

## فیزیک پرتو نگاری تشخیصی

### ساختمان اتم

اتم نمونه بسیار کوچکی از منظومه شمسی است. با کشف الکترون در سال 1897 توسط تامسون تحقیقات وسیعی در رابطه با شناخت اتم صورت گرفت.

### مدل اتمی تامسون

کره ای از بارهای مثبت و منفی به طوری که بارهای منفی در بارهای مثبت به طور یکنواخت قرار گرفته اند.

### مدل اتمی رادرفورد

در این مدل الکترون ها متحرکند ولی این اتم پایدار نیست زیرا الکترون ها با حرکت شتابدار دور هسته انرژی الکترومغناطیس آزاد می کنند که با گذشت زمان شعاع اتم کاسته شده و الکترون ها نهایتاً بر روی هسته سقوط می کنند.

نیلز بوهر (*Bohr*) با ارائه دو فرضیه مهم اشکالات مدل رادرفورد را برطرف کرد :

- تراز های ثابتی وجود دارند که الکترون ها در آن تراز ها هیچگونه تابشی ندارند.
- انرژی الکترومغناطیس زمانی آزاد می شود که الکترون ها از تراز بالا به پایین سقوط کند.

در سال 1932 نوترون کشف شد. بعد ذراتی از قبیل پوزیترون، هیپرون، نوترینو و ... کشف شد.

### تراز های انرژی

ظرفیت پذیرش برای هر لایه با مقدار  $h\nu$  کامل می شود. برای انتقال الکترون از تراز اصلی خود به تراز بالاتر، نیاز به صرف انرژی به اندازه میزان انرژی همبستگی آن الکترون می باشد؛ که در این صورت اتم ناپایدار است و برای رسیدن به حالت پایدار، یک الکترون از همان تراز بالا به تراز پایین تر آمده و در این صورت فوتون ایجاد می شود که این فوتون بسته به نوع اتم، میزان انرژی و ... ممکن است ایکس، ماوراء بنفش، مادون قرمز و نور مرئی و ... باشد.

## هسته

هسته تقریباً تمام جرم اتم را تشکیل می دهد و از پروتون و نوترون تشکیل شده که در تهیه مواد رادیواکتیو (مصنوعی) از نوترون برای بمباران ماده هدف استفاده می شود. تعداد پروتون های موجود در هسته را عدد اتمی (Z) گویند و مجموع پروتون ها و نوترون ها را عدد جرمی گویند (A).

## رادیو ایزوتوپ ها

مواد رادیو اکتیو یک سال پس از کشف اشعه ایکس کشف شدند (توسط هانری بکرل) به این گروه که به طور خودکار و بدون دخالت عوامل خارجی از طریق تبدیلات هسته ای از خود پرتو ساطع می کنند رادیو اکتیو گویند. معمولاً عناصری که عدد اتمی آن ها از 84 بیشتر باشد ( $Z > 84$ ) رادیواکتیو هستند. البته عناصر سبک هم مانند  ${}^{60}\text{Co}$ ,  ${}^{32}\text{P}$ ,  ${}^{14}\text{C}$  رادیو اکتیو هستند.

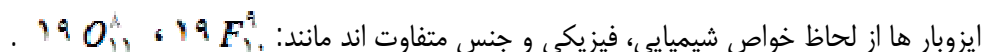
بکرل به همراه ماری و پیر کوری (کاشفان رادیوم و پولونیوم) دریافتند که تعدادی از پرتوهای رادیو اکتیو در میدان مغناطیسی منحرف و تعدادی دیگر منحرف نمی شوند. در ادامه رادفورد بود که به ماهیت آن ها پی برد. او این گونه توجیه کرد که آن دسته از پرتو ها که به سمت قطب مثبت منحرف شده اند دارای بار منفی بوده و آن ها را بتا ( $\beta$ ) نامید که از جنس الکترون اند و دسته ای که به سمت قطب منفی منحرف شده اند دارای بار مثبت بوده و آن ها را آلفا ( $\alpha$ ) نامید که از جنس  ${}^4\text{He}^{2+}$  هستند و پرتوهایی که منحرف نشدند بدون بارند و آن ها را گاما ( $\gamma$ ) نامید که از جنس پرتو های الکترو مغناطیس هستند. مواد رادیو اکتیو مصنوعی با ایجاد حالت ناپایداری در هسته اتم های پایدار از طریق بمباران شعاع نوترونی در راکتور های هسته ای تولید می شوند و کلیه قوانین و خاصیت مواد رادیو اکتیو طبیعی را بدون هیچ تفاوتی دارا می باشند.



پرتو های الکترومغناطیسی (مانند X و  $\gamma$ ) فاقد جرم و بار هستند و فقط یک بسته انرژی (فوتون) هستند.

