

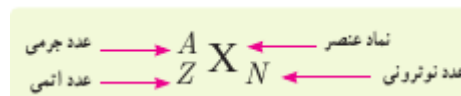
## فیزیک دوازدهم - فیزیک هسته ای

### ساختار هسته:

- ۱ - هر اتم شامل هسته و الکترونیایی است که اطراف هسته هستند.
- ۲ - هسته اتم از پروتون و نوترونیایی تشکیل شده است که به آنها **نوکلئون** گویند.
- ۳ - شعاع هسته  $\frac{1}{1.5}$  برابر شعاع اتم است و  $\frac{1}{1.5}$  از کل حجم اتم را هسته اشغال کرده است.
- ۴ - جرم نوترون **کمی بیشتر** از جرم پروتون و جرم الکترون در مقایسه با پروتون و نوترون بسیار کوچک است.
- ۵ - جرم اتم و اجزای تشکیل دهنده اتم را علاوه بر کیلوگرم ، با یکای جرم اتمی نیز بیان می کنند.
- ۶ - تعداد پروتونهاى هسته را عدد اتمی ( **Z** ) می نامند و در عناصر مختلف ، متفاوت است.
- ۷ - در یک اتم خنثی تعداد پروتونهاى هسته با تعداد الکترونهاى اطراف هسته برابر است.
- ۸ - تعداد نوترونهاى هسته ، عدد نوترونی ( **N** ) نامیده می شود.
- ۹ - مجموع تعداد کل پروتونها و نوترونها را عدد جرمی ( **A** ) می نامند.

$$\underbrace{A}_{\substack{\text{تعداد پروتون ها و نوترون ها} \\ \text{(عدد جرمی)}}} = \underbrace{Z}_{\substack{\text{تعداد پروتون ها} \\ \text{(عدد اتمی)}}} + \underbrace{N}_{\substack{\text{تعداد نوترون ها} \\ \text{(عدد نوترونی)}}$$

- ۱۰ - هر عنصر با نماد شیمیایی **X** ، نماد هسته به صورت زیر نمایش داده می شود. ( معمولا **N** نمایش داده نمی شود.



**مثال:** اتم  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  را در نظر بگیرید.

- الف: تعداد نوکلئونهای اتم آلومنیوم چند عدد است ؟
- ب : در حالت خنثی تعداد الکترونهاى این اتم چند عدد است ؟

**پاسخ :**

الف : ۲۷ ( عدد اتمی تعداد نوکلئونها را نشان می دهد. )

ب : ۱۳ ( در حالت خنثی تعداد پروتونها و الکترونها برابرند. )

### ایزوتوپ ها :

- ۱ - هسته هایی که تعداد پروتونهاى مساوی ولی تعداد نوترونهاى متفاوت دارند را ایزوتوپ گویند.
- ۲ - به ایزوتوپها ، هم مکان هم گویند چون در جدول تناوبی در یک خانه قرار دارند.
- ۳ - ویژگی های هسته را تعداد پروتونها و نوترونهاى آن تعیین می کند.

۴ - **خواص شیمیایی** هر اتم را تعداد پروتونهای هسته ( عدد اتمی ) تعیین می کند. هسته هایی که تعداد پروتونهای مساوی و تعداد نوترونهای متفاوت دارند خواص شیمیایی یکسان دارند.

۵ - چون ایزوتوپها دارای پروتونهای برابرند و خواص شیمیایی هر عنصر را تعداد پروتونهای هسته تعیین می کند ، در نتیجه **ایزوتوپها دارای خاصیت شیمیایی یکسان** هستند و برای جدا کردن آنها باید از **تفاوت خواص فیزیکی** آنها استفاده کرد.

۶ - جرم اتمی هر عنصر ، میانگین جرم های اتمی ایزوتوپهای آن است .

۷ - **تعداد هسته های متفاوت موجود در طبیعت بیشتر از تعداد اتمهای متفاوت** است. چون ویژگی هر اتم را تعداد الکترونهای اتم مشخص می کند و ویژگی هسته را تعداد پروتونها و نوترونهای آن تعیین می کند و در حالت عادی ایزوتوپهای یک عنصر به علت داشتن پروتونهای یکسان ، تعداد الکترونهای یکسان دارند.

۸ - **ایزوتوپهای یک عنصر را نمی توان به روش شیمیایی از هم جدا کرد** و می توان از تفاوت جرم آنها برای جدا کردن آنها استفاده کرد.

