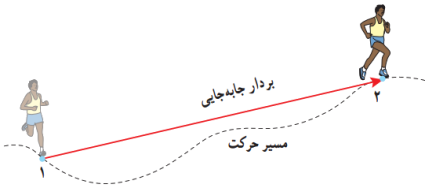
بروزترین و برترین
سایت کنکوری کشور
WWW.KONKUR.INFO

https://konkur.info

فیزیک دوازدهم

فصل اول : حرکت بر خط راست

❖ جابه‌جایی ($\vec{d}$) : برداری است که مکان اولیهٔ جسم را به مکان نهایی آن وصل می‌کند .



☺ : اگر جابه‌جایی روی محور x ها باشد آن را با Δx نشان می‌دهند و داریم : $\overrightarrow{\Delta x} = (x_2 - x_1)\vec{i}$

❖ مسافت : طول مسیر پیموده شده توسط متحرک است ← کمیت نرده ای

❖ تندی متوسط : مسافت طی شده در واحد زمان ← کمیت نرده ای

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

❖ سرعت متوسط : جابه‌جایی در واحد زمان ← کمیت برداری

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \rightarrow \text{حرکت بر روی محور } x \quad \rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i}$$

☺ : بردار سرعت متوسط همواره در جهت بردار جابه‌جایی است .

❖ شرط این که جابه‌جایی و مسافت طی شده توسط متحرک برابر باشد این است که مسیر حرکت خط راست باشد و متحرک تغییر جهت ندهد ؛ در این صورت تندی متوسط و سرعت متوسط متحرک با هم برابر است و در غیر این‌صورت (مثلاً در مسیر منحنی شکل یا حرکت روی مسیر مستقیم و همراه با تغییر جهت) تندی متوسط از سرعت متوسط بیشتر است زیرا مسافت طی شده بیشتر از جابه‌جایی خواهد بود. بنابراین به طور کلی داریم : $s_{av} \geq v_{av}$ و $l \geq d$

❖ سرعت لحظه ای : بردار سرعت متحرک در هر لحظه است و همواره مماس بر مسیر حرکت می‌باشد (کیلومتر شمار اتومبیل تندی لحظه ای آن را نشان می‌دهد) .

☺ : اگر متحرک در جهت محور xها حرکت کند ،سرعت و جابه‌جایی آن مثبت و اگر در خلاف جهت محور x ها حرکت کند،سرعت و جابه‌جایی آن منفی است.

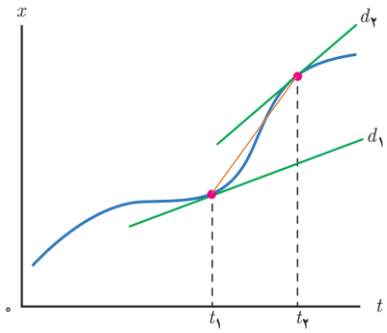
❖ بردار مکان : برداری که مبدأ محور مکان را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند، بردار مکان جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.

☺ : شرط تغییر جهت بردار مکان یک متحرک این است که متحرک از مبدأ محور مکان (مثلا $x = 0$) بگذرد .

❖ نکات نمودار مکان – زمان :

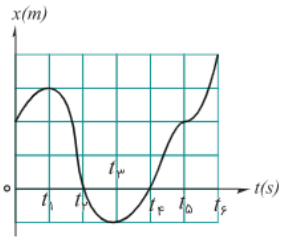
1. در لحظه ای که نمودار محور t ها را قطع می‌کند ، متحرک از مبدأ مکان می‌گذرد .

2. تعیین سرعت متوسط و لحظه ای به کمک نمودار مکان ـ زمان : سرعت متوسط متحرک بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان ـ زمان را به یکدیگر وصل می‌کند. همچنین سرعت در هر لحظهٔ دلخواه t ، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان‌ـ زمان در آن لحظه است.



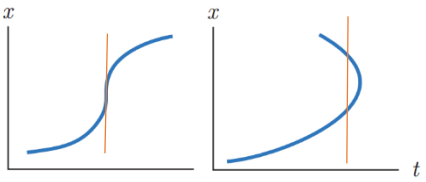
نمونه : در شکل مقابل سرعت متحرک در لحظه‌های t_1 و t_2 مثبت است و در لحظهٔ t_2 بیشتر است ؛ زیرا شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان متحرک در این دو لحظه مثبت و در لحظهٔ t_2 بیشتر است .چون در این دو لحظه سرعت متحرک مثبت است ، بنابراین متحرک در این لحظات در جهت محور x حرکت می‌کند . همچنین سرعت متوسط متحرک نیز بین این دو لحظه مثبت است زیرا شیب خط واصل نمودار در این دو لحظه مثبت است .

3. شرط تغییر جهت حرکت متحرک ، صفر شدن سرعت متحرک و سپس تغییر علامت آن است (در قله و درّه های نمودار مکان-زمان که شیب خط مماس افقی است ، معمولا تغییر جهت رخ می‌دهد).



نمونه : در شکل مقابل متحرک در لحظات t_2 و t_4 از مبدأ مکان می‌گذرد و در لحظات t_1 و t_3 تغییر جهت می‌دهد .

https://konkur.info



4 نمودار مکان ـ زمان یک متحرک باید به صورت نمودار یک تابع مشتق پذیر باشد؛ بنابراین نمی‌تواند مانند شکل های مقابل باشد :

❖ شتاب متوسط ← کمیت برداری

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}$$

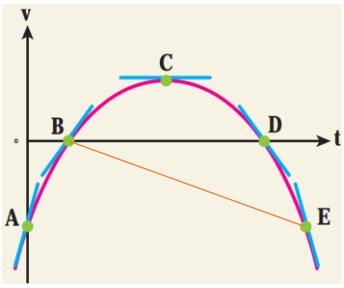
☺ : بردار شتاب متوسط همواره در جهت بردار تغییرات سرعت است .

❖ تعیین شتاب متوسط و لحظه ای به کمک نمودار سرعت ـ زمان : شتاب متوسط بین دو لحظه برابر شیب خطی است که نمودار سرعت ـ زمان را در آن دو لحظه قطع می‌کند. همچنین شتاب در هر لحظهٔ دلخواه t ، برابر شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان در آن لحظه است.

❖ حرکت تند شونده : در حین حرکت تندی متحرک افزایش می‌یابد ← $\vec{a}$ و $\vec{v}$ هم جهت هستند $(av > 0)$

❖ حرکت کند شونده : در حین حرکت تندی متحرک کاهش می‌یابد ← $\vec{a}$ و $\vec{v}$ در خلاف جهت هم هستند $(av < 0)$

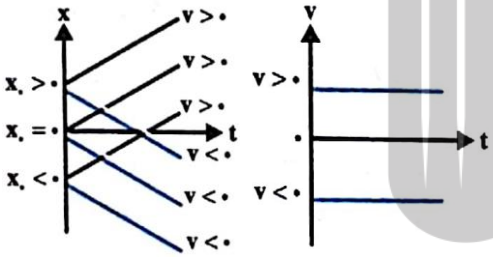
☺ : به طور کلی هر حرکتی که به سرعت صفر (توقف لحظه‌ای) ختم شود کند شونده است و هر حرکتی که از سرعت صفر شروع می‌شود تندشونده است .



نمونه : در شکل مقابل شتاب در نقاط A و B مثبت است زیرا شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان در این دو لحظه مثبت است. همچنین به دلیل منفی بودن شیب خط مماس در D و E ، در این نقاط شتاب منفی است . در نقطهٔ C خط مماس بر نمودار افقی و شیب آن صفر است ، بنابر این در این نقطه شتاب صفر است و جهت شتاب عوض می‌شود . همچنین در بازهٔ زمانی بین نقاط B و E شتاب متوسط متحرک منفی است زیرا شیب خط واصل بین این دو نقطه از نمودار منفی است . همچنین با توجه نکتهٔ قبل نوع حرکت در بازه‌های زمانی مختلف به صورت زیر است :

از A تا B : کندشونده از B تا C : تندشونده از C تا D : کندشونده از D تا E : تندشونده

همچنین در این شکل متحرک در لحظات B و D تغییر جهت می‌دهد .



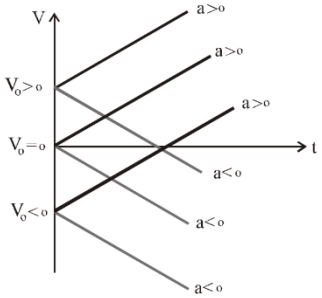
❖ حرکت سرعت ثابت :

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

❖ معادلهٔ مکان ـ زمان در حرکت با سرعت ثابت :

$$x = vt + x_0$$

☺ : نمودار مکان ـ زمان در این حرکت به صورت خط راست است که شیب آن برابر سرعت و عرض از مبدأ آن مکان اولیهٔ جسم است .



❖ معادلهٔ سرعت ـ زمان در حرکت با شتاب ثابت :

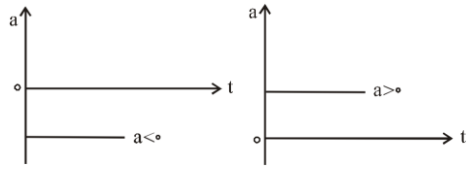
$$a = a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow v = at + v_0$$

☺ : نمودار سرعت ـ زمان در این حرکت به صورت خط راست است که شیب آن برابر شتاب و عرض از مبدأ آن سرعت اولیهٔ جسم است . همچنین نمودار شتاب ـ زمان آن به صورت یک خط راست افقی است .

❖ معادلهٔ سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت :

$$v_{av} = \frac{v + v_0}{2}$$

❖ معادلهٔ مستقل از شتاب در حرکت با شتاب ثابت :

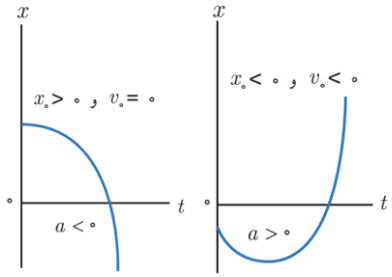


$$x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)t + x_0 \rightarrow \Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)t$$

❖ معادلهٔ سرعت ـ جابه‌جایی (مستقل از زمان) در حرکت با شتاب ثابت : $v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$ یا $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

https://konkur.info

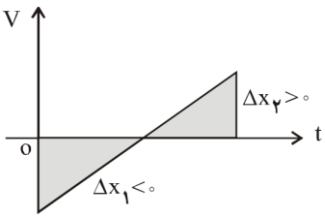
❖ معادلهٔ مکان ـ زمان در حرکت با شتاب ثابت : $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$



☺ : نمودار مکان ـ زمان این حرکت به صورت سهمی است. اگر شتاب مثبت باشد ،تقعر نمودار (کاسه) رو به بالا خواهد بود و اگر شتاب منفی باشد ، تقعر نمودار (کاسه) رو به پایین خواهد بود .

همچنین عرض از مبدأ این نمودار نشان دهندهٔ مکان اولیهٔ جسم (x_0) است .

