ دستِ راست را در جهتِ $\vec{B}$ طوری $(\vec{x},\vec{y},\vec{z})$

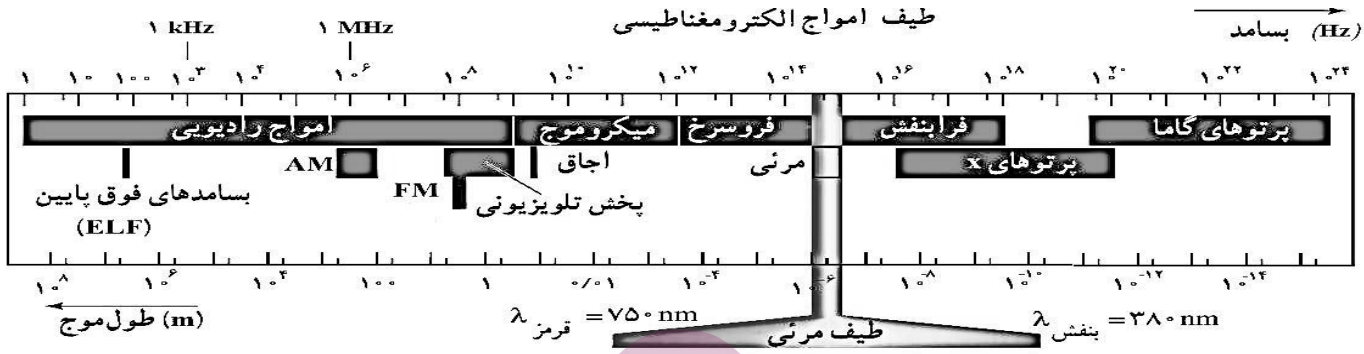
قرار داده که انگشتِ شصتِ دستِ راست در جهتِ $\vec{E}$ باشد،آن گاه بردارِ $\vec{k}$ از کفِ دستِ راست خارج می شود.

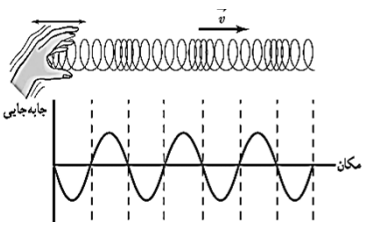


تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطهٔ $c=\frac{1}{\sqrt{\mu_o\varepsilon_o}}$ به دست می آید. که در آن تراوایی مغناطیسی خلأ $\mu_o=4\pi\times10^{-7}$T.m/A و ضریب گذردهی الکتریکی خلأ $\varepsilon_o=8/85\times10^{-12}$ C²/Nm²

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_{o}\varepsilon_{o}}} = 3\times 10^{8}\frac{m}{s}$$

- 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.





موج طولی و مشخصه‌های آن: 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.

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. که در آن $\bar{P}$ 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.

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

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

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 پایه ی ده نسبتِ شدّتِ آن صوت به شدّتِ صوتِ مبنا که آن را با β نشان داده و واحدِ آن بِل میباشد:

$$\beta = \log\frac{I}{I_o}(b)$$

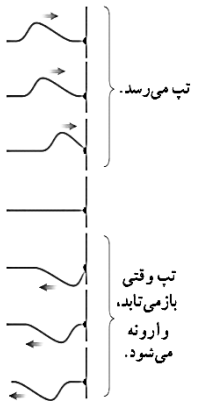
هر بِل ۱۰ دسی بِل است. بنابراین:

$$\beta = 10\log\frac{I}{I_o}(db)$$

بلندیِ نسبیِ صوت: تفاضلِ ترازِ شدّتِ دو صوت را بلندیِ نسبیِ آن‌ها 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:

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

از طرفی چون شدت نسبت عکس با مجذور فاصله دارد پس می‌توان نوشت: $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$ **در نتیجه:** $\Delta\beta = 20\log\frac{d_1}{d_2}$



ادراک شنوایی: 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.

بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند. اگر یک دیاپازون با بسامد مشخص را با ضربه هایی متفاوت به ارتعاش وادارایم، با آنکه بسامد صدایی که می‌شنویم تغییر نمی‌کند، اما صداهایی با بلندی متفاوت را حس می‌کنیم که این به شدت ضربه ها بستگی دارد.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

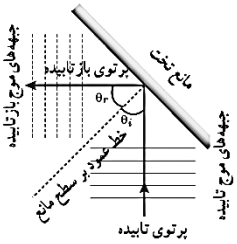
بلندی متفاوت با شدت است. شدت را می‌توان با یک آشکار ساز اندازه گرفت، در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می‌کنید. دستگاه شنوایی انسان به بسامدهای متفاوت حساسیت های متفاوتی نشان می‌دهد، به طوری که بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ ۲۰۰۰Hz تا ۵۰۰۰ Hz است، در حالی که گوش انسان قادر به شنیدن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

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

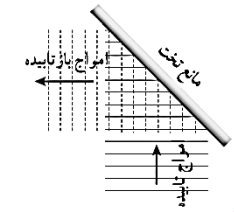
بازتاب

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.

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



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



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

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

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

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

❖ اگر سطح بازتابندهٔ نور همچون یک آینه، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را **بازتاب آینه‌ای** یا **منظم** می‌گویند. نوع دیگر بازتابش، **بازتاب پخشنده** یا **نامنظم** است.

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.

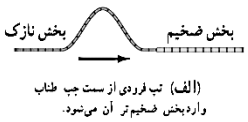
همچنین در دستگاه سونار که در کشتی‌ها برای مکان‌یابی اجسام زیر آب به کار می‌رود، و در سونوگرافی نیز از مکان یابی پژواکی استفاده می‌شود.

دستگاه لیتوتریپسی که از آن برای شکستن سنگ های کلیه، با کمک بازتابنده های بیضوی استفاده می‌شود.

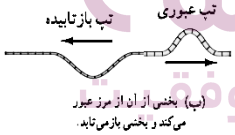
شکست وقتی رخ می‌دهد که جهت پیشروی موج در ورود به یک محیط جدید تغییر کند. شکست برای امواج مکانیکی نیز رخ می‌دهد

❖ 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 اندازهٔ موج های نوری اهمیت ندارد..

❖ امواج نه تنها با محیط بلکه با یکدیگر نیز برهم کنش می‌کنند. **تداخل** نمونه ای از برهم کنش امواج با یکدیگر است.

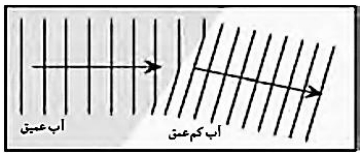


(الف) تپ فردی از سمت چپ طناب وارد بخش ضخیم‌تر آن می‌شود.



(ب) بخشی از آن از مرز عبور می‌کند و بخشی بازمی‌تابد.

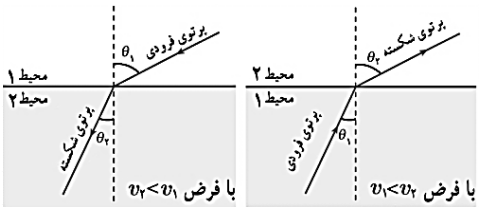
عبور یک تپ در طول طنابی را در نظر بگیرید که از دو بخش، یکی نازک و دیگری ضخیم، تشکیل شده است (شکل الف). وقتی این تپ از سمت بخش نازک به مرز دو بخش می رسد، بخشی از این تپ باز می‌تابد و بخشی دیگر عبور می‌کند (شکل ب). برای یک موج سینوسی بسامد این دو موج همان بسامد موج فرودی است که توسط چشمهٔ موج تعیین می‌شود.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



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 ناحیهٔ کم عمق می‌رسد، چون با تندی کمتر حرکت می‌کند از بقیهٔ موج که هنوز وارد این ناحیه نشده عقب می‌افتد و بنابراین فاصلهٔ بین جبهه‌های موج و در نتیجه طول موج کاهش می‌یابد و به این ترتیب جبهه‌های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می‌دهند .