### **پایداری هسته :**

۱ - ابعاد هسته در برابر ابعاد اتم بسیار کوچک است.

۲ - بیش از ۹۹/۹ درصد جرم اتم در هسته متمرکز شده است.

۳ - به دلیل فاصله بسیار کم ذرات درون هسته ، چگالی هسته بسیار زیاد و در حدود  $10^{14} g/cm^3$  است.

۴ - بین اجزای هسته نیروهای زیر وجود دارد.

الف : **نیروی دافعه الکتریکی کولنی بین پروتونهای هسته** ، که به دلیل کم بودن فاصله بین پروتونهای هسته ، **نیروی قوی** است. این نیرو **بلند برد** است و **یک پروتون تمام پروتونهای دیگر درون هسته را دفع می کند.**

ب : **نیروی گرانشی نیوتن** که بین اجزای هسته وجود دارد و در مقایسه با نیروی دافعه کولنی بسیار کوچک است.

پ : **نیروی هسته ای** : این نیرو **عامل پایداری هسته** می باشد و بین **تمام ذرات درون هسته** وجود دارد. ( یعنی بین پروتونها و نوترونها و پروتونها و نوترونها با هم)

۵ - نیروی هسته ای دارای ویژگی های زیر است:

الف: این نیرو **ربایشی** است.

ب : این نیرو **بسیار قوی** است چون **یر نیروی دافعه قوی کولنی غلبه کرده** و مانع فروپاشی هسته می شود.

پ : این نیرو **کوتاه برد** است یعنی **یک نوکلئون فقط توسط نوکلئون همسایه جذب** می شود و تنها در فاصله ای کوچکتر از ابعاد هسته اثر می کند.

ت : نیروی هسته ای **مستقل از بار الکتریکی** است ، یعنی نیروی ربایشی هسته ای یکسان بین دو پروتون ، دو نوترون یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد.

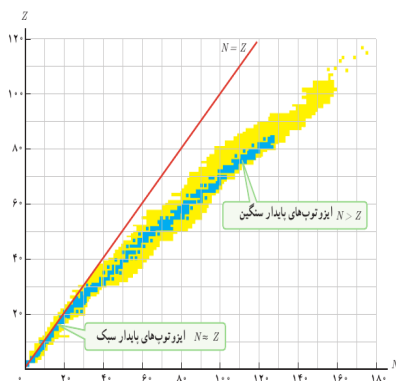
۶ - هنگامی که تعداد پروتونهای هسته افزایش می یابد ، از آنجایی که نیروی دافعه کولنی بین پروتونها بلند برد است ولی نیروی جاذبه هسته ای بین نوکلئونها کوتاه برد ، هر پروتون فقط توسط همسایه های خود جذب می شود و توسط همه پروتونهای هسته دفع می شود ، به همین دلیل اگر هسته بخواند پایدار بماند باید تعداد نوترونهای درون هسته نیز افزایش یابد ، زیرا نوترونها جاذبه هسته ای را قوی تر می کنند بدون آنکه رانش الکتریکی ایجاد کنند.

۷ - هسته پایدار با بیشترین تعداد پروتون مربوط به بیسموت با عددجرمی ۲۰۹ و عدد اتمی ۸۳ می باشد.

۸ - هسته هایی که عدد اتمی آنها از ۸۳ بالاتر است ، ناپایدار هستند.

۹ - بین هسته های ناپایدار با عدد اتمی بالاتر از ۸۳ فقط توریوم و اورانیوم به دلیل واپاشی کندشان در طبیعت وجود دارند

۱۰ نمودار تغییرات عدد اتمی بر حسب نوترونها برای هسته های پایدار و پرتوزا مطابق شکل است.



۱۱ - نقاطی که روی خط نیمساز ( $N=Z$ ) قرار دارند ، تعداد پروتونها و نوترونهای یکسان در هسته خود دارند.

۱۲ - هرچه هسته سنگین تر می شود ، نسبت  $\frac{N}{Z}$  افزایش می یابد.

۱۳ - ایزوتوپهای یک عنصر روی یک خط افقی قرار دارند زیرا دارای  $Z$  یکسان هستند و اگر یک خط افقی رسم کنیم ، نقاط روی آن ، ایزوتوپ یک عنصر هستند.

۱۴ - اگر خط عمود بر خط ( $N=Z$ ) رسم کنیم ، نقاط روی این خط عدد جرمی یکسان دارند .

### انرژی بستگی هسته ای و ترازهای انرژی هسته :

۱ - انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئونهای هسته را انرژی بستگی هسته گویند.

۲ - جرم هسته از مجموع جرم پروتونها و نوترونهای تشکیل دهنده هسته کمتر است.

۳- به اختلاف جرم هسته و جرم نوکلئونهای هسته ، کاستی جرم هسته گویند.

۴ - انرژی بستگی هسته طبق رابطه انشتین  $E=mc^2$  بدست می آید که  $m$  کاستی جرم و  $c$  تندی نور است.

۵ - به دلیل اینکه با به توان دو رسیدن تندی عدد بزرگی در رابطه انشتین بدست می آید، با توجه به کوچک بودن کاستی جرم ، انرژی بستگی هسته ، انرژی قابل توجه ای است.

۶ - انرژی نوکلئونهای هسته مانند انرژی الکترونهای وابسته به اتم ، کوانتیده است.

۷ - نوکلئونها می توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و در نتیجه هسته برانگیخته شود.

۸ - هسته برانگیخته با گسیل فوتون به تراز پایه برمیگردد.

۹ - هسته ها در واکنشهای شیمیایی برانگیخته نمی شوند ، زیرا اختلاف ترازهای انرژی نوکلئونها در هسته از مرتبه کیلو الکترون ولت تا مگا الکترون ولت است ۲ در حالیکه اختلاف بین ترازهای انرژی الکترونها در اتم از مرتبه الکترون ولت است.

### مثال اول :

با استفاده از رابطه انشتین، انرژی معادل جرم مربوط به ۴۰ گرم زغال سنگ را بر حسب ژول حساب کنید.

پاسخ :

$$E = mc^2 \Rightarrow E = 10^{-2} \times 9 \times 10^{16} = 9 \times 10^{14} \text{ J}$$

### مثال دوم :

در واکنش  ${}^A_Z X^* \rightarrow {}^A_Z X + \gamma$ ، جرم  ${}^A_Z X^*$  به اندازه  $8 \times 10^{-29}$  گرم از جرم  ${}^A_Z X$  بیش تر است. در این صورت انرژی اشعه گامای

خارج شده چند کیلو الکترون ولت است؟ ( $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ ,  $e = 1/6 \times 10^{-19} C$ )

۴۵ (۱) ۴۵۰۰۰ (۲)

۹۰ (۳) ۹۰۰۰۰ (۴)

پاسخ :

$$\Delta m = 8 \times 10^{-29} \text{ g} = 8 \times 10^{-32} \text{ kg}$$

$$E = \Delta mc^2 = (8 \times 10^{-32})(3 \times 10^8)^2 = 7/2 \times 10^{-15} \text{ J}$$

$$\frac{1 \text{ eV} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ J}}{\rightarrow E = \frac{7/2 \times 10^{-15}}{1/6 \times 10^{-19}} = 45000 \text{ eV} = 45 \text{ keV}}$$

### مثال سوم :

انرژی فوتونی با بسامد  $1/8 \times 10^{15} \text{ Hz}$  معادل انرژی حاصل از چند گرم ماده است؟ ( $h = 6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  و  $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ )

۲ (۴)  $2 \times 10^{-29}$

۳ (۳)  $1/2 \times 10^{-22}$

۲ (۲)  $2 \times 10^{-24}$

۱ (۱)  $1/2 \times 10^{-25}$

پاسخ :

$$E = hf = mc^2 \Rightarrow m = \frac{hf}{c^2} = \frac{6 \times 10^{-34} \times 1/8 \times 10^{15}}{9 \times 10^{16}}$$

$$\Rightarrow m = 1/2 \times 10^{-35} \text{ kg} = 1/2 \times 10^{-32} \text{ g}$$

### پرتوزایی طبیعی :

۱- هسته های ناپایدار می توانند به طور طبیعی واپاشی کنند و نوع خاصی از ذرات و یا فوتونهای پرنرژی آزاد کنند که به آن پرتوزایی طبیعی گویند. که با توجه به میزان نفوذ این پرتوها ، آنها را آلفا ، بتا و گاما گویند.

۲- پرتوهای آلفا کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک از جنس سرب به ضخامت حدود ۰/۰۱ میلی متر متوقف می شوند و پرتوهای بتا به اندازه ۰/۱ میلیمتر در سرب نفوذ می کنند و پرتوهای پر انرژی گاما می توانند از ورقه سرب به ضخامت ۱۰۰ میلی متر عبور کنند.

۳- در معادلات مربوط به پرتوزایی تعداد نوکلئونها در طی فرآیند واپاشی پایسته است و تعداد نوکلئونها قبل و بعد واپاشی یکسان است.

۴ - در واپاشی هسته اولیه را هسته مادر که معمولاً با **X** و هسته جدید را هسته دختر می نامند و معمولاً با **Y** نشان می دهند.

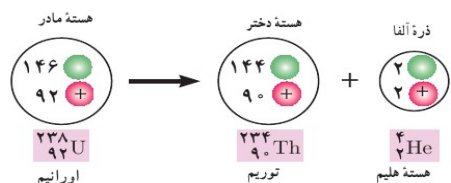
## واپاشی آلفا :

۱ - این واپاشی در هسته های سنگین رخ می دهد و پس از واپاشی ، ذره های مثبت از جنس هسته اتم هلیم آزاد می شوند.



۳ - برد ذرات آلفا بسیار کوتاه است و به سرعت جذب می

شوند و قدرت نفوذپذیری کمی دارند. ولی اگر از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند ، باعث آسیب شدید به بافتهای بدن می شوند.



۴ - مثالی از واپاشی آلفا برای هسته اورانیوم در شکل مقابل آمده است.

۵ - یکی از کاربردهای ذرات آلفا ، استفاده از آن در آشکار ساز دود است. در این

آشکارسازی مقداری ماده پرتوزای آلفا وجود دارد . این ذرات مولکولهای هوا را یونیزه

میکنند و یونهای مثبت و منفی جذب صفحه ها با بار مخالف می شوند و در مدار جریان الکتریکی برقرار می شود . وجود دود باعث می

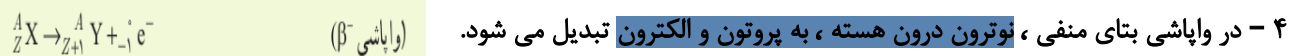
شود که ذرات هوا در اثر برخورد با ذرات دود خنثی شده و جریان کاهش یابد و سیستم اعلام حریق به کار افتد.

## واپاشی بتا :

۱ - متداولترین نوع واپاشی در هسته ها ، واپاشی بتا است.

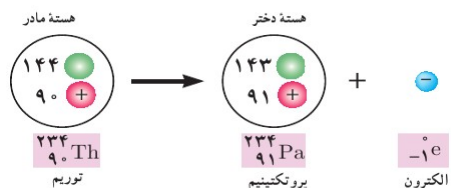
۲ - به لحاظ تاریخی ، واپاشی بتا ، اولین مورد پرتوزایی بود که توسط هانری بکرل مشاهده شد.

۳ - واپاشی بتا دو نوع است . واپاشی بتای منفی و واپاشی بتای مثبت



۵ - در واپاشی بتای منفی ، عدد جرمی تغییر نمیکنند ولی عدد اتمی یک واحد افزایش می یابد.

۶ - الکترون گسیل شده در واپاشی بتای منفی ، در هسته مادر وجود ندارد بلکه از تبدیل نوترون به پروتون بدست آمده است.



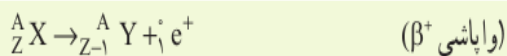
۷ - یک نمونه از واپاشی بتای منفی را برای توریم ۲۳۴ در شکل مقابل می بینید.

۸ - در واپاشی بتای مثبت ، یک الکترون مثبت یا همان پوزیترون گسیل می شود .

۹ - پوزیترون جرم یکسان با الکترون دارد و بار آن به اندازه الکترون است ، ولی علامت

آن مخالف علامت بار الکترون است.

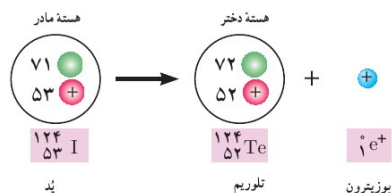
۱۰ - در واپاشی بتای مثبت ، یک پروتون در هسته به نوترون تبدیل شده و یک پوزیترون گسیل می شود.



۱۱ - معادله واپاشی بتای مثبت :

۱۲ : در واپاشی بتای مثبت ، عدد جرمی تغییر نمیکنند ، ولی عدد اتمی یک واحد

کاهش می یابد.



۱۳ : نمونه ای از واپاشی بتای مثبت برای ید ۱۲۴:

## واپاشی گاما :

۱- در واپاشی گاما ، هسته برانگیخته با گسیل فوتونهای پر انرژی به حالت پایه می رسد.

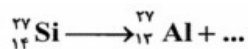
۲- در واپاشی گاما عدد جرمی و عدد اتمی تغییر نمیکنند. (واپاشی  $\gamma$ )

۳- اغلب هسته ها بعد از واپاشی الفا و بتا ، در حالت برانگیخته قرار می گیرند و با تابش گاما ( فوتونهای پر انرژی ) به حالت پایه می روند.



نکته : اگر چند تابش توسط یک ماده پرتوزا انجام شود ، برای پیدا کردن مجهول سوال باید مجموع اعداد اتمی دو سمت واکنش و مجموع اعداد جرمی در دو سمت واکنش را با هم برابر قرار داد.

### مثال اول :



پوزیترون (۴)

نوترون (۳)

آلفا (۲)

پروتون (۱)

در معادله واپاشی مقابل، کدام ذره گسیل می شود؟

### پاسخ :

گزینه چهارم

### مثال دوم :

هسته ای در تابش های پی در پی به ایزوتوپ دیگر خود با ۸ نوترون کمتر تبدیل شده است. در این واکنش به ترتیب از راست به چپ چند ذره  $\alpha$  و چند ذره  $\beta^-$  تابش شده است؟

۸ و ۲ (۴)

۲ و ۴ (۳)

۴ و ۲ (۲)

۴ و ۴ (۱)

### پاسخ :

باید عدد اتمی و عدد جرمی در طرفین ثابت بماند.

$$\begin{cases} A = A - 4 + 4n + 0 \Rightarrow 4n = 8 \Rightarrow n = 2 \\ Z = Z + 2n - m \Rightarrow 0 = 4 - m \Rightarrow m = 4 \end{cases}$$

۲ ذره آلفا و ۴ ذره  $\beta^-$  تابش شده است.

### مثال سوم :

حاصل واپاشی عنصر مادر  $^A_Z X$ ، عنصر دختر  $^{208}_{81}\text{Tl}$  به اضافه یک ذره پوزیترون و یک ذره آلفا است. A و Z به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟

۸۴، ۲۱۱ (۴)

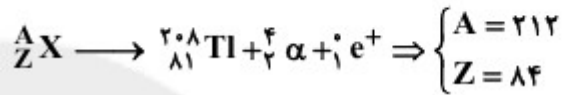
۸۴، ۲۱۲ (۳)

۸۲، ۲۱۱ (۲)

۸۲، ۲۱۲ (۱)

پاسخ:

ابتدا معادله واپاشی را می نویسیم و سپس با استفاده از قوانین پایستگی جرم و بار الکتریکی مقادیر  $Z$  و  $A$  را محاسبه می کنیم:



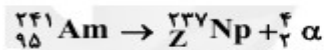
مثال چهارم:

یک هسته آمرسیم ( ${}^{241}_{95} \text{Am}$ )، با تابش یک ذره آلفا واپاشیده شده و به یک ایزوتوپ نپتونیم طبق رابطه  ${}^{241}_{95} \text{Am} \rightarrow {}^Z_{95} \text{Np} + \alpha$  تبدیل می شود. تعداد نوترون های این ایزوتوپ نپتونیم چقدر است؟

$$144 \quad (4) \qquad 96 \quad (3) \qquad 93 \quad (2) \qquad 91 \quad (1)$$

پاسخ:

با نوشتن واکنش و مساوی قرار دادن مجموع عددهای اتمی و مجموع عددهای جرمی دو طرف آن مقدار  $Z$  به دست می آید. البته می دانیم ذره  $\alpha$  از جنس هسته اتم هلیم ( ${}^4_2 \alpha$ ) است:



$$\Rightarrow \begin{cases} 241 = 237 + 4 \\ 95 = Z + 2 \end{cases} \Rightarrow Z = 93$$

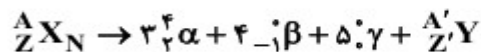
$$\Rightarrow \text{تعداد نوترون} = 237 - 93 = 144$$

مثال پنجم:

یک عنصر رادیواکتیو  $\alpha$ ،  $4$  پرتو  $\beta^-$  و  $5$  پرتو  $\gamma$  تابش می کند. عدد اتمی این عنصر چگونه تغییر می کند؟  
(1) ۲ واحد کاهش (2) ۱۲ واحد کاهش (3) ۲ واحد افزایش (4) ۱۲ واحد افزایش

پاسخ:

یک عنصر  ${}^A_Z X_N$  را در نظر می گیریم:



$$3 \times 2 + 4(-1) + 5(0) + Z' = Z$$

$$Z' + 2 = Z \Rightarrow Z' = Z - 2$$

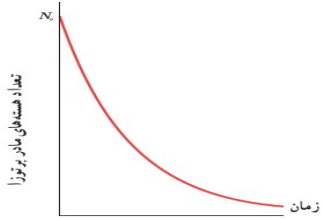
عدد اتمی ۲ واحد کاهش می یابد.

نیمه عمر:

۱ - با گذشت زمان، ایزوتوپهای پرتوزا واپاشیده می شوند.

۲ - مدت زمانی که طول می کشد تا تعداد هسته های باقی مانده به نصف مقدار اولیه برسد را نیمه عمر گویند ( $T_{1/2}$ )

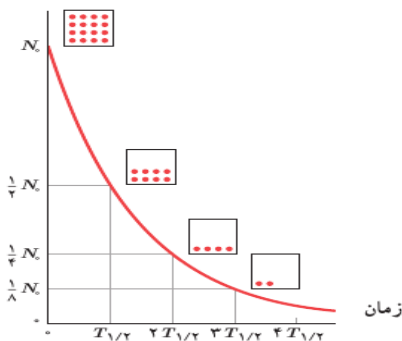
۳- اگر در لحظه  $t=0$  مقدار هسته های مادر پرتوزا برابر با  $N_0$  باشد، نمودار تعداد هسته های باقی مانده بر حسب زمان مطابق شکل خواهد بود.



۴- پس از گذشت مدت زمان کافی، تعداد هسته های مادر نمونه موجود به صفر میل می کند.

۵- بعضی از ایزوتوپها نیمه عمری در حدود سن زمین دارند

۶- اگر نمودار نیمه عمر هسته های مادر ورتوزا را بر حسب زمان رسم کنیم مطابق شکل زیر خواهد شد.



۷- طبق نمودار مقابل در اولین نیمه عمر، نصف ماده یعنی ۵۰ درصد پاشیده شده و ۵۰ درصد باقی می ماند.

\* بعد دومین نیمه عمر، یک چهارم مقدار اولیه یعنی ۲۵ درصد باقی مانده و سه چهارم یعنی ۷۵ درصد پاشیده می شود.

\* بعد سومین نیمه عمر، یک هشتم مقدار اولیه یعنی ۱۲/۵ درصد باقی مانده و هفت هشتم مقدار اولیه یعنی ۸۷/۲۵ درصد پاشیده شده است.

\* بعد چهارمین نیمه عمر، یک شانزدهم مقدار اولیه یعنی ۶/۲۵ درصد باقی مانده و پانزده شانزدهم مقدار اولیه یعنی ۹۳/۷۵ درصد مقدار اولیه واپاشیده می شود.

\* بعد پنجمین نیمه عمر، یک بیست و پنجم مقدار اولیه یعنی ۳/۱۲۵ درصد باقی مانده و بیست و چهارم مقدار اولیه یعنی ۶/۲۵ درصد واپاشیده می شود.

۸- اگر تعداد هسته های مادر اولیه را  $N_0$  بنامیم، بعد گذشت  $n$  تعداد هسته های باقی مانده برابر است با:  $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n$

$n$  تعداد نیمه عمر است.

۹- برای محاسبه مقدار پاشیده شده مقدار اولیه را از مقدار باقی مانده کم می کنیم.

### مثال اول:

نیمه عمر ماده پرتوزایی ۵ روز است. بعد از چند روز تعداد هسته های واپاشیده شده،  $\frac{7}{8}$  تعداد هسته های اولیه خواهد بود؟

- ۱) ۸      ۲) ۱۰      ۳) ۱۵      ۴)  $\frac{5}{3}$

### پاسخ:

تعداد واپاشیده شده - تعداد اولیه = تعداد هسته های باقی مانده

$$= N_0 - \frac{7}{8} N_0 \Rightarrow \text{تعداد هسته های باقی مانده} = \frac{1}{8} N_0$$

طبق الگوی زیر، تعداد نیمه عمرهای سپری شده را تعیین می کنیم:

$$N_0 \rightarrow \frac{N_0}{2} \rightarrow \frac{N_0}{4} \rightarrow \frac{N_0}{8}$$

یعنی ۳ نیمه عمر سپری می شود، پس داریم:

$$n = \frac{t_{\text{کل}}}{T_{1/2}} \xrightarrow{\text{روز } n=3, T_{1/2}=5} t_{\text{کل}} = 15$$



**مثال دوم:**

اگر در مدت ۴ نیمه عمر ۱۵۰ گرم از یک ماده‌ی رادیواکتیو متلاشی شود، چند نیمه عمر دیگر باید بگذرد تا تنها ۵ گرم از آن باقی

بماند؟

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

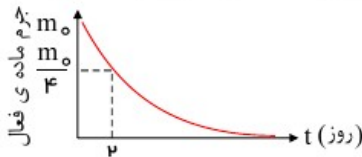
**پاسخ:**

$$m = \frac{m_0}{2^n} \longrightarrow m_0 - 150 = \frac{m_0}{2^4} \Rightarrow \frac{15}{16} m_0 = 150 \Rightarrow m_0 = 160g$$

$$\Rightarrow 5 = \frac{160}{2^{n'}} \Rightarrow 2^{n'} = 32 \Rightarrow n' = 5$$

**مثال سوم:**

شکل مقابل، نمودار جرم فعال باقی مانده‌ی یک ماده‌ی پرتوزا بر حسب زمان نشان می‌دهد. پس از گذشت چند روز از لحظه‌ی



۲ t = ۹۳٫۷۵ درصد از این ماده‌ی پرتوزا واپاشیده می‌شود؟

۲ (۲)

۳ (۱)

۱۶ (۴)

۸ (۳)

**پاسخ:**

گزینه ۳

$$m = \frac{m_0}{2^n} = \frac{m_0}{4} = \frac{m_0}{2^2} \Rightarrow \frac{t}{T_1} = 2 \Rightarrow T_1 = 2 \text{ روز}$$

$$m = m_0 - m'_0 = m_0 - 0,9375m_0 = 0,0625m_0$$

$$0,0625m_0 = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow 2^n = \frac{1}{0,0625} \Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow 2 \frac{t}{T_1} = 16 \Rightarrow 2 \frac{t}{2} = 2^4$$

$$\frac{t}{2} = 4 \Rightarrow t = 8 \text{ روز}$$

**مثال چهارم:**

اگر تعداد هسته‌های رادیواکتیو اولیه  $N_0$  و تعداد هسته‌های باقی مانده در (سال)  $t = 100$  برابر  $\frac{N_0}{16}$  باشد، تعداد هسته‌های

واپاشیده در مدت (سال)  $t = 50$  تا  $t = 150$  کدام است؟

$\frac{7N_0}{64}$  (۴)

$\frac{3N_0}{16}$  (۳)

$\frac{N_0}{8}$  (۲)

$\frac{15N_0}{64}$  (۱)

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow 16 = 2^n \Rightarrow n = 4, \quad n = \frac{t}{T} \Rightarrow 4 = \frac{100}{T} \Rightarrow T = 25 \text{ year}$$

**پاسخ:**

اکنون به محاسبه تعداد هسته‌های موجود پس از گذشت ۲۵ سال و ۱۵۰ سال می‌پردازیم:

$$n_1 = \frac{t_1}{T} = \frac{50}{25} = 2, \quad N_1 = \frac{N_0}{2^2} \Rightarrow N_1 = \frac{N_0}{4}$$

$$n_2 = \frac{t_2}{T} = \frac{150}{25} = 6, \quad N_2 = \frac{N_0}{2^6} \Rightarrow N_2 = \frac{N_0}{64}$$

$$\text{تعداد هسته‌های واپاشیده در این مدت: } N_1 - N_2 = \frac{N_0}{4} - \frac{N_0}{64} \Rightarrow \Delta N = \frac{15N_0}{64}$$

تهیه و تنظیم: ژیلای رضایی - شهرستان رودبار