



۱- عنصری دارای ۱۷ ایزوتوپ است. اگر سنگین‌ترین آن‌ها $\frac{A}{Z}X$ باشد، در این صورت سبک‌ترین آن‌ها کدام گزینه نمی‌تواند باشد؟

(۴) $\frac{A-18}{Z}X$

(۳) $\frac{A-17}{Z}X$

(۷) $\frac{A-15}{Z}X$

(۱) $\frac{A-16}{Z}X$

۲- از بین نیروهای گرانشی، کولنی و هسته‌ای در هسته‌ی اتم، قوی‌ترین نیرو و کوتاه‌بردترین نیرو است.

(۴) کولنی، هسته‌ای

(۳) کولنی، گرانشی

(۷) هسته‌ای، هسته‌ای

(۱) هسته‌ای، کولنی

۳- نیروهای هسته‌ای و هستند و با افزایش تعداد پروتون‌ها در هسته نقش نیروی بارزتر می‌شود.

(۴) ضعیف - کوتاه‌برد - هسته‌ای

(۳) ضعیف - کوتاه‌برد - کولنی

(۷) قوی - دوربرد - هسته‌ای

(۱) قوی - کوتاه‌برد - کولنی

۴- کدام گزینه صحیح است؟

(۱) در یک هسته پایدار نیروی دافعه الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی گرانشی بین نوکلئون‌ها برابر است.

(۷) نیروی ربایش هسته‌ای بین دو پروتون بزرگتر از نیروی ربایش هسته‌ای بین دو نوترون است.

(۳) نیروی هسته‌ای همانند نیروی الکتریکی بلندبرد است.

(۴) انرژی هسته با اختلاف جرم هسته و مجموع جرم نوکلئون‌های هسته رابطه مستقیم دارد.

۵- وجود نوترون در هسته چه اثری دارد؟

(۱) در صورتی که تعداد آن‌ها کمتر از تعداد پروتون‌ها باشد، هیچ اثری ندارد.

(۷) 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.

۶- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد ترازهای انرژی هسته درست است؟

(۱) انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته کوانتیده نیست و این نوکلئون‌ها می‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند.

(۷) اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌ها در هسته‌های سبک بیشتر از هسته‌های سنگین است.

(۳) هسته‌های برانگیخته برای بازگشت به حالت پایه یا تراز انرژی پایین‌تر، امکان گسیل فوتون ندارند.

(۴) برخلاف هسته‌های سنگین، هسته‌های سبک در واکنش‌های شیمیایی معمولی که انرژی آن‌ها در محدوده‌ی چند الکترون ولت است، برانگیخته می‌شوند.

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

(۴) افزایش می‌یابد.

(۳) برابر $A - N$ است.

(۷) کاهش می‌یابد.

(۱) ثابت می‌ماند.

۸- کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

(۱) در هسته‌ی اتم عناصر طبیعی، اگر از سبک‌ترین اتم‌ها به سمت سنگین‌ترین آن‌ها برویم، نسبت $\frac{N}{Z}$ افزایش می‌یابد.

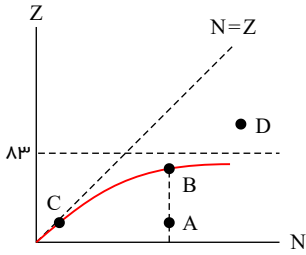
(۷) به دلیل زیاد بودن انرژی لازم برای تغییر تراز نوکلئون‌ها، هسته‌ی اتم‌ها معمولاً در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.

(۳) هرچه تعداد پروتون‌ها در یک هسته افزایش یابد، هسته پایدارتر می‌شود.

(۴) در عناصر سنگین و پایدارتر، تعداد نوترون‌ها بیش‌تر از تعداد پروتون‌هاست.



۹- نمودار تغییرات Z بر حسب N برای هسته های پایدار و پرتوزا مطابق شکل است. با توجه به نمودار کدام گزینه نادرست است؟



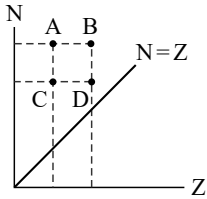
① هسته B ، هسته پایدار سنگین است.

② برای هسته C ، عدد جرمی دو برابر عدد اتمی است.

③ هسته های A و B ایزوتوپ هستند.