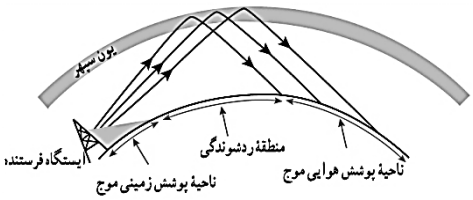
قانون شکست عمومی: برای جبهه‌های موج تختی به طور مایل به مرز دو محیط می‌رسند و سپس شکست پیدا می کنند، رابطهٔ زیر برقرار است که به آن **قانون شکست عمومی** می‌گویند

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



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

شکست امواج الکترومغناطیسی: یک موج پر قدرت رادیویی، با بسامد بین ۳ تا ۳۰ مگاهرتز، به لایهٔ 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.

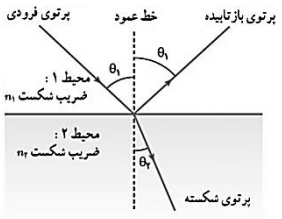


یون سپهر(یونسفر) چه امواجی را عبور میدهد وچه امواجی را بازتاب میدهد؟ چرا؟ یون سپهر در حالی که نور مرئی و تابش فروسرخ را عبور می‌دهد، امواج رادیویی با طول موج‌های بلند (با λی بزرگ‌تر از حدود ۱۰m را که در جهت‌های مناسبی به سوی این لایه ارسال شده باشند، به طرف زمین برمی‌گرداند. دلیل این اتفاق، یکنواخت نبودن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

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

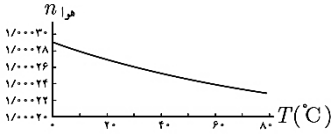
$$n = \frac{\text{تندی نور در خلا}}{\text{تندی نور دریک محیط}} = \frac{c}{v}$$

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

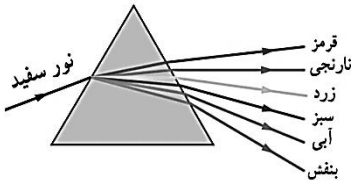


قانون شکست اسنل $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$ در حالت کلی: $\frac{sin\theta_2}{sin\theta_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2}$

سراب: 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 می شوند. 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 باریکهٔ 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 باریکهٔ 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 باریکهٔ نور آبی و قرمز با زاویهٔ تابش یکسانی از هوا وارد شیشه شوند باریکهٔ آبی بیشتر از باریکهٔ قرمز خم می شود.

فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

حوزه‌های فیزیک، از جمله مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک و نظریهٔ الکترومغناطیس ماکسول امروزه به نام فیزیک کلاسیک شناخته می‌شود. نسبیت خاص(مربوط به مطالعهٔ پدیده‌ها در تندی‌های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندی نور)، نظریهٔ نسبیت عام (مربوط به مطالعهٔ هندسهٔ فضا زمان و گرانش) و نظریهٔ کوانتومی (مربوط به مطالعهٔ پدیده ها در مقیاس های بسیار کوچک، مانند اتم ها و ذره های سازندهٔ آنها) سه نظریه فیزیک جدید هستند.

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 دامنهٔ 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 نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول این است که شدت نور با مربع دامنهٔ 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 نظریهٔ فوتوالکتریک فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بستهٔ 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 یکـایِ بزرگـی اسـت و معمـولاً از یکایِ کوچک تری به نامِ الکترون ولت (eV) استفاده می کنیم که با عبارتِ مقدارِ انرژیِ یک الکترون تحتِ ولتاژِ ۱ولت، تعریف می شود.

