



۱- تعداد هسته‌های اولیه‌ی یک ماده‌ی رادیواکتیو  $N_0 = 1600$  است. اگر نیمه‌عمر این ماده ۶ ساعت باشد، بعد از چند ساعت ۲۰۰ هسته‌ی آن فعال باقی می‌ماند؟  
سراسری-۱۳۹۳

- ① ۱۲      ② ۱۸      ③ ۳۶      ④ ۴۸

۲- نیمه‌عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو ۶۰۰۰ سال است. تقریباً چند درصد از یک نمونه‌ی این ماده پس از ۵ نیمه‌عمر واپاشیده می‌شود؟  
خارج از کشور-۱۳۹۱

- ① ۳      ② ۶      ③ ۹۴      ④ ۹۷

۳- پس از گذشت ۵ نیمه‌عمر، تقریباً چند درصد از هسته‌های یک ماده رادیواکتیو متلاشی شده است؟  
سراسری-۱۳۹۱

- ① ۳      ② ۲۰      ③ ۸۰      ④ ۹۷

۴- اگر ۸۷٫۵ درصد از تعداد هسته‌های یک ماده‌ی رادیواکتیو در مدت ۲۴ ساعت واپاشیده شود، نیمه‌عمر آن چند ساعت است؟  
خارج از کشور-۱۳۹۶

- ① ۳      ② ۴      ③ ۶      ④ ۸

۵- نیمه‌عمر یک ماده رادیواکتیو ۲ ساعت است. پس از چند ساعت،  $\frac{1}{128}$  هسته‌های اولیه، فعال باقی می‌ماند؟  
خارج از کشور-۱۳۹۳

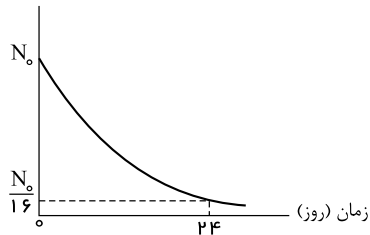
- ① ۳۶      ② ۲۸      ③ ۱۴      ④ ۱۲

۶- دانشمندی به یک نمونه از زغال قدیمی اشاره می‌کند و ادعا می‌کند که عمر این زغال حدود ۲۲۹۲۰ سال است. برای اثبات این ادعا، کربن ۱۴ این زغال، چند درصد مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی باید باشد که تازه تولید شده است؟ (نیمه‌عمر کربن ۵۷۳۰ سال است).  
سراسری-۱۴۰۰

- ① ۱٫۵۶      ② ۳٫۱۳      ③ ۶٫۲۵      ④ ۱۲٫۵۰

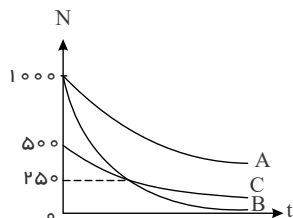
تعداد هسته‌های ماده پرتوزا

۷- نمودار واپاشی یک ماده پرتوزا به شکل زیر است. نیمه‌عمر این ماده، چند روز است؟  
سراسری-۱۴۰۱



- ① ۱۲      ② ۸      ③ ۶      ④ ۴

۸- نمودار تعداد هسته‌های سه عنصر پرتوزا بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است. اگر نیمه‌عمر این سه عنصر  $T_A, T_B, T_C$  باشد، کدام مورد درست است؟  
خارج از کشور-۱۳۹۷

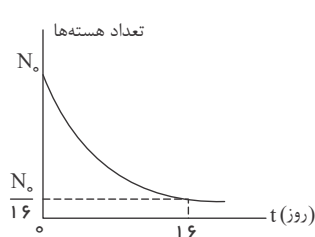


- ①  $T_A = T_C > T_B$   
②  $T_A > T_B = T_C$   
③  $T_A > T_B > T_C$   
④  $T_A > T_C > T_B$

۹- نیمه‌عمر  $^{90}\text{Sr}$  برابر ۲۸ سال است. چند سال طول می‌کشد تا ۲ میلی‌گرم از این عنصر به ۱۲۵ میکروگرم کاهش یابد؟  
خارج از کشور-۱۳۹۰

- ① ۷      ② ۸۴      ③ ۱۱۲      ④ ۱۴۰

۱۰- نمودار تغییرات تعداد هسته‌های یک ماده پرتوزا بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است. پس از گذشت هشت روز چند درصد از هسته‌های آن فعال