④ هسته D می تواند ناپایدار باشد.

۱۰- با توجه به نمودار زیر که مربوط به تغییرات N بر حسب Z برای هسته های پایدار در طبیعت است کدام گزینه صحیح است؟



① A و B عدد جرمی یکسان دارند.

② C و D ایزوتوپ هستند.

③ A و C دارای مشخصات شیمیایی یکسان هستند.

④ B و C عدد جرمی یکسان دارند.

۱۱- انرژی بستگی هسته ی دوتریم (2_1H) برابر با $2,22MeV$ است. اختلاف مجموع جرم نوکلئون های آن با جرم هسته تقریباً چند گرم است؟

$$(e = 1,6 \times 10^{-19} C, c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$$

④ 5×10^{-30}

③ 5×10^{-27}

⑤ 4×10^{-30}

① 4×10^{-27}

۱۲- در یک واکنش هسته ای به اندازه ی $2,25 \times 10^8 MeV$ انرژی آزاد می شود. چند گرم از جرم هسته ی اتم کاهش پیدا نموده است؟

$$(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}, e = 1,6 \times 10^{-19} C)$$

④ $1,25 \times 10^{-9}$

③ 4×10^{-25}

⑤ 4×10^{-19}

① 4×10^{-22}

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

④ 2×10^{-29}

③ $1,2 \times 10^{-32}$

⑤ 2×10^{-34}

① $1,2 \times 10^{-25}$

۱۴- اگر جرم مولی اتم هیدروژن برابر با $1g/mol$ فرض شود، انرژی معادل با جرم یک اتم هیدروژن معادل با چند ژول است؟

$$(c = 3 \times 10^8 m/s, N_A = 6 \times 10^{23})$$

④ 3×10^{-8}

③ 3×10^{-10}

⑤ $1,5 \times 10^{-8}$

① $1,5 \times 10^{-10}$

۱۵- چه تعداد از جمله های زیر صحیح است؟

(الف) واپاشی α در هسته های سبک صورت می گیرد.

(ب) متداول ترین نوع واپاشی در هسته ها، واپاشی β است.

(پ) در واپاشی β^+ یک نوترون درون هسته به پروتون و الکترون تبدیل می شود.

(ت) با گسیل پرتو گاما، هسته به حالت پایه می رسد.

④ ۴

③ ۳

⑤ ۲

① ۱

۱۶- کدام یک از عبارات های زیر نادرست است؟

① در فرایند گسیل پوزیترون، یک پروتون به نوترون و پوزیترون تبدیل می شود.

② هسته های برانگیخته با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می رسند.

④ با تابش β^- ، عدد اتمی هسته یک واحد افزایش می یابد.

③ متداول ترین نوع واپاشی در هسته ها، واپاشی آلفا است.



۱۷ - چه تعداد از جملات زیر صحیح هستند؟

- در واپاشی الکترون‌زا، یک نوترون در هسته تبدیل به یک پروتون و یک الکترون می‌شود.
- در واپاشی پوزیترون‌زا یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.
- در واپاشی الکترون‌زا و پوزیترون‌زا، عدد جرمی تغییر نمی‌کند.
- در واپاشی الکترون‌زا عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد.

۴ (۴)

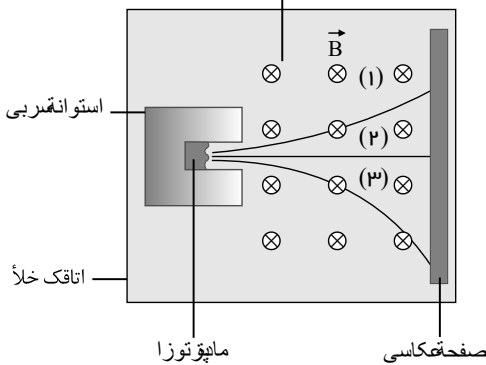
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۸ - شکل زیر، ظرف آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که در آن، قطعه‌ای از یک نمونه پرتوزا را در حفره یک استوانه سربی و در مقابل یک صفحه عکاسی قرار داده‌ایم. با توجه به مسیر حرکت پرتوها در میدان مغناطیسی درون سو، پرتوهای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب از راست به چپ کدام می‌تواند باشد؟

میدان مغناطیسی عمود بر صفحه کاغذ به طرف درون



۱ (۱) گاما، پوزیترون، الکترون

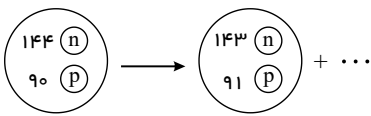
۲ (۲) آلفا، پوزیترون، گاما

۳ (۳) پوزیترون، گاما، آلفا

۴ (۴) آلفا، گاما، الکترون

هسته مادر

هسته دختر



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

β^- (۲)

β^+ (۱)

$2\beta^-$ (۴)

$2\beta^+$ (۳)

۲۰ - در یک واپاشی هسته‌ای، یک عنصر پرتوزا یک پوزیترون و یک نوترون تابش می‌کند، به ترتیب از راست به چپ، عدد اتمی و جرمی این عنصر چگونه تغییر می‌کند؟

۱ (۱) یک واحد کاهش - یک واحد افزایش (۲) یک واحد کاهش - یک واحد کاهش (۳) یک واحد کاهش - یک واحد کاهش (۴) یک واحد افزایش - یک واحد افزایش

۲۱ - یک عنصر رادیواکتیو ۳ پرتو α ، ۴ پرتو β^- و ۵ پرتو γ تابش می‌کند. عدد اتمی این عنصر چگونه تغییر می‌کند؟

۱۲ واحد افزایش (۴)

۲ واحد افزایش (۳)

۱۲ واحد کاهش (۲)

۲ واحد کاهش (۱)

۲۲ - در واکنش هسته‌ای زنجیره‌ای ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + \dots \rightarrow {}^{A-4}_{Z-1} K + \dots \rightarrow {}^{A-4}_{Z-1} K + \dots$ تابش‌های پرتوزا به کدام ترتیب از راست به چپ می‌توانند گسیل شوند؟

α, γ, β^- (۴)

β^-, γ, α (۳)

γ, α, β^- (۲)

γ, β^-, α (۱)

۲۳ - در واکنش پرتوزایی ${}^{232}_{90} X \rightarrow {}^{216}_{80} Y + \dots$ چند ذره α و چند ذره β و از چه نوعی تابش شده است؟

۴ ذره α و ۲ ذره β^+ (۴)

۴ ذره α و ۲ ذره β^- (۳)

۶ ذره α و ۲ ذره β^+ (۲)

۶ ذره α و ۲ ذره β^- (۱)

۲۴ - عنصر پروتکتینیم (${}^{231}_{91} Pa$) با گسیل ذره‌ی آلفا و الکترون، به عنصر تالیوم (${}^{207}_{81} Tl$) واپاشیده می‌شود. در تبدیل هر اتم، تعداد ذرات آلفای گسیل شده چند برابر تعداد الکترون‌های گسیل شده است؟

$\frac{1}{3}$ (۴)

۳ (۳)

$\frac{3}{5}$ (۲)

$\frac{5}{3}$ (۱)



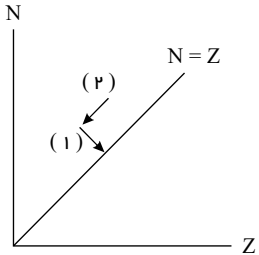
۲۵- در یک واکنش هسته‌ای ۱۲ واحد از عدد جرمی عنصری کم و یک واحد به عدد اتمی آن افزوده می‌شود. اگر در این واکنش هسته‌ای، فقط ذره‌های α و β^- گسیل شوند، به ترتیب از راست به چپ چند ذره α و چند ذره β^- گسیل شده است؟

- ① ۵ و ۳ ② ۷ و ۳ ③ ۷ و ۵ ④ ۷ و ۱

۲۶- در واکنش $\frac{A}{Z}X^* \rightarrow \frac{A}{Z}X + \gamma$ جرم $\frac{A}{Z}X^*$ به اندازه 8×10^{-29} گرم از جرم $\frac{A}{Z}X$ بیش تر است. در این صورت انرژی اشعه گامای خارج شده چند کیلو الکترون ولت است؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

- ① ۴۵ ② ۴۵۰۰۰ ③ ۹۰ ④ ۹۰۰۰۰

۲۷- در نمودار تغییرات تعداد نوترون بر حسب عدد اتمی برای عناصر پایدار و پرتوزا که در شکل مقابل رسم شده است، واپاشی‌های (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ می‌تواند مربوط به کدام نوع واپاشی باشد؟



- ① α, β^-
 ② α, β^+
 ③ γ, α
 ④ β^-, γ

۲۸- نیمه عمر ایزوتوپ ید ۱۳۱ برابر با ۸ روز است. پس از گذشت ۴۰ روز

- ① از هسته‌های مادر اولیه در محیط زیست باقی می‌مانند.
 ② از هسته‌های مادر اولیه واپاشیده می‌شوند.
 ③ از هسته‌های مادر در محیط زیست باقی می‌مانند.
 ④ تقریباً ۳ درصد از هسته‌های مادر اولیه در محیط زیست باقی می‌مانند.

۲۹- نیمه عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو ۱۴ روز است. اگر پس از گذشت ۸۴ روز فقط ۳g از آن ماده باقی مانده باشد، چند گرم ماده واپاشیده شده است؟

- ① ۹۳ ② ۱۸۹ ③ ۹۶ ④ ۱۹۲

۳۰- 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؟

- ① ۸ ② ۳۲ ③ ۴۰ ④ ۶۴

۳۱- پس از گذشت ۴۸ روز، نسبت جرم متلاشی شده به جرم باقی‌مانده از یک ماده پرتوزا، ۷ است. نیمه عمر این ماده پرتوزا چند روز است؟

- ① ۱۶ ② ۸ ③ ۳ ④ ۱۲

۳۲- نیمه عمر یک ماده پرتوزا برابر با ۱۸ ساعت است. اگر پس از گذشت ۳ روز، ۱۵g از مقدار اولیه این ماده واپاشیده شده باشد، پس از چند روز نیمی از آن واپاشیده شده است؟

- ① ۱ ② $\frac{5}{4}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{3}{4}$

۳۳- تعداد هسته‌های اولیه یک نمونه از یک ماده پرتوزا، ۱۶۰۰۰ و نیمه عمر آن، برابر با ۱۰ روز است. تعداد هسته‌های واپاشیده شده آن در فاصله زمانی ۲۰ روز تا ۴۰ روز کدام است؟

- ① ۱۰۰۰ ② ۲۰۰۰ ③ ۳۰۰۰ ④ ۶۰۰۰

۳۴- 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؟

- ① ۳۲۰۰ ② ۸۰۰ ③ ۶۴۰۰ ④ ۱۶۰۰

۳۵- در اثر واپاشی هر گرم از یک ماده‌ی رادیواکتیو ۲MJ انرژی آزاد می‌شود. ۱۲ گرم از این ماده در اختیار داریم، پس از گذشت ۲ نیمه عمر چند بگازول انرژی آزاد شده است؟

- ① ۳ ② ۶ ③ ۹ ④ ۱۸



۳۶- هسته رادیواکتیو x با نیمه عمر ۲۰ روز به هسته پایدار y تبدیل می‌شود. اگر در یک نمونه نسبت x به y مساوی یک باشد، بعد از گذشت چند روز این نسبت برابر با $\frac{1}{3}$ می‌شود؟

- ۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

۳۷- اتم رادیواکتیو X با نیمه عمر 1.4×10^9 سال به اتم پایدار Y واپاشیده می‌شود. قطعه سنگ کشف شده‌ای دارای اتم‌های X و Y به نسبت ۱ به ۷ است. اگر در لحظه‌ی ایجاد این قطعه سنگ، فقط اتم‌های X در آن وجود داشته باشد، عمر قطعه سنگ چند میلیارد سال است؟

- ۱) ۲٫۸ ۲) ۱٫۴ ۳) ۴٫۲ ۴) ۸٫۴

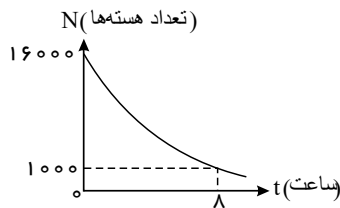
۳۸- ۱۰ گرم از ماده رادیواکتیو A با نیمه عمر ۱۵ روز و ۸۰ گرم از ماده رادیواکتیو B با نیمه عمر ۶ روز داریم. پس از گذشت چند روز، جرم یکسانی از دو ماده به صورت فعال باقی می‌ماند؟

- ۱) ۱۵ ۲) ۲۴ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

۳۹- 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 ذره‌های واپاشی شده ماده A ، سه برابر تعداد ذرات باقیمانده B باشد، در این مدت چند درصد از ماده B واپاشی شده است؟

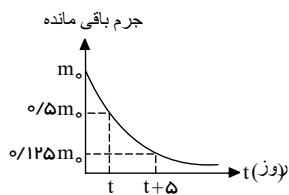
- ۱) ۶٫۲۵ ۲) ۲۵ ۳) ۹۳٫۷۵ ۴) ۷۵

۴۰- نمودار تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده در یک نمونه رادیواکتیو بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از مدت زمان ۶ ساعت از شروع واپاشی، چند درصد از هسته‌های اولیه واپاشیده می‌شوند؟



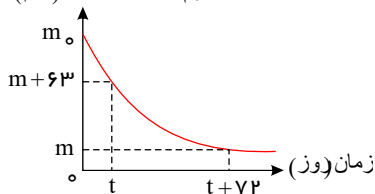
- ۱) ۱۲٫۵ درصد ۲) ۸۷٫۵ درصد
۳) ۶٫۲۵ درصد ۴) ۹۳٫۷۵ درصد

۴۱- نمودار جرم باقی مانده بر حسب زمان برای یک عنصر پرتوزا مطابق شکل مقابل است. t بر حسب روز کدام است؟



- ۱) ۱٫۲۵ ۲) ۲٫۵
۳) ۳٫۷۵ ۴) ۵

۴۲- در شکل مقابل، نمودار جرم هسته‌های فعال مقداری ماده رادیواکتیو بر حسب زمان داده شده است. اگر نیمه عمر این عنصر رادیواکتیو ۲۴ روز باشد، جرم هسته‌های فعال در زمان $(t + 120)$ روز چند گرم است؟

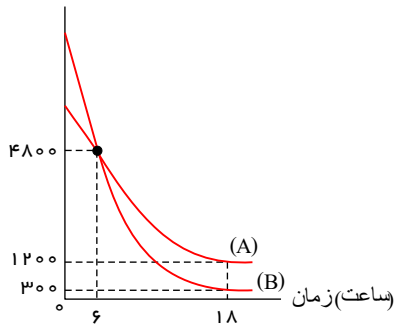


- ۱) ۲٫۲۵ ۲) ۴٫۵
۳) ۹ ۴) ۱۸



۴۳- نمودار تعداد هسته‌های فعال باقی مانده برای دو ماده پرتوزای A و B برحسب زمان به صورت شکل زیر است. نیمه عمر ماده A چند برابر نیمه عمر

تعداد هسته‌های باقی مانده

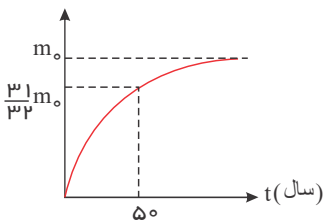


ماده B است؟

- ① ۲
- ② $\frac{4}{3}$
- ③ $\frac{3}{4}$
- ④ $\frac{1}{2}$

۴۴- نمودار جرم واپاشی شده یک عنصر پرتوزا برحسب زمان به صورت زیر است. پس از گذشت چند سال $\frac{1}{16}$ جرم اولیه از این عنصر فعال می ماند؟

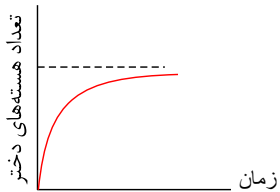
جرم واپاشی شده



- ① ۲۰
- ② ۳۰
- ③ ۴۰
- ④ ۵۰

۴۵- 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 باقی مانده کدام است؟



- ① $\frac{31}{32}$
- ② $\frac{31}{33}$
- ③ $\frac{1}{31}$
- ④ $\frac{1}{32}$

- ① $\frac{1}{32}$
- ② $\frac{1}{31}$



پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۲ چون عنصر دارای ۱۷ ایزوتوپ است پس سبکترین ایزوتوپ‌های آن می‌تواند: ${}^A-16_Z X$ و حتی کمتر از این هم باشد پس می‌تواند ${}^A-17_Z X$ نیز باشد.

۲ - گزینه ۲ بین این سه نیرو، نیروی هسته‌ای قوی‌ترین و کوتاه‌بردترین نیرو است.

۳ - گزینه ۱ نیروهای هسته‌ای قوی و کوتاه بردند و با افزایش تعداد پروتون‌ها نقش نیروی کولنی بارزتر می‌شود.

۴ - گزینه ۴ می‌دانیم انرژی بستگی هسته برابر است با $E = \Delta m C^2$ همان اختلاف جرم هسته اتم و مجموع جرم نوکلئون‌های هسته است. در مورد سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: بطور کلی غلط است.

گزینه ۲: بزرگ‌تر غلط است. نیروی هسته‌ای بین دو پروتون با نیروی هسته‌ای بین دو نوترون مساوی است.

گزینه ۳: نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد است.

۵ - گزینه ۳

۶ - گزینه ۲ اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌ها در هسته‌های سبک حدود میلیون الکترون ولت (MeV) و در هسته‌های سنگین حدود کیلو الکترون ولت (keV) است. تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینه ۱: انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته مانند انرژی الکترون‌های وابسته به اتم کوانتیده است و این نوکلئون‌ها نمی‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند.

گزینه ۳: هسته‌های برانگیخته نیز درست مانند اتم‌های برانگیخته می‌توانند با گسیل فوتون به حالت پایه برگردند. انرژی فوتون گسیل شده نیز برابر با اختلاف انرژی بین حالت برانگیخته و حالت پایه یا بین دو حالت برانگیخته است.

گزینه ۴: انرژی واکنش شیمیایی در حدود چند الکترون ولت و انرژی لازم برای برانگیختگی هسته‌ها معمولاً در محدوده کیلو الکترون ولت تا میلیون الکترون ولت است؛ از این رو، هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.

۷ - گزینه ۲ طبق نمودار کتاب با افزایش عدد اتمی نسبت نوترون (N) به پروتون (P) افزایش می‌یابد. توجه کنیم که سؤال نسبت $\frac{Z}{N}$ را خواسته که کاهش می‌یابد.

۸ - گزینه ۳ با توجه به متن کتاب درسی گزینه‌ی ۳ نادرست است، چون هرچه تعداد پروتون‌ها در یک هسته افزایش یابد، نیروی دافعه‌ی الکتریکی بین آن‌ها که باید خنثی شود بیش‌تر شده و در نتیجه هسته ناپایدارتر می‌شود.

۹ - گزینه ۳ گزینه ۳ غلط است زیرا ایزوتوپ باید Z یکسان و N متفاوت داشته باشد.

۱۰ - گزینه ۳ به بررسی گزینه‌ها بپردازیم:

گزینه ۱: A و B دارای نوترون (N) یکسان هستند اما عدد اتمی (Z) آنها یکسان نیست ($Z_A < Z_B$). پس عدد جرمی آنها ($A = Z + N$) نیز یکسان نیست. ($A_B > A_A$)

گزینه ۲: ایزوتوپ یعنی عدد اتمی (Z) یکسان و عدد نوترونی (N) متفاوت که C و D دقیقاً برعکس هستند.

گزینه ۳: A و C هر دو عدد اتمی (N) یکسان دارند پس ایزوتوپ هستند و از لحاظ شیمیایی یکسان و تفاوت آنها در خواص فیزیکی وابسته به جرم است.

گزینه ۴: عدد اتمی (Z) و نوترون (N) عنصر B از عنصر C بیشتر است. بنابراین عدد جرمی ($A = Z + N$) آن نیز از عنصر C بیشتر است.

۱۱ - گزینه ۱

$$E = 2,22 \text{ MeV} = 2,22 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J} = 3,552 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$E = m \cdot c^2 \Rightarrow 3,552 \times 10^{-13} = m(3 \times 10^8)^2$$

$$\Rightarrow m = \frac{3,552 \times 10^{-13}}{9 \times 10^{16}} \simeq 0,4 \times 10^{-29} \text{ kg} = 4 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

$$m = 4 \times 10^{-30} \text{ kg} = 4 \times 10^{-27} \text{ g}$$

۱۲ - گزینه ۲

با استفاده از رابطه‌ی انیشتین داریم:

$$E = mc^2 \Rightarrow 2,25 \times 10^8 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} = m \times 9 \times 10^{16}$$

$$3,6 \times 10^{-5} = 9 \times 10^{16} m \Rightarrow m = \frac{3,6 \times 10^{-5}}{9 \times 10^{16}} = 4 \times 10^{-22} \text{ kg} = 4 \times 10^{-19} \text{ g}$$

۱۳ - گزینه ۳ به کمک رابطه‌ی انیشتین $E = mc^2$ و انرژی فوتون $E = hf$ داریم:

$$hf = mc^2 \Rightarrow 6 \times 10^{-34} \times 1,8 \times 10^{15} = m \times (3 \times 10^8)^2$$

$$m = 1,2 \times 10^{-35} \text{ kg} = 1,2 \times 10^{-32} \text{ gr}$$

۱۲ - گزینه ۱ ابتدا جرم یک اتم را حساب کنیم:



علیرضا ایدل خانی

اتم	$N_A = 6 \times 10^{23}$ اتم
$1 \text{ mol} \Rightarrow$	1 gr

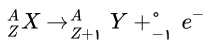
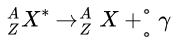
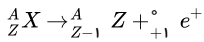
$$\rightarrow m = \frac{1}{6 \times 10^{23}} \text{ gr}$$

حالا انرژی معادل این جرم را حساب کنیم:

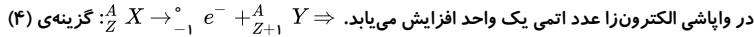
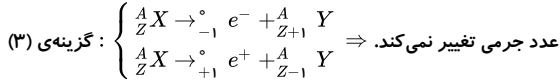
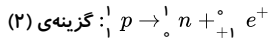
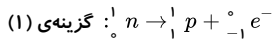
$$E = mc^2 \rightarrow E = \frac{1}{6 \times 10^{23}} \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 \rightarrow E = \frac{3}{2} \times 10^{-1} \text{ J} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ J}$$

۱۵ - گزینه ۲ موردهای «ب» و «ت» درست و «الف» و «پ» نادرست هستند.

۱۶ - گزینه ۳ متداول ترین نوع واپاشی در هسته‌ها، واپاشی بتا است، برای سایر گزینه‌ها داریم:



۱۷ - گزینه ۴ بررسی موارد در گزینه‌ها:



۱۸ - گزینه ۴ ذره (۲) چون منحرف نشده پس فاقد بار است. \leftarrow اشعه گاما

بر اساس قانون دست راست مشخص است که ذره (۱) بار مثبت و ذره (۳) دارای بار منفی است. که تنها گزینه «۴» می‌تواند درست باشد.

در ضمن می‌دانیم به دلیل سنگین تر بودن ذره α از β (پوزیترون یا الکترون) انحراف α از β کمتر است.

که با توجه به این نکته نیز می‌توانیم گزینه درست را پیدا کنیم.

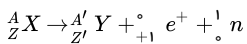
۱۹ - گزینه ۲ در این فرایند عدد جرمی ثابت است:

$$144 + 90 = 143 + 91$$

عدد اتمی یک واحد افزایش یافته است.

پس فرایند واپاشی β^- است. $({}^0_{-1} e^-)$

۲۰ - گزینه ۳ مجموع عدد جرمی و عدد اتمی در دو طرف معادله‌ی یک واپاشی هسته‌ای باید یکسان باشد. بنابراین داریم:



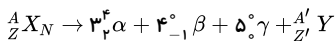
$$A' + 0 + 1 = A \rightarrow A' = A - 1 \rightarrow$$

عدد جرمی یک واحد کاهش می‌یابد.

$$Z' + 1 + 0 = Z \rightarrow Z' = Z - 1 \rightarrow$$

عدد اتمی یک واحد کاهش می‌یابد.

۲۱ - گزینه ۱ یک عنصر ${}^A_Z X_N$ را در نظر می‌گیریم:

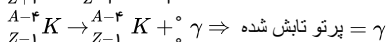
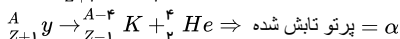
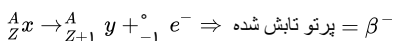


$$3 \times 4 + 4 \times (-1) + 5 \times 0 + Z' = Z$$

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

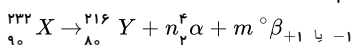
عدد اتمی ۲ واحد کاهش می‌یابد.

۲۲ - گزینه ۲ واکنش‌