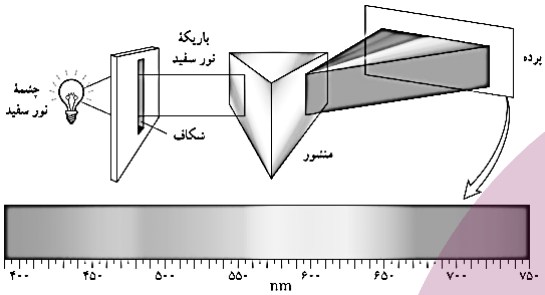
$$۱eV = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,J$$

❖ ثابت پلانک برحسب eV.s برابر است با $h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s$

❖ کمیت hc در بسیاری از محاسبه های این فصل لازم است. با جاگذاری مقادیر آن داریم:

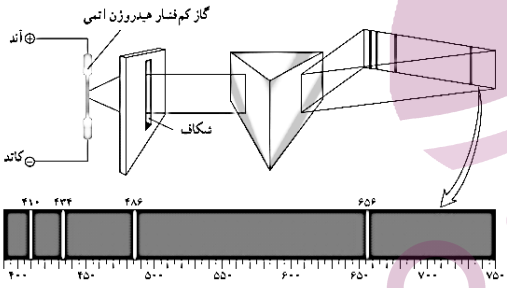
❖ *اگر h را برحسب eV.s و سرعت نور را برحسب nm برثانیه بنویسیم داریم:* $hc = 1240\,eV.nm$ *(بهتر است حفظ شود.)*

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.



طیف خطی: همهٔ 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 رشتهٔ 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.

❖ 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 مانند هم می‌باشند. لذا به کمکِ این طیف نمی‌توان عناصر را از یکدیگر تشخیص داد.

❖ این که چرا هر عنصر طول موج‌های 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:

$$\frac{۱}{\lambda} = R_H\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \quad , \quad R_H = ۰/۰۱۱(nm)^{-۱}, \quad n' < n$$

که در آن R_H ثابتِ ریدبرگ برایِ اتمِ ئیدروژن نامیده می‌شود. n شماره‌ی ترازِ بالاتر است که الکترون ابتدا رویِ آن قرار داشته و n' شماره‌ی ترازِ 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.

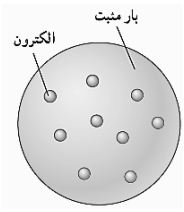
❖ هر چه n بزرگتر باشد، طولِ موج‌هایِ کوتاهتری می‌شوند پس، به ازایِ $n \to \infty$ ، کوتاهترین طولِ موجِ خطوطِ هر رشته یا حدّ پایینِ رشته پیدا می‌شود.

$$n = \infty \quad \Rightarrow \quad \frac{۱}{\lambda_{\min}} = R_H\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{\infty}\right) \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{n'^{۲}}{R_H} \qquad n = n'+۱ \quad \Rightarrow \quad \frac{۱}{\lambda_{\max}} = R_H\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{(n'+۱)^{۲}}\right)$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

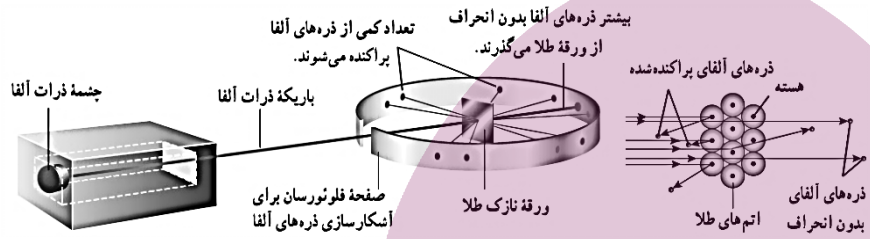
به ازای $n'=۲$ رشتهٔ بالمر به دست می آید که در ناحیهٔ مرئی طیف قرار دارد.