## رادیو ایزوتوپ ها

به ایزوتوپ های ناپایدار یک عنصر رادیو ایزوتوپ گویند که امروزه در پزشکی هسته ای، صنعت و ... کاربرد فراوان دارند. به اتم هایی که عدد اتمی آن ها برابر اما عدد جرمی متفاوت دارند ایزوتوپ گویند. ایزوتوپ های یک عنصر از لحاظ خواص شیمیایی یکسان و غیر قابل تجزیه هستند ولی از لحاظ خواص فیزیکی متفاوت اند. مانند  ${}^1\text{H}$ ,  ${}^2\text{H}$ ,  ${}^3\text{H}$ . اما عناصری که دارای عدد جرمی یکسان اما عدد اتمی متفاوت است ایزوبار می نامند.



**ایزوتون** هم به آن دسته از عناصر گویند که نوترون برابر دارند؛ مانند:  $^{16}_8O$ ،  $^{14}_6C$ ، اما عناصری که تنها در تراز انرژی هسته اختلاف دارند را **ایزومر** گویند که ایزومر ها با استحاله فوتون گاما ( $\gamma$ ) به پایداری می رسند.

ایزوبار ها استحاله بتا (مثبت و منفی) و ایزوتون ها استحاله پروتون دارند.

### نیمه عمر (Half Life)

مدت زمانی که لازم است تا نصف اتم های یک ماده رادیو اکتیو تجزیه (استحاله) شوند را یک نیمه عمر گویند (نیمه عمر فیزیکی). اما نیمه عمر مؤثر مدت زمانی است که نیمی از ماده رادیواکتیو، هم از طریق فیزیکی و هم از طریق بیولوژیکی از دست برود. پس نیمه عمر مؤثر از نیمه عمر فیزیکی و بیولوژیکی (دفع از بدن) کمتر است.

### اکتیویته (Activity) و واحدهای آن

حاصل ضرب تعداد اتم های رادیواکتیو ( $N$ ) و ثابت استحاله ( $\lambda$ ) را گویند. ثابت استحاله همان تعداد اتم هایی است که در واحد زمان تجزیه می شوند:

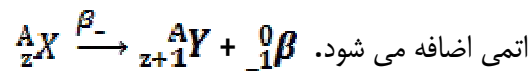
$$A = N \cdot \lambda \text{ or } \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

**کوری** واحد استحاله است و آن تعداد اتم های تجزیه شده رادیوم در یک ثانیه است که برابر  $3.7 \times 10^{10}$  می باشد.

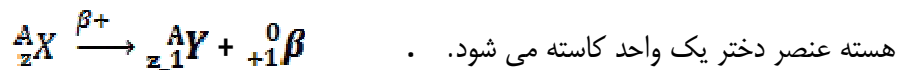
**بکرل** واحد بین المللی اکتیویته است و عبارتست از یک استحاله در واحد زمان.

### استحاله عناصر رادیو اکتیو

1. **استحاله بتای منفی** : بتای منفی از هسته عناصر سبک ساطع می شود و به عنصر دختر یک واحد عدد



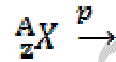
2. **استحاله بتای مثبت (پوزیترون)** : همانند استحاله بتای منفی در عناصر سبک است با این تفاوت که از



استحاله بتای مثبت زمانی رخ می دهد که علاوه بر عدم تعادل در تعداد نوترون ها و پروتون ها، اختلاف تراز انرژی دو هسته مادر و دختر بیش از  $1/022 \text{ meV}$  ( $1/022$  مگا الکترون ولت) باشد. اگر این اختلاف کمتر باشد پدیده **تسخیر الکترون (Electron Capture)** اتفاق می افتد.

در این پدیده یکی از الکترون های محیطی اتم جذب هسته شده و با واکنش با یک پروتون تبدیل به یک نوترون و یک ذره نوترینو می شوند ( $p^+ + e^- \rightarrow n + \bar{\nu}$ ) که هسته دختر ناپایدار است و برای رسیدن به پایداری فوتون گاما از خود ساطع می کند و اشعه ایکس اختصاصی و یا الکترون اوژر هم ممکن است اتفاق بیفتد.

3. استحالته پروتون: در این استحالته دو عنصر مادر و دختر با هم ایزوتون هستند.  ${}_{z-1}^{A-1}Y + {}_1^1P$



4. استحالته آلفا ( $\alpha$ ): از هسته عناصر سنگین ساطع می شود و از جنس هلیوم است



5. استحالته گاما ( $\gamma$ ): این استحالته به علت تفاوت در تراز انرژی اتفاق می افتد و عنصر مادر و دختر با هم

ایزومر هستند.  ${}_{z}^{A}X \xrightarrow{\gamma} {}_{z}^{A}Y + {}_0^0\gamma$ . گاهی ممکن است فوتون گاما در مسیر خروج به یک الکترون برخورد کند و آن را به خارج پرتاب کند (فرآیند تبدیل داخلی).

**نکته مهم:** داوطلبین محترم توجه فرمایید که با تهیه این جزوات دیگر نیاز به خرید هیچ گونه کتاب مرجع دیگری نخواهید داشت. برای اطلاع از نحوه دریافت جزوات کامل با شماره های زیر تماس حاصل فرمایید.

021/66902061 - 66902038

013/33338002 (رشت)

013/42342543 (لاهیجان)