

# استادبانک



نمونه سوالات همراه با جواب و

گام به گام کتاب‌های درسی

به طور کامل رایگان در

اپلیکیشن استادبانک

به جمع ده‌ها هزار کاربر اپلیکیشن رایگان استادبانک پیوندید.

[لینک دریافت اپلیکیشن نمونه سوالات استادبانک \(کلیک کنید\)](#)

\* برای مشاهده نمونه سوالات دانلود شده به صفحه بعد مراجعه کنید.

۱- انرژی آزاد شده در هر واکنش شکافت اورانیوم  $^{235}_{92}\text{U}$  با یک نوترون کند حدود  $202/5\text{MeV}$  و در هر واکنش گداخت دوتریم با تریتیم حدود  $17/6\text{MeV}$  است.

الف) تعداد نوکلئون‌های شرکت‌کننده در هر واکنش شکافت چه قدر است؟ انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون را حساب کنید.

ب) تعداد نوکلئون‌های شرکت‌کننده در هر واکنش گداخت چه قدر است؟ انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون را حساب کنید.

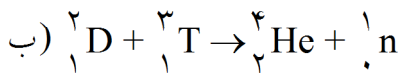
پ) نتیجه‌های قسمت (الف) و (ب) را با یکدیگر مقایسه کنید. با توجه به نیاز روزافزون بشر به انرژی، و با توجه به این که مواد قابل شکافت مانند  $^{235}\text{U}$  به مقدار بسیار کمی در طبیعت وجود دارد ولی دوتریم به طور فراوان در آب اقیانوس‌ها و دریاها موجود است و جدا کردن آن از هیدروژن معمولی آسان و کم‌هزینه است، اهمیت این مقایسه را توضیح دهید.

« پاسخ »

الف) تعداد نوکلئون‌های واکنش شکاف اورانیوم:

$$^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U}, \quad A = 1 + 235 = 236$$

$$E_T = NE \Rightarrow E = \frac{E_T}{N} \Rightarrow E = \frac{202/5\text{MeV}}{236} = 8/58 \times 10^{-2}\text{MeV} \quad \text{انرژی هر نوکلئون}$$



تعداد نوکلئون‌های واکنش گداخت دوتریم با تریتیم  $A = 2 + 3 = 5$

$$E'_T = NE' \rightarrow E' = \frac{E'_T}{N} \rightarrow E' = \frac{17/6\text{MeV}}{5} = 3/52\text{MeV} \quad \text{انرژی هر نوکلئون}$$

پ) مقدار انرژی آزاد شده هر نوکلئون در واکنش گداخت هسته‌ای (دوتریم با تریتیم)  $4/1$  برابر مقدار انرژی آزاد شده هر نوکلئون شکافت هسته‌ای است.

$$\frac{E'}{E} = \frac{3/52\text{MeV}}{8/58 \times 10^{-2}\text{MeV}} \simeq 4/1$$

تولید انرژی بیش‌تر و پرتوایی کم‌تر و نداشتن پسماند و هسته‌های باقی مانده از اهمیت‌های واکنش گداخت است.

۲- بازده نیروگاه هسته‌ای بوشهر حدود ۳۵ درصد است. یعنی ۶۵ درصد انرژی حاصل از شکافت ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵، به صورت گرما تلف و حدود ۳۵ درصد آن، به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. با توجه به این که در هر شکافت حدود  $200 \text{ MeV}$  انرژی آزاد می‌شود، چند کیلوگرم اورانیوم ۲۳۵ در سال شکافت پیدا می‌کند؟ (فرض کنید نیروگاه در طول سال با توان پایدار ۱۰۰۰ مگاوات کار می‌کند.)

« پاسخ »

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \Rightarrow 0.35 = \frac{1000 \text{ MW}}{P_{\text{in}}} \Rightarrow P_{\text{in}} = 2/86 \times 10^3 \text{ MW}$$

$$\text{انرژی ورودی } E_{\text{in}} = P_{\text{in}} t \Rightarrow E_{\text{in}} = 2/86 \times 10^3 (\text{MW}) \times 365 \times 86400 \text{ s}$$

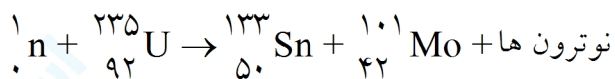
$$E_{\text{in}} = 9/01 \times 10^3 \text{ MJ}$$

$$N = \frac{E_{\text{in}}}{E} = \frac{9 \times 10^9 \text{ J}}{200 \times 10^6 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ J}} = 2/81 \times 10^{27}$$

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{2/812 \times 10^{27}}{6/02 \times 10^{23} \left(\frac{1}{\text{mol}}\right)} = 4/67 \times 10^3 \text{ mol}$$

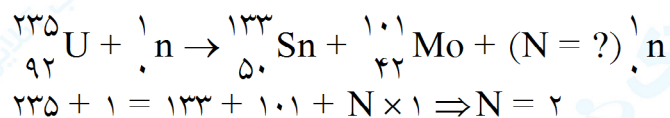
$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow 4/67 \times 10^3 \text{ mol} = \frac{m}{235 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)} \Rightarrow m = 1/097 \times 10^6 \text{ g}$$

$$m = 1/097 \times 10^3 \text{ kg}$$



۳- در واکنش زیر چه تعداد نوترون تولید می‌شود؟

« پاسخ »

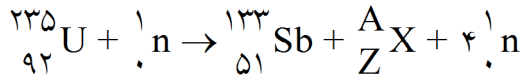


۴- یکی از واکنش‌های ممکن در شکافت  ${}_{92}^{235}\text{U}$ ، داده شده است. در این واکنش عدد اتمی  $Z$ ، عدد جرمی  $A$  و عنصر



در صورت لزوم از جدول تناوبی کمک بگیرید.

« پاسخ »



$$\left. \begin{aligned} 235 + 1 &= 133 + A + 4 \rightarrow A = 99 \\ 92 + 0 &= 51 + Z + 4 \times 0 \rightarrow Z = 41 \end{aligned} \right\} \Rightarrow {}_{41}^{99}\text{X} \Rightarrow \text{Nb} \quad \text{نیویوم}$$

۵- الف) حدود ۰/۷ درصد اورانیوم موجود در سنگ معدن طبیعی اورانیوم از ایزوتوپ  ${}_{92}^{235}\text{U}$  تشکیل شده است. در هر واکنش شکافت حدود  $200\text{MeV}$  انرژی آزاد می‌شود. فرض کنید تمامی ایزوتوپ  ${}_{92}^{235}\text{U}$  موجود در یک کیلوگرم از این اورانیوم بتواند بر اثر شکافت، انرژی خود را آزاد کند. مقدار این انرژی برحسب مگاالکترون ولت (MeV) و ژول (J) چه قدر است؟

ب) با سوختن هر کیلوگرم زغال‌سنگ، حدود  $30\text{MJ}$  انرژی گرمایی آزاد می‌شود. چند کیلوگرم زغال‌سنگ باید بسوزد تا معادل انرژی به دست آمده در قسمت الف، انرژی تولید شود؟

« پاسخ »

الف)  $m = 0.7\% \text{kg} = 0.007 \text{kg} = 7\text{g}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow \frac{N}{6.02 \times 10^{23} \left(\frac{1}{\text{mol}}\right)} = \frac{7\text{g}}{235 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)} \Rightarrow N = 1.8 \times 10^{22}$$

$$E_T = NE_{\text{Particle}} = 1.8 \times 10^{22} \times 200\text{MeV} = 3.6 \times 10^{24}\text{MeV}$$

$$\Rightarrow 3.6 \times 10^{24} \times 1.6 \times 10^{-13}\text{J} = 5.76 \times 10^{11}\text{J}$$

$$1\text{MeV} = 1.6 \times 10^{-13}\text{J} = 1.6 \times 10^{-13}\text{J}$$

ب)  $1\text{kg} \quad 3 \times 10^7\text{J}$

$$m \quad 5.76 \times 10^{11}\text{J} \Rightarrow m = \frac{5.76 \times 10^{11}\text{J} \times 1\text{kg}}{3 \times 10^7\text{J}} = 1.92 \times 10^4\text{kg}$$

انرژی حاصل از ۷ گرم اورانیوم معادل سوختن ۱۹/۱ تن زغال است.



۸- هنگامی که نیتروژن جو زمین توسط پرتوهای کیهانی (که معمولاً از جنس پروتون، ذره‌های  $\alpha$  و الکترون هستند) بمباران می‌شود، ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ با آهنگ ثابتی در لایه‌های فوقانی جو تولید می‌شود. این کربن پرتوزا، با کربن ۱۲ که به طور طبیعی در جو وجود دارد درهم می‌آمیزد. بررسی نشان داده است که به ازای هر ۱۰۰۰۰ میلیارد اتم پایدار کربن ۱۲، تقریباً یک اتم پرتوزای کربن ۱۴ از این طریق وارد جو می‌شود.

اتم‌های کربن جوئی از طریق فعالیت‌های بیولوژیکی از قبیل فتوسنتز و تنفس، به نحو کاتوره‌ای مکان خود را عوض می‌کنند و به بدن جانداران منتقل می‌شوند. به طوری که اتم‌های کربن هر موجود زنده شامل کسر کوچک و ثابتی از ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ است.

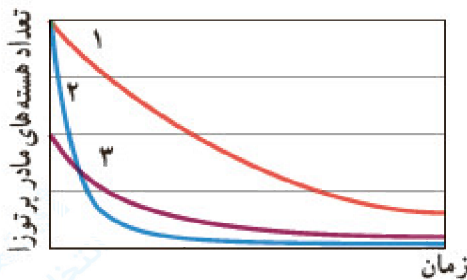
وقتی موجود زنده‌ای می‌میرد، مقدار کربن پرتوزای به تله افتاده در موجود غیرزنده، با نیمه‌عمر ۵۷۳۰ سال رو به کاهش می‌گذارد. کربن ۱۴ موجود در یک نمونه‌ی زغال قدیمی، ۱/۵۶ درصد (معادل  $\frac{1}{64}$ ) مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در

زغالی است که تازه تولید شده است. سن تقریبی این زغال قدیمی چه قدر است؟

« پاسخ »

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n} = \frac{1}{64} = \frac{1}{2^6} \Rightarrow n = 6$$

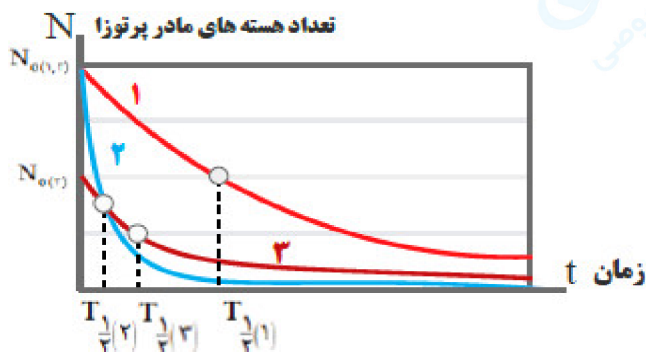
$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow 6 = \frac{t}{5730 \text{ (Year)}} \Rightarrow t = 34380 \text{ (Year)}$$



۹- شکل روبه‌رو نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای سه نمونه را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمه‌عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید.