نام رشته	مقدار n'	رابطه‌ی ریدبرگ	مقدارهای n	گستره‌ی طول موج
لیمان	$n'=۱$	$\frac{۱}{\lambda}=R_H(\frac{۱}{۱}-\frac{۱}{n^۲})$	n =۲,۳,۴ ...	فرابنفش
بالمر	$n'=۲$	$\frac{۱}{\lambda}=R_H(\frac{۱}{۲^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	n =۳,۴,۵ ...	فرابنفش و مرئی
پاشن	$n'=۳$	$\frac{۱}{\lambda}=R_H(\frac{۱}{۳^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	n =۴,۵,۶ ...	فرو سرخ
براکت	$n'=۴$	$\frac{۱}{\lambda}=R_H(\frac{۱}{۴^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	n =۵,۶,۷ ...	فرو سرخ
پفوند	$n'=۵$	$\frac{۱}{\lambda}=R_H(\frac{۱}{۵^۲}-\frac{۱}{n^۲})$	n =۶,۷,۸ ...	فرو سرخ

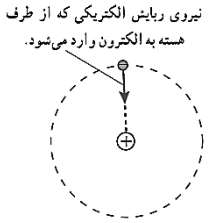


مدل اتمی تامسون (مدل کیک کشمشی): جوزف تامسون موفق به کشف الکترون و اندازه گیری نسبت بار به جرم (e/m) آن شد. در مدل تامسون، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده‌است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی 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 (هستهٔ اتم هلیم یا ذرهٔ 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 هستهٔ بسیار چگال و کوچک ($۱۰^{-۱۵}$= شعاع هسته) و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله هایی به نسبت دور احاطه شده است.

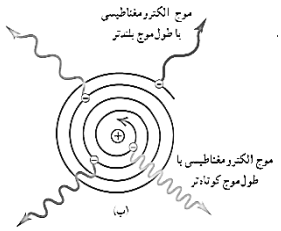


مدلِ اتمیِ رادرفورد: در این مدل، همه ی بارِ مثبتِ اتم، در یک ناحیه ی مرکزی با حجمِ بسیار کوچکی به نامِ هسته، متمرکز شده و اطرافِ آن را الکترون‌ها با بارِ منفی در فاصله‌ای زیاد احاطه کرده‌اند، به گونه‌ای که می‌توان گفت: فضایِ بینِ الکترون ها خلأ، می‌باشد.

اشکالاتِ مدلِ اتمیِ رادرفورد:

۱) اگر الکترون ها در اطرافِ هسته، ساکن باشند، نیرویِ جاذبه ی الکتریکیِ بینِ هسته و الکترون‌ها، باعث می‌شود الکترون رویِ هسته سقوط کند. یعنی ساختارِ داخلیِ اتم، فرو می‌ریزد، در صورتی که اتم پایدار است.

۲) اگر الکترون‌ها، مانندِ سیّاره‌هایِ منظومه ی خورشیدی،که به دورِ خورشید در حرکتند، به دورِ هسته در گردش باشند، طبقِ نظریه‌ی فیزیکِ کلاسیک که هر ذرّه ی بارداِر شتاب دار، نور گسیل می کند، 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 می‌کند، 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.

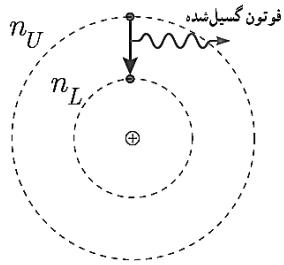
موفقیت‌های مدل اتمی بور چیست؟ ۱) بور مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد که مسئلهٔ ناپایداری اتم را در مدل رادرفورد حل می‌کرد. ۲) معادلهٔ ریدبرگ برای طیف خطی اتم هیدروژن را به دست می‌آورد.

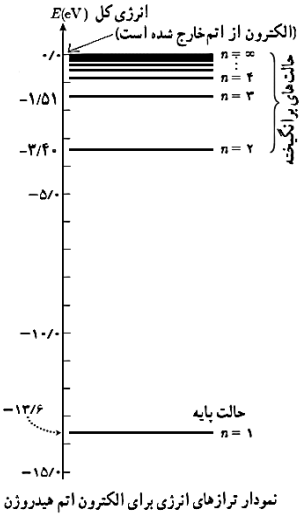
اصول مدل اتمی بور به صورت زیر است:

۱- مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی های گسستهٔ 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.