❖ تعیین جابه‌جایی از روی نمودار سرعت ـ زمان : مساحت سطح بین نمودار سرعت ـ زمان و محور زمان در کل زمان حرکت، با جابه‌جایی متحرک برابر است. بدیهی است که جابه‌جایی (سطح زیر نمودار) به ازای مقادیر منفی v در خلاف جهت محور x $(\Delta x < 0)$ و به ازای مقادیر مثبت v ، در جهت محور x $(\Delta x > 0)$ خواهد بود. بنابراین جابه‌جایی و مسافت طی شده برابر می‌شود با :



جمع با علامت (جبری) .... $\Delta x = x_1 + x_2 + ...$: جابه‌جایی کل $l = |\Delta x_1| + |\Delta x_2|$: مسافت کل طی شده

❖ شرط به هم رسیدن دو متحرک این است که مکان آنها با هم یکسان شود . برای به دست آوردن زمان به هم رسیدن دو متحرک باید معادلهٔ حرکت آنها را مساوی با یکدیگر قرار دارد.

فصل دوم : دینامیک

❖ نیرو : حاصل برهمکنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است. نیرو کمیتی برداری است که علاوه بر اندازه، جهت نیز دارد .

☺ : نیروی وارد بر یک جسم می‌تواند سبب تغییر سرعت جسم یا تغییر شکل آن شود .

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

☺ : لختی : اجسام میل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آنها صفر است حفظ کنند ، که به این خاصیت لختی می‌گویند ← در واقع لختی مقاومت جسم در مقابل تغییر وضعیت حرکت است .

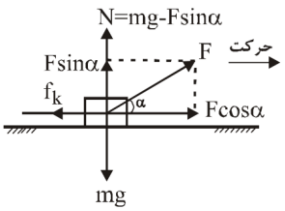
❖ قانون دوم نیوتون : وقتی نیروی خالصی به جسمی وارد می‌شود، سرعت آن تغییر می‌کند و جسم تحت تأثیر آن نیرو، شتابی در جهت نیروی خالص پیدا می‌کند . $\vec{F}_{Net} = m\vec{a}$

☺ : این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد .

☺ : در نوشتن F_{Net} دقت شود که باید نیرو های در راستای حرکت را در نظر گرفت و جهت شتاب را به عنوان جهت مثبت نیرو ها تعیین کرد.

☺ : هرگاه نیروی خالص وارد بر یک جسم صفر شود ، اصطلاحا گفته می‌شود که نیرو های وارد بر جسم متوازن اند .

☺ : در مسائل دینامیک معمولا قانون دوم را باید در راستای محورهای x و y به کار ببریم . اگر نیرویی مایل باشد ، باید آن را در این دو راستا تجزیه کرد . مانند شکل مقابل :



$$F_N + F\sin\alpha = mg \rightarrow F_N = mg - F\sin\alpha \quad \text{و} \quad f_k = \mu_k . F_N = \mu_k (mg - F\sin\alpha)$$

$$F_{Net} = ma \rightarrow F\cos\alpha - f_k = ma \rightarrow F\cos\alpha - \mu_k (mg - F\sin\alpha) = ma$$

❖ 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 می‌کند.(به این دو نیرو ، نیرو های کنش و واکنش می‌گویند) $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow F_{12} = F_{21}$

☺ : نیروهای کنش و واکنش منجر به اثرات متفاوتی شود ؛ مثلاً هنگام کوبیدن میخ در قطعه‌ای چوب، چکش به میخ نیرو وارد می‌کند و سبب فرورفتن میخ در چوب می‌شود. نیروی وارد از میخ به چکش حرکت چکش را کُند و متوقف می‌کند .

https://konkur.info

☺ : نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند و هم‌نوع‌اند ؛ مثلاً هر دو الکتریکی‌اند، یا هر دو مغناطیسی‌اند و یا ....

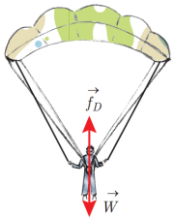
☺ : چون نیرو های کنش و واکنش به دو جسم مختلف وارد می‌شوند ، بنابراین برایند ندارند .

❖ نیروی وزن : از طرف زمین به جسم وارد می‌شود و جهت آن به طرف مرکز زمین است. $\vec{W} = m\vec{g}$

☺ : عکس‌العمل نیروی وزن از طرف جسم به زمین وارد می‌شود.

☺ : جهت نیروی وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف مرکز زمین است.

❖ نیروی مقاومت هوا $(\vec{f}_D)$: نیرویی که هوا (شاره) به جسم در حال حرکت در آن و در خلاف جهت حرکت جسم وارد می‌کند و به بزرگی جسم و تندی آن وابسته است ← در حضور هوا هر چقدر جسمی سنگین تر باشد با شتاب بیشتری سقوط می‌کند .

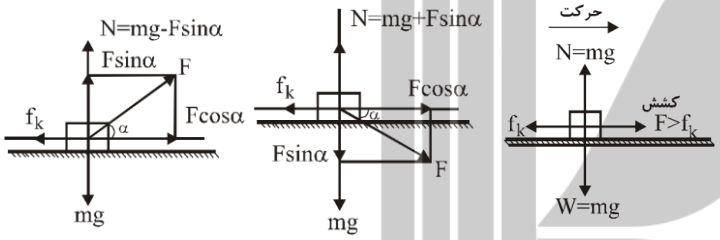


☺ : هر چه تندی جسم بیشتر باشد و یا این که سطح آن پهن‌تر باشد ، نیروی مقاومت شارهٔ وارد بر آن بیشتر خواهد شد .

☺ : عکس العمل نیروی مقاومت هوا از طرف جسم به هوا وارد می‌شود .

☺ : برای جسمی که در هوا سقوط می‌کند وقتی نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم با وزن آن هم‌اندازه شده و نیروهای وارد بر جسم متوازن می‌شوند ، از این لحظه به بعد جسم با تندی ثابتی موسوم به تندی حدی ، به طرف پایین حرکت می‌کند.

❖ نیروی عمودی سطح $(\vec{F}_N)$: نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است و همواره از طرف سطح ، رو به بیرون سطح و عمود بر آن به جسم وارد می‌شود. در شکل های مقابل نیروی عمودی سطح در چند حالت مختلف را محاسبه کرده‌ایم :



☺ : عکس العمل نیروی عمودی سطح از طرف جسم به سطح وارد می‌شود .

☺ : ترازو عکس العمل نیروی عمودی سطح را که جسم به آن وارد می‌کند نشان می‌دهد ، بنابراین عدد آن برابر نیروی عمودی سطح است.

❖ نیروی عمودی سطح در آسانسور در حال حرکت با شتاب a :

$F_N = m(g \pm a) \Rightarrow$ (+ : تند شونده رو بالا یا کند شونده رو پایین ، − : کند شونده رو بالا یا تند شونده رو پایین)

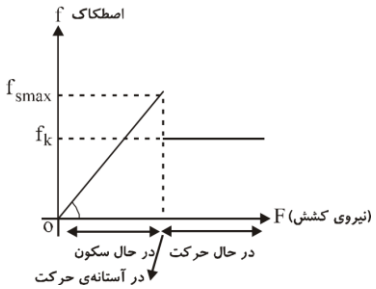
❖ نیروی اصطکاک: وقتی تلاش می‌کنیم جسمی را روی سطحی به حرکت درآوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، با مقاومتی روبه‌رو می‌شویم که به آن نیروی اصطکاک گویند. نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم، و زبری و نرمی آنها و... بستگی دارد.

☺ : نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری های محل تماس دو جسم ایجاد می‌شود .

❖ نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) :تا زمانی که جسم ساکن می‌ماند به آن نیروی اصطکاک ایستایی وارد می‌شود که برابر با نیروی محرک $(\vec{F})$ است.

❖ نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه $(f_{s_{max}})$: نیروی اصطکاک وارد بر جسم در آستانهٔ حرکت است . $f_s \le f_{s_{max}} \rightarrow f_s \le \mu_s F_N$

(μ_s : ضریب اصطکاک ایستایی) $F > f_{s_{max}}$: شرط حرکت جسم $\rightarrow f_{s_{max}} = \mu_s F_N$: آستانهٔ حرکت



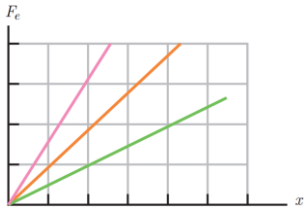
❖ نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) : نیروی اصطکاک وارد بر جسم در حال حرکت است.

$f_k = \mu_k F_N$ (μ_k : ضریب اصطکاک جنبشی ، $\mu_k < \mu_s$)

https://konkur.info

❖ نیروی کشسانی فنر (F_e) :

$F_e = k\Delta x$ (K : ثابت فنر که به ساختار فیزیکی (اندازه و شکل) و جنس فنر وابسته است ، Δx : تغییر طول فنر نسبت به طول عادی آن)

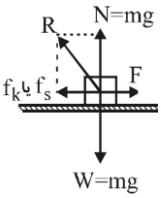


☺ : جهت نیروی فنر همواره در جهتی است که فنر را به طول عادی خود بازگرداند .

☺ : هرچقدر فنر انعطاف پذیرتر باشد ، ثابت آن (K) عددی کوچک‌تر خواهد بود .

☺ : نمودار نیروی فنر بر حسب تغییر طول آن به‌صورت یک خط راست با شیب K است . هرچه ثابت فنر بیشتر باشد، شیب نمودار بیشتر و فنر سخت‌تر است .

❖ نیروی عکس العمل سطح $(\vec{R})$: برایند نیرو های عمودی سطح (F_N) و اصطکاک (f) است که سطح به جسم وارد می‌کند.



$R = \sqrt{F_N^2 + f^2} \rightarrow$

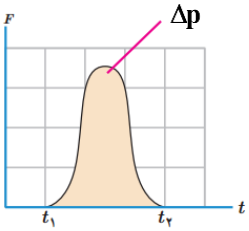
جسم در آستانهٔ حرکت: $R = \sqrt{F_N^2 + f_{s_{max}}^2} \xrightarrow{f_{s_{max}} = \mu_s F_N} R = F_N\sqrt{1+\mu_s^2}$

جسم در حال حرکت: $R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N} R = F_N\sqrt{1+\mu_k^2}$

❖ تکانه (p): حاصل‌ضرب جرم جسم در سرعت آن است ← کمیت برداری $\vec{p} = m\vec{v}$

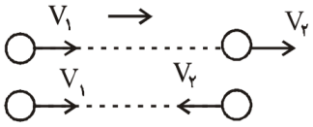
☺ : بردار تکانه همواره در جهت بردار سرعت جسم است بنابراین همواره بر مسیر حرکت مماس است و با توجه به جهت آن نیز می‌توان به جهت حرکت پی برد .

❖ قانون دوم نیوتون برحسب تکانه برای نیروی ثابت : $\vec{F}_{Net} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \rightarrow \Delta p = F_{Net}\Delta t$



☺ : تغییر تکانهٔ یک جسم برابر با مساحت سطح زیر نمودار نیرو ـ زمان آن است.

تذکر: تغییر تکانه ($\Delta\vec{p}$) برداری است در جهت بردار تغییرات سرعت ($\Delta\vec{v}$) . اگر متحرک روی خط راست بدون تغییر جهت یا با تغییر جهت حرکت کند ، با فرض این که سمت راست جهت مثبت است ، خواهیم داشت :



(v_1 و v_2 مثبت جایگذاری شوند)

بدون تغییر جهت : $\Delta p = m(v_2 - v_1)$

با تغییر جهت : $\Delta p = m(-v_2 - v_1) \rightarrow |\Delta p| = m(v_1 + v_2)$

❖ رابطهٔ تکانه و انرژی جنبشی جسم : $K = \frac{p^2}{2m} = \frac{1}{2}pv \rightarrow$ رابطهٔ مقایسه ای : $\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 \times \frac{m_1}{m_2}$ یا $\frac{K_2}{K_1} = \frac{p_2}{p_1} \times \frac{v_2}{v_1}$

☺ : انرژی جنبشی جسم با مربع تکانه متناسب است .

❖ نیروی گرانشی بین دو ذره به جرم های m_1 و m_2 که در فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند :

$F = G\frac{m_1.m_2}{r^2}$ (G : ثابت گرانش عمومی ، $G = 6/67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

☺ : نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصله آنها از یکدیگر نسبت وارون دارد

❖ وزن و شتاب گرانش جسم در سطح زمین (M_e : جرم زمین ، R_e: شعاع زمین) $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$ و $W = G\frac{M_e m}{R_e^2}$

❖ وزن و شتاب گرانش جسم در ارتفاع h از سطح زمین : با فاصله گرفتن از سطح زمین ، شتاب گرانش و وزن جسم کاهش می‌یابد .

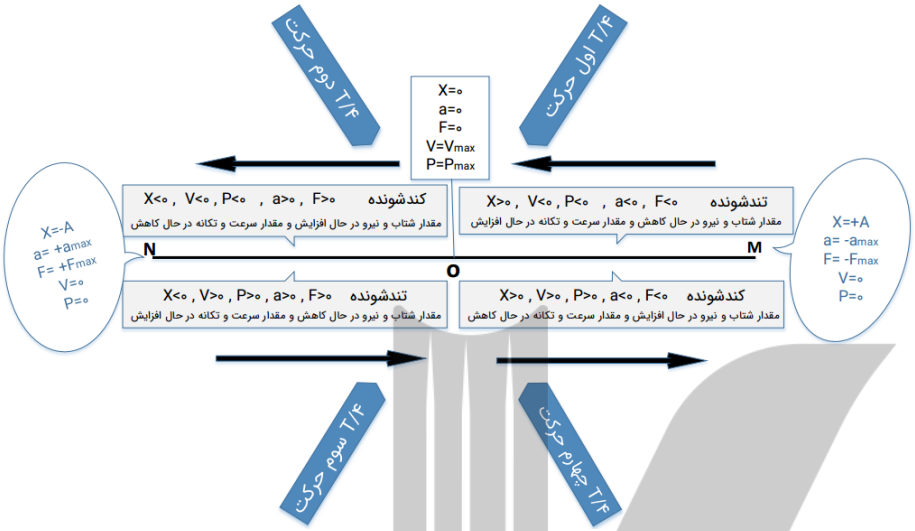
https://konkur.info

$$W' = G\frac{M_e m}{(R_e + h)^2} \quad \text{و} \quad g' = G\frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

فصل سوم : نوسان و امواج

❖ حرکت نوسانی ساده: حرکتی شتاب‌دار و با شتاب متغیر است که دارای ویژگی‌های زیر است:

1. مسافت طی شده در یک نوسان کامل $= 4A$
2. نوسانگر در یک نوسان کامل ، ۲ بار پاره خط نوسان را طی می‌کند .
3. جهت شتاب نوسانگر همواره به سمت مرکز نوسان است؛یعنی بردار شتاب نوسانگر همواره در خلاف جهت بردار مکان آن است. همچنین بزرگی شتاب متناسب با فاصلهٔ نوسانگر از مرکز نوسان است .
4. به‌طور کلی اگر نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک شود ، حرکتی تندشونده و اگر از مرکز نوسان دور شود ، حرکتی کندشونده دارد .



❖ دوره (T) : مدت زمان یک نوسان کامل (یک چرخهٔ کامل نوسان) را دوره می‌گویند ← واحد : ثانیه

❖ بسامد (فرکانس) : تعداد نوسان های انجام شده در مدت یک ثانیه . (واحد : Hz ، هرتز) $f = \frac{1}{T}$

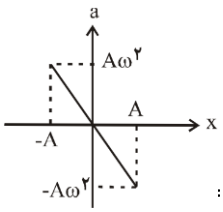
❖ معادلهٔ مکان ـ زمان در حرکت هماهنگ ساده : $x = A\cos\omega t$

☺ : در این رابطه A دامنهٔ نوسان است؛ به عبارتی دامنهٔ حرکت، بیشینهٔ فاصله جسم از نقطـهٔ تعادل است. توجه کنید که دامنه، فاصلهٔ بین دو انتهای مسیر نیست .

❖ بسامد زاویه ای (ω) ← واحد : rad/s $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

❖ رابطهٔ بیشینهٔ سرعت نوسانگر(در مرکز نوسان) : $v_{max} = A\omega = A(2\pi f) = A\left(\frac{2\pi}{T}\right)$

❖ رابطهٔ شتاب ـ مکان نوسانگر : $a_{max} = A\omega^2$: بیشینهٔ شتاب نوسانگر(در نقاط بازگشتی) $\rightarrow a = -\omega^2 x$



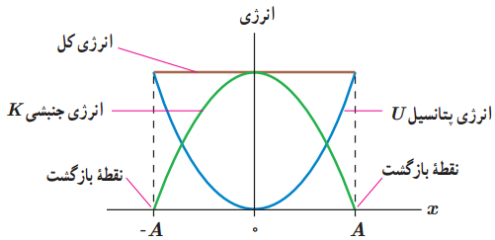
☺ : نمودار شتاب ـ مکان نوسانگر خطی راست و مبدأ گذر با شیب $-\omega^2$ است .

❖ رابطهٔ نیرو ـ مکان نوسانگر : $F_{max} = mA\omega^2$: بیشینهٔ نیروی نوسانگر(در نقاط بازگشتی) $\rightarrow -m\omega^2 x$:

❖ دورهٔ تناوب و بسامد زاویه ای سامانهٔ جرم ـ فنر : (m : جرم نوسانگر، k : ثابت فنر) $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = m\omega^2$ و $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

☺ : دورهٔ فنر فقط به جرم و ثابت آن بستگی دارد و به عوامل دیگر مانند دامنه ، g و ... وابسته نیست .

❖ انرژی مکانیکی سامانهٔ جرم ـ فنر : $E = \frac{1}{2}kA^2$



https://konkur.info

❖ انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده : $E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = 2\pi^2mf^2A^2$

☺ : انرژی مکانیکی هر نوسانگری با مربع دامنه و مربع بسامد متناسب است .

☺ : انرژی مکانیکی نوسانگر همواره و در همهٔ مکان‌ها ثابت است و برابر با بیشترین انرژیجنبشی یا بیشترین انرژی پتانسیل نوسانگر می‌باشد

$E = K_{max} = U_{max}$.

❖ دورهٔ تناوب و بسامد زاویه ای آونگ ساده :(L:طول آونگ ، g: شتاب گرانش) $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ و $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

☺ : دوره ، بسامد و بسامد زاویه ای نوسان آونگ ، به جرم آن بستگی ندارد و فقط به طول آونگ و شتاب گرانش وابسته است .

❖ تشدید : اگر بسامد نیروی دوره ای اعمال شده به نوسانگر (بسامد واداشته ، f_D)با بسامد طبیعی آن نوسانگر(f_0)،که از طریق فرمول محاسبه می‌شود ، برابر گردد ، در این حالت گفته می‌شود نوسانگر دچار تشدید (رزونانس) شده است.

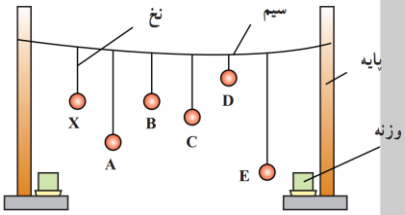
☺ : بسامد واداشته : نوسان هایی با منشأ یک نیروی خارجی که در آن نوسانگر می‌تواند با اعمال یک نیروی خارجی با بسامد های دلخواه به نوسان در آید .

☺ : بسامد (یا دوره) نوسان طبیعی از ویژگی های ساختاری نوسانگر است.مثلاً، بسامد آونگ سادهٔ کم دامنه به طول آونگ (L)بستگی دارد.

☺ : در حالت تشدید ،با اعمال این نیرو دامنهٔ نوسان افزایش می یابد و به یک مقدار بیشینه می‌رسد و از این پس حرکت نوسانی بدون کاهش دامنه ادامه می‌یابد. در این حالت نیروی اعمال شده اثر نیروهای اتلافی را خنثی می کند .

تذکر: اگر تاب را با بسامدهایی بیشتر یا کمتر از بسامد طبیعی آن هُل دهیم ، دامنهٔ نوسان کوچک تر از حالتی خواهد شد که آن را با بسامد طبیعی‌اش هُل می‌دهیم. در این حالت دامنهٔ نوسان رفته رفته کاهش یافته و نوسان ها میرا شده و سرانجام نوسانگر متوقف می‌شود .

☺ : در حالت تشدید نوسانگر با بیشترین دامنه نوسان کرده و بیشترین انرژی به آن منتقل می‌شود.



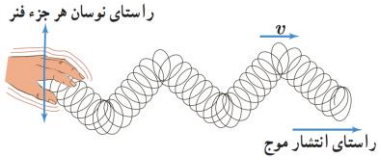
نمونه : در شکل مقابل با نوسان آونگ X آونگ های A ، C ، D و E نیز به نوسان درمی آیند، اما پس از چند نوسان می‌ایستند. ولی آونگ B که دورهٔ آن با آونگ X یکسان است، در مدت طولانی تری می‌ایستد. دقت شود در حالتی هم که بسامد واداشته با بسامد طبیعی نوسانگر برابر نیست،انرژی به نوسانگر منتقل می‌شود . مثلا در شکل مقابل به آونگ های A ، C ، D و E انرژی منتقل می‌شود ولی بیشترین انرژی به E می‌رسد.

❖ امواج مکانیکی : برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند ← نمونه : موج صوتی ، موج ایجاد شده در طناب یا فنر ، موج ایجاد شده در آب و ...

❖ امواج الکترومغناطیسی : برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند و در خلأ نیز منتشر می‌شوند ← نمونه : نور مرئی ، امواج رادیویی و ...

☺ : به‌رغم متفاوت بودن منشأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی، همگی آنها مشخصه‌های یکسانی دارند .

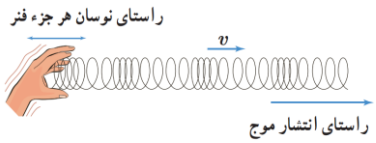
❖ موج عرضی : راستای نوسان ذره های محیط، عمود بر راستای انتشار موج است .



☺ : موج های مکانیکی عرضی در محیط هایی منتشر می‌شوند که نیروی بین مولکولی قوی باشد؛ بنابراین فقط در سطح مایعات و در جامدات (مثل طناب یا فنر) ایجاد می‌شود .

☺ : امواج الکترومغناطیسی از نوع عرضی اند و علاوه بر خلأ در هر سه حالت ماده منتشر می‌شوند .

❖ موج طولی : راستای نوسان ذره های محیط، موازی با راستای انتشار موج است .

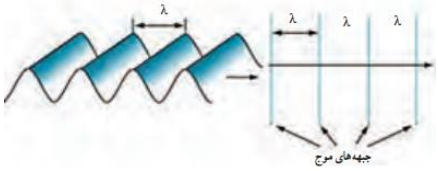


☺: موج های مکانیکی طولی مانند صوت در هر سه حالت ماده یعنی جامد،مایع و گاز منتشر می‌شوند.