« پاسخ »

زمان نیمه‌عمر، زمانی است که تعداد هسته‌های اولیه ( $N_0$ ) نصف می‌شود. با توجه به نمودار و تعیین نیمه‌عمر سه نمودار می‌توان نتیجه گرفت:



$$T_{\frac{1}{2}}(2) < T_{\frac{1}{2}}(3) < T_{\frac{1}{2}}(1)$$



۱۰- نپتونیم  ${}_{93}^{237}\text{Np}$  ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات  $\alpha$ ،  $\beta^-$  و  $\alpha$  صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هسته‌ی نهایی چه قدر است؟

« پاسخ »

$${}_{93}^{237}\text{Np} \Rightarrow 3\alpha + \beta + {}_Z^AX \Rightarrow {}_{93}^{237}\text{Np} \Rightarrow 3{}_2^4\text{He} + {}_{-1}^0\text{e} + {}_Z^AX$$

$$\begin{cases} 237 = 12 + 0 + A \rightarrow A = 225 \\ 93 = 6 - 1 + Z \rightarrow Z = 88 \end{cases}$$

۱۱- سرب  ${}_{82}^{207}\text{Pb}$  هسته‌ی دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی  $\alpha$  یا واپاشی  $\beta^-$  حاصل شود. فرایندهای مربوط به هریک از این واپاشی‌ها را بنویسید. در هر مورد هسته‌ی مادر را به صورت  ${}_Z^AX$  مشخص کنید.

« پاسخ »

پلونیوم

$${}_Z^AY \rightarrow {}_{82}^{207}\text{Pb} + {}_2^4\text{He}$$

$$\begin{cases} A = 4 + 207 \rightarrow A = 211 \\ Z = 2 + 82 \rightarrow Z = 84 \end{cases} \rightarrow {}_Z^AY = {}_{84}^{211}Y = {}_{84}^{211}\text{Po}$$

تالیم

$${}_Z^AY \rightarrow {}_{82}^{207}\text{Pb} + {}_{-1}^0\text{e}$$

$$\begin{cases} A = 207 + 0 \rightarrow A = 207 \\ Z = 82 - 1 \rightarrow Z = 81 \end{cases} \rightarrow {}_Z^AY = {}_{81}^{207}Y = {}_{81}^{207}\text{T}$$

۱۲- هسته‌ی دختر به دست آمده از هریک از واپاشی‌های زیر ا به صورت  $\frac{A}{Z}X$  مشخص کنید.

الف)  ${}_{94}^{242}\text{Pu}$  واپاشی  $\alpha$  انجام دهد.

ب) سدیم  ${}_{11}^{24}\text{Na}$  واپاشی  $\beta^-$  انجام دهد.

پ) نیتروژن  ${}_{7}^{13}\text{N}$  واپاشی  $\beta^-$  انجام دهد.

ت)  ${}_{8}^{15}\text{O}$  واپاشی  $\beta^+$  انجام دهد.

« پاسخ »

اورانیوم  ${}_{92}^{238}\text{U} = \frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A}{Z}X + \left({}_{2}^4\text{He}, \alpha\right) + \frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A}{Z}X = {}_{94}^{242}\text{Pu}$  الف)

$$A = 242 - 4 = 238, \quad Z = 94 - 2 = 92$$

منیزیم  ${}_{12}^{24}\text{Mg} = \frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A}{Z}X + \text{e}^- + \frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A}{Z}X = {}_{11}^{24}\text{Na}$  ب)

$$A = 24 - 0 = 24, \quad Z = 11 + 1 = 12$$

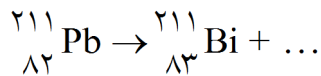
اکسیژن  ${}_{8}^{15}\text{O} = \frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A}{Z}X + \text{e}^- + \frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A}{Z}X = {}_{7}^{13}\text{N}$  پ)

$$A = 13 - 0 = 13, \quad Z = 7 + 1 = 8$$

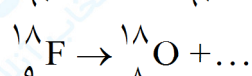
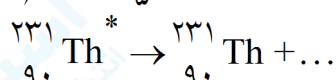
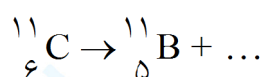
نیتروژن  ${}_{7}^{13}\text{N} = \frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A}{Z}X + \text{e}^+ + \frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A}{Z}X = {}_{8}^{15}\text{O}$  ت)

$$A = 15 - 0 = 15, \quad Z = 8 - 1 = 7$$

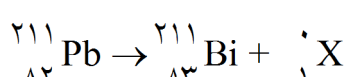
۱۳- جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان‌دهنده‌ی یک یا چند ذره‌ی  $\alpha$ ،  $\beta^+$  یا  $\beta^-$  است. در هر واکنش، جای



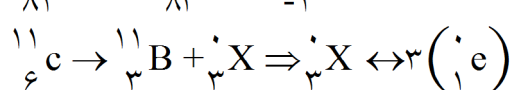
خالی را کامل کنید.



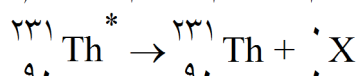
« پاسخ »



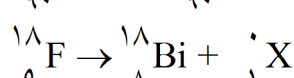
تولید اشعه  $\beta^-$ ، الکترون‌زا



تولید اشعه  $\beta^+$ ، ۳ تا پوزیترون



تولید اشعه  $\gamma$ ،



تولید اشعه  $\beta^+$ ، پوزیترون



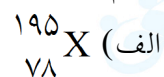
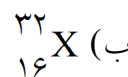
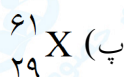
۱۴- آیا می‌توان ایزوتوپ  ${}_{25}^{61}\text{X}$  را با روش شیمیایی از ایزوتوپ  ${}_{25}^{59}\text{X}$  جدا کرد؟ از ایزوتوپ  ${}_{26}^{61}\text{Y}$  چگونه؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

« پاسخ »

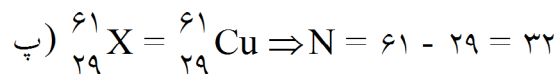
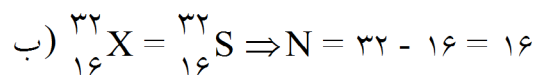
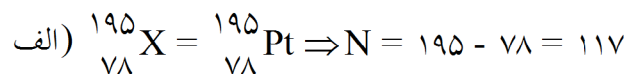
ایزوتوپ  ${}_{25}^{61}\text{X}$  و  ${}_{25}^{59}\text{X}$  دارای عدد اتمی یکسانند پس خواص شیمیایی یکسانی دارد. پس با روش شیمیایی نمی‌توان این دو ایزوتوپ را جدا کرد. این دو ایزوتوپ دارای خواص فیزیکی متفاوت مانند عدد جرمی و عدد نوترونی متفاوت می‌باشند.

ولی ایزوتوپ  ${}_{25}^{61}\text{X}$  و  ${}_{26}^{61}\text{Y}$  را می‌توان به روش شیمیایی جدا کرد. زیرا عدد اتمی و خواص شیمیایی متفاوتی دارند.

۱۵- در هریک از موارد زیر نماد  $\text{X}$  چه عنصری را نشان می‌دهد و در هسته‌ی هریک چند نوترون وجود دارد؟ در صورت لزوم از جدول تناوبی استفاده کنید.



« پاسخ »



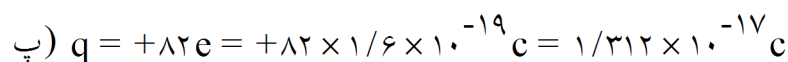
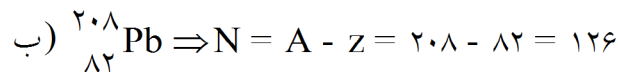
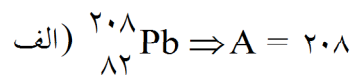
۱۶- برای  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$  مطلوب است:

(الف) تعداد نوکلئون‌ها

(ب) تعداد نوترون‌ها

(پ) بار الکتریکی خالص هسته

« پاسخ »



هسته از پروتون و نوترون تشکیل شده است که نوترون بار ندارد و بار پروتون مثبت است. پس بار الکتریکی خالص هسته مثبت است.

۱۷- مرتبه‌ی بزرگی تعداد نوترون‌هایی را که می‌توان تنگ هم در یک توپ تنیس به شعاع  $3/2 \text{ cm}$  جای داد، تخمین بزنید. در این صورت مرتبه‌ی بزرگی جرم این توپ چه قدر است؟  
(مرتبه‌ی بزرگی شعاع و جرم نوترون را به ترتیب  $10^{-15} \text{ m}$  و  $10^{-27} \text{ kg}$  در نظر بگیرید.)

« پاسخ »

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3/14 \times (3/2 \times 10^{-2} \text{ m})^3 = 1/37 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V' = \frac{4}{3}\pi r'^3 = \frac{4}{3} \times 3/14 \times (10^{-15} \text{ m})^3 = 1/4 \times 10^{-45} \text{ m}^3$$

$$N = \frac{V}{V'} = \frac{1/37 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{1/4 \times 10^{-45} \text{ m}^3} \approx 10^{41}$$

$$m = N \times M' = 10^{41} \times 10^{-27} = 10^{14} \text{ kg}$$

۱۸- عبارت درست را از درون پراکنش انتخاب کنید.  
در پرتوزایی طبیعی (۳ - ۴) نوع ذره آزاد می‌شود.

« پاسخ »

۳

۱۹- از داخل پراکنش، کلمه‌ی درست را انتخاب کنید.  
در واپاشی  $\beta^-$ ، عدد اتمی (کاهش - افزایش) می‌یابد.

« پاسخ »

افزایش

۲۰- چرا در فرآیندهای هسته‌ای معمولاً جرم محصولات نهایی فرآیند از جرم ذرات اولیه کم‌تر است؟

« پاسخ »

چون قسمتی از جرم به انرژی تبدیل می‌شود، این مقدار انرژی از رابطه‌ی  $E = mc^2$  به دست می‌آید.

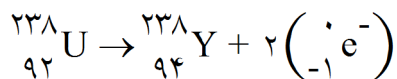
۲۱- شکافت هسته‌ای به چه معناست؟

« پاسخ »

فرآیند تقسیم شدن هسته‌ی سنگین به دو هسته با جرم کم‌تر.

۲۲- عنصر  ${}_{92}^{238}\text{U}$  با گسیل دو ذره‌ی الکترون واپاشی می‌کند. معادله‌ی این واکنش را بنویسید.

« پاسخ »



۲۳- برای  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$  مطلوبیست محاسبه:

الف) تعداد نوکلئون‌ها

ب) تعداد نوترون‌ها

ج) بار الکتریکی خالص هسته

« پاسخ »

الف)

ب)

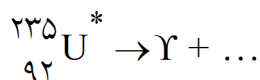
ج)

$$N + P = 208$$

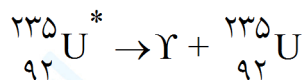
$$N = 208 - P = 208 - 82 = 126$$

$$q = ne = 82 \times 1/6 \times 10^{-19} = 131/2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

۲۴- واکنش هسته‌ای زیر را کامل کنید.



« پاسخ »



۲۵- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید.

الف) در واپاشی  $\beta^-$ ، عدد اتمی (کاهش - افزایش) می‌یابد.

ب) در رشته‌خط‌های طیف گسلی هیدروژن اتمی، طیف پاشن در ناحیه (فروسرخ - مرئی) قرار دارد.

« پاسخ »

ب) فرسرخ

الف) افزایش

۲۶- درست یا نادرست بودن عبارت زیر را تعیین کنید.

هسته‌های اتم در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.

« پاسخ »

درست

۲۷- علت کندسازی سرعت نوترون‌ها در واکنش‌های شکافت هسته‌ای چیست؟

« پاسخ »

احتمال جذب آن‌ها توسط ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵ افزایش می‌یابد و این افزایش احتمال می‌تواند برای ایجاد واکنش زنجیری شکافت، کافی باشد.

۲۸- در پرتوزایی طبیعی، کدام ذرات کم‌ترین و بیش‌ترین قدرت نفوذ را دارند؟

« پاسخ »

پرتوهای آلفا کم‌ترین و پرتوهای گاما بیش‌ترین نفوذ را دارند.

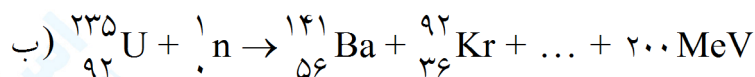
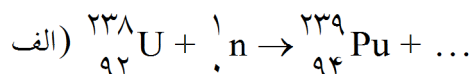
۲۹- نیمه‌عمر یک ماده پرتوزا ۹۰ دقیقه است. پس از ۶ ساعت چه کسری از هسته‌های اولیه عنصر باقی می‌مانند؟

« پاسخ »

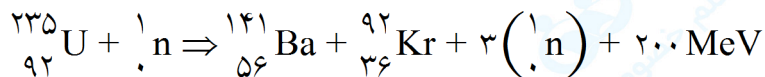
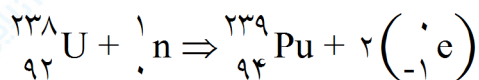
$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{6}{1/5} = 4$$

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

۳۰- واکنش‌های زیر را تکمیل کنید.



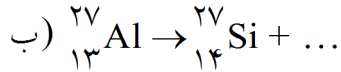
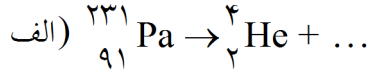
« پاسخ »



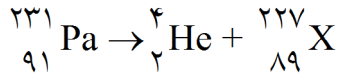
(الف)

(ب)

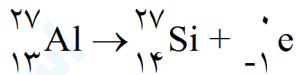
۳۱- واکنش‌های هسته‌ای زیر را کامل کنید.



« پاسخ »



(الف)



(ب)

۳۲- راکتور هسته‌ای چیست و از چه موادی به عنوان کندساز در واکنش‌های شکافت هسته‌ای استفاده می‌شود؟

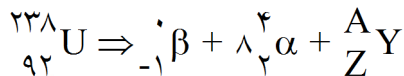
« پاسخ »

راکتور هسته‌ای، جایی است که در آن واکنش زنجیری شکافت به شکل کنترل شده رخ می‌دهد. آب معمولی آب سنگین و گرافیت از موادی هستند که به عنوان کندساز در واکنش‌های شکافت هسته‌ای استفاده می‌شوند.

۳۳- عنصر رادیواکتیو  ${}_{92}^{238}\text{U}$  ضمن تابش ۸ ذره آلفا و ۶ ذره بتا به عنصر  ${}^A_Z\text{Y}$  تبدیل شده است. مقادیر A و Z را

محاسبه کنید.

« پاسخ »



$238 = 32 + A \Rightarrow A = 206$

$92 = 16 + Z - 6 \Rightarrow Z = 82$

۳۴- از داخل پرانتز، کلمه‌ی درست را انتخاب کنید.

الف) در راکتور پژوهشی دانشگاه تهران، از سوختی استفاده می‌شود که ایزوتوپ  ${}^{235}\text{U}$  تا (۳ درصد - ۲۰ درصد) غنی‌سازی شده است.

ب) انرژی که توسط محصولات شکافت حمل می‌شود، عمدتاً به شکل انرژی (پتانسیل - جنبشی) است.

ج) فرآیند شکافت  ${}^{235}\text{U}$  با جذب یک نوترون (کند - تند) آغاز می‌شود.

« پاسخ »

الف) ۲۰ درصد      ب) جنبشی      ج) کند

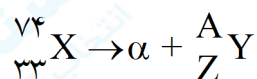
۳۵- بعد از گذشت ۳۶ روز از عمر ماده رادیواکتیو پرتوزا، مقدار ۵۲۵ g گرم واپاشیده شده است. اگر جرم اولیه این ماده رادیواکتیو ۶۰۰ g باشد، نیمه عمر ماده چند روز است؟

« پاسخ »

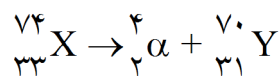
$$m = m_0 \left(1 - \frac{1}{2^n}\right) \Rightarrow 525 = 600 \left(1 - \frac{1}{2^n}\right) \Rightarrow \frac{1}{2^n} = 0.125 \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{36}{3} = 12 \text{ روز}$$

۳۶- معادله واپاشی زیر را با تعیین A و Z تکمیل کنید.



« پاسخ »



۳۷- چرا ایزوتوپها را به روشهای شیمیایی نمی توان از هم جدا نمود؟

« پاسخ »

خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتونهای آن تعیین می کند. از آنجایی که ایزوتوپهای یک عنصر، تعداد پروتونهای یکسان دارند، نمی توان آنها را به روشهای شیمیایی از هم جدا کرد.

۳۸- نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو حدود ۱۲ روز است. چه کسری از هسته های فعال آن، پس از گذشت ۶۰ روز باقی می ماند؟

« پاسخ »

(ص ۱۴۶)

$$n = \frac{t}{T}$$

$$n = \frac{60}{12} = 5$$

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

$$N = \frac{1}{2^5} N_0 = \frac{1}{32} N_0$$

۳۹- چرا به ایزوتوپها، هم مکان هم می گویند؟

« پاسخ »

چون همگی در یک خانه ی جدول تناوبی هستند.



۴۰- آیا غنی‌سازی اورانیوم را می‌توان به طریق واکنش‌های شیمیایی انجام داد. توضیح دهید.

« پاسخ »

خیر (۰/۲۵) اورانیم ۲۳۵ و اورانیم ۲۳۸ در یک خانه از جدول تناوبی قرار دارند و خصوصیات شیمیایی یکسان دارند. (۰/۲۵) ص ۲۰۸

۴۱- تعداد هسته‌های اولیه یک ماده رادیواکتیو ۱۶۰۰ است. اگر نیمه عمر این ماده ۴ ساعت باشد، پس از چند ساعت ۴۰۰ هسته آن فعال باقی می‌ماند؟

« پاسخ »

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad (۰/۲۵) \quad 400 = \frac{1600}{2^n} \quad (۰/۲۵) \quad 2^n = 4 \rightarrow n = 2 \quad (۰/۲۵)$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \quad (۰/۲۵) \rightarrow 2 = \frac{t}{4} \rightarrow t = 8h \quad (۰/۲۵)$$

ص ۲۵۶

۴۲- با استفاده از جعبه کلمات داده شده، جمله‌های زیر را کامل کنید. توجه: ۲ مورد اضافی است.

اهمی - نیم‌رسانا - ظرفیت - غیر اهمی - نارسانا - p - رسانش - n

الف) با افزایش دما مقاومت ویژه الکتریکی ..... کاهش می‌یابد.

ب) در ..... گاف انرژی،  $eV \approx 5/5$  است.

ج) در نیم‌رساناها، بالاترین نوار پر را نوار ..... می‌نامند.

د) اگر به نیم‌رسانای سیلیسیوم، ناخالصی آلومینیوم وارد کنیم، نیم‌رسانای نوع ..... تشکیل می‌شود.

ه) در رساناها، نواری که بخشی از آن پر است را نوار ..... می‌نامند.

و) دیود، یک مقاومت ..... است.

« پاسخ »

الف) نیم‌رسانا - ص ۲۲۹      ب) نارسانا - ص ۲۲۸      ج) ظرفیت - ص ۲۲۹      د) P - ص ۲۳۳  
 ه) رسانش - ص ۲۲۸      و) غیر اهمی - ص ۲۳۷      هر مورد (۰/۲۵)

- ۴۳- در هریک از موارد زیر، از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید و در پاسخ برگ بنویسید.
- (الف) در واپاشی الکترون ( $\beta^-$ )، عدد اتمی هسته دختر یک واحد (بیش تر - کم تر) از هسته مادر است.  
 (ب) هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته (نمی‌شوند - می‌شوند).  
 (ج) اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌ها در هسته‌های سبک حدود (میلیون الکترون ولت - کیلو الکترون ولت) است.  
 (د) انرژی بستگی هسته از اختلاف جرم (نوترون‌ها و هسته - نوکلئون‌ها و هسته) تامین می‌شود.  
 (ه) در رآکتور هسته‌ای، (گرافیت - کادمیم) کندکننده نوترون است.  
 (و) امروزه جداسازی اورانیم با استفاده از روش (پخش - سانتریفوژ گازی) راحت تر صورت می‌گیرد.

## « پاسخ »

- (الف) بیش تر - ص ۲۵۲  
 (ج) میلیون الکترون ولت - ص ۲۵۰  
 (ه) گرافیت - ص ۲۶۱  
 هر مورد (۰/۲۵) ص ۲۲۴ تا ۲۳۵  
 (ب) نمی‌شود - ص ۲۵۱  
 (د) نوکلئون‌ها و هسته - ص ۲۴۸  
 (و) سانتریفوژ گازی ص ۲۶۱

۴۴- از تعداد ۱۶۰۰ هسته پرتوزا پس از گذشت ۲۸۰ ساعت، تعداد ۱۵۵۰ هسته واپاشی شده‌اند. نیمه عمر این ماده پرتوزا چند دقیقه است؟

- (۱) ۳۳۶۰ (۲) ۵۶ (۳) ۷۰ (۴) ۴۲۰۰

## « پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$N = \frac{N_0}{2^n}, \quad n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$\frac{N_0 - N}{N_0} = 1 - \frac{N}{N_0} = 1 - \frac{1550}{1600} = 0.03125$$

$$\frac{1600 - 1550}{1600} = 0.03125 \Rightarrow \frac{50}{1600} = 0.03125$$

$$\Rightarrow \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = 32 = 2^5 \quad \text{ساعت } t = 280 \Rightarrow \frac{280}{T_{\frac{1}{2}}} = 5$$

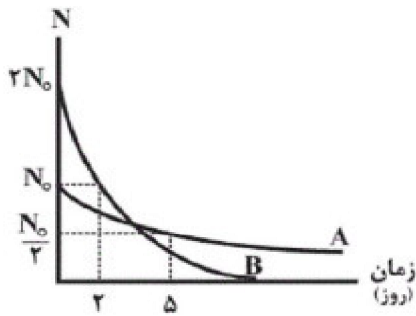
$$\Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 56 \text{ h} = 3360 \text{ min}$$

۴۵- کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- (۱) در واکنش شکافت هسته‌ای، جرم محصولات واکنش از جرم هسته اولیه کمتر است.
- (۲) نوترون‌های آزاد شده در فرایند شکافت ایزوتوپ  $^{235}_{92}\text{U}$ ، با احتمال بسیار زیادی جذب ایزوتوپ  $^{235}_{92}\text{U}$  می‌شوند.
- (۳) در فرایند واپاشی پوزیترون، یک پروتون به نوترون و پوزیترون تبدیل می‌شود.
- (۴) واپاشی  $\beta$ ، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌هاست.

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تجربه نشان می‌دهد اگر بتوان نوترون‌های تند را به نحوی گند ساخت، احتمال جذب آن‌ها توسط ایزوتوپ‌های  $^{235}_{92}\text{U}$  افزایش می‌یابد.



۴۶- نمودار زیر، تعداد هسته‌های مادر پرتوزا برحسب زمان را برای دو عنصر پرتوزای A و B نشان می‌دهد. پس از گذشت ۳ روز، نسبت هسته‌های باقی‌مانده عنصر A به عنصر B کدام است؟

- (۱) ۱۲۸
- (۲) ۵۱۲
- (۳) ۲۵۶
- (۴) ۶۴

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار، نیمه عمر هر عنصر را محاسبه می‌کنیم:

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

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{N_0}{2} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_A} \Rightarrow n_A = 1 \Rightarrow \frac{t}{(T_{1/2})_A} = 1 \\ N_0 = 2N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_B} \Rightarrow n_B = 1 \Rightarrow \frac{t'}{(T_{1/2})_B} = 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\text{روز } t = 5} (T_{1/2})_A = 5 \text{ روز} \\ \xrightarrow{\text{روز } t' = 2} (T_{1/2})_B = 2 \text{ روز} \end{cases}$$

حال پس از ۳۰ روز داریم:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow \begin{cases} n'_A = \frac{30}{5} = 6 \\ n'_B = \frac{30}{2} = 15 \end{cases}$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = \frac{N_0 \cdot A}{N_0 \cdot B} \times \frac{2^{n_B}}{2^{n_A}} = \frac{1}{2} \times 2^9 = 2^8 \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = 256$$

۴۷- از اتم‌ها یا مولکول‌های کدام ماده در راکتورهای شکافت هسته‌ای به‌عنوان کندساز نوترون‌ها استفاده نمی‌شود؟  
 (۱) کربن (۲) جیوه (۳) آب معمولی (۴) آب سنگین

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. آب معمولی ( $H_2O$ )، آب سنگین ( $D_2O$ ) و گرافیت (اتم‌های کربن) از جمله مواردی هستند که به‌عنوان کندساز نوترون‌ها در واکنش‌های شکافت هسته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴۸- اگر از هسته اتمی، یک الکترون ( $\beta^-$ ) گسیل شود، تعداد نوترون‌ها و همچنین تعداد پروتون‌های موجود در هسته به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟  
 (۱) افزایش - کاهش (۲) کاهش - افزایش (۳) کاهش - کاهش (۴) افزایش - افزایش

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در فرایند واپاشی ( $\beta^-$ )، یک نوترون درون هسته، به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود. لذا در این واپاشی، تعداد نوترون‌های هسته کاهش ولی تعداد پروتون‌های هسته افزایش می‌یابد.

۴۹- تعداد هسته‌های اولیه یک ماده رادیو اکتیو ۴۰۰۰ تا است. اگر نیمه عمر این ماده ۶ ساعت باشد، پس از ۲۴ ساعت، چند هسته آن فعال باقی می‌ماند؟

(۱) ۱۰۰۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۱۲۵

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. زیرا می‌توان نوشت:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow n = \frac{24h}{6h} = 4$$

$$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{4000}{2^4} = 250$$

۵۰- شکل زیر، نمودار تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده از یک ماده رادیواکتیو را بر حسب زمان نشان می‌دهد، پس از گذشت چند سال از

ابتدای پرتوزایی،  $\frac{1}{32}$  از مقدار اولیه این ماده پرتوزا باقی خواهد ماند؟

(۱) ۱۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰

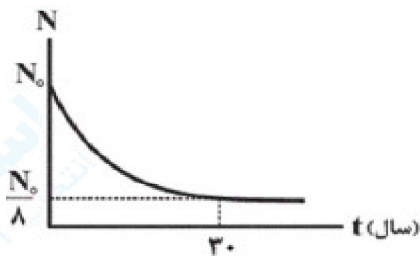
« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از نمودار داریم:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{N_0}{8} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow n = 3 \Rightarrow \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = 3 \Rightarrow \frac{30}{T_{\frac{1}{2}}} = 3 \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 10 \text{ سال}$$

بنابراین برای این که  $\frac{1}{32}$  از ماده پرتوزای اولیه باقی بماند، داریم:

$$N' = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n'} \Rightarrow \frac{N_0}{32} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n'} \Rightarrow n' = 5 \Rightarrow \frac{t'}{T_{\frac{1}{2}}} = 5 \Rightarrow \frac{t'}{10} = 5 \Rightarrow t' = 50 \text{ سال}$$



۵۱- چه تعداد از جمله‌های زیر صحیح است؟

الف) واپاشی  $\alpha$  در هسته‌های سبک صورت می‌گیرد.

ب) متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها، واپاشی  $\beta$  است.

پ) در واپاشی  $\beta^+$  یک نوترون درون هسته به پروتون و الکترون تبدیل می‌شود.

ت) با گسیل پرتو گاما، هسته به حالت پایه می‌رسد.

۱ (۱)                      ۲ (۲)                      ۳ (۳)                      ۴ (۴)

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. موردهای «ب» و «ت» درست و «الف» و «پ» نادرست هستند.

۵۲- از یک ماده‌ی رادیواکتیو که نیمه عمر آن ۸ روز است، پس از گذشت چند روز، ۷۵ درصد هسته‌های این ماده واپاشیده می‌شود؟

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

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$T_{\frac{1}{2}} = 8 \text{ روز}, N = N_0 - \frac{3}{4}N_0 = \frac{1}{4}N_0 \Rightarrow \frac{1}{4}N_0 = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow n = 2 = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow t = 16 \text{ روز}$$

۵۳- در واکنش هسته‌ای (نوترون)  ${}_{82}^{207}\text{X} \rightarrow {}_{79}^{197}\text{Y} + \text{N}(\alpha) + \text{M}(\beta^-) + 2$  (نوترون) کدام‌اند؟

۱ و ۱ (۱)                      ۲ و ۱ (۲)                      ۲ و ۲ (۳)                      ۳ و ۲ (۴)

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$207 = 197 + \text{N}(4) + \text{M}(0) + 2(1) \Rightarrow \text{N} = 2$$

$$82 = 79 + \text{N}(2) + \text{M}(-1) + 2(0) \Rightarrow \text{M} = 1$$

$${}^4_2\text{He} : \alpha$$

$${}^0_{-1}\text{e}^- : \beta^-$$

$${}^1_0\text{n} : \text{نوترون}$$



۵۴- در واکنش هسته ای  ${}^A_Z X \Rightarrow {}^A_{-1} Y + \dots + \dots$  به جای نقطه چین ها چند آلفا و چند بتای منفی باید قرار داد؟  
 (۱) یک آلفا و ۳ بتا (۲) ۲ آلفا و ۴ بتا (۳) ۲ آلفا و ۲ بتا (۴) ۲ آلفا و ۳ بتا

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به موازنه بار و جرم در دو طرف معادله و این که  ${}^4_2\alpha$  و  ${}^0_{-1}\beta$  داریم:

$$\begin{cases} A = A - 8 + 2(4) + 0 \\ Z = Z + 2(2) + 4(-1) \end{cases}$$

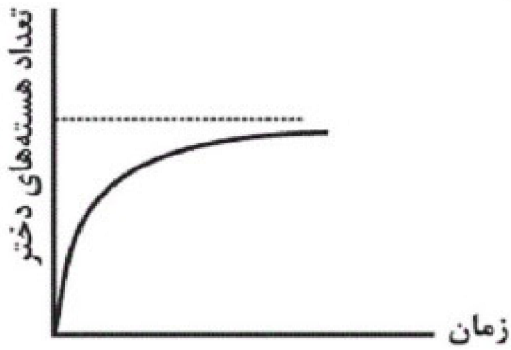
۵۵- یک عنصر رادیواکتیو ۳ پرتو  $\alpha$ ، ۴ پرتو  $\beta^-$  و ۵ پرتو  $\gamma$  تابش می کند. عدد اتمی این عنصر چگونه تغییر می کند؟  
 (۱) ۲ واحد کاهش (۲) ۱۲ واحد کاهش (۳) ۲ واحد افزایش (۴) ۱۲ واحد افزایش

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. یک عنصر  ${}^A_Z X_N$  را در نظر می گیریم:

$$\begin{aligned} {}^A_Z X_N &\rightarrow 3 {}^4_2\alpha + 4 {}^0_{-1}\beta + 5 {}^0_0\gamma + {}^{A'}_{Z'} Y \\ 3 \times 2 + 4(-1) + 5(0) + Z' &= Z \\ Z' + 2 &= Z \Rightarrow Z' = Z - 2 \end{aligned}$$

عدد اتمی ۲ واحد کاهش می یابد.



۵۶- در واپاشی یک ماده پرتوزا، نمودار تعداد هسته‌های دختر برحسب زمان مطابق شکل زیر است. در لحظه  $t = 5T_{\frac{1}{2}}$ ، نسبت تعداد هسته‌های دختر به تعداد هسته‌های مادر پرتوزای باقی‌مانده کدام است؟

- (۱)  $\frac{1}{32}$   
 (۲)  $\frac{31}{32}$   
 (۳)  $\frac{1}{31}$   
 (۴)  $\frac{31}{31}$

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. از شروع واپاشی، با گذشت هر نیمه‌عمر، تعداد هسته‌های مادر پرتوزا نصف شده و هسته‌های واپاشی شده به هسته دختر تبدیل می‌شوند. اگر فرض کنیم تعداد هسته‌های اولیه مادر برابر با  $N_0$  باشد، بعد از گذشت پنج نیمه‌عمر، تعداد هسته‌های باقی‌مانده برابر است با:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{5T_{\frac{1}{2}}}{T_{\frac{1}{2}}} = 5$$

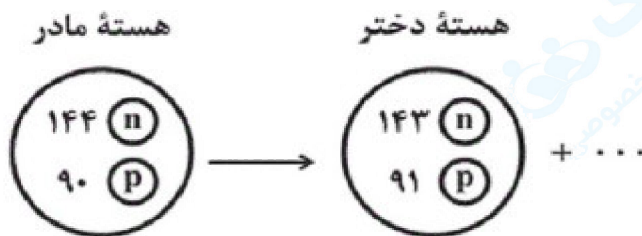
$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^5 \Rightarrow N = \frac{1}{32}N_0$$

بنابراین تعداد هسته‌های دختر برابر است با:

$$N' = N_0 - N = N_0 - \frac{1}{32}N_0 \Rightarrow N' = \frac{31}{32}N_0$$

در نتیجه:

$$\frac{N'}{N} = \frac{\frac{31}{32}N_0}{\frac{1}{32}N_0} = 31$$



۵۷- در فرایند واپاشی زیر جای خالی نشان‌دهنده چیست؟ (n نوترون و p پروتون است.)

- (۱)  $\beta^+$   
 (۲)  $\beta^-$   
 (۳)  $2\beta^+$   
 (۴)  $2\beta^-$

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در این فرایند عدد جرمی ثابت است:

$$144 + 90 = 143 + 91$$

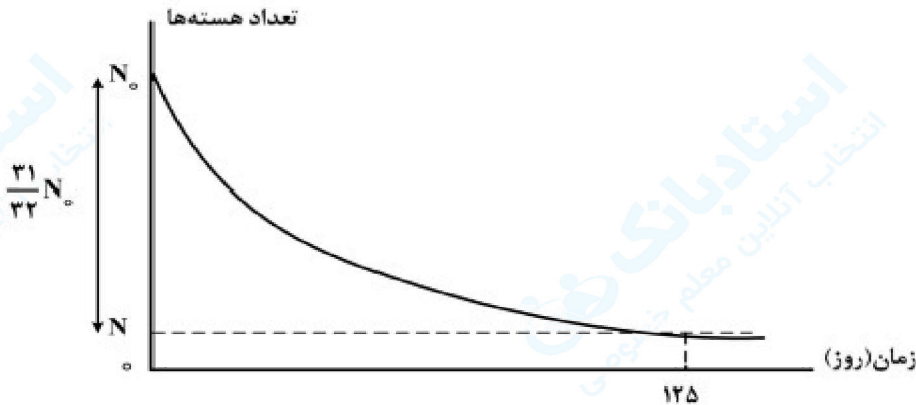
عدد اتمی یک واحد افزایش یافته است.

پس فرایند واپاشی  $\beta^-$  است.  $(\begin{smallmatrix} 0 \\ -1 \end{smallmatrix} e)$

۵۸- در هسته‌ی اتم یک عنصر، اگر نیروی ربایشی هسته‌ای بین دو پروتون مجاور  $F$  و بین دو نوترون مجاور برابر  $F'$  و بین یک پروتون و یک نوترون مجاور برابر  $F''$  باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟  
 (۱)  $F = F' = F''$  (۲)  $F'' > F' > F$  (۳)  $F' > F'' > F$  (۴)  $F > F' > F''$

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی قوی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها (پروتون‌ها و نوترون‌ها) در فاصله یکسان برابر است.



۵۹- نمودار واپاشی هسته‌های یک ماده‌ی پرتوزا برحسب زمان به صورت شکل زیر است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟

- (۱) ۵
- (۲) ۲۵
- (۳) ۵۰
- (۴) ۶۲/۵

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل تعداد هسته‌ها پس از ۱۲۵ روز برابر  $N = \frac{N_0}{32}$  است.

$$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{32} \Rightarrow n = \frac{t}{T} = 5 \Rightarrow T = \frac{t}{n} = \frac{125}{5} = 25 \text{ days}$$

۶۰- در واکنش  ${}_{92}^{237}\text{X} \rightarrow \text{Y} + 3\alpha + \beta^{-1}$  تعداد نوکلئون‌های Y چه قدر است؟

- (۱) ۲۲۴
- (۲) ۲۲۵
- (۳) ۲۲۶
- (۴) ۲۲۸

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جمع جبری عدد جرمی و عدد اتمی دو طرف واکنش باید یکسان باشد. ذره آلفا دارای عدد جرمی ۴ و عدد اتمی ۲ است و ذره بتای منفی عدد جرمی صفر و عددی اتمی ۱- است. با نوشتن معادله تعداد نوکلئون‌های Y برابر  $A_Y = 237 - 3 \times 4 = 225$  می‌شود.

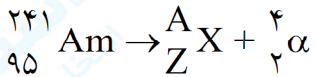
۶۱- یکی از ذرات آلفا، بتا یا گاما که نفوذ کمتری دارد، توسط هسته‌ی آمرسیم ( $^{241}_{95}\text{Am}$ ) تابش می‌شود. پس از تابش

این ذره، تعداد نوترون‌های هسته‌ی جدید ایجاد شده چه قدر می‌شود؟

(۱) ۹۱ (۲) ۹۶ (۳) ۹۳ (۴) ۱۴۴

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با گسیل یک ذره‌ی آلفا ( $^4_2\alpha$ ) که قدرت نفوذ کمتری نسبت به بتا و گاما دارد، دو عدد از عدد اتمی و چهار عدد از عدد جرمی کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، با توجه به تساوی مجموع عدد اتمی و عدد جرمی در طرفین معادله‌ی واپاشی، می‌توان نوشت:



$$\begin{cases} \text{تساوی عدد اتمی: } 95 = Z + 2 \Rightarrow Z = 93 \\ \text{تساوی عدد جرمی: } 241 = A + 4 \Rightarrow A = 237 \end{cases}$$

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

۶۲- بین اجزای سازنده‌ی هسته‌ی یک اتم، سه نیروی  $F_1$ ،  $F_2$  و  $F_3$  وجود دارد. نیروی  $F_1$  از نوع دافعه و  $F_2$  و  $F_3$  از نوع جاذبه بوده و نیروی  $F_2$  خیلی قوی‌تر از نیروی  $F_3$  است. در رابطه با این نیروها کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- (۱) نیروی  $F_2$ ، نیرویی است که هر نوکلئون به نوکلئون‌های مجاور خود وارد می‌کند.
- (۲) نیروی  $F_1$  در مقایسه با نیروی  $F_2$ ، بلندبُرد و اغلب ضعیف‌تر است.
- (۳) با افزایش تعداد نوترون‌های هسته، نیروهای  $F_1$  و  $F_3$  افزایش می‌یابد.
- (۴) نیروی  $F_3$  بین تمام نوکلئون‌های هسته برقرار است.

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به این که نیروی  $F_1$  از نوع دافعه است، بنابراین نیروی  $F_1$ ، نیروی کولنی بین پروتون‌های هسته می‌باشد. همچنین با توجه به این که نیروهای  $F_2$  و  $F_3$  از نوع جاذبه بوده و  $F_2 \gg F_3$  است، بنابراین نیروی  $F_2$ ، نیروی قوی هسته‌ای و نیروی  $F_3$ ، نیروی گرانشی می‌باشد.

$$\left. \begin{array}{l} F_1: \text{نیروی کولنی} \\ F_2: \text{نیروی قوی هسته‌ای} \\ F_3: \text{نیروی گرانشی} \end{array} \right\}$$

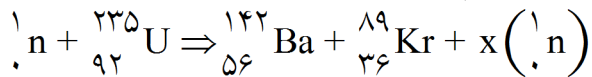
بنابراین اگر تعداد پروتون‌های هسته ثابت بوده و تعداد نوترون‌های آن افزایش یابد، نیروهای  $F_2$  و  $F_3$  افزایش یافته و نیروی  $F_1$  افزایش نمی‌یابد، بنابراین گزینه‌ی ۳ نادرست است. با توجه به تشخیص نیروهای  $F_1$ ،  $F_2$  و  $F_3$ ، سایر عبارات‌های مطرح شده صحیح هستند.

۶۳- اگر هسته‌ی عنصر  ${}_{92}^{235}\text{U}$  یک نوترون جذب کند، هسته شکافته و به دو هسته‌ی عنصر  ${}_{36}^{89}\text{Kr}$  و  ${}_{56}^{142}\text{B}$  تقسیم می‌گردد. در اثر این شکافت چند نوترون آزاد می‌گردد؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای درک بهتر، ابتدا معادله‌ی واپاشی را می‌نویسیم:



حال با استفاده از موازنه‌ی عدد جرمی، تعداد نوترون‌ها (x) مشخص می‌گردد:

$$1 + 235 = 142 + 89 + x \Rightarrow x = 5$$

۶۴- کدام گزینه درباره‌ی ایزوتوپ‌های یک عنصر درست است؟

(۱) تعداد اتم‌های موجود در طبیعت بیشتر از تعداد هسته‌های متفاوت است.  
 (۲) تعداد نوترون‌های آن‌ها برابر است.  
 (۳) عدد جرمی آن‌ها متفاوت است.  
 (۴) عدد اتمی آن‌ها متفاوت است.

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ایزوتوپ به اتم‌های یک عنصر گفته می‌شود که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند.

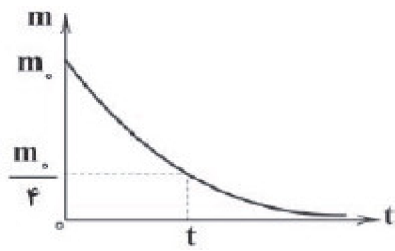
۶۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با انرژی بستگی هسته، نادرست است؟

(الف) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، برابر انرژی بستگی هسته است.  
 (ب) مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده‌ی هسته، بیشتر از جرم هسته است.  
 (ج) هر چه اختلاف جرم بین هسته‌ی یک اتم و مجموع جرم نوکلئون‌های آن بیشتر باشد، انرژی بستگی هسته بیشتر است.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در رابطه با انرژی بستگی هسته، هر سه عبارت مطرح شده در این سؤال صحیح هستند. بنابراین گزینه‌ی ۱ صحیح است.



۶۶- نمودار جرم باقی مانده برای یک ماده‌ی پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از گذشت مدت زمان  $2t$ ، تقریباً چند درصد جرم اولیه‌ی این ماده متلاشی می‌شود؟

(۲) ۸۷

(۱) ۷۵

(۴) ۹۷

(۳) ۹۴

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار داده شده، در مدت زمان  $t$ ، جرم ماده‌ی پرتوزا از  $m_0$  به  $\frac{m_0}{4}$  رسیده

$$m = \frac{m_0}{4^n} \Rightarrow \frac{m_0}{4} = \frac{m_0}{4^n} \Rightarrow n = 2 \Rightarrow t = nT = 2T$$

است:

بنابراین در این مدت زمان، دو نیمه‌عمر سپری شده است ( $t = 2T$ ).

حال با گذشت مدت زمان  $2t$ ، در واقع ۴ نیمه‌عمر طی می‌شود، بنابراین می‌توان نوشت:

$$2t = 2 \times 2T = 4T \Rightarrow \text{۴ نیمه عمر}$$

$$m = \frac{m_0}{4^n} = \frac{m_0}{4^4} = \frac{1}{16}m_0 \Rightarrow \text{جرم متلاشی شده} = m_0 - \frac{1}{16}m_0 = \frac{15}{16}m_0$$

در نتیجه تقریباً ۹۴ درصد از جرم ماده‌ی اولیه متلاشی شده است.

۶۷- هسته‌ای در تابش‌های پی‌درپی به ایزوتوپ دیگر خود با ۸ نوترون کم‌تر تبدیل شده است. در این واکنش به ترتیب

چند ذره  $\alpha$  و چند ذره  $\beta^-$  تابش شده است؟

(۴) ۴ و ۸

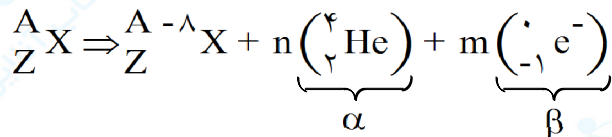
(۳) ۴ و ۸

(۲) ۴ و ۲

(۱) ۴ و ۲

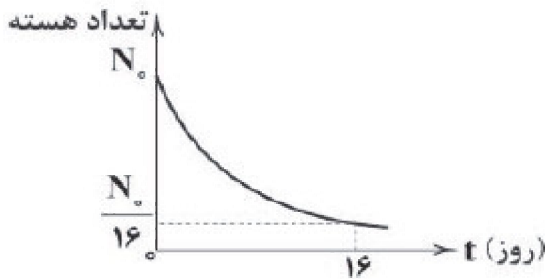
« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون هسته به ایزوتوپ دیگر تبدیل شده است، عدد اتمی آن تغییر نمی‌کند، بنابراین:



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





۶۸- نمودار تغییرات تعداد هسته‌های فعال باقی‌مانده‌ی یک ماده‌ی پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از گذشت هشت روز چند درصد از هسته‌های آن فعال باقی می‌ماند؟

- (۱) ۷۵
- (۲) ۵۰
- (۳) ۲۵
- (۴) ۱۰

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از نمودار، نیمه‌عمر (T) این ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$2^{\left(\frac{t}{T}\right)} = \frac{N_0}{\frac{N_0}{16}} \Rightarrow 2^{\frac{16}{T}} = 16 = 2^4 \Rightarrow T = 4 \text{ روز}$$

حال بار دیگر رابطه‌ی نیمه‌عمر را می‌نویسیم تا محاسبه کنیم بعد از ۸ روز چند درصد از هسته‌ها فعال باقی می‌ماند.

$$2^{\frac{8}{4}} = \frac{N_0}{N} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{N}{N_0} \times 100 = \frac{1}{4} \times 100 = 25\%$$

۶۹- امواج الکترومغناطیسی از ..... در ..... گسیل می‌شود که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود.

- (۱) بعضی اجسام - هر دمایی
- (۲) همه اجسام - هر دمایی
- (۳) بعضی اجسام - بعضی از دماها
- (۴) همه اجسام - بعضی از دماها

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همه اجسام در هر دمایی که باشند از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند (نشر می‌کنند) که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود.

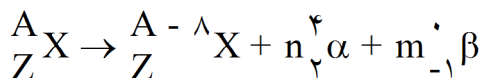
۷۰- هسته‌ای در تابش‌های پی‌درپی به ایزوتوپ دیگر خود با ۸ نوترون کمتر تبدیل شده است. در این واکنش به ترتیب از

راست به چپ چند ذره  $\alpha$  و چند ذره  $\beta^-$  تابش شده است؟

- (۱) ۴ و ۴
- (۲) ۲ و ۴
- (۳) ۴ و ۲
- (۴) ۲ و ۸

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. منظور از ایزوتوپ یعنی عدد اتمی یکسان داشته باشند.



باید عدد اتمی و عدد جرمی در طرفین ثابت بماند.

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

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

۷۱- نیمه عمر ماده A، ۲ برابر نیمه عمر ماده B است و تعداد ذرات اولیه ماده A،  $\frac{1}{4}$  تعداد ذرات اولیه ماده B است. اگر

بعد از مدت زمان t از آغاز واپاشی دو ماده، تعداد ذره های واپاشی شده ماده A، سه برابر تعداد ذرات باقیمانده B باشد، در این مدت چند درصد از ماده B واپاشی شده است؟

۷۵ (۴)

۹۳/۷۵ (۳)

۲۵ (۲)

۶/۲۵ (۱)

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} N_A &= \frac{N_{0,A}}{\left(\frac{t}{T_{1/2}}\right)} \\ N_B &= \frac{N_{0,B}}{\left(\frac{t}{T_{1/2}}\right)} \end{aligned} \right\} \Rightarrow N'_A = N_{0,A} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{t}{T_{1/2}}\right)}\right)$$

(تعداد ذرات واپاشی شده)

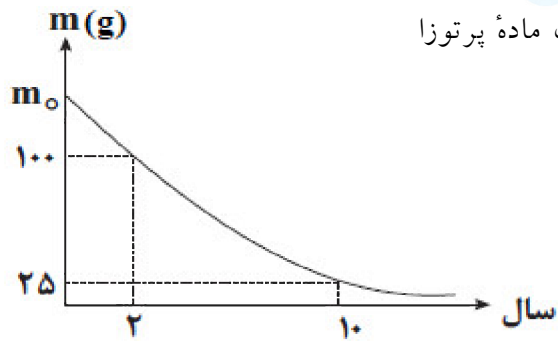
$$T_{1/2} = 2T_{1/2} \text{ و } N'_A = 3N_B \text{ و } N_{0,A} = \frac{1}{4}N_{0,B}$$

$$\frac{1}{4}N_{0,B} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{t}{T_{1/2}}\right)}\right) = 3 \frac{N_{0,B}}{\left(\frac{2t}{T_{1/2}}\right)} = x \rightarrow \frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{x}\right) = \frac{3}{x}$$

$$12 = x^2 - x \Rightarrow x^2 - x - 12 = 0 \Rightarrow (x - 4)(x + 3) = 0$$

$$\left\{ \begin{aligned} x = 4 & \xrightarrow{x = \frac{t}{T_{1/2}}} \frac{t}{T_{1/2}} = 2 \Rightarrow t = 2T_{1/2} \\ x = -3 & \text{ غ.ق.ق.} \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{N_B}{N_{0,B}} = \frac{1}{\frac{2t}{T_{1/2}}} = \frac{1}{16} \Rightarrow \text{درصد واپاشی شده} = \left(1 - \frac{1}{16}\right) \times 100 = 93/75$$



۷۲- در شکل روبه‌رو نمودار جرم فعال باقی‌مانده برحسب زمان برای یک ماده پرتوزا نشان داده شده است.  $m_0$  چند گرم است؟

- (۱) ۲۰۰
- (۲) ۱۵۰
- (۳)  $۱۰۰\sqrt{۲}$
- (۴)  $۵۰\sqrt{۲}$

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بین ۲ تا ۱۰ سال جرم فعال ماده از ۱۰۰g به ۲۵g کاهش یافته است.

$$\begin{cases} m_1 = 100 \\ m_2 = 25 \end{cases}$$

$$m_2 = \frac{m_1}{2^n}$$

$$25 = \frac{100}{2^n} \Rightarrow 2^n = 4 \Rightarrow n = 2$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 2 = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 4 \text{ سال}$$

در مدت ۲ سال  $m_0$  به ۱۰۰g تبدیل شده است.

$$m_1 = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow \frac{m_0}{100} = 2^n \Rightarrow n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow m_0 = 2^{\frac{1}{2}} \times (100) \Rightarrow m_0 = 100\sqrt{2} \text{ g}$$

- ۷۳- یک هسته رادیواکتیو ۲ پرتو  $\gamma$ ، ۲ ذره بتای منفی و ۱ ذره آلفا گسیل می‌کند، عدد اتمی و عدد جرمی هسته مادر به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟
- (۱) ثابت می‌ماند - ۴ واحد کاهش می‌یابد.  
 (۲) ۴ واحد کاهش - ۴ واحد کاهش می‌یابد.  
 (۳) ثابت می‌ماند - ۲ واحد کاهش می‌یابد.  
 (۴) ۴ واحد کاهش - ۲ واحد کاهش می‌یابد.

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با گسیل ذره  $\beta^-$  از هسته عدد اتمی آن یک واحد افزایش یافته و عدد جرمی ثابت می‌ماند.

با گسیل ذره  $\alpha$  از هسته عدد اتمی ۲ واحد کاهش یافته و عدد جرمی آن ۴ واحد کاهش می‌یابد.

با گسیل ۲ ذره  $\beta^-$  عدد اتمی ۲ واحد افزایش می‌یابد.

با گسیل ۱ ذره  $\alpha$  عدد اتمی ۲ واحد کاهش و عدد جرمی ۴ واحد کاهش می‌یابد.

در نهایت عدد اتمی ثابت مانده و عدد جرمی ۴ واحد کاهش می‌یابد.

دقت کنید تابش پرتوی گاما تغییری در عددهای اتمی و جرمی هسته مادر نمی‌دهد.

۷۴- نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو برابر با ۸ ساعت است. چند ساعت زمان باید بگذرد تا مقدار ماده واپاشیده شده ۱۵ برابر ماده فعال شود؟

- (۱) ۸ (۲) ۳۲ (۳) ۴۰ (۴) ۶۴

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در بحث نیمه عمر داریم:

$$m = \frac{m_0}{2^n}, \quad n = \frac{t}{T_{1/2}}$$

$$m' = m_0 \left(1 - \frac{1}{2^n}\right)$$

$$\begin{cases} T_{1/2} = 8h \\ t = ? \\ m' = 15m \end{cases}$$

$$15m = m_0 \left(1 - \frac{1}{2^n}\right) \Rightarrow 15 \left(\frac{m_0}{2^n}\right) = m_0 \left(1 - \frac{1}{2^n}\right)$$

$$\frac{15}{2^n} = 1 - \frac{1}{2^n} \Rightarrow \frac{15}{2^n} + \frac{1}{2^n} = 1 \Rightarrow \frac{16}{2^n} = 1 \Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow 4 = \frac{t}{8} \Rightarrow t = 32h$$

۷۵- نیمه عمر یک ماده پرتوزا برابر با ۵ روز است. اگر در ۵ روز چهارم  $m$  گرم و در ۵ روز پنجم  $m'$  گرم از این ماده واپاشیده شود، به طوری که  $m - m' = 50 \text{ g}$  باشد، جرم فعال اولیه این ماده چند گرم بوده است؟  
 (۱) ۳۲۰۰ (۲) ۸۰۰ (۳) ۶۴۰۰ (۴) ۱۶۰۰

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

مقدار ماده باقی مانده ( $m$ )  

$$m = \frac{m_0}{2^n} = \frac{m_0}{2^4} = \frac{m_0}{16}$$
 در پنج روز چهارم

مقدار ماده باقی مانده ( $m'$ )  

$$m' = \frac{m_0}{2^n} = \frac{m_0}{2^5} = \frac{m_0}{32}$$
 در پنج روز پنجم

$$m - m' = 50 \text{ gr} \Rightarrow \frac{m_0}{16} - \frac{m_0}{32} = 50 \text{ gr} \Rightarrow \frac{m_0}{32} = 50 \text{ gr} \Rightarrow m_0 = 1600 \text{ gr}$$

۷۶- نیمه عمر ایزوتوپ  $Y$  برابر با ۸ روز است. پس از گذشت ۴۰ روز.....

(۱)  $\frac{1}{8}$  از هسته‌های اولیه در محیط زیست باقی می‌مانند.

(۲)  $\frac{1}{16}$  از هسته‌های مادر اولیه واپاشیده می‌شوند.

(۳)  $\frac{31}{32}$  از هسته‌های مادر اولیه در محیط زیست باقی می‌مانند.

(۴) تقریباً ۳ درصد از هسته‌های مادر اولیه در محیط زیست باقی می‌مانند.

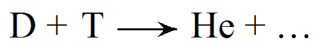
« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{40}{8} = 5$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^5 \Rightarrow N = \frac{N_0}{32}$$

$$\text{درصد باقی مانده} = \frac{N}{N_0} \times 100 = \frac{1}{32} \times 100 \approx 3\%$$



n (۴)

$\gamma$  (۳)

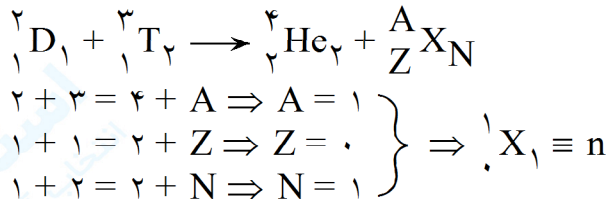
$\beta^+$  (۲)

$\alpha$  (۱)

۷۷- کدام گزینه واکنش هسته‌ای مقابل را کامل می‌کند؟

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. واکنش ذکر شده در صورت سؤال، یک واکنش گداخت با همجوشی هسته‌ای نام دارد که در آن دو هسته سبک با یکدیگر ترکیب شده و هسته سنگین‌تری را به وجود می‌آورند. در این واکنش دوتریم (D) و تریتم (T) دو ایزوتوپ هیدروژن هستند. داریم:



بنابراین این واکنش با یک نوترون کامل می‌شود.

۷۸- از بین عبارتهای زیر کدام یک از آنها صحیح می‌باشند؟

(الف) نوترون‌های آزاد شده در شکافت هسته اورانیم دارای انرژی جنبشی هستند.

(ب) در بین پرتوهای آلفا، بتا و گاما، بیشترین سرعت مربوط به پرتوی گاما می‌باشد.

(پ) پرتوی گاما در میدان مغناطیسی منحرف می‌شود.

(ت) پرتوی  $\beta^-$  حامل بار الکتریکی مثبت می‌باشد.

(۴) ب و ت

(۳) الف و ب

(۲) ب و پ و ت

(۱) الف و ب و ت

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

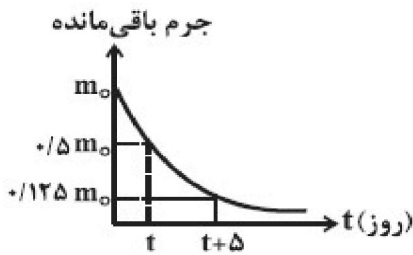
(الف) نوترون‌های آزاد شده در شکافت هسته اورانیم دارای انرژی جنبشی هستند.

(ب) پرتوی گاما جزو امواج الکترومغناطیسی است و سرعتی معادل سرعت نور دارد.

(پ) پرتوی گاما در میدان مغناطیسی منحرف نمی‌شود زیرا بدون بار الکتریکی است.

(ت) پرتوی  $\beta^-$  الکترون بوده و دارای بار الکتریکی منفی است.





۷۹- نمودار جرم باقی مانده برحسب زمان برای یک عنصر پرتوزا مطابق شکل مقابل است.  $t$  برحسب روز کدام است؟

- (۱)  $1/25$
- (۲)  $2/5$
- (۳)  $3/75$
- (۴)  $5$

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه ماده پرتوزای باقی مانده، می توان نوشت:

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^{n_2}}{\left(\frac{1}{2}\right)^{n_1}} \quad \frac{m_1 = 0.5 m_0}{m_2 = 0.125 m_0} \rightarrow \frac{0.5 m_0}{0.125 m_0} = 2^{n_2 - n_1}$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 4 = 2^{n_2 - n_1} \rightarrow \frac{t_2}{T_{\frac{1}{2}}} - \frac{t_1}{T_{\frac{1}{2}}} = 2 \Rightarrow \frac{t+5}{T_{\frac{1}{2}}} - \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = 2 \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 2/5 \text{ روز}$$

حال مقدار نیمه عمر را در یک رابطه جایگذاری می کنیم:

$$m_1 = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1} \Rightarrow 0.5 m_0 = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1} \Rightarrow n_1 = 1 \Rightarrow \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = 1$$

$$T_{\frac{1}{2}} = 2/5 \text{ روز} \rightarrow t = 2/5 \text{ روز}$$

۸۰- نیمه عمر یک ماده پرتوزا برابر با ۱۴ روز است. اگر پس از گذشت ۸۴ روز فقط ۳g از آن ماده باقی مانده باشد، چند گرم واپاشیده شده است؟

- (۱) ۹۳
- (۲) ۱۸۹
- (۳) ۹۶
- (۴) ۱۹۲

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه نیمه عمر ماده پرتوزا، می توان نوشت:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{84}{14} \Rightarrow n = 6$$

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow 3 = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^6 \Rightarrow m_0 = 192 \text{ g}$$

$$m' = m_0 - m \Rightarrow m' = 192 - 3 \Rightarrow m' = 189 \text{ g}$$

۸۱- انرژی فوتونی با بسامد  $10^{15} \text{ Hz}$  معادل انرژی حاصل از چند گرم ماده است؟

$$c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ و } h = 6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$(1) \quad \frac{1}{2} \times 10^{-35} \quad (2) \quad 2 \times 10^{-34} \quad (3) \quad \frac{1}{2} \times 10^{-32} \quad (4) \quad 2 \times 10^{-29}$$

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

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

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

۸۲- در واکنش  ${}_Z^A X^* \rightarrow {}_Z^A X + \gamma$ ، جرم  ${}_Z^A X^*$  به اندازه  $8 \times 10^{-29}$  گرم از جرم  ${}_Z^A X$  بیشتر است. در این

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

$$(1) \quad 45 \quad (2) \quad 45000 \quad (3) \quad 90 \quad (4) \quad 90000$$

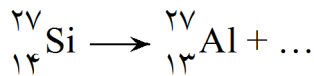
« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

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

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

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



(۴) پوزیترون

(۳) نوترون

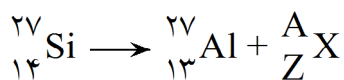
(۲) آلفا

(۱) پروتون

۸۳- در معادله واپاشی مقابل، کدام ذره گسیل می‌شود؟

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای پاسخ دادن به این سؤال، باید مجموع عددهای جرمی و مجموع عددهای اتمی دو طرف معادله واکنش را به طور جداگانه مساوی هم قرار دهیم. داریم:



$$\Rightarrow \begin{cases} 27 = 27 + A \Rightarrow A = 0 \\ 14 = 13 + Z \Rightarrow Z = 1 \end{cases}$$

با معلوم بودن A و Z، معلوم است  ${}_1^0 X = \beta^+$  می‌باشد.

۸۴- اگر  $Z$  عدد اتمی،  $N$  عدد نوترونی و  $A$  عدد جرمی باشد، برای ایزوتوپ‌های پایدار که  $A$  بیش از ۴۴ است، با افزایش  $A$ ، نسبت  $\frac{Z}{N}$  چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) ثابت می‌ماند. (۲) کاهش می‌یابد. (۳) برابر  $A - N$  است. (۴) افزایش می‌یابد.

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با افزایش  $A$ ، طبق نمودار رسم شده در صفحه ۱۴۰ کتاب درسی، نسبت  $\frac{N}{Z}$  افزایش می‌یابد در نتیجه  $\frac{Z}{N}$  کاهش می‌یابد.

۸۵- وجود نوترون در هسته چه اثری دارد؟

(۱) در صورتی که تعداد آن‌ها کمتر از تعداد پروتون‌ها باشد، هیچ اثری ندارد.  
 (۲) با قرار گرفتن بین پروتون‌ها باعث ناپایداری هسته می‌شود.  
 (۳) با افزایش نیروی هسته‌ای قوی، بدون افزایش نیروی الکتریکی، باعث پایداری هسته می‌شود.  
 (۴) به دلیل خنثی بودن اثری ندارد.

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وجود نوترون باعث می‌شود که نیروی قوی هسته‌ای افزایش یابد. چون نوترون بدون بار الکتریکی است. نیروی رانشی الکتریکی را افزایش نمی‌دهد. در نتیجه باعث پایداری هسته می‌شود.

۸۶- کدام گزینه صحیح نیست؟

(۱) دو ایزوتوپ یک عنصر، از لحاظ تعداد پروتون، یکسان هستند.  
 (۲) در اثر تغییرات میزان انرژی در هسته اتم، اشعه گاما بوجود می‌آید.  
 (۳) عامل حرکت الکترون به دور هسته، همان نیروی هسته‌ای است.  
 (۴) انرژی بستگی هسته، انرژی‌ای است که هسته اتم هنگام تشکیل از دست می‌دهد.

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی هسته‌ای نیرویی است کوتاه برد و بین اجزاء بسیار نزدیک هسته برقرار می‌شود و نیرویی که بوسیله آن الکترون دور هسته می‌چرخد، نیروی کولنی بین الکترون و هسته است.