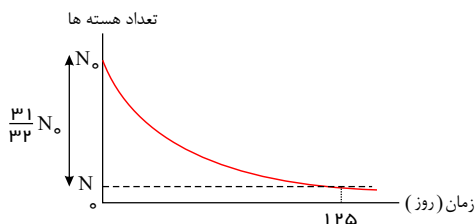
باقی می‌ماند؟

- ۱) ۸۷٫۵  
 ۲) ۵۰  
 ۳) ۲۵  
 ۴) ۱۲٫۵

۱۱- از تعداد هسته‌های اولیه‌ی مساوی دو عنصر رادیواکتیو  $A$  و  $B$  بعد از گذشت زمان  $\Delta t$ ، تعداد هسته‌های باقی‌مانده‌ی عنصر  $A$  چهار برابر تعداد هسته‌های باقی‌مانده‌ی عنصر  $B$  است. اگر تعداد نیمه‌عمرهای عنصر  $A$  و  $B$  در مدت زمان  $\Delta t$  به ترتیب  $n_A$  و  $n_B$  باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟ سراسری - ۱۳۹۶

- ۱)  $n_A - n_B = 4$       ۲)  $n_B - n_A = 4$       ۳)  $n_A - n_B = 2$       ۴)  $n_B - n_A = 2$

۱۲- نمودار واپاشی هسته‌های یک ماده پرتوزا بر حسب زمان به صورت شکل زیر است. نیمه‌عمر این ماده چند روز است؟



- ۱) ۵  
 ۲) ۲۵  
 ۳) ۵۰  
 ۴) ۶۲٫۵

۱۳- از یک ماده رادیواکتیو که نیمه‌عمر آن ۸ روز است، پس از گذشت چند روز، ۷۵ درصد هسته‌های این ماده واپاشیده می‌شود؟ خارج از کشور - ۱۳۹۸

- ۱) ۸      ۲) ۱۶      ۳) ۲۴      ۴) ۳۲

۱۴- نیمه‌عمر یک ماده پرتوزا ۴۵ دقیقه است. پس از گذشت ۳ ساعت، چه کسری از ماده اولیه باقی می‌ماند؟ خارج از کشور - ۱۴۰۱

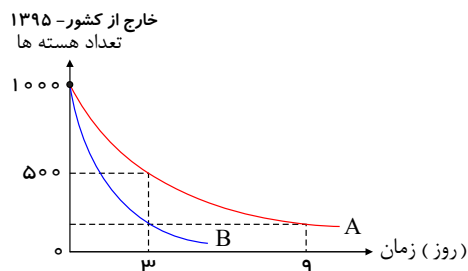
- ۱)  $\frac{1}{4}$       ۲)  $\frac{1}{8}$       ۳)  $\frac{1}{16}$       ۴)  $\frac{1}{32}$

۱۵- چهار سال طول می‌کشد تا ۷۵ درصد تعداد هسته‌های یک ماده پرتوزا به هسته‌های دیگر تبدیل شود. چند سال دیگر بگذرد تا تعداد هسته‌های

باقی‌مانده ۱۲٫۵ درصد تعداد هسته‌های اولیه باشد؟ سراسری - ۱۴۰۲

- ۱) ۲۴      ۲) ۸      ۳) ۶      ۴) ۲

۱۶- نمودار تعداد هسته‌های دو ماده پرتوزای  $A$  و  $B$  بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از چند روز  $\frac{1}{33}$  هسته‌های  $B$  فعال باقی می‌ماند؟



- ۱) ۳  
 ۲) ۴  
 ۳) ۵  
 ۴) ۶

## پاسخنامه تشریحی

۳

۱ - گزینه ۲ ۲۰۰ هسته باقی مانده از ۱۶۰۰ هسته اولیه، کسری معادل  $\frac{200}{1600} = \frac{1}{8}$  است. پس رهن واپاشی معادل ۳ نیمه عمر است. یعنی:

$$N_0 = 1600 \rightarrow 800 \rightarrow 400 \rightarrow 200$$

$$N = \frac{t}{T} \Rightarrow 3 = \frac{t}{6} \Rightarrow t = 18h$$

۲ - گزینه ۴ مقدار ماده باقی مانده از یک ماده پرتوزا پس از  $n$  نیمه عمر، از رابطه زیر به دست می آید:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{n=5} m = \frac{1}{2^5} m_0 = \frac{1}{32} m_0$$

در این صورت درصد جرم ماده واپاشیده شده برابر است با:

$$m' = m_0 - m = m_0 - \frac{1}{32} m_0 = \frac{31}{32} m_0 = 0,97 m_0 \Rightarrow \text{تقریباً } 97\% \text{ ماده اولیه واپاشیده شده است.}$$

۳ - گزینه ۴

در مدت ۵ نیمه عمر،  $\frac{1}{32}$  هسته های ماده پرتوزا باقی می ماند. بنابراین داریم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} = \frac{m_0}{2^5} = \frac{m_0}{32}$$

$$m' = m_0 - m = m_0 - \frac{m_0}{32} = \frac{31}{32} m_0 \simeq \frac{97}{100} m_0 = 97\%$$

۴ - گزینه ۴ وقتی ۸۷,۵ درصد از تعداد هسته های یک ماده رادیواکتیو واپاشیده شده یعنی ۱۲,۵٪ باقی مانده است و ۳ نیمه عمر سپری شده است.

$$100\% \xrightarrow{T} 50\% \xrightarrow{T} 25\% \xrightarrow{T} 12,5\% \quad \text{هسته های باقی مانده}$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 3 = \frac{24}{T} \Rightarrow T = \frac{24}{3} = 8h$$

۵ - گزینه ۳ با توجه به رابطه  $m = \frac{m_0}{2^n}$  برای تعداد هسته های باقیمانده، داریم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{128} m_0 = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow 128 = 2^n \Rightarrow 2^7 = 2^n \Rightarrow n = 7, \quad n = \frac{t}{T} \Rightarrow 7 = \frac{t}{2} \Rightarrow t = 14 \text{ ساعت}$$

۶ - گزینه ۳

در ابتدا تعداد نیمه عمرهای سپری شده را محاسبه می کنیم. پس از آن درصد جرم باقی مانده از جرم اولیه را محاسبه می کنیم.

$$\begin{cases} \text{کل زمان } t = 22920y \\ \text{نیمه عمر } T = 5730y \end{cases} \Rightarrow n = \frac{t}{T} = \frac{22920}{5730} = 4$$

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

$m$  چند درصد  $m_0$  است، یعنی:  $\frac{m}{m_0} \times 100$ . بنابراین:

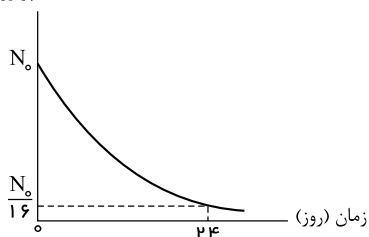
$$0,0625 \times 100 = 6,25\%$$

۷ - گزینه ۳

با توجه به اینکه در نمودار، تعداد هسته های ماده پرتوزای باقی مانده داده شده است، داریم:

تعداد هسته های

ماده پرتوزا

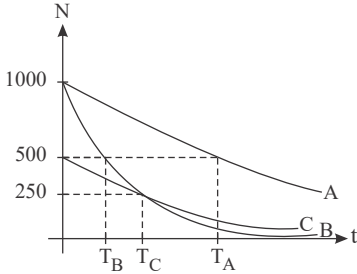


$$N = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{N = \frac{N_0}{16}} \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow 2^n = 16 = 2^4 \rightarrow n = 4$$

یعنی ۴ نیمه عمر در مدت ۲۴ روز سپری شده است، بنابراین برای تعیین نیمه عمر ماده پرتوزا:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \rightarrow 4 = \frac{24}{T_{1/2}} \rightarrow T_{1/2} = 6 \text{ روز}$$

۸ - گزینه ۴



با توجه به نمودار مربوط به A در t بیشتری با خط  $N = 500$  برخورد کرده و با توجه به همین مسئله داریم:  $T_A > T_C > T_B$

۹ - گزینه ۳ ۱۲۵ میکروگرم از ۲ میلی گرم (یا ۲۰۰۰ میکروگرم)، کسری معادل  $\frac{1}{16} = \frac{125}{2000}$  است؛ بنابراین داریم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow 125 \times 10^{-6} = \frac{2 \times 10^{-3}}{2^n} \Rightarrow 2^n = \frac{2 \times 10^{-3}}{125 \times 10^{-6}} = 16 \Rightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 4 = \frac{t}{28} \Rightarrow t = 112 \text{ سال}$$

۱۰ - گزینه ۳ در مدت ۱۶ روز  $\frac{1}{16}$  هسته های مادر در پرتوزا باقی مانده، پس در این مدت ۴ نیمه عمر سپری شده و نیمه عمر آن ۴ روز است. یعنی:

$$N \xrightarrow{(1) \frac{N_0}{2}} \xrightarrow{(2) \frac{N_0}{4}} \xrightarrow{(3) \frac{N_0}{8}} \xrightarrow{(4) \frac{N_0}{16}}$$

۱۶ روز

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 4 = \frac{16}{T} \Rightarrow T = 4 \text{ روز}$$

$$N_0 \xrightarrow{\text{روز ۴}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{\text{روز ۴}} \frac{N_0}{4}$$

۲۵٪ باقی مانده است.

۱۱ - گزینه ۴ با توجه به اینکه تعداد هسته های اولیه دو عنصر یکسان است، می توانیم رابطه بین تعداد مجموعه های سپری شده را به صورت زیر بیابیم:

$$N_A = 4N_B \Rightarrow \frac{N_0}{2^{n_A}} = 4 \frac{N_0}{2^{n_B}} \Rightarrow 2^{n_A} = 2^{-2} \times 2^{n_B} \Rightarrow 2^{n_A} = 2^{(n_B-2)}$$

$$\Rightarrow n_A = n_B - 2 \Rightarrow n_B - n_A = 2$$

۱۲ - گزینه ۲

وقتی  $\frac{31}{32}$  هسته های اولیه دچار واپاشی می شود،  $\frac{1}{32}$  هسته های اولیه باقی می ماند. پس در مدت ۱۲۵ روز تعداد ۵ نیمه عمر سپری شده، زیرا:

$$N_0 \xrightarrow{T} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{8} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{16} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{32}$$

$$t = 5T \Rightarrow 125 = 5T \Rightarrow T = 25 \text{ روز}$$

۱۳ - گزینه ۲ ۷۵ درصد هسته های مادر اولیه واپاشیده می شود بنابراین ۲۵ درصد باقی (معادل  $\frac{1}{4}$ ) می ماند؛ بنابراین داریم:

$$\begin{cases} N = \frac{75}{100} N_0 = \frac{3}{4} N_0 \\ N = \frac{N_0}{4} \end{cases} \rightarrow \frac{1}{4} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \rightarrow 2^n = 4 \rightarrow n = 2$$

$$\frac{t}{T} = 2 \rightarrow t = 2T = 2 \times 8 = 16 \text{ روز}$$

۱۴ - گزینه ۳ در ابتدا تعداد نیمه عمر های سپری شده را محاسبه می کنیم و پس از آن کسری از ماده اولیه که باقی مانده است را محاسبه می کنیم.

$$n = \frac{t}{T_1} = \frac{t=2h=2 \times 60 \text{ min}}{T_1=45 \text{ min}} \rightarrow n = \frac{3 \times 60}{45} = 4$$

$$N = \left(\frac{1}{2^n}\right) N_0 \xrightarrow{n=4} N = \frac{1}{2^4} N_0 \Rightarrow N = \frac{1}{16} N_0$$

۱۵ - گزینه ۴ با توجه به تعداد هسته‌های باقی‌مانده داریم:

$$N = N_0 - 0.75 N_0 \Rightarrow N = \frac{1}{4} N_0$$

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{4} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 2$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 2 = \frac{4}{T} \Rightarrow T = 2 \text{ سال}$$

و در حالت دوم داریم:

$$N' = \frac{N_0}{2^{n'}} \Rightarrow \frac{1}{8} N_0 = \frac{N_0}{2^{n'}} \Rightarrow n' = 3 = \frac{t'}{T} \Rightarrow 3 = \frac{t'}{2} \Rightarrow t' = 6 \text{ سال}$$

یعنی از  $t$  تا  $t'$  دو سال طول می‌کشد.

$$\Delta T = t' - t = 6 - 4 = 2 \text{ سال}$$

۱۶ - گزینه ۳ با توجه به نمودار مربوط به ماده پرتوزای  $A$  مشخص می‌شود که نیمه‌عمر ماده  $A$  برابر ۳ روز است؛ بنابراین پس از ۹ روز که معادل ۳ نیمه‌عمر می‌شود، تعداد هسته‌های باقی‌مانده آن عبارت است از:

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T_A}}} \Rightarrow N = \frac{1000}{2^{\frac{9}{3}}} \Rightarrow N = \frac{1000}{8} = 125$$

تعداد ۱۰۰۰ هسته اولیه ماده پرتوزای  $B$  در مدت سه روز به اندازه ۱۲۵ هسته باقی‌مانده خواهد داشت.

$$125 = \frac{1000}{2^{\frac{t}{T_B}}} \Rightarrow T_B = 1 \text{ روز} \Rightarrow \frac{1}{32} = \frac{1}{2^5} = \frac{1}{2^{\frac{t}{T_B}}} \Rightarrow 5 = \frac{t}{T_B} = \frac{t}{1} \Rightarrow t = 5 \text{ روز}$$

## پاسخنامه کلیدی

$$\overline{1} - ۲$$

$$\overline{۴} - ۴$$

$$\overline{۷} - ۳$$

$$\overline{۱۰} - ۳$$

$$\overline{۱۳} - ۲$$

$$\overline{۱۶} - ۳$$

$$\overline{۲} - ۴$$

$$\overline{۵} - ۳$$

$$\overline{۸} - ۴$$

$$\overline{۱۱} - ۴$$

$$\overline{۱۴} - ۳$$

$$\overline{۳} - ۴$$

$$\overline{۶} - ۳$$

$$\overline{۹} - ۳$$

$$\overline{۱۲} - ۲$$

$$\overline{۱۵} - ۴$$