نمودار تراز‌های انرژی برای الکترون اتم هیدروژن

(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)

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} = -\frac{E_R}{n^2} \qquad E_R = 2/17 \times 10^{-18} J = 13/6eV$$

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 اندازهٔ آن رامعمولاً **یک ریدبرگ** می‌نامند و با نماد E_R نشان می‌دهند.

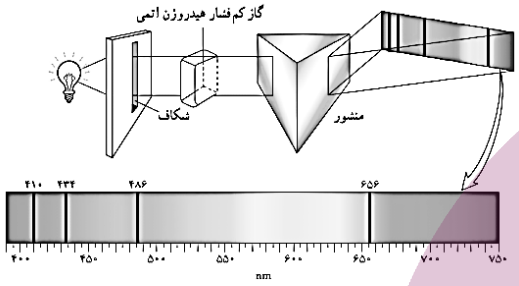
در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است، یعنی:

$$E_U - E_L = hf$$ (معادلهٔ 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.

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.



فرانهوفر، با مشاهدهٔ 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.

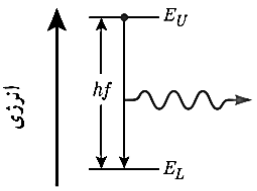
مطالعه و مقایسهٔ همچنین طیف های گسیلی و جذبی عنصرهای مختلف نشان می‌دهد که:

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.

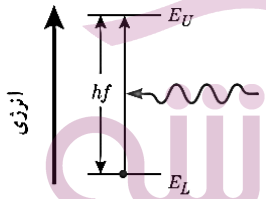
۲) اتم های هر گاز دقیقاً همان طول موج هایی را از نور سفید جذب می کنند که اگر دمای آنها به اندازهٔ کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آنها را تابش می کنند.

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.



فرایند گسیل فوتون



فرایند جذب فوتون توسط اتم

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

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 ومحاسبهٔ 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.

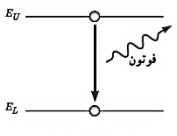
۲) این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خطهای طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل بور نمی تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.

اتم هیدروژن گونه به اتم هایی گفته می شود که تنها یک الکترون دارند.

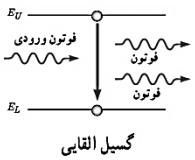
لیزر

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.

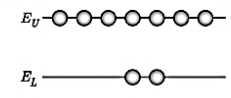


گسیل خودبه‌خود

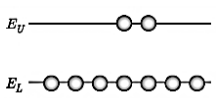


گسیل القایی

گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد: ۱) یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند. ۲) فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. ۳) اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این **ترتیب فوتون هایی که باریکهٔ لیزری را ایجاد می‌کنند هم بسامد، هم جهت و هم فاز هستند.**



در وضعیتی که وارونی جمعیت به وجود آید بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری قرار دارند.



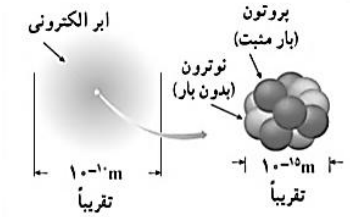
به طور معمول ودر دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند.

در گسیل القایی یک چشمهٔ 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 برانگیختهٔ معمولی (10^{-8}s) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نورلیزر فراهم می‌کند.



مقایسهٔ ابعاد اتم و هسته به‌طور تقریبی

فیزیک هسته ای، شاخه‌ای از فیزیک است که در آن با ساختار، برهم کنش‌ها و واپاشیِ هسته‌های اتمی سروکار داریم.

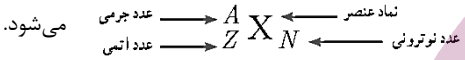
ساختار هسته: با کاوش درون اتم، در مرکز آن، هسته را می‌یابیم که شعاع آن تقریباً $\frac{1}{100000}$ شعاع اتم است.