۸۷- در هسته‌ی یک عنصر، جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده‌ی هسته،  $0.02u$  بیشتر از جرم خود هسته است و هر واحد جرم اتمی معادل  $1.66 \times 10^{-27}$  کیلوگرم است. انرژی بستگی هسته‌ی این عنصر چند ژول است؟

$$\left( c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s} \right)$$

- (۱)  $2/988 \times 10^{-13}$  (۲)  $1/494 \times 10^{-10}$  (۳)  $7/47 \times 10^{-8}$  (۴)  $1/8 \times 10^{-14}$

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$E = mc^2 = 0.02 \times 1.66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 2 \times 1.66 \times 10^{-30} \times 9 \times 10^{16} = 2/988 \times 10^{-13}$$

۸۸- اگر جرم اتم  $X$  را  $M_x$  و جرم نوترون و پروتون آزاد را  $M_n$  و  $M_p$  بنامیم،  $ZM_p + NM_n$  در مقایسه با  $M_x$ ، ..... است و هر چه این کاستی جرم بیشتر باشد، نشان‌دهنده‌ی بزرگی ..... هسته است. ( $Z$  و  $N$  به ترتیب تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هسته است.)

- (۱) بزرگ‌تر - انرژی بستگی  
(۲) کوچک‌تر - انرژی بستگی  
(۳) بزرگ‌تر - شدت پرتوزایی  
(۴) کوچک‌تر - شدت پرتوزایی

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۸۹- انرژی بستگی هسته، انرژی است که ..... .

- (۱) یک الکترون می‌گیرد تا از یک تراز به تراز دیگر برود.  
(۲) یک الکترون می‌گیرد تا یک فوتون تابش کند.  
(۳) برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته‌ی پایدار به پروتون‌ها و نوترون‌های سازنده‌اش نیاز است.  
(۴) لازم است به الکترون داده شود تا کاملاً از اتم جدا شود.

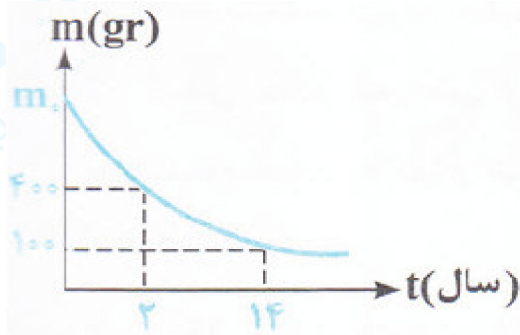
« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. انرژی بستگی هسته، انرژی است که برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته‌ی پایدار به پروتون‌ها و نوترون‌های سازنده‌اش نیاز است.

- ۹۰- در اندر کنش نوکلئون‌ها، نیروی هسته‌ای در مقایسه با نیروی کولنی چگونه است؟
- (۱) ضعیف، بلندبُرد و در فاصله‌ای بزرگ‌تر از ابعاد اتم اثر می‌کند.
  - (۲) قوی، بلندبُرد و در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد اتم اثر می‌کند.
  - (۳) ضعیف، کوتاه‌بُرد و در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.
  - (۴) قوی، کوتاه‌بُرد و در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نیروی هسته‌ای قوی و کوتاه‌برد است و در فواصل کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.



۹۱- نمودار جرم فعال باقی‌مانده برحسب زمان برای یک ماده‌ی پرتوزا مطابق شکل است. نیمه‌عمر (برحسب سال) و جرم اولیه (برحسب گرم) برای این ماده به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) ۶ و ۱۲۰۰
- (۲) ۶ و  $400\sqrt[3]{2}$
- (۳) ۱۲ و ۱۲۰۰
- (۴) ۱۲ و  $400\sqrt[3]{2}$

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نیمه‌عمر زمانی است که طول می‌کشد تا جرم ماده‌ی پرتوزا نصف شود. پس از گذر از ۲ سال به ۱۴ سال (یعنی ۱۲ سال) جرم ماده از ۴۰۰ گرم به ۱۰۰ گرم کاهش یافته است. یعنی دو نیمه‌ی عمر گذشته است. بنابراین نیمه‌عمر برابر ۶ سال است.

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow N_0 = N(2)^n = N(2)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{2} \cdot 400 \text{ gr}$$

۹۲- نیمه عمر ماده‌ی رادیواکتیو A، برابر ۱۰ روز و نیمه عمر ماده‌ی رادیواکتیو B، برابر ۲۰ روز است. اگر جرم اولیه‌ی ماده‌ی A دو برابر جرم اولیه‌ی ماده‌ی B باشد، پس از گذشت چند روز، جرم باقی مانده از دو ماده با هم برابر می‌شود؟

- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۲۰ (۴) ۲۰۰

« پاسخ »

$$A \text{ برای } n = \frac{t}{10}$$

$$B \text{ برای } n = \frac{t}{20}$$

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

$$N_A = N_B : 2N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{10}} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{20}} \Rightarrow \frac{t}{10} - 1 = \frac{t}{20} \Rightarrow t = 20 \text{ روز}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۹۳- نیمه عمر پلوتونیم برابر ۲۴۰۰۰ سال است. در کدام یک از زمان‌های زیر، کم‌تر از ۵ درصد از هسته‌های اولیه‌ی آن باقی مانده است؟

- (۱) ۱۲۰۰۰۰ سال بعد (۲) ۸۰۰۰۰ سال بعد (۳) ۹۶۰۰۰ سال بعد (۴) ۴۸۰۰۰ سال بعد

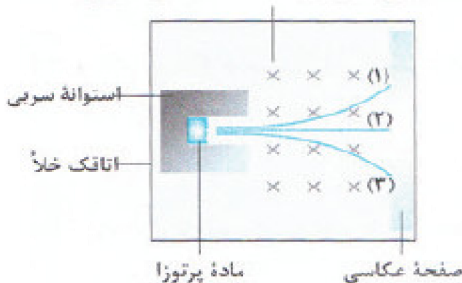
« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \quad n = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{120000}{24000} = 5 \Rightarrow N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{N_0}{32} = 0.03125 N_0$$

یعنی کم‌تر از ۵ درصد از هسته‌های اولیه

میدان مغناطیسی عمود بر صفحه کاغذ به طرف درون



۹۴- مطابق شکل یک ماده‌ی پرتوزا در میدان مغناطیسی یک‌نواخت، سه پرتوی متفاوت تابش کرده است. به ترتیب از راست به چپ از پرتوهای ۱، ۲ و ۳ از چه نوعی می‌توانند باشند؟

- (۱) بتا، گاما، آلفا  
(۲) آلفا، بتا، گاما  
(۳) آلفا، گاما، بتا  
(۴) بتا، آلفا، گاما

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ذره آلفا دارای بار مثبت است و در میدان مغناطیسی عمود بر صفحه کاغذ درون سو به سمت بالا منحرف می‌شود، ذره گاما خنثی و ذره بتا دارای بار منفی است.

۹۵- در کدام یک از انواع واپاشی، هسته دو پروتون و دو نوترون از دست می‌دهد؟  
 (۱) آلفا (۲) بتا (الکترون) (۳) گاما (۴) پوزیترون

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در واپاشی نوع  $\alpha$  که در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد، هسته با گسیل ذره  $\alpha$  که از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند ( ${}^4_2\text{He}$ ) صورت می‌گیرد.

۹۶- در اثر واپاشی هر گرم از یک ماده‌ی رادیواکتیو،  $1 \text{ MJ}$  انرژی آزاد می‌شود.  $12$  گرم از این ماده در اختیار داریم. پس از گذشت  $2$  نیمه‌عمر چند مگاژول انرژی آزاد شده است؟

(۱)  $12$  (۲)  $9$  (۳)  $6$  (۴)  $3$

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{4} \Rightarrow N = \frac{1}{4} \times 12 = 3 \text{ گرم مانده} \Rightarrow 12 - 3 = 9 \text{ g واپاشی شده}$$

$$E = 9 \times 1 \text{ MJ} = 9 \text{ MJ}$$

۹۷- نیمه‌عمر یک عنصر پرتوزا  $14$  روز است. اگر پس از  $70$  روز یک گرم از این عنصر به صورت فعال باقی بماند، مقدار اولیه‌ی آن چند گرم بوده است؟

(۱)  $64$  (۲)  $25$  (۳)  $32$  (۴)  $50$

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{70}{14} = 5 \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{32} \Rightarrow N = \frac{N_0}{32} = 1 \text{ g} \Rightarrow N_0 = 32 \text{ g}$$



۹۸- نیمه عمر یک مادهی پرتوزا  $t$  ثانیه است. پس از  $3t$  ثانیه، نسبت جرم اتم‌های واپاشیده شده به جرم باقی‌مانده از همان ماده کدام است؟

- (۱)  $\frac{7}{8}$       (۲)  $\frac{1}{8}$       (۳)  $\frac{1}{4}$       (۴)  $\frac{7}{8}$

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.  $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} \Rightarrow$  جرم واپاشی شده  $= 1 - \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$

$$\frac{\text{جرم واپاشی شده}}{\text{جرم مانده}} = \frac{\frac{7}{8}}{\frac{1}{8}} = 7$$

۹۹- نیمه عمر یکی از ایزوتوپ‌های پرتوزا در حادثه‌ی اتمی چرنوبیل برابر ۵ روز است. بعد از چند روز تعداد هسته‌های واپاشیده شده در محیط زیست،  $\frac{7}{8}$  برابر تعداد هسته‌های اولیه خواهد شد؟

- (۱) ۸      (۲) ۱۰      (۳) ۱۵      (۴)  $\frac{5}{4}$

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

روز  $t = nT_{\frac{1}{2}} = 3 \times 5 = 15$   $\Rightarrow n = 3 \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{8} \Rightarrow 1 - \frac{7}{8} = \frac{1}{8} = \frac{N}{N_0}$  = تعداد هسته‌های مانده

۱۰۰- نیمه عمر فسفر رادیواکتیو  $^{32}_{15}\text{P}$  چهارده روز است. اگر جرم معینی از این عنصر را در محفظه‌ای داشته باشیم:

- (۱) پس از ۲۸ روز، تمام آن به عنصر دیگر تبدیل می‌شود. (۲) پس از ۲۸ روز،  $\frac{3}{4}$  آن به عنصر دیگر تبدیل می‌شود.  
 (۳) پس از ۲۱ روز،  $\frac{3}{4}$  آن به عنصر دیگر تبدیل می‌شود. (۴) پس از ۲۱ روز،  $\frac{1}{3}$  جرم اولیه در محفظه باقی می‌ماند.

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{28}{14} = 2 \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{4} \Rightarrow N = \frac{N_0}{4} \xrightarrow{\text{واپاشیده}} N = N_0 - \frac{N_0}{4} = \frac{3}{4}N_0$$