تذکر : به موج‌های عرضی و طولی ، موج‌های پیش‌رونده گفته می‌شود. زیرا، هر دوی این موج‌ها از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر حرکت کرده و انرژی را با خود منتقل می‌کنند. توجه کنید این موج است که از یک سر به سر دیگر حرکت می‌کند نه ماده‌ای (در مثال‌های بالا فنر) که موج در آن حرکت می‌کند. بنابراین ذرات محیط منتقل نمی‌شوند و فقط در مکان‌های معین خود نوسان می‌کنند .

https://konkur.info

❖ طول موجِ موج (λ) : مسافتی که موج در مدت یک دوره می‌پیماید .



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

☺ : فاصلهٔ بین دو جبههٔ موج متوالی برابر طول موج است .

☺ : فاصلهٔ دو قلّه یا دو درّهٔ متوالی از موج برابر طول موج (λ) است ← فاصلهٔ یک قلّه از درّهٔ مجاورش $= \frac{\lambda}{2}$

تذکر: با تغییر محیط انتشار موج ، بسامد آن تغییر نمی‌کند زیرا بسامد موج به چشمهٔ تولید آن (دیاپازون) بستگی دارد ، اما تندی موج و نیز طول موج آن تغییر می‌کنند زیرا وابسته به جنس و ویژگی‌های فیزیکی محیط هستند .

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

❖ تندی انتشار موج عرضی در تار یا فنر :(F : نیروی کشش ، μ : چگالی خطی جرم)

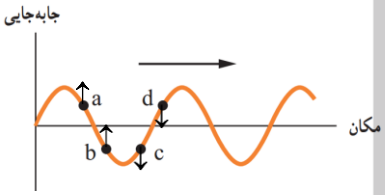
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu = m/L} v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$$

☺ : اگر بخشی از طناب بریده شود ، μ تغییر نمی‌کند ولی اگر با ثابت ماندن جرم طناب ، طول آن تغییر کند (مثلا طناب را بکشیم یا در اثر تغییر دما دچار انبساط طولی شود) ، در این‌صورت μ تغییر می‌کند .

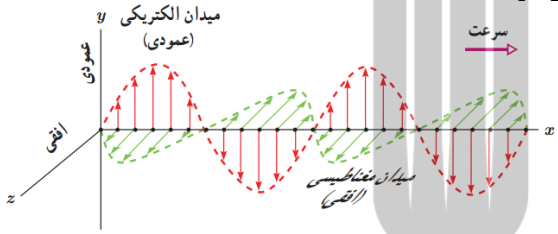
❖ اثر جنس (چگالی ρ) و سطح مقطع تار (A) در تندی انتشار موج در آن : (d: قطر تار)

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{2}{d}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$$

❖ برای تعیین جهت جابه‌جایی نقاط مختلف محیط انتشار موج باید به وضعیت نقاط قبل از آن که با توجه به جهت انتشار تعیین می‌شوند نگاه کرد. به عنوان مثال چون در شکل مقابل جهت انتشار موج به سمت راست است، پس برای تعیین جهت نوسان نقاط باید به وضعیت نقاط سمت چپ آنها نگاه کرد . مثلاً چون نقاط سمت چپ نقطهٔ a بالاتر از آن قرار دارند ، پس نقطهٔ a به سمت بالا جابه‌جا می‌شود .



❖ ویژگی امواج الکترومغناطیسی : از میدان های الکتریکی و مغناطیسی متغیر ایجاد می‌شوند .



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

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

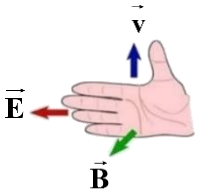
۳- میدان‌ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند.

۴- تندی امواج الکترومغناطیسی در خلأ یکسان است.

۵- بار الکتریکی ندارند و بنابراین در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منحرف نمی‌شوند .

۶- امواج الکترومغناطیسی انرژی را به صورت انرژی میدان های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند .

❖ قاعدهٔ دست راست برای تعیینِ جهت انتشار امواج الکترومغناطیسی :



۱) ۴ انگشت دست در جهت $\vec{E}$ ۲) میدان مغناطیسی $\vec{B}$ از کف دست خارج شود. ۳) انگشت شست، جهت انتشار موج را نشان می‌دهد .

❖ تندی امواج الکترومغناطیسی در خلأ (c) :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} = (\mu_0 \varepsilon_0)^{-\frac{1}{2}} \rightarrow c = 3\times10^8\ m/s$$

❖ نکات طیف امواج الکترومغناطیسی :

۱- با حرکت از امواج رادیویی به سمت پرتوهای گاما ، بسامد، انرژی فوتون و قدرت نفوذ پرتوها افزایش می‌یابد ولی طول موج و دورهٔ امواج کاهش می‌یابد.

۲- مقایسهٔ طول موج امواج رادیویی :

$$ELF > AM > FM$$

https://konkur.info

۳- طیف نور مرئی : از $380\,nm$ (بنفش) تا $750\,nm$ (قرمز)

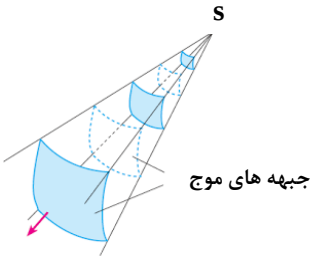
بنفش	نیلی	آبی	سبز	زرد	نارنجی	قرمز

افزایش بسامد ، انرژی فوتون و ضریب شکست و کاهش طول موج

☺ : به وجود میکرو موج ها بین امواج فروسرخ و رادیویی دقت کنید .

❖ صوت موج طولی : معمولا سرعت انتشار موج صوتی در جامدها بیشتر از مایع ها و در مایع ها بیشتر از گاز ها است .

☺ : تندی صوت افزون بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد و معمولا در یک محیط معین با افزایش دما تندی انتشار صوت بیشتر می‌شود.



جبهه های موج

☺ : جبهه های موج صوتی در فضا به صورت کروی هستند .

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

❖ محدودهٔ بسامدی شنوایی انسان: گوش انسان قادر به شنیدن تُن‌های صدای $20\,Hz$ تا $20000\,Hz$ است.($f<20\,Hz$: فروصوت ، $f>20000\,Hz$: فراصوت)

❖ شدت صوت (I) : برابر با آهنگ متوسط انرژی‌ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می‌رسد یا از آن عبور می کند. ($\bar{P}$: توان متوسط منبع صوت ، E : انرژی صوتی که در مدت به سطح می‌رسد ، r: فاصله از منبع)

$$I=\frac{\bar{P}}{A}=\frac{\bar{P}}{4\pi r^2}=\frac{E}{At}$$

❖ چون $E\propto A^2\times f^2$ است (A : دامنهٔ موج ، f: بسامد صوت)، بنابراین $I\propto\frac{A^2\times f^2}{r^2}$ است.پس داریم :

$$\frac{I_2}{I_1}=\left(\frac{A_2}{A_1}\times\frac{f_2}{f_1}\times\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

❖ تراز شدت صوت بر حسب دسی بل : ($I_0=10^{-12}\,W/m^2$ ، I_0 : شدت صوت مرجع)

$$\beta=10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

❖ تغییرات تراز شدت صوت :

$$\beta_2-\beta_1=20\log\left(\frac{A_2}{A_1}\times\frac{f_2}{f_1}\times\frac{r_1}{r_2}\right) \quad \text{و} \quad \Delta\beta=\beta_2-\beta_1=10\log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

❖ ادراک شنوایی : هر تُن موسیقی دارای دو ویژگی متمایز ارتفاع و بلندی است که هر دو به ادراک شنوایی ما بستگی دارد .

☺ : ارتفاع : بسامدی است که گوش انسان درک می کند؛ مثلاً اگر چند دیاپازون با بسامدهای مختلف به‌طور یکسان نواخته شوند بسامد آنها را می توان از کمترین تا بیشترین مقدار تشخیص داد. بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ $2000\,Hz$ تا $5000\,Hz$ است.

☺ : بلندی : شدتی است که گوش انسان از صوت درک می کند. اگر یک دیاپازون با بسامد مشخص را با ضربه‌هایی متفاوت به ارتعاش وادارایم، با آنکه بسامد صدایی که می‌شنویم تغییر نمی کند،اما صداهایی با بلندی متفاوت را حس می کنیم که این به شدت ضربه‌ها بستگی دارد.

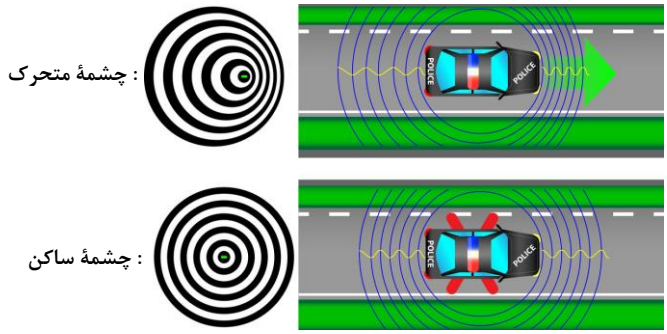
تذکر: بلندی متفاوت با شدت است. شدت را می توان با یک آشکارساز اندازه گرفت،در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می‌کنید.

❖ اثر دوپلر:

☺ : بررسی طول موج :طول موج ضوت دریافتی توسط ناظر تنها به حرکت چشمهٔ صوت وابسته است (*نه به حرکت ناظر*).

۱- اگر چشمهٔ صوت ساکن باشد ، طول موج صوت در عقب و جلوی چشمه یکسان خواهد بود .

۲- اگر چشمهٔ صوت متحرک باشد ، طول موج صوت در عقب چشمه بزرگتر از طول موج صوت در جلوی چشمه است.

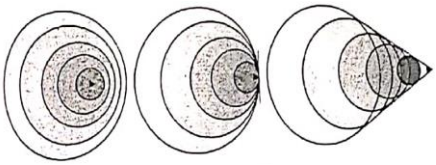


☺ : بررسی بسامد دریافتی توسط ناظر :

https://konkur.info

۱- به طور کلی اگر ناظر و چشمه به هم نزدیک شوند ، بسامد صوت دریافتی توسط ناظر از بسامد صوت چشمه بیشتر خواهد بود.

۲- به طور کلی اگر ناظر و چشمه از هم دور شوند ، بسامد صوت دریافتی توسط ناظر از بسامد صوت چشمه کمتر خواهد بود.



☺ : به سه شکل مقابل دقت کنید :

۱- در شکل سمت چپ ، تندی چشمه از تندی صوت کمتر است .

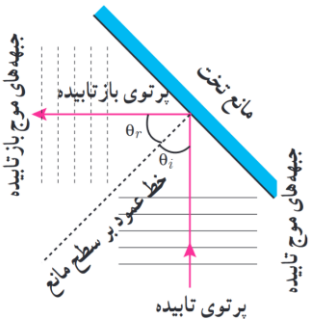
۲- در شکل وسط ، تندی چشمه برابر تندی صوت است .

۳- در شکل سمت راست ، تندی چشمه از تندی صوت بیشتر است .

❖ برهم کنش های موج با محیط : ۱- بازتاب ← مانند پژواک ۲- شکست ← مانند تصویر ایجاد شده در عینک ، میکروسکوپ و ...

❖ بازتاب امواج : برای هر وضعیت مانع، و همه انواع موج، مانند امواج تخت ، دایره ای یا کروی نیز همواره

زاویهٔ بازتابش (θ_r) برابر با زاویه تابش (θ_i) است . $\theta_i = \theta_r$



☺ : زاویه های تابش و بازتابش به ترتیب زاویهٔ بین پرتو های تابش و بازتابش با خط عمود بر سطح مانع است.

☺ : یک پرتو، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه های موج است که جهت انتشار موج را نشان می‌دهد.

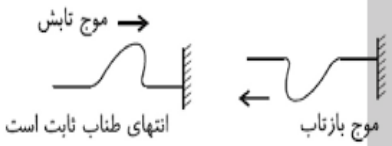
تذکر: به طور کلی بسامد ، تندی و طول موجِ موج های تابیده و بازتابیده یکسان است .

☺ : پرتوی تابش، پرتویبازتابش، و خط عمود بر سطح بازتابنده، در هر بازتابشی در یک صفحه واقع‌اند .

❖ مثال های بازتاب :

الف) بازتاب در یک بعد : بازتاب تپ ایجاد شده در یک طناب یا فنر از مانع سخت (دیوار)

☺ : برای به دست آوردن شکل تپ بازتابیده باید ابتدا تپ تابیده را نسبت به راستای طناب قرینه کنیم و سپس قرینهٔ تپ جدید ایجاد شده را نسبت به راستای مانع (دیوار) رسم کنیم.



ب) بازتاب در دو بعد : بازتاب موج ایجاد شده در سطح آب تشت موج

پ) بازتاب در سه بعد :

۱- بازتاب امواج صوتی ← 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.

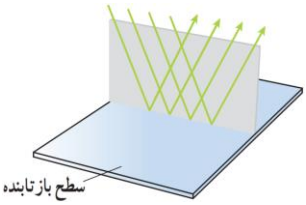
☺ : اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از ۰/۱s باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

☺ : اگر تندی صوت در هوا را $340\ m/s$ در نظر بگیریم ، حداقل فاصلهٔ بین ما و مانع باید $17\ m$ باشد تا بتوانیم پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمییز دهیم . به طور کلی برای تمییز پژواک از صوت اصلی ، حداقل فاصلهٔ بین ما و مانع باید برابر باشد با : $L_{min} = \frac{1}{20} v_{صوت}$

☺ : مکان یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر ،در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آنها (اثر دوپلر) به کار می‌رود ← کاربرد: در دستگاه سونار کشتی ها ، سونوگرافی ، خفاش ها ، دوربین های کنترل سرعت پلیس و ...

۲- بازتاب امواج الکترومغناطیسی : بازتاب امواج رادیویی یا بازتاب نور مرئی .

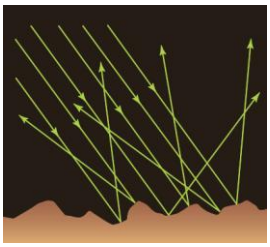
❖ انواع بازتاب نور مرئی :



۱- بازتاب منظم (آینه ای) : مواردی که سطح بازتابندهٔ نور همچون یک آینه، بسیار هموار باشد .

☺ : در بازتاب آینه ای از یک آینه تخت، بازتابش یک دسته پرتوی موازی را فقط در یک جهت می‌توانید ببینید.

https://konkur.info



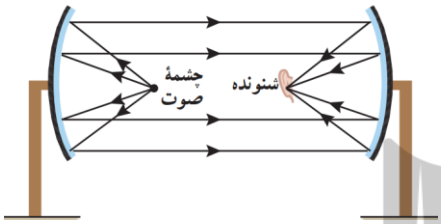
۲- **بازتاب نامنظم (پخشنده)**: این بازتاب وقتی رخ می‌دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد.

پرتوهای نور به طور کاتوره ای از پستی و بلندی های سطح بازتابیده، و در تمام جهات پراکنده می‌شوند.

☺ : در بازتاب پخشنده، بازتابش یک دسته پرتوی موازی را می‌توانید در جهت های مختلف مشاهده کنید.

به دلیل این بازتاب است که شما این صفحهٔ کاغذ، دیوار، دستتان، دوست خود و... را می‌بینید .

تذکر: اگر ابعاد ناهمواری‌های یک سطح کوچک‌تر از طول موج نور باشد،آن سطح برای نور سطحی هموار محسوب می‌شود.اما اگر ابعاد ناهمواری های یک سطح بزرگ‌تر از طول موج نور باشد ، چنین سطحی برای نور مرئی، ناهموار محسوب می‌شود.



❖ **بازتاب از سطوح کاو** : اگر یک دسته پرتوی امواج الکترومغناطیسی یا صوتی موازی با محور یک سطح کاو ، بر این سطح بتابند، در نقطه ای مقابل سطح که به آن کانون می‌گویند، کانونی می‌شوند.

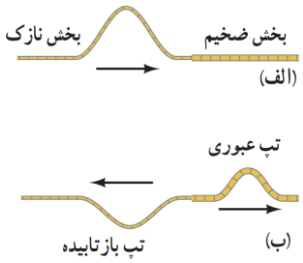
☺: بر عکس این اتفاق نیز رخ می‌دهد؛ یعنی اگر یک دسته پرتوی موج از کانون یک سطح کاو، بر این سطح بتابند ، موازی با محور سطح بازتابیده می‌شوند .

❖ **شکست موج** : 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.

❖ **مثال های شکست امواج** :

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

☺: دقت شود به طور کلی در همهٔ انواع شکست امواج ، بسامد موج های فرودی ، عبوری و بازتابیده یکسان است .



1. اگر تپ از بخش نازک به بخش ضخیم طناب برود ← μ افزایش ← $v=\sqrt{F/\mu}$ ← V کاهش ← $\lambda=v/f$ ← λ کاهش
2. اگر تپ از بخش ضخیم به بخش نازک طناب برود ← μ کاهش ← $v=\sqrt{F/\mu}$ ← V افزایش ← $\lambda=v/f$ ← λ افزایش

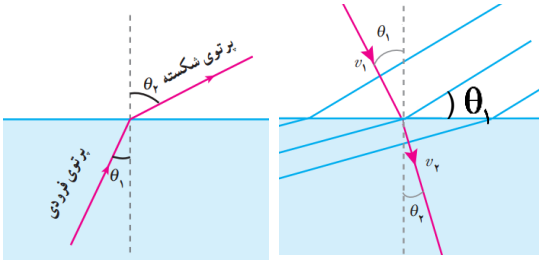
ب) شکست در دو بعد: شکست امواج سطح آب تشت موج:

☺ : می‌دانیم تندی موج در بخش عمیق آب تشت موج بیشتر از تندی آن در بخش کم عمق است .

1. اگر موج از بخش عمیق به بخش کم عمق آب برود ← V کاهش ← $\lambda=v/f$ ← λ کاهش
2. اگر موج از بخش کم عمق به بخش عمیق آب برود ← V افزایش ← $\lambda=v/f$ ← λ افزایش

☺ : برای ایجاد امواج تخت در سطح آب تشت موج باید از تیغه ای تخت استفاده کرد.

❖ **قانون شکست عمومی** : $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}$ (θ_1:زاویهٔ تابش ، θ_2 : زاویهٔ شکست)

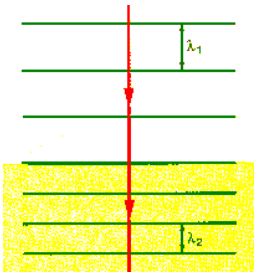


☺ : محیط (۱) محیطی است که پرتوی تابش در آن قرار دارد .

1. اگر $v_1 < v_2$ باشد(شکل چپ) ← $\theta_1 < \theta_2$ ← پرتوی شکست از خط عمود بر مرز دور می‌شود.
2. اگر $v_1 > v_2$ باشد(شکل راست) ← $\theta_1 > \theta_2$ ← پرتوی شکست به خط عمود نزدیک می‌شود.

https://konkur.info

تذکر: زاویهٔ جبهه های موج با مانع برابر زاویهٔ تابش است .



❖ اگر پرتوی تابش عمود بر مرز جدایی دو محیط بتابد ، در عبور از مرز تغییر جهت نمی‌دهد و در اثر شکست تنها تندی انتشار موج و طول موج آن تغییر می‌کند .

نمونه : در شکل مقابل پرتوی موج از محیطی با تندی بیشتر به محیطی با تندی کمتر به طور عمود وارد می‌شود و بنابراین طول موج آن کاهش می‌یابد ولی جهت انتشار آن تغییر نمی‌کند.

پ) شکست در سه بعد: شکست امواج صوتی و الکترومغناطیسی

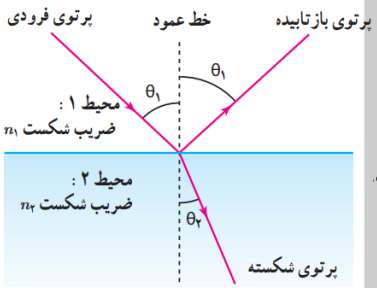
❖ شکست امواج الکترومغناطیسی :

☺ : ضریب شکست یک محیط شفاف (n) : برابر با نسبت تندی نور در خلأ به تندی نور در آن محیط است.

$n = \frac{c}{v} \xrightarrow{n \propto \frac{1}{v}}$ رابطهٔ مقایسه ای : $\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2}$ (ضریب شکست هوا تقریباً با خلأ برابر است و برابر ۱ می‌باشد)

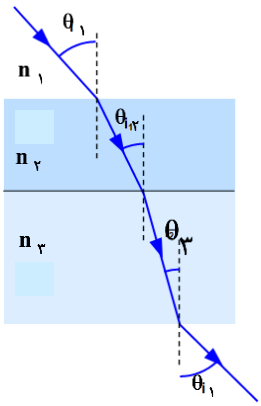
تذکر: هرچقدر یک محیط غلیظ تر باشد ، ضریب شکست آن بیشتر خواهد بود .

❖ قانون شکست اسنل ← فقط برای شکست امواج الکترومغناطیسی : $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$



1. اگر نور از محیط غلیظ به رقیق برود $(n_2 < n_1)$ ← $\theta_1 < \theta_2$ ← پرتوی شکست از خط عمود بر مرز دور می‌شود.
2. اگر نور از محیط رقیق به غلیظ برود $(n_2 > n_1)$ ← $\theta_1 > \theta_2$ ← پرتوی شکست به خط عمود نزدیک می‌شود.

❖ تیغهٔ متوازی السطوح : اگر محیط اول و آخر یکسان باشد (مانند شکل مقابل)، پرتوی نور ورودی به تیغه با پرتوی خروجی از آن موازی خواهد بود و بنابراین این دو پرتو با خط عمود بر مرز زاویهٔ برابر می‌سازند $(\theta_1 = \theta_2)$.



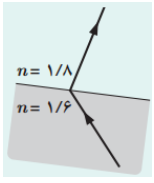
تذکر: در تیغهٔ متوازی السطوح رابطهٔ اسنل را می‌توان بین هر دو محیط دلخواه نوشت . پس در شکل مقابل داریم:

$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 = n_3 \sin\theta_3$

☺ : در هر محیط شفاف ، θ با n رابطهٔ عکس و با v رابطهٔ مستقیم دارد؛ یعنی : θ بیشتر ← n کمتر و v بیشتر

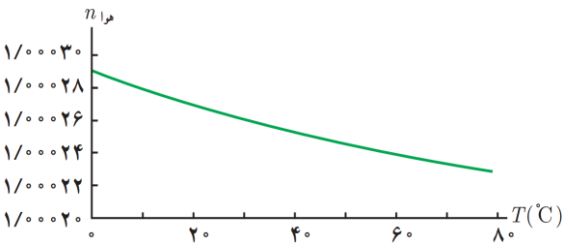
نمونه : در شکل مقابل داریم : $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ ← $n_3 > n_2 > n_1$ و $v_3 > v_2 > v_1$

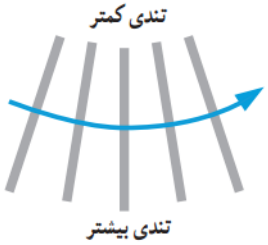
❖ در مبحث شکست موج ، دقت شود که پرتوی شکست باید همان امتداد پرتوی تابش را با کمی تغییر جهت ادامه دهد و نباید از خط عمود بر مرز رد شود. بنابراین به عنوان مثال شکل مقابل از نظر فیزیکی امکان پذیر نیست .



https://konkur.info

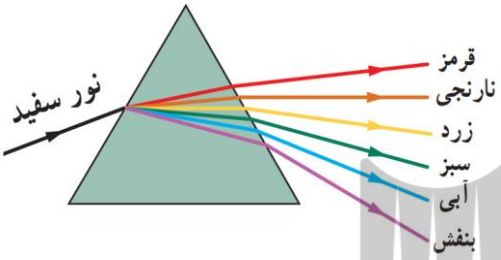
❖ **پدیدهٔ سراب** : این پدیده در مکان هایی رخ می‌دهد که با نزدیک شدن به سطح زمین هوا گرم تر شود و در نتیجهٔ این افزایش دما چگالی هوا کاهش یافته و هوا رقیق تر می شود ؛ بنابراین ضریب شکست هوا کاهش می‌یابد و درنتیجهٔ آن با نزدیک شدن به‌سطح زمین تندی انتشار امواج نور و طول موج آن ها افزایش می یابد و فاصلهٔ جبهه های موج افزایش می‌یابد . این امر موجب خم شدن رو به بالای پرتوهای نور می‌شود .





❖ **پاشندگی نور**: وقتی باریکهٔ نوری شامل پرتوهایی با طول موج‌های مختلف باشد، این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های مختلفی شکسته می‌شوند. به این پخشندگی نور، پاشندگی نور می‌گویند (مانند پاشندگی نور سفید در منشور).

☺ : ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد؛ عموماً ضریب شکست یک محیط معین برای طول موجهای کوتاه‌تر، بیشتر است.



فصل چهارم : آشنایی با فیزیک اتمی و هسته ای

❖ **نظریه های فیزیک جدید**
- نظریهٔ نسبیت خاص: مربوط به مطالعهٔ پدیده ها در تندی های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندی نور
- نظریهٔ نسبیت عام : مربوط به مطالعهٔ هندسهٔ فضا ـ زمان و گرانش
- نظریهٔ کوانتومی : مربوط به مطالعهٔ پدیده ها در مقیاس‌های بسیار کوچک، مانند اتم‌ها و ذره های سازنده آنها

❖ **فوتون**:امواج الکترومغناطیسی مجموعه ای از بسته های انرژی هستند که به هر بستهٔ انرژی فوتون می‌گویند.انرژی هر فوتون(کوانتوم انرژی) برابر است با: $E_\circ = hf = \frac{hc}{\lambda}$ (h : ثابت پلانک ، $h = ۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\,J.s = ۴/۱۴\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s$)

☺ : با تغییر محیط انتشار موج الکترومغناطیسی ، انرژی فوتون تغییر نمی‌کند زیرا بسامد موج که تنها به چشمهٔ موج بستگی دارد تغییر نمی‌کند .

☺ : الکترون ولت (eV) واحد انرژی است : $۱eV = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,J$

❖ انرژی موج الکترومغناطیسی کمیتی کوانتیده است و مضرب درستی از کوانتوم انرژی است : (n : تعداد فوتون‌ها) $E = nE_\circ = nhf = \frac{nhc}{\lambda}$

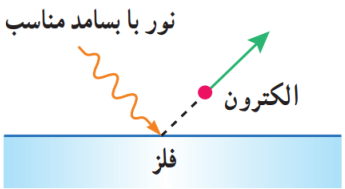
☺ : در حل مسائل می‌توانیم hc را برابر $۱۲۴۰\ eV.nm$ در نظر بگیریم . البته باید توجه داشت در این‌صورت باید λ بر حسب nm باشد.

❖ شدت تابشی (I) : میزان انرژی امواج الکترومغناطیسی است که در واحد زمان از واحد سطح اجسام گسیل می‌شود :

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{A.t} = \frac{nhf}{A.t} = \frac{nhc}{\lambda.A.t} \rightarrow (I \propto nf \ \text{یا} \ I \propto \frac{n}{\lambda}) \quad \text{واحد} : \frac{W}{m^۲}$$

❖ **اثر فوتوالکتریک** : وقتی نوری با بسامد مناسب (انرژی کافی) مانند نور فرابنفش به سطح فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند . این پدیدهٔ فیزیکی را، اثر فوتوالکتریک و الکترون‌های جدا شده از سطح فلز را فوتوالکترون می‌نامند.

☺: وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهمکنش می‌کند.



https://konkur.info

❖ اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آنی از آن گسیل می‌شود. در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می‌شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می‌شود .

❖ بسامد آستانه (f_0) : حداقل بسامد مورد نیاز فوتون برای رخ دادن پدیدهٔ فوتوالکتریک است ← بسامد آستانه فقط به جنس فلز بستگی دارد.

❖ طول موج آستانه (λ_0) : بلند ترین طول موجی فوتون است که به ازای آن پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد . $\lambda_0 = \frac{c}{f_0}$

❖ شرط وقوع پدیدهٔ فوتوالکتریک : 1 $f > f_0$ 2 $\lambda < \lambda_0$

❖ برای نوری که فوتون‌های آن دارای حداقل انرژی لازم برای وقوع پدیدهٔ فوتوالکتریک هستند، افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) فقط سبب افزایش تعداد فوتون‌ها و در نتیجه افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها می‌شود، درحالی‌که انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بدون تغییر می‌ماند.

❖ ناتوانی های فیزیک کلاسیک در توجیه پدیدهٔ فوتوالکتریک :

1 بنا به این دیدگاه، این پدیده باید با هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست ← بسامد باید از بسامد آستانه بیشتر باشد.

2 یکی از پیامدهای نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول این است که شدت نور با مربع دامنهٔ میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است . بنابراین به ازای یک بسامد معین، اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترون‌ها با انرژی جنبشی بیشتری از فلز خارج شوند، نتیجه ای که تجربه آن را تأیید نمی‌کند.

❖ تابش گرمایی : همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل(نشر) می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود .

☺ : در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام درناحیهٔ فروسرخ طیف قرار دارد ولی اجسام در دماهای بالا از سطح خود امواج پر انرژی تر مانند نور مرئی گسیل می‌کنند.

انواع طیف

- طیف گسیلی
  - طیف ناشی از جامد های ملتهب (رشتهٔ فلزی داغ داخل لامپ یا زغال ملتهب) ← طیف پیوسته
  - طیف ناشی از بخار کم فشار و رقیق یک عنصر در حالت برانگیخته ← طیف خطی (گسسته)
- طیف جذبی خطی(گسسته): ناشی از عبور نور سفید از بخار کم فشار و رقیق یک عنصر و تجزیهٔ آن در منشور است.

❖ طیف گسیلی پیوسته شامل گسترهٔ پیوسته ای از طول موجهاست. طیف گسیلی خطی شامل زمینه ای تاریک و خط های رنگی (روشن) است و طیف جذبی خطی شامل زمینهٔ رنگی پیوسته و تعدادی خطوط تاریک روی آن است .

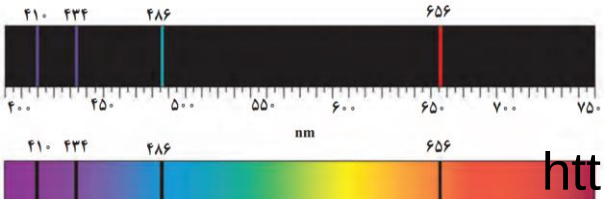
☺ : تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ، ناشی از برهمکنش قوی بین اتم های سازندهٔ آن است. حال آن که گازهای کم فشار و رقیق، اتم های منفرد آنها از برهمکنش های قوی موجود در جسم جامد آزادند و به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول موج های معینی است .

☺ : آزمایش نشان می‌دهد که طیف گسیلی خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده از بخار ملتهب گاز ، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.

☺ : خط های تاریکی که در طیف جذبی خورشید دیده می‌شود را خطوط فرانهوفر می‌نامند . این خط ها ناشی از جذب طول موج های مربوط به این خط ها توسط گاز های موجود در جوّ خورشید و جوّ زمین است.

❖ دو ویژگی مهم طیف های گسیلی و جذبی یک گاز :

1 هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتمهای گاز هر عنصر، طول موج های معینی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است. یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ



https://konkur.info

دو گازی همانند یکدیگر نیست (طیف های یک گاز مانند اثر انگشت برای آن گاز هستند).

☺ : به کمک طیف گسیلی پیوستهٔ یک جسم نمی‌توان به جنس آن پی برد ولی به کمک طیف گسیلی خطی می‌توان جنس آن را تعیین کرد چون طیف خطی منحصر به فرد است .

2 طیف های گسیلی و جذبی یک گاز بر هم منطبق اند ؛ یعنی اتم‌های هر گاز دقیقاً همان طول موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کنند که اگر دمای آنها به اندازهٔ کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آنها را تابش میکنند .

❖ رابطهٔ ریدبرگ برای محاسبهٔ طول موج های گسیلی طیف هیدروژن : (تذکر: در رابطهٔ زیر λ باید برحسب nm باشد)

(R :ثابت ریدبرگ ، $R = ۰/۰۱۱(nm)^{-۱} \simeq ۰/۰۱(nm)^{-۱}$) رشتهٔ اولیه $\leftarrow n' < n \rightarrow$ رشتهٔ نهایی ، $\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$

❖ رشته خط‌های طیف گسیلی هیدروژن اتمی و نکات مربوط به آنها :

نام رشته	مقدار n'	رابطهٔ ریدبرگ مربوط	مقدارهای n	گسترهٔ طول موج
لیمان	۱	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۱^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}})$	$n = ۲, ۳, ۴, \dots$	فرابنفش
بالمر	۲	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۲^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}})$	$n = ۳, ۴, ۵, \dots$	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۳^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}})$	$n = ۴, ۵, ۶, \dots$	فروسرخ
براکت	۴	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۴^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}})$	$n = ۵, ۶, ۷, \dots$	فروسرخ
پفوند	۵	$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۵^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}})$	$n = ۶, ۷, ۸, \dots$	فروسرخ

1 خط m اُم یک رشته :

$n = n' + m$

2 همهٔ طول موج های مربوط به رشته های پاشن ، براکت و پفوند در ناحیهٔ فروسرخ و همهٔ طول موج های مربوط به رشتهٔ لیمان در ناحیهٔ فرابنفش قرار دارند.

3 در کل طیف هیدروژن ،تنها چهار خط اول(از $n = ۳$ تا $n = ۶$) رشتهٔ بالمر ($n' = ۲$) در ناحیهٔ مرئی قرار دارند و طول موج بقیهٔ خط ها در ناحیهٔ فرابنفش قرار می‌گیرد.

4 بلندترین طول موج یک رشته ← کمترین انرژی فوتون گسیلی ← خط اول رشته ($n = n' + ۱$) $\frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{(n'+۱)^{۲}}\right)$

5 کوتاه ترین طول موج یک رشته ← پر انرژی ترین فوتون گسیلی ← $n = \infty$ $\frac{۱}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{\infty^{۲}}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}} = \frac{R}{n'^{۲}}$

❖ اگر یک الکترون روی تراز n باشد و به حالت پایه برود ، تعداد کل فوتون های با انرژی متفاوت که می‌تواند گسیل کند برابر است با :

تعداد کل فوتون ها $= \binom{n}{۲} = \frac{n(n-۱)}{۲}$

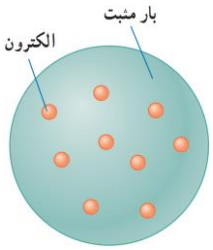
❖ اگر یک الکترون روی تراز n باشد و به حالت پایه برود ، در صورتی که فقط گذار های $\Delta n = ۱$ مجاز باشد ، در این صورت $(n-۱)$ فوتون با انرژی متفاوت می‌تواند گسیل کند .

❖ مدل اتمی تامسون (مدل کیک کشمشی)

تامسون موفق به کشف الکترون و اندازه گیری نسبت بار به جرم الکترون (e/m) شد.

در مدل تامسون، بار الکتریکی مثبت به طور همگن در کره ای توزیع شده است و الکترونها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند مانند کشمشهای کیک در نقاط مختلف آن پراکنده شده اند.

نارسایی مدل تامسون : یکی از ناکامی های مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش شده از اتم، که این مدل پیش بینی می‌کرد، با نتایج تجربی سازگار نبود.



رادرفورد با استفاده از آزمایش بمباران ورقهٔ نازک طلا با استفاده از ذرات با بار مثبت آلفا و مشاهدهٔ بازگشت به عقب برخی از

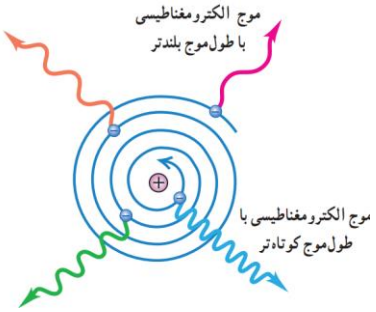
https://konkur.info

ذره های آلفا ، هستهٔ اتم را کشف کرد و نتیجه گرفت اتم دارای یک هستهٔ بسیار چگال و کوچک ($m \approx ۱۰^{-۱۵}$ شعاع)و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله هایی به نسبت دور احاطه شده است.

❖ **مدل اتمی رادرفورد (مدل اتم هسته ای)**

نارسایی های مدل اتمی رادرفورد : 1 عدم توجیه پایداری اتم

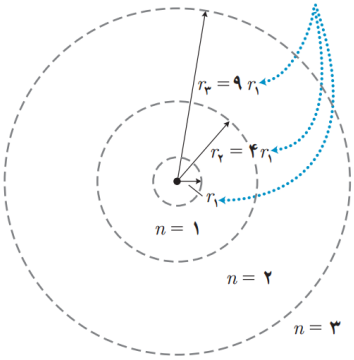
2 عدم توجیه گسسته بودن طیف گسیلی اتم



☺ : حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتابدار است. بنا بر فیزیک کلاسیک، این حرکت شتابدار الکترون سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می‌شود که بسامد آن،با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون ، از انرژی آن کاسته می‌شود. این کاهش انرژی باعث می شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به تدریج کوچکتر و بسامد حرکت آن به تدریج بیشتر شود . این افزایش تدریجی بسامد حرکت مداری الکترونها ، سبب می‌شود تا بسامد موج الکترومغناطیسی گسیل شده نیز به تدریج زیاد شود. به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم ،پیوسته باشد و الکترون پس از گسیل پی‌درپی امواج الکترومغناطیسی روی هسته فرو افتد.

❖ **اصول و مفروضات مدل اتمی بور :**

شعاع مدارها با $n^۲$ متناسب است.



1 مدارها و انرژی‌های الکترونها در هر اتم کوانتیده‌اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی های گسستهٔ معینی مجاز هستند .

(n : عدد کوانتومی ← شمارهٔ مدار) شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن: $r_n = n^۲ r_۱ \xrightarrow{r_۱ = a_۰} r_n = n^۲ a_۰$

☺ : $a_۰$: شعاع بور ← شعاع کوچکترین مدار در اتم هیدروژن ($n = ۱$: حالت پایه)

($E_R = ۱۳/۶ eV$:انرژی ریدبرگ) ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن : $E_n = \frac{-E_R}{n^۲} = \frac{-۱۳/۶ eV}{n^۲} = \frac{E_۱}{n^۲}$

☺ : الکترون در حالت پایه ($n = ۱$) کمترین انرژی را دارد . با افزایش شمارهٔ مدار (n) انرژی الکترون روی آن مدار افزایش می‌یابد . مدارهای با انرژی بالاتر را حالت های برانگیخته می‌نامند : حالت اول برانگیخته= مدار دوم (بالمر) : نمونه ← $n - ۱ =$ شمارهٔ حالت برانگیخته

☺ : در بالاترین تراز ($n = \infty$) انرژی الکترون بیشترین مقدار است ($E = ۰$). در این حالت الکترون از قید هسته رها شده است .

☺ : توصیه می‌شود برای سهولت در حل مسائل ، انرژی مدارهای اتم هیدروژن را حفظ باشید :

$E_۱ = -۱۳/۶ eV$ و $E_۲ = -۳/۴ eV$ و $E_۳ = -۱/۵۱ eV$ و $E_۴ = -۰/۸۵ eV$ و $E_۵ = -۰/۵۴۴ eV$

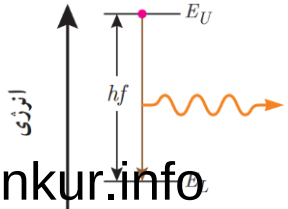
تذکر: با افزایش n انرژی‌های حالت‌های برانگیخته به هم نزدیک و نزدیکتر می‌شوند.

2 وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود. از این‌رو گفته می‌شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

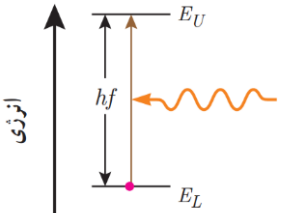
3 الکترون می‌تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود.در این صورت یا فوتون جذب می‌کند و یا فوتون گسیل می‌کند که در هر دو صورت انرژی فوتون برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است ؛ یعنی :

(E_U: انرژی مدار بالاتر ، E_L: انرژی مدار پایین‌تر) $E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda}$ یا $E_U - E_L = hf$

☺ : اگر الکترون از مدار (تراز) بالاتر به مدار پایین‌تر برود ← انرژی آن باید کم شود



☺ : اگر الکترون از مدار (تراز) پایین‌تر به مدار بالاتر برود ← انرژی آن باید زیاد شود



https://konkur.info

❖ انرژی یونش الکترون : کمترین انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از اتم است . برای این منظور باید الکترونی که در مدار n قرار دارد به بالاترین حالت برانگیختهٔ ممکن ($n=\infty$) برود. بنابراین انرژی صرف شده برای این منظور برابر می‌شود با :

$$\text{انرژی یونش} = E_\infty - E_n = 0 - E_n = +\frac{13/6\ eV}{n^2}$$

❖ مزیت های مدل اتمی بور :

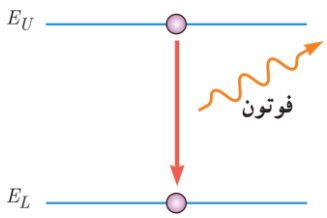
1. تبیین پایداری اتم
2. توجیه گسسته بودن طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی
3. استخراج معادلهٔ ریدبرگ برای اتم هیدروژن از مدل بور
4. محاسبهٔ انرژی یونش اتم هیدروژن و سایر اتم های هیدروژن‌گونه

ثابت ریدبرگ : $R=\frac{E_R}{hc}$

☺ : اتم هیدروژن‌گونه به اتم‌هایی گفته می‌شود که تنها یک الکترون دارند. مدل بور می‌تواند انرژی یونش و همچنین طول موج های طیف خطی اتم‌های هیدروژن‌گونه مانند باریم سه بار یونیده (Ba^{3+}) را پیش‌بینی کند که با تجربه سازگاری خوبی دارد.

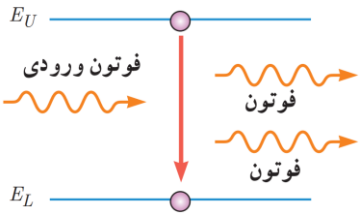
❖ نارسایی های مدل اتمی بور :

1. این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد به کار نمی‌رود، زیرا در مدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است .
2. این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد زیرا نمی‌توانست تعداد فوتون های گسیل شده را پیش‌بینی کند. برای مثال مدل بور نمی‌تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.



❖ گسیل خودبه‌خود : در گسیل خودبه‌خود ، فوتون گسیل شده در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.

فوتون + اتم $\rightarrow$ اتم*



❖ گسیل القایی : در این گسیل 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 انرژیهای دو تراز یعنی $E_U - E_L$ یکسان باشد. ۲ فوتون + اتم $\rightarrow$ فوتون + اتم*

تذکر: اگر الکترونی فوتونی را جذب کرد لزوما به تراز انرژی بالاتر نمی‌رود . باید دقت کرد که اگر انرژی فوتون جذب شده برابر اختلاف انرژی تراز فعلی الکترون و تراز پایینی آن باشد ، گسیل القایی رخ می‌دهد و الکترون با جذب این فوتون به تراز پایینی منتقل می‌شود .

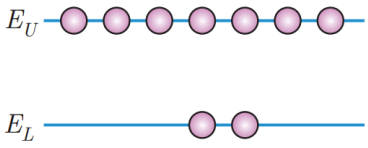
☺ : گسیل القایی اساس کار لیزر است .

☺ : ویژگی های گسیل القایی (باریکهٔ لیزری) :

1. اول اینکه یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. به این‌ترتیب ، این فرایند تعداد فوتون‌ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند .
2. فوتون گسیل‌شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند.
3. فوتون گسیل‌شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این ترتیب فوتون‌هایی که باریکهٔ لیزری را ایجاد می‌کنند هم‌بسامد،

https://konkur.info

هم‌جهت و هم‌فاز هستند .



❖ وارونی جمعیت الکترون‌ها: مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در تراز های با انرژی بالاتر موسوم به تراز های شبه‌پایدار نسبت به ترازهای انرژی پایین‌تر بسیار بیشتر باشد . 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 نور لیزر فراهم می‌کند.

☺ : به طور معمول و در دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر (حالت پایه) قرار دارند.

☺ : برای رخ دادن وارونی جمعیت 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.

❖ ساختار هسته : هسته اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به‌طور کلی نوکلئون نامیده می‌شوند .

☺ : شعاع اتم در حدود 10^5 برابر شعاع هسته است .(قطر اتم در حدود $1\,\mathring{A} = 10^{-10}$ و قطر هسته در حدود $10^{-15}m$ یا یک فِمتومتر است)

❖ نوترون : ذره‌ای بدون بار الکتریکی (خنثی) است که جرم آن اندکی از جرم پروتون بیشتر است .

☺ : چون نوترون بار الکتریکی ندارد ، بنابراین در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منحرف نمی‌شود.

☺ : نوترون توسط جیمز چادویک کشف شد.

❖ پروتون : بار آن قرینهٔ بار الکترون و برابر $+e$ است و جرم آن مانند نوترون بسیار بیشتر از جرم الکترون است .

❖ نماد شیمیایی یک عنصر :

$$\left.\begin{array}{l} {}^{A}_{Z}X \\ N \rightarrow \text{عدد نوترونی (تعداد نوترون ها)} \end{array}\right\} \Rightarrow A = Z + N$$

$A \leftarrow$ عددجرمی(تعداد نوکلئون‌ها)

$Z \leftarrow$ عدداتمی(تعداد پروتون‌ها)

☺ : معمولا در نماد شیمیایی هسته N را نمی‌نویسند .

☺ : بار کل هسته برابر $+Ze$ است . همچنین اتم در حالت عادی خنثی است زیرا بار مثبت هسته با بار منفی الکترون‌ها کاملا خنثی می‌شود.

☺ : ویژگی‌های هسته را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن (عدد جرمی A یا تعداد نوکلئون‌ها) تعیین می‌کند. خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته (عدد اتمی Z)تعیین می‌کند .

❖ ایزوتوپ (هم‌مکان) : هسته‌هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند و در جدول تناوبی عناصر هم‌مکان هستند .

☺ :ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسان و خواص هسته‌ای متفاوت دارند و به همین دلیل برای جداسازی آن‌ها از یکدیگر نمی‌توان از روش‌های شیمیایی استفاده کرد .

☺ : جرم‌های اتمی درج شده در جدول تناوبی عناصر،میانگین جرم‌های اتمی ایزوتوپ‌های مختلف هر عنصر است که با توجه به درصد فراوانی آن‌ها حساب شده‌اند .

❖ پایداری هسته : در اثر وجود نیروی رباییشی بسیار قوی بین نوکلئون‌های آن است که به نیروی هسته‌ای معروف است و این نیرو است که بر نیروی رانشی الکترواستاتیکی خیلی قویِ بین پروتون‌های درون هسته غلبه می‌کند . علاوه بر این دو نیرو ، نیروی جاذبهٔ گرانشی نیز بین نوکلئون‌ها وجود دارد که بسیار ضعیف است .

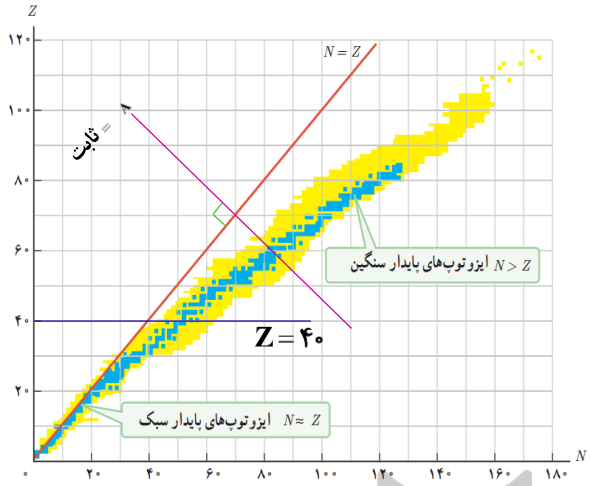
❖ ویژگی‌های نیروی هسته‌ای :

1. نیروی هسته‌ای کوتاه‌بُرد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند .

https://konkur.info

2 نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است ؛ یعنی نیروی ربایشی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون ، دو نوترون ، یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد .

☺ : وقتی تعداد پروتون‌های درون هسته (عدد اتمی) افزایش می‌یابد ، اگر هسته بخواهد پایدار بماند باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد .



❖ نکات نمودار تغییرات Z برحسب N برای هسته‌های پایدار و پرتوزا :

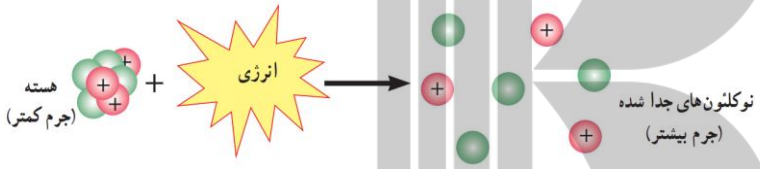
1 در ایزوتوپ‌های سبک پایدار (تا $Z = ۲۰$) ، تعداد نوترون‌ها تقریباً برابر تعداد پروتون‌ها است ($Z \approx N$) ولی در ایزوتوپ‌های سنگین پایدار ، تعداد نوترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌ها است ($N > Z$). با افزایش عدد اتمی ، نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون(N/Z) برای هسته‌های پایدار مختلف ، ابتدا ثابت است و سپس افزایش می‌یابد .

2 با رسم یک خط افقی عمود بر محور Z در این نمودار می‌توان ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر را که روی این خط قرار می‌گیرند تشخیص داد .

3 خط‌های عمود بر خط $Z = N$ نشان دهندهٔ هسته هایی است که عدد جرمی برابری دارند .

4 هستهٔ پایدار با بیشترین تعداد پروتون ($Z = ۸۳$) ، متعلق به بیسموت ($^{۲۰۹}_{۸۳}Bi$) است. به جز توریم ($Z = ۹۰$) و اورانیم ($Z = ۹۲$) سایر هسته‌های ناپایدار در طبیعت یافت نمی‌شوند .

❖ انرژی بستگی هسته : انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته از یکدیگر است .



☺ : جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها ونوترون‌های تشکیل دهنده‌اش اندکی کمتر است . اگر این اختلاف جرم را که به آن کاستی جرم هسته گفته می‌شود ،مطابق رابطه معروف اینشتین ($E = mc^۲$) ، در مربع تندی نور ($c^۲$) ضرب کنیم ، انرژی بستگی هسته‌ای به دست می‌آید که مقدار قابل ملاحظه‌ای است .

☺ : کاستی جرم ناشی از اختلاف جرم هسته و نوکلئون هایش است .

❖ ترازهای انرژی هسته : انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته نیز مانند انرژی الکترون‌های وابسته به اتم ، کوانتیده‌اند و نوکلئون‌های درون هسته نمی‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند .

☺ : اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه keV تا مرتبه MeV است، در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبه eV است. از این رو، هسته‌ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند .

☺ : نوکلئون‌ها نیز می‌توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و در نتیجه هسته برانگیخته شود . هسته برانگیخته (با علامت * مشخص می‌شود) با گسیل فوتون به تراز پایه برمی‌گردد . انرژی فوتون گسیل شده ،با اختلاف انرژی بین تراز برانگیخته و تراز پایه برابر است .

❖ پرتوزایی طبیعی : در این فرایند ، یک هستهٔ ناپایدار(پرتوزا) به طور طبیعی (خودبه‌خود) واپاشی می‌کند و به هسته های سبک تر و پایدار تبدیل می‌شود و نوع معینی از ذرات یا فوتون‌های پر انرژی آزاد می‌شوند . در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می‌شود : پرتوهای آلفا(α) ، پرتوهای بتا(β)و پرتوهای گاما (γ) .

https://konkur.info

☺ : در تمام فرایندهای واپاشی اصول پایستگی زیر برقرار است:

۱ ــ مجموع بار الکتریکی در دو طرف رابطه ها یکسان است.

۲ ــ تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌ای پایسته است ؛ یعنی مجموع عددهای جرمی در دو طرف رابطه یکسان است.

❖ واپاشی α : این واپاشی در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد . $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$ یا $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha$

☺ : در این واپاشی هم عدد جرمی و هم عدد اتمی هستهٔ مادر تغییر می‌کند .

❖ ویژگی‌های پرتو آلفا (α)

1. پرتوهای α ذرات باردار مثبت از جنس هستهٔ اتم هلیم ($^{4}_{2}He$) هستند .
2. پرتوهای α در مقایسه با پرتوهای β و γ، کمترین قدرت نفوذ را دارند .
3. ذره‌های آلفا سنگین‌اند و بُرد کوتاهی دارند . این ذرات پس از طی مسافت کوتاه در هوا (۱ تا ۲ سانتی‌متر) و با عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب می‌شوند .
4. اگر این ذره‌ها از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند ، باعث آسیب شدید به بافت‌های بدن می‌شوند .
5. یکی از کاربرد های گستردهٔ این واپاشی در آشکار ساز های دود است .

❖ واپاشی β

واپاشی β^- : همراه با گسیل الکترون (e^-) ← یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود .

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

واپاشی β^+ : همراه با گسیل پوزیترون (e^+) ← یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود .

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

❖ نکات واپاشی β:

1. این واپاشی نخستین واپاشی کشف شده توسط هانری بکرل بود و نیز متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است .
2. در واپاشی β فقط عدد اتمی ۱ واحد افزایش یا کاهش می‌یابد و عدد جرمی تغییر نمی‌کند .
3. پرتوی β از ذرات با جرم بسیار اندک تشکیل شده است .
4. قدرت نفوذ (بُرد) پرتوی بتا از پرتوی آلفا بیشتر ولی از پرتوی گاما کمتر است .

❖ پوزیترون (e^+ یا β^+) : ذره‌ای که جرم یکسان با الکترون دارد ، ولی بار آن قرینهٔ بار الکترون است (به جای بار $-e$ حامل بار $+e$ است) .

❖ واپاشی γ : اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل فوتون‌های پر انرژی (پرتو گاما) به حالت پایه می‌رسند. $^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$

☺ : در واپاشی γ ، عدد جرمی و عدد اتمی تغییر نمی‌کنند .

❖ ویژگی‌های پرتوی γ :

1. این پرتو فاقد بار الکتریکی است و به همین دلیل برخلاف پرتوهای α و β در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منحرف نمی‌شود .
2. قدرت نفوذ این پرتو بسیار بیشتر از پرتوهای α و β است .

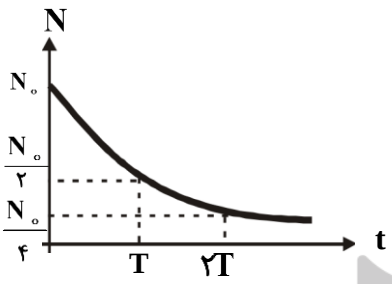
https://konkur.info

❖ **نیمه‌عمر مادهٔ پرتوزا ($T_{\frac{1}{2}}$ یا T) : مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونهٔ پرتوزا ، به نصف برسند .**

☺ : نیمه‌عمر یک مادهٔ پرتوزا در طول زمان ثابت می‌ماند .

☺ : نیمه‌عمر ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر متفاوت است .

❖ **مسائل نیمه‌عمر : اگر تعداد هسته‌های مادر اولیه در یک نمونه پرتوزا N_0 باشد، پس از گذشت زمان t، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی مانده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید :**



$$N_0 \xrightarrow{T} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{8} \xrightarrow{T} \dots$$

$$\Rightarrow N = \frac{N_0}{2^n} \qquad \text{و} \qquad n = \frac{t}{T}$$

❖ **تعداد هسته‌های واپاشیده (N') :**

$$N' = N_0\left(1 - \frac{1}{2^n}\right)$$

Konkur.info

بروزترین و برترین
سایت کنکوری کشور
WWW.KONKUR.INFO

https://konkur.info