هستهٔ 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 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.



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.

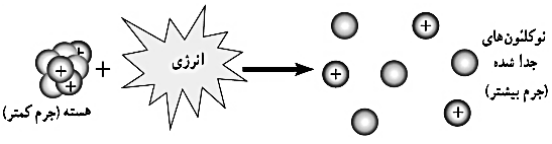
پایداری هسته: ابعاد هسته در مقایسه با ابعاد اتم بسیار کوچک‌تر است. با وجود این، بیشتر جرم اتم (بیش از ۹۹/۹درصد آن) در هسته متمرکز شده است. با توجه به اینکه نیروی الکتروستاتیکی رانشی خیلی قوی بین پروتون‌های درون هسته، که بسیار به یکدیگر نزدیک‌اند، وارد می‌شود، تنها چیزی که مانع از هم پاشیدن هسته می‌شود نیروی هسته‌ای است. این نیرو نمی‌تواند گرانشی باشد، زیرا جاذبهٔ حاصل از نیروی گرانشی بین نوکلئون‌ها، چنان ضعیف است که نمی تواند با نیروی الکتروستاتیکی رانشی مقابله کند.

ویژگی های نیروی هسته‌ای: ۱) نیروی هسته‌ای رباینش 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 رباینشی 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 دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبهٔ 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 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.

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 رابطهٔ 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. هستهٔ 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 مرتبهٔ keV تا مرتبهٔ 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.

پرتوزایی طبیعی: وقتی یک هستهٔ 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 ورقهٔ 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 (≈۱۰۰mm) گذرند.

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.

واپاشیα: در این نوع واپاشی که در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد، ذرات باردار مثبت از جنس هستهٔ اتم هلیم ($_{2}^{4}He$) از هسته‌ی اتم خارج می‌شود. معادله‌ی واکنش به صورت زیر است.

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_{2}^{4}\alpha$$

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 (ذرّه‌ای 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:

$$_{0}^{1}n \rightarrow {}_{1}^{1}p + {}_{-1}^{0}e,$$

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:

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e$$

ب) (واپاشیβ مثبت) اگر در واپاشی گسیلِ پوزیترون را داشته باشیم، یک پروتونِ هسته به نوترون و پوزیترون تبدیل می‌شود:

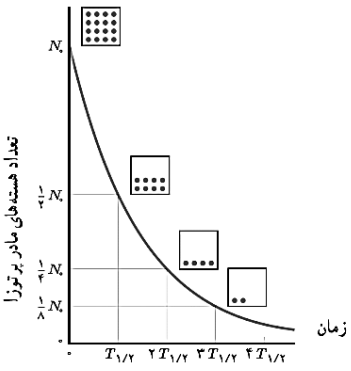
$$_{1}^{1}p \rightarrow {}_{0}^{1}n + {}_{+1}^{0}e,$$

محصولِ این واپاشی، هسته‌ی عنصرِ جدیدی است که در جدولِ تناوبی قبل از X قرار دارد.

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}_{+1}^{0}e$$

واپاشیγ : 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 می‌کند و نَه عددِ اتمی. امّا هسته مقداری انرژی از دست می‌دهد و به حالتِ پایدارتری می‌رسد:

$$_{Z}^{A}X^{*} \rightarrow {}_{Z}^{A}X + {}_{0}^{0}\gamma$$



❖ اگر یک هسته پرتوزا چند نوع تابش انجام دهد برای موازنه ی 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، بهX هسته‌ی مادر وبه Yهسته‌ی 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 مادّه ی پرتوزا، مدّت زمانی است که طول می کشد تا طِی آن نیمی از هسته‌هایِ 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 nنیمه 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 یابد، داریم:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow N' = N_0 - N, n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

(تعدادِ نیمه عمرها، تعداد هسته‌هایِ باقی مانده و تعداد هسته‌هایِ متلاشی شده است).

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت