فیزیک کلاسیک : تا آخر سده نوزدهم میلادی فیزیکدانان برای بسیاری از پدیده های طبیعی مانند نیروی گرانشی ، نیروی الکتریکی و مغناطیسی و اثرات آنها توجیه های قانع کننده‌ای یافته بودند که ، مجموعه قوانین و نظریات مربوط به آنها را فیزیک کلاسیک می‌نامند .

فیزیک جدید : اما در سالهای پایانی سده نوزدهم میلادی دانشمندان پدیده‌هایی را مشاهده کردند که ، با فیزیک کلاسیک قادر به توجیه آنها نبودند ،که منجر به پیدایش مجموعه‌ای از نظریه‌ها و قوانین برای توجیه این پدیده‌ها بود که فیزیک جدید (یا نوین) نام گرفت .

کمیت کوانتومی : درفیزیک کمیت‌های گسسته را کمیت کوانتومی می‌نامند . مانند : سکه های موجود در صندوق – تعداد دانش آموزان در کلاس – تعداد تخم مرغ های موجود دریک بسته – بار الکتریک یک جسم باردار که مضرب صحیحی از بار یک الکترون است .($q = \pm ne$)

کوانتوم : کمترین مقداریک کمیت کوانتومی را کوانتوم آن کمیت می‌نامند .

نظریه پلانک درباره تابش : مقدار انرژی که یک جسم به صورت امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند همواره مضرب درستی از یک مقدار پایه است و این مقدار پایه به بسامد موج الکترومغناطیسی بستگی دارد . $E=nhf$

f = بسامد تابش $h = ۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}\ Js$ ثابت پلانک hf = کوانتوم انرژی تابشی

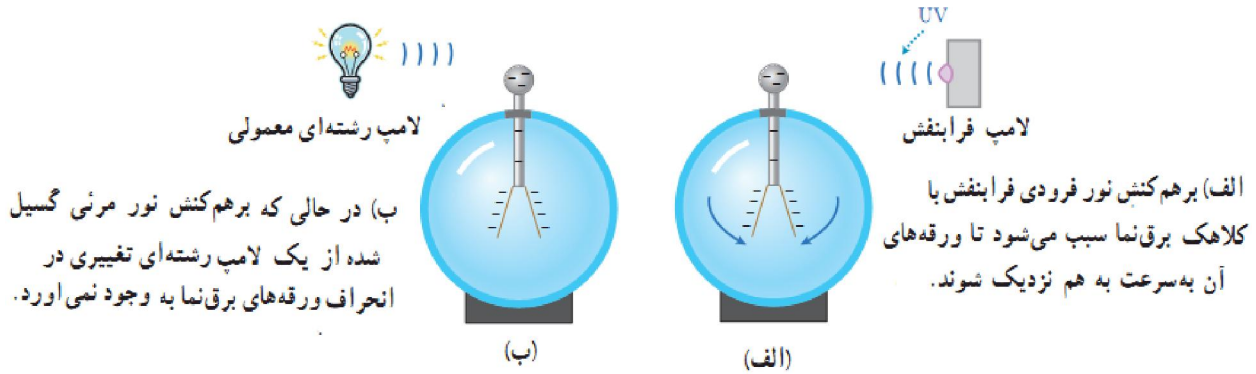
n= عدد صحیحی که عدد کوانتومی نام دارد . تعداد کوانتوم ها را مشخص می‌کند

فوتون : بنابر نظریه پلانک ، هر موج الکترومغناطیسی با بسامد f از بسته های متمرکز یا کوانتومهای انرژی تشکیل شده است ، که آنها را فوتون می‌نامند . انرژی هرفوتون برابر با $E=hf$ است .

الکترون ولت: درفیزیک اتمی ژول واحد بزرگی محسوب می‌شود بنابر این از واحد کوچکتری به نام الکترون ولت استفاده می‌شود : « الکترون ولت برابر تغییر مقدار انرژی یک الکترون تحت ولتاژ یک ولت است » . $۱eV = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ J$

پرسش : ثابت پلانک بر حسب الکترون ولت ثانیه (eVs) چقدر است ؟ **پاسخ :** $h = \frac{۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵}\ eVs$

پدیده فوتو الکتریک : جدا کردن الکترونها از سطح یک فلز توسط تاباندن نور را پدیده فوتو الکتریک نامیده می‌شود و الکترونهای گسیل شده از سطح فلز را فوتو الکترون می‌نامند .



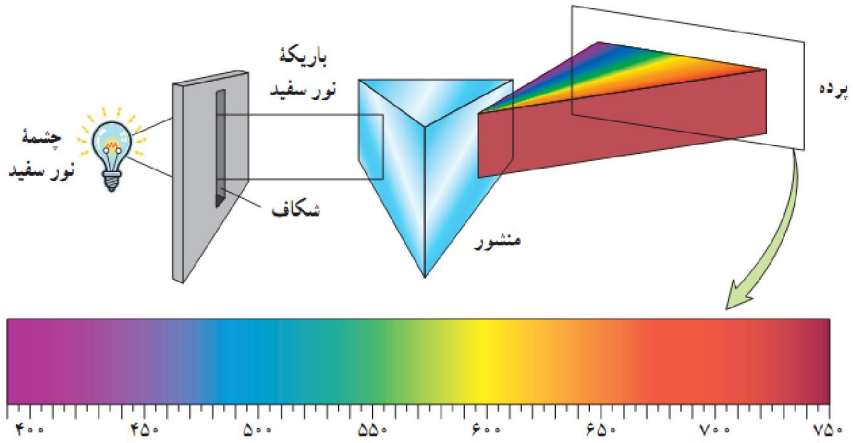
ناتوانی فیزیک کلاسیک در تفسیر پدیده فوتوالکتریک :

۱ – بنا به دیدگاه کلاسیکی ، این پدیده با افزایش دامنه نوسان الکترونها و در نتیجه آن افزایش انرژی جنبشی الکترونها باید با هر بسامدی رخ دهد . در حالی که با تجربه سازگار نیست . ۲ – بنابر قانونهای فیزیک کلاسیک ، با افزایش شدت نور فرودی می‌توانیم ، فوتوالکترونهای با انرژی جنبشی بیشتری از سطح جدا کنیم ، ولی تجربه آن را تائید نمی کند .

پرسش : ثابت پلانک بر حسب الکترون ولت ثانیه (eVs) چقدر است ؟ **پاسخ :** $h = \frac{۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} \text{eVs}$

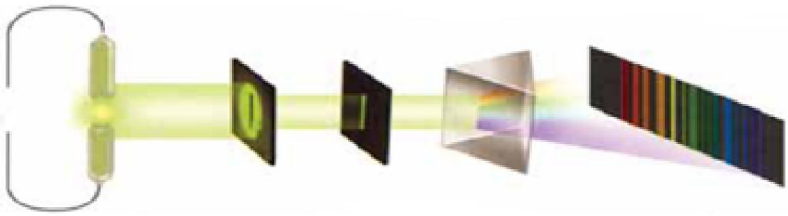
☑ از سطح همه اجسام در هر دمایی امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌شود .گسیل موج های الکترومغناطیسی از سطح اجسام را **تابش گرمایی** نیز می‌نامند .

طیف گسیلی پیوسته : یک جسم جامد ، مانند رشته داغ لامپ ، طیف گسترده‌ای از امواج الکترومغناطیسی شامل طول موجهای مرئی را تابش می‌کند که به آن طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته می‌گویند.



طیف گسیلی خطی : «طیف اتمی حاصل از نور گسیل شده ، از بخار عناصر را طیف گسیلی یا نشری آن اتم می‌نامند ». این تابش توسط لامپ‌های حاوی بخار بسیار رقیق عنصرها گسیل می‌شود .

با اعمال ولتاژ بالا بین دو الکترود ، اتمهای گاز شروع به تابش می‌کنند . با عبور تابش گسیل شده از منشور ، طیف گسسته‌ای تشکیل می‌شود .طیف نور گسیل شده از بخار هر عنصر را طیف اتمی آن عنصر می‌نامند که برای هر عنصر منحصربفرد است .



طیف جذبی : طیف پیوسته نور سفید است ، که خطوط تاریکی در ان مشاهده می‌شود ، که مربوط به طول موجهایی است که در عبور از عناصر گازی جذب شده است. یعنی اگر نورسفید را از بخارعنصری عبور دهیم طیف جذبی آن عنصر را بدست می-آوریم . مانند طیف نور خورشید که به زمین می‌رسد و خطوط تاریک آن نشاندهنده عناصر گازی موجود در جو خورشید است

نتایج مطالعه طیف‌های جذبی و گسیلی عناصر مختلف :

۱ – در طیف‌های گسیلی و جذبی هر عنصر طول موجهای معینی وجود دارد ، که از ویژگیهای مشخصه آن عنصر است . یعنی طیف‌های گسیلی و جذبی هیچ دو عنصری یکسان نیست .

۲ – اتم هر عنصر از نور سفید همان طول موجهایی را جذب می‌کند ، که اگر دمای آن به اندازه کافی بالا رود ، ویا به هر صورت دیگری برانگیخته شود ، آنها را تابش می‌کند .

طیف اتمی مانند اثر انگشت افراد می‌تواند برای شناسایی اتمها از یکدیگر به کار می‌رود .

ناتوانی فیزیک کلاسیک در تفسیر طیف‌های جذبی و گسیلی :

۱ – فیزیک کلاسیک هیچ توجیه قانع کننده‌ای برای که :«چرا هر عنصر ، تنها طول موجهای خاصی را که ، مشخصه‌ی آن عنصر است جذب می‌کند ، و بقیه طول موجها را جذب نمی‌کند ؟ » ندارد .

۲ – چرا اتمهای همه عناصر امواج الکترومغناطیسی با طول موجهای یکسان کسیل نمی‌کنند ؟

رابطه بالمر – ریدبرگ : ریدبرگ با مطالعه رابطه بالمر ، در مورد طیف اتم هیدروژن به این نتیجه رسید که ، رابطه زیر برای تشخیص طول موجها مناسب تر است : $\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{n^۲})$

R_H را ثابت ریدبرگ می‌نامند که برابر با مقدار ثابت $R_H = ۰/۰۱۰۹(nm)^{-۱}$

رابطه ریدبرگ : طول موج تمامی خطوط طیف هیدروژن را می‌توان از رابطه زیر که به رابطه ریدبرگ معروف است ، به دست آورد . با قرار دادن مقادیر صحیح مختلف برای n' می‌توان رشته‌های مختلف دانشمندان دیگر را نیز محاسبه کرد .

$$\frac{۱}{\lambda} = R_H(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$

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

الگو های اتمی

الگوی اتمی تامسون : تامسون که موفق به کشف الکترون شده بود ، نخستین الگوی اتمی را بدین صورت ارائه داد که :

« اتم به صورت توزیع کروی یکنواختی از جرم و بارمثبت در نظر گرفته می‌شود ، که الکترونها (بار منفی) مانند کشمش های درون یک کیک کشمشی درون آن قرار دارند » .

رادر فورد با رد این نظریه نشان داد که بار مثبت اتم دربخش کوچکی در مرکز آن متمرکز است .

الگوی اتمی رادرفورد : دراین الگو بار مثبت در ناحیه مرکزی ، با حجم کوچکی به نام هسته متمرکز شده‌اند و بارهای منفی اطراف آنرا احاطه کرده‌اند ، و می‌توان گفت فضای بین هسته و الکترونها خالی است .

اشکالات نظریه رادرفورد :

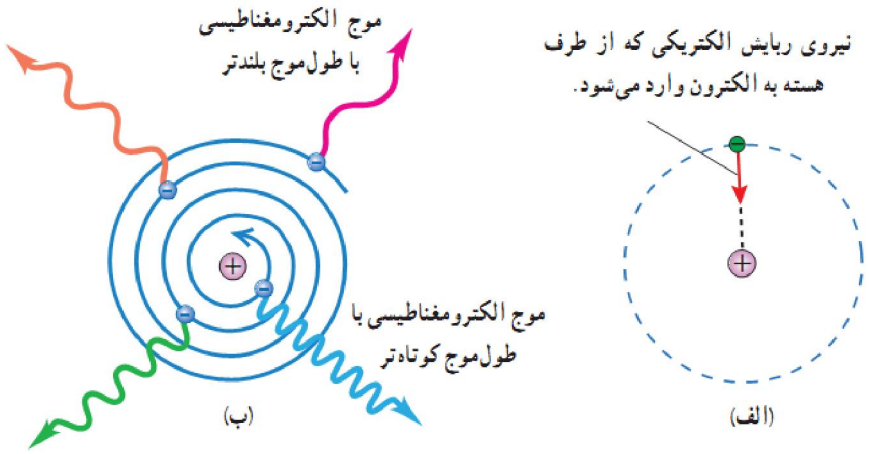
۱ –الکترونها که بدور هسته می‌چرخند ، چون ذره باردار هستند و حرکت شتابدار دارند ، بنابر نظریه کلاسیکی الکترومغناطیسی بایستی مانند آنتن شروع به گسیل امواج الکترومغناطیسی کنند و با تابش امواج انرژی خود را از دست دهند و در نهایت در هسته فرود آیند .

۲ – با تابش امواج الکترومغناطیسی شعاع نوسان الکترونها بایستی کاهش یافته و بسامد حرکت آنها بیشتر شود . در نتیجه بسامد امواج الکترومغناطیسی تابشی بایستی بتدریج زیاد شود .

☑ **بدین ترتیب الگوی اتمی رادرفورد برای اتم ، با تجربه سازگار نیست .**

اولاً : نمی‌تواند پایداری حرکت الکترونها را در مدارهای اتمی توضیح دهد .

ثانیاً : نمی‌تواند طیف گسسته اتمی را توجیه کند .



ناتوانی مدل اتم هسته‌ای رادرفورد در تبیین پایداری اتم.
الف) اگر الکترون نسبت به هسته ساکن فرض شود بر اثر نیروی ربایش الکتریکی، روی هسته سقوط می‌کند.
ب) اگر الکترون دور هسته بچرخد، طیفی پیوسته گسیل می‌کند و سرانجام روی هسته فرو می‌افتد.

الگوی اتمی بور: نیلس بور با توجه به طیف گسسته تابش شده ، و رابطه تجربی ریدبرگ – بالمر و با الهام از نظریات پلانک و اینشتین الگویی برای اتم هیدروژن پیشنهاد کرد ، و قوانین مکانیک و الکترومغناطیسی را بافرضیه‌هایی همراه کرد ، که این فرضیه‌ها را در چهار اصل بیان کرد :

۱ – الکترون ، تنها روی مدارهای دایره‌ای با شعاعهای معینی حرکت می‌کند ، این مدارها را مدارهای مانا می‌نامند .

۲ – الکترون در حین حرکت روی یک مدار مانا ، برخلاف نظریه الکترومغناطیسی کلاسیک ، تابشی را گسیل نمی‌کند . در این حالت می‌گوییم الکترون در یک حالت مانا است .

۳ – شعاع مدارهای مانا مقدارهای مشخص گسسته ای می‌توانند داشته باشند . اگر شعاع اولین مدار را برابر a_o بگیریم ، شعاعهای مجاز از رابطه روبرو محاسبه می‌شوند : $n = ۲,۳,....$ $\boxed{r_n = a_o n^۲}$

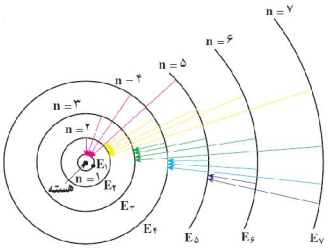
☑ در این روابط n را **عدد کوانتمی** می‌نامند .

☑ a_o شعاع کوچکترین مدار در اتم هیدروژن است که به آن **شعاع بور** می‌گویند .

۴ – الکترون تنها هنگامی می‌تواند تابش الکترومغناطیسی گسیل کند که از یک حالت مانا E_U به حالت مانای دیگری با انرژی کمتر E_L ، $(n_L < n_U)$ ، برود . یا به عبارت دیگر از یک تراز انرژی بالاتر به یک تراز انرژی پایین تر برود . در این صورت انرژی فوتون موج الکترومغناطیسی گسیل شده ، برابر اختلاف انرژی بین دو تراز است ، یعنی : $\boxed{hf = E_U - E_L}$

الکترون مجاز است ، انرژی برابر با یکی از مقادیر $n = ۲,۳,....$ $\boxed{E_n = -\frac{E_R}{n^۲}}$ را داشته باشد .

به هر یک از مقادیر مجاز یک تراز انرژی می‌گویند .



☑ E_R = این مقدار انرژی را **یک ریدبرگ** می‌نامند ،که برابر ۱۳/۶ eV یا $۲/۱۷\times۱۰^{-۱۸}$ J است .مدار اول n=۱ راحالت پایه و مدارهای با انرژی بالاتر را **حالت‌های برانگیخته** می‌نامند .

انرژی یونش الکترون : مقدار انرژی که باید به یک الکترون بدهیم ، تا کاملاً از قید هسته خلاص شود . این انرژی برای الکترون اتم هیدروژن در حالت پایه برابر $E_۱ = -۱۳/۶eV$ یعنی انرژی تراز اول است .

استخراج معادله ریدبرگ برای اتم هیدروژن از مدل بور :

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$$

$$hf = (E_U - E_L)$$

$$f = \frac{1}{h}(E_U - E_L) = \frac{E_R}{h}\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right)$$

$$\frac{c}{\lambda} = \frac{E_R}{h}\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_R}{hc}\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right)$$

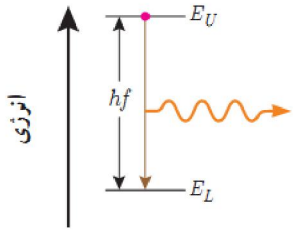
$$\frac{E_R}{hc} = \frac{13/6\,\text{eV}}{1240\,\text{eV.nm}} = 0/0109\,(\text{nm})^{-1}$$

این مقدار، با تقریب بسیار خوبی همان ثابت ریدبرگ R است که پیش از این با آن آشنا شدیم.

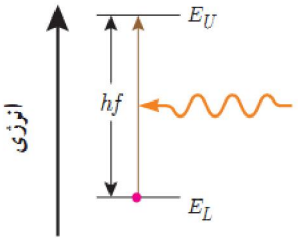
$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right)$$

جذب فوتون : اتم فوتونی را که انرژی آن دقیقا برابر اختلاف دو تراز انرژی است را جذب می‌کند و الکترون به حالت برانگیخته می‌رود .

گسیل فوتون : اگر الکترونهای بر انگیخته از یک تراز انرژی به تراز انرژی کمتر جهش کنند فوتونهایی گسیل می‌کنند انرژی فوتون برابر با احتلاف دو تراز انرژی است .



الف) فرایند گسیل فوتون



ب) فرایند جذب فوتون توسط اتم

موفقیت‌ها و نارسایی‌های مدل بور :

☑ موفقیت‌ها : ۱ – تبیین پایداری اتم　　۲ – تبیین طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن

۳ – محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن　　۴ – کاربرد این مدل برای اتم‌های هیدروژن گونه

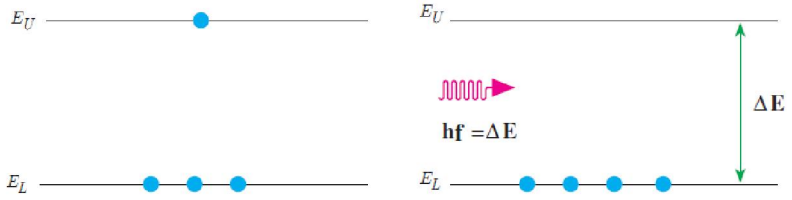
☑ نارسایی‌ها : ۱ – برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد بکار نمی‌رود .

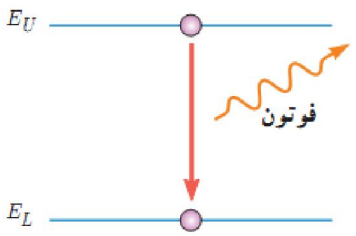
۲ – متفاوت بودن شدت خطهای طیف گسیلی را توضیح نمی‌دهد (شدت خط قرمز با شدت آبی در طیف گسیلی هیدروژن متفاوت است) .

لیزر (تقویت نور به روش گسیل القایی تابش)　　Light Amplification by Stimulated Emission fo Radiation

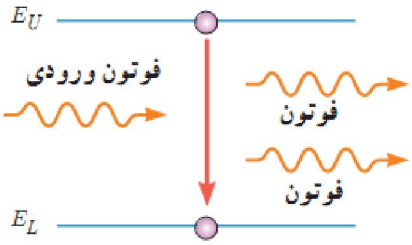
در قسمت قبل متوجه شدیم برای انتقال یک الکترون از ترازانرژی پایین به ترازهای بالاتر ، بایستی فوتونی را جذب کند که انرژی آن برابر با اختلاف تراز انرژی باشد . در چنین حالت اتم را اتم برانگیخته می‌نامند و با ستاره‌ای در کنار اتم نشان داده می‌شود .

اتم * ⟶ فوتون + اتم





گسیل خود به خود : هرگاه اتم در حالت برانگیخته باشد با گسیل یک فوتون به حالت پایین تر می‌رود . این برهم کنش را گسیل خود به خود می‌گویند .



گسیل القایی (تحریک شده) **:** گسیل القایی اساس کار لیزر است ، که نوع دیگری از برهم کنش فوتون با اتم است .در این برهم کنش ابتدا اتم برانگیخته است و تابش یک فوتون ،با انرژی اختلاف دو تراز انرژی، اتم را وادار می‌کند که با گسیل یک فوتون دیگر به حالت پایه برگرد

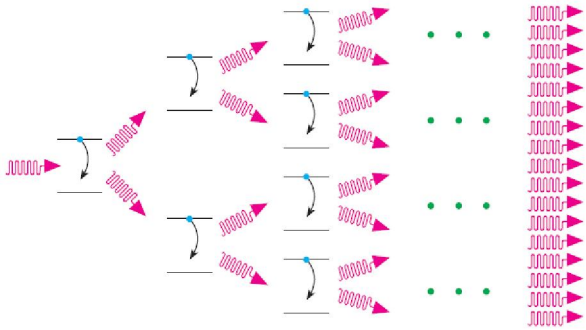
☑ **گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد :**

۱ – فرایند تعداد فوتونها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند .

۲ – فوتون گسیل شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند .

۳ – فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است .

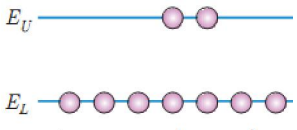
خلاصه : در این تابش فوتون ورودی ، فرآیند گسیل خود به خود را سریع تر می‌کند و هم چنین، فوتون گسیل شده با فوتون فرودی هم جهت ، همفاز و هم انرژی است .



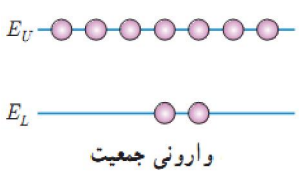
باریکه لیزری : اگر مجموعه‌ای از اتمهای برانگیخته یکسان داشته باشیم ، فوتونی با انرژی مناسب می‌تواند عامل اولیه گسیل القایی فوتونهای زیادی باشد ، که با دو برابر شدن متوالی فوتونهای القایی ، باریکه شدیدی از فوتونهای هم جهت ، همفاز و هم انرژی بوجود می‌آید ، که این باریکه را باریکه لیزری می‌نامند .

روش‌های بر انگیخته کردن الکترونها برای گسیل القایی :

۱ – استفاده از درخش‌های شدید نور معمولی ۲ – تخلیه‌های ولتاژ بالا

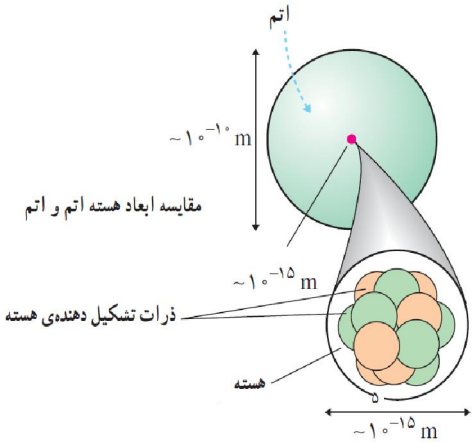


وارونی جمعیت : به طور معمول و در دمای اتاق ، بیشتر الکترونها در تراز انرژی پایین قرار دارند ، به وضعیتی که بیشتر الکترونها در تراز بالاتری در مقایسه با ترازهای پایین قرار دارند وارونی جمعیت می‌گویند .



ترازهای شبه پایدار : این ترازها در وارونی جمعیت تعداد الکترون بیشتری در خود جای میدهند که الکترونها مدت زمان بیشتری (10^{-3}S) نسبت به حالت بر انگیخته (10^{-8}S) در آنهاباقی می‌مانند که تقویت نور لیزر را فراهم می‌کنند .

ساختار هسته اتم



چند سال پس از توجیه پدیده فوتو الکتریک توسط اینشتین ، رادرفورد با تابش ذره های آلفا به ورقه نازک طلا و بررسی انحراف آنها معلوم کرد ، اتم تقریباً از فضای تهی تشکیل شده و بیشتر جرم آن‌در بخش مرکزی به نام هسته بابار مثبت متمرکز شده است .بررسی های رادرفورد نشان داد که ابعاد هسته اتم در حدود 10^{-15}m (۱فمتو متر یا ۱ فرمی) و در حدود صدهزارمرتبه کوچکتر از ابعاد اتم (10^{-10}m) است .

☑ تعداد پروتونهای هسته را با Z نشان می‌هند و آن را عدد اتمی می‌نامند .

☑ تعداد نوترونهای هسته را با N نشان می‌هند و آن را عدد نوترونی می‌نامند .

☑ مجموع عدد اتمی و عدد نوترونی را عدد جرمی می‌نامند و با A نشان می‌دهند . $A=N+Z$

در فیزیک هسته‌ای هر هسته را با نماد شیمیایی مربوط به آن و A و Z به صورت مقابل نمایش می‌دهند : هسته = $^{A}_{Z}X$ اتم X

☑ اتم های با تعداد پروتونهای معین و تعداد نوترونهای مختلف را ایزوتوپ (هم مکان) می‌نامند .

☑ ایزوتوپها خواص شیمیایی یکسان و خواص هسته‌ای کاملاً متفاوت هستند .

نیروی هسته‌ای: نیروی ربایشی است که ، اجزای هسته را با وجود همنام بودن بار الکتریکی پروتونها ، کنار هم نگه‌میدارد .

تفاوت نیروی هسته‌ای با نیروهای گرانشی و کولنی :

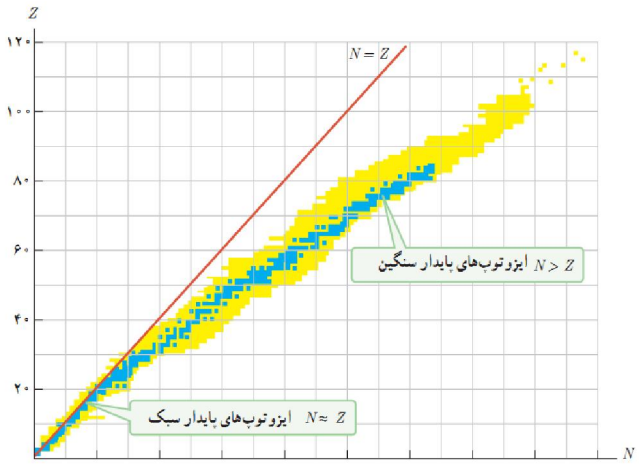
۱ – بسیار قوی تر از آنهاست و باوجود نیروی رانش شدید بین پروتونها ، آنها را کناریکدیگر نگه‌میدارد .

۲ – بر خلاف آنها کوتاه برد است ، زیرا در ابعاد اتمی اثری از آنها مشاهده نمی‌شود .

☑ از نظر نیروی هسته‌ای پروتون و نوترون تفاوتی ندارند و نام نوکلئون را برای هر دو آنها بکار می‌برند.

☑ هرنوکلئون فقط به نوکلئونهای مجاور خود نیرو وارد می‌کند .

عناصر فرا اورانیمی : عدد اتمی عناصر طبیعی موجود در طبیعت $1 \le Z \le 92$ است . عناصر با $Z > 92$را بطور مصنوعی درآزمایشگاه تولید می‌کنند که به آنها عناصر فرا اورانیمی می‌گویند .



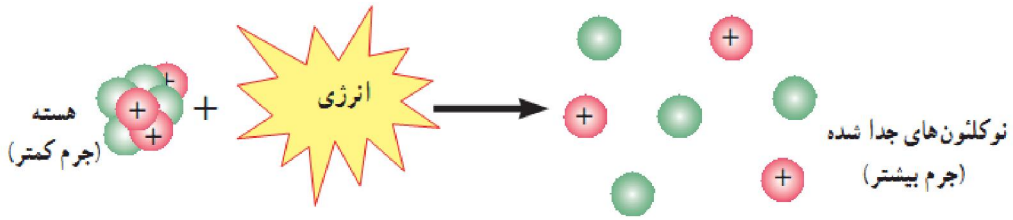
☑ همانطور که نمودار تغییرات N برحسب Z را در شکل مقابل مشاهده می‌کنید ، خط پایداری ایزوتوپها بر خط N=Z منطبق است ، اما بازیاد شدن Z به تدریج از آن دور می‌شود .چون تعداد پروتونها ثابت است در حالیکه به تعداد نوترونها افزوده شده است .

☑ نوترون به ربایش هسته ای اضافه می‌کند بدون اینکه رانش کولنی داشته باشد .

انرژی بستگی هسته : برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته ، انرژی لازم است ، که به این انرژی ، انرژی بستگی هسته می‌گویند .

کاستی جرم هسته : اندازه گیری‌های دقیق نشان می‌دهد که جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل دهنده‌اش اندکی کمتر است که به این اختلاف جرم کاستی جرم هسته می‌گویند .

☑ مطابق رابطه $E=mc^2$ اینشتین اگر کاستی جرم هسته را در مربع تندی نور ضرب کنیم انرژی بستگی هسته به دست می‌آید .



انرژی‌ای معادل انرژی بستگی هسته‌ای باید تأمین شود تا هسته به نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن تقسیم شود.

ترازهای انرژی هسته : اختلاف ترازهای انرژی د رهسته نیز کوانتومی است .

☑ اختلاف انرژی تراز های الکترون در حدود چند eV است . (واکنش شیمیائی)

☑ اختلاف انرژی تراز های نوکلئون ها درهسته های سبک حدود MeV است .

☑ اختلاف انرژی تراز های نوکلئون ها درهسته های سنگین حدود keV است . (؟)

☑ هسته‌ها نیز می‌توانند با جذب انرژی از حالت پایه به حالت برانگیخته روند .

☑ هسته‌های برانگیخته نیز می‌توانند با گسیل فوتون به حالت پایه روند .

پرتو زایی طبیعی : وقتی یک هسته ناپایداریا پرتو زا به طور طبیعی واپاشی می‌کند ، نوع معینی از ذرات یا فوتونهای پر انرژی آزاد می‌شوند ، این فرآیند واپاشی ، پرتو زایی طبیعی نامیده می‌شود .

انواع پرتوزایی طبیعی :

☑ پرتوهای آلفا (α) : کمترین نفوذ را دارند و با ورقه‌های نازک سربی ($\approx$ ۰/۰۱mm) متوقف می‌شوند.

☑پرتوهای بتا (β): مسافت بیشتری را در سرب نفوذ می‌کنند ($\approx$ ۰/۱mm) .

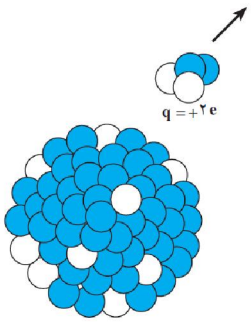
☑پرتوهای گاما(γ) : بیشترین نفوذ را در ورقه های سربی دارند ($\approx$ ۱۰۰mm) .

☑در تمام فرایندها تعداد نوکلئونها ، پیش از فرآیند واپاشی و پس از واپاشی مساوی است .

الف) واپاشی آلفا زا : در این نوع واپاشی هسته ذره α یعنی هسته هلیوم را گسیل می‌کند و به هسته جدید تبدیل می‌شود :

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

ذره $\alpha = {}^{4}_{2}He$ هسته X = هسته مادر هسته Y = هسته دختر



الف ــ گسیل پرتوی α

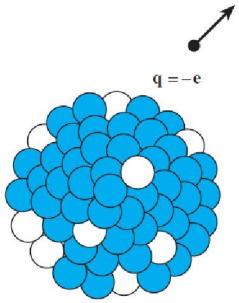
☑ این واپاشی با آزاد شدن انرژی همراه است .

☑ ذره‌های α سنگین و دارای دو بارمثبت هستند .

☑ برد ذره‌های α کوتاه است وبه سرعت جذب محیط می‌شوند .

☑ اگر از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند آسیب شدیدی به بافت‌های بدن وارد می‌کنند .

ب) واپاشی بتا زا : در این نوع واپاشی هسته ناپایدار با گسیل الکترون یا پوزیترون (ذره‌ای به جرم الکترون و بارمثبت) به هسته جدیدی تبدیل می‌شود .



ب ــ گسیل پرتوی β

۱ – در فرایند واپاشی بتازا با گسیل الکترون ، یک نوترون در هسته به پروتون و الکترون تبدیل می‌شود .

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

☑ عدد اتمی هسته جدید یک واحد بیشتر است .

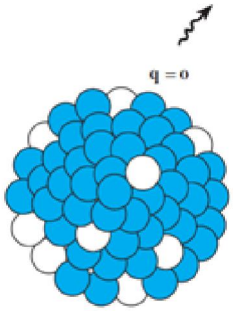
۲ – در فرایند واپاشی بتازا با گسیل پوزیترون ، یک پروتون در هسته به نوترون و پوزیترون تبدیل می‌شود .

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

☑ عدد اتمی هسته جدید یک واحد کمتر است .

پ) واپاشی گاما زا : در این نوع واپاشی هسته ناپایدار با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می‌رسد و هسته جدیدی بوجود نمی‌آید :

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

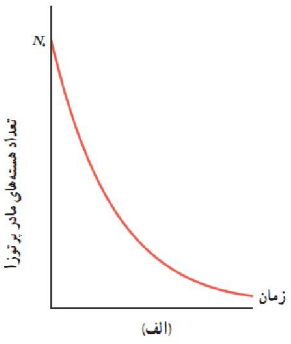


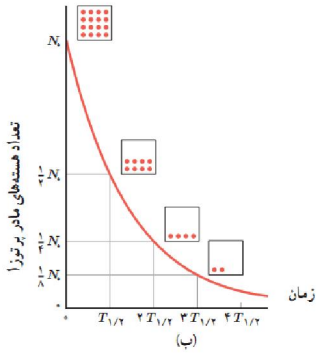
پ ــ گسیل پرتوی γ

☑ اغلب هسته ها پس از واپاشی آلفا و بتا برانگیخته هستند و با واپاشی گاما به حالت پایه می‌رسند .

☑ پرتو گاما همان ویژگیهای پرتو X را دارد ولی پرانرژی تری دارندو بیشتردر ماده نفوذ می‌کنند .

نیمه عمر($T_{\frac{1}{2}}$): مدت زمانی است که طول می‌کشد تا ، تعداد هسته‌های ایزوتوپهای پرتو زا موجود در یک نمونه به نصف برسد . سرعت واپاشی یک ایزوتوپ را با نیمه عمر مشخص





$$ m = \frac{m_0}{2^n} \qquad N = \frac{N_0}{2^n} \qquad n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} $$

m_0 = جرم ماده اولیه　　m = جرم ماده باقی مانده

N_0 = تعداد هسته‌های اولیه　　N = تعداد هسته‌های باقی مانده

t = مدت زمان سپری شده　　n =تعداد نیمه عمرها