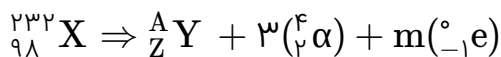




گزینه ۴

۱

ابتدا معادله واپاشی را می‌نویسیم:



باتوجه به معادله، تساوی‌های زیر برقرار است:

$$\begin{cases} 232 = A + 12 + 0 \\ 98 = Z + 2 - m \end{cases}$$

دو معادله به‌دست‌آمده را از هم کم می‌کنیم:

$$134 = (A - Z) + 2 + m$$

طبق صورت سؤال $A - Z$ که همان تعداد نوترون‌ها است برابر ۱۲۴ است. بنابراین:

$$134 = 124 + 2 + m \Rightarrow m = 8$$

گزینه ۴

۲

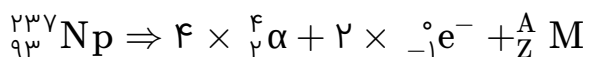
گزینه ۱ غلط است چراکه نیمه‌عمر به معنای نصف عمر کل ماده پرتوزا نیست.

گزینه ۲ نیز غلط است. باگذشت زمان و واپاشی بخشی از ماده پرتوزا، نیمه‌عمر ثابت می‌ماند.

گزینه ۳ نیز غلط است. برخی ایزوتوپ‌های عناصر اصلاً پرتوزا نیستند پس این جمله صحیح نمی‌باشد.

گزینه ۲

۳



$$\left. \begin{aligned} \Rightarrow 4 \times 4 + 2 \times 0 + A &\Rightarrow A = 221 \\ \Rightarrow 4 \times 2 + 2 \times (-1) + Z &\Rightarrow Z = 87 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{تعداد نوترون‌ها} = A - Z = 221 - 87 = 134$$

عبارت (پ) غلط است زیرا برد ذرات آلفا کوتاه است.

عبارت (ت) نیز غلط است زیرا ذرات آلفا به علت بزرگی زیاد از پوست رد نمی‌شوند و فقط اگر از راه تنفس و دستگاه گوارش وارد بدن شوند باعث آسیب می‌شوند.

تعداد هسته‌های واپاشیده شده تعداد کل هسته‌ها = تعداد هسته‌های باقی‌مانده

$$N = N_0 - \frac{9375}{10000} N_0 = \frac{625}{10000} N_0 = \frac{1}{16} N_0$$

حال با استفاده از رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ می‌توان نوشت:

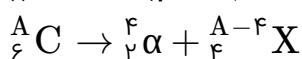
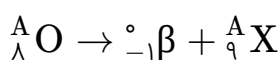
$$\frac{1}{16} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow n = 4 \xrightarrow{n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} 4 = \frac{t}{4} \Rightarrow t = 16 \text{ سال}$$

در واپاشی پرتو β^+ ، یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود؛ بنابراین K برابر با پوزیترون است.

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow 123 = \frac{1968}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow T = 3 \text{ روز}$$

$$75\% \text{ از مقدار اولیه کاسته شده است} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{4} = 25\% \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{1}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow \frac{t}{T} = 2 \Rightarrow t = 6 \text{ روز}$$

هسته اکسیژن دارای ۸ عدد پروتون و هسته کربن دارای ۶ عدد پروتون است. بعد از تابش‌های بتا و آلفا از آن‌ها خواهیم داشت:



نیروی الکترواستاتیکی در حقیقت ناشی از برهم‌کنش پروتون‌های هسته‌هاست. پس داریم:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{q'_1 \times q'_2}{q_1 \times q_2} = \frac{9 \times 4}{8 \times 6} = 0.75 \Rightarrow 25\% \text{ کاهش یافته است}$$

$\downarrow$ $\downarrow$
 اکسیژن کربن

$N = N_0 - (14 \times 10^{17})$: تعداد هسته‌های باقی‌مانده

$$N = \frac{N_0}{t^{(T)}} = \frac{N_0}{6^{(T)}} = \frac{N_0}{8}$$

$$\frac{N_0}{8} = N_0 - 14 \times 10^{17} \Rightarrow \frac{7}{8} N_0 = 14 \times 10^{17}$$

$$\Rightarrow N_0 = 16 \times 10^{17} \text{ : تعداد هسته‌های اولیه}$$

اگر تعداد هسته‌های اولیه را N_0 و تعداد هسته‌های باقی‌مانده را N فرض کنیم، تعداد هسته‌های واپاشیده شده برابر با $N_0 - N$ خواهد شد؛ یعنی:

$$N_0 - N = 31N \Rightarrow N_0 = 32N$$

ازطرفی، با استفاده از رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ می‌توان نوشت:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow N = \frac{32N}{2^n} \Rightarrow 2^n = 32 \Rightarrow n = 5$$

همچنین میدانیم که $n = \frac{t}{T}$ است، پس داریم:

$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow{T=20 \text{ سال}} 5 = \frac{t}{20} \Rightarrow t = 100 \text{ سال}$$

در نوعی دیگر از فرآیند واپاشی بتا، ذره گسیل‌شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد، ولی به جای بار $-e$ حامل بار $+e$ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با β^+ یا e^+ نمایش داده می‌شود. درواقع آنچه در این واپاشی رخ می‌دهد این است که یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و سپس این پوزیترون از هسته گسیل می‌شود.

باتوجه به اینکه عدد جرمی تغییر نکرده ولی عدد اتمی آن یک واحد افزایش یافته است، پس باید یک ذره β^- تابش کند.

نیمه عمر B را T شبانه روز در نظر می گیریم پس نیمه عمر A برابر $2T$ شبانه روز است. حالا تعداد نیمه عمرهای سپری شده دو ماده را به دست می آوریم:

$$n_A = \frac{\Delta t}{T_A} = \frac{48}{2T} = \frac{24}{T}, \quad n_B = \frac{48}{T}$$

جرم باقی مانده هر عنصر را با فرض این که جرم اولیه هر کدام m_0 است به دست می آوریم:

$$m_A = \frac{m_0}{2^{n_A}} = \frac{m_0}{2^{\frac{24}{T}}}, \quad m_B = \frac{m_0}{2^{n_B}} = \frac{m_0}{2^{\frac{48}{T}}}$$

حالا نسبت جرم باقی مانده دو عنصر را برابر ۴ قرار می دهیم. چون $n_A < n_B$ است، پس جرم باقی مانده A بیشتر از B است، بنابراین:

$$\frac{m_A}{m_B} = 4 \Rightarrow \frac{\frac{m_0}{2^{\frac{24}{T}}}}{\frac{m_0}{2^{\frac{48}{T}}}} = \frac{2^{\frac{48}{T}}}{2^{\frac{24}{T}}} = 2^{\frac{24}{T}} = 4 \Rightarrow 2^{\frac{24}{T}} = 2^2 \Rightarrow T = 12 \text{ شبانه روز}$$

$$\Rightarrow A \text{ نیمه عمر} = 2T = 24 \text{ شبانه روز}$$

ابتدا نسبت هسته‌های X به کل هسته‌ها را در ابتدا و انتهای زمان خواسته شده به دست می‌آوریم:

$$\text{در ابتدا: } \frac{X}{X+Y} = \frac{X}{X + \frac{X}{4}} = \frac{4}{5}$$

$$\text{در انتها: } \frac{X}{X+Y} = \frac{X}{X + 39X} = \frac{1}{40}$$

حالا با استفاده از رابطه $N = \frac{N_0}{\lambda^n}$ برای هسته X ، تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده را به دست می‌آوریم:

$$N = \frac{N_0}{\lambda^n} \Rightarrow \frac{1}{40} N = \frac{\frac{4}{5} N}{\lambda^n} \Rightarrow n = 5$$

در نهایت با استفاده از $n = \frac{t}{T_{1/2}}$ ، مدت زمان سپری شده (t) را به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow 5 = \frac{t}{12} \Rightarrow t = 60 \text{ روز}$$

در واپاشی α عدد جرمی ۴ واحد کاهش یافته و عدد اتمی و نیز عدد نوترونی ۲ واحد کاهش می‌یابند.
در واپاشی β^- عدد جرمی ثابت مانده و عدد اتمی یک واحد افزایش و عدد نوترونی ۱ واحد کاهش می‌یابد.
در واپاشی β^+ عدد جرمی ثابت مانده و عدد اتمی یک واحد کاهش و عدد نوترونی یک واحد افزایش می‌یابد.
پس گزینه ۱ می‌تواند صحیح باشد.

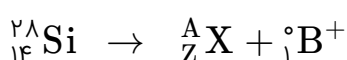
در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می‌شود: پرتوهای آلفا (α)، پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما (γ). پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی با ضخامت ناچیز (0.1 mm) متوقف می‌شوند، درحالی‌که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را (1 mm) در سرب نفوذ می‌کنند. پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌ای سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌ای (100 mm) بگذرند.

در واپاشی آلفا عنصر دوخانه در جدول تناوبی عقب می‌رود پس به عنصر B تبدیل می‌شود.
در واپاشی بتای منفی، عنصر یک‌خانه جلو می‌رود پس با سه تابش ذره بتای منفی از عنصر B به عنصر E تبدیل می‌شود.
در واپاشی بتای مثبت، عنصر یک‌خانه عقب می‌رود پس عنصر به خانه D بازمی‌گردد. طبعاً واپاشی گاما تأثیری در جابه‌جایی عنصر ندارد.

باتوجه به نمودار در (روز) $t' = 5$ تعداد هسته‌ها به نصف مقدار اولیه خود رسیده است، بنابراین نیمه عمر این ماده پرتوزا برابر با (روز) $T_{\frac{1}{2}} = 5$ است، حال با استفاده از رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ برای محاسبه t داریم:

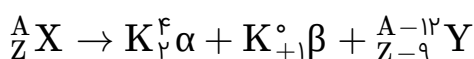
$$625 = \frac{5000}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3 \xrightarrow{n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} 3 = \frac{t}{5} \Rightarrow t = 15 \text{ روز}$$

معادله واکنش را می‌نویسیم:



$$\left. \begin{array}{l} 28 = A + 0 \Rightarrow A = 28 \\ 14 = Z + 1 \Rightarrow Z = 13 \end{array} \right\} \Rightarrow N = A - Z = 28 - 13 = 15$$

اگر تعداد ذرات گسیل شده از هسته اتم را K فرض کنیم داریم:



طبعاً به علت پایستگی بار و نیز پایستگی نوکلئون‌های هسته داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} A = K \times 4 + K \times 0 + A - 12 \Rightarrow K = 3 \\ \text{یا} \\ Z = K \times 2 + K(1) + Z - 9 \Rightarrow K = 3 \end{array} \right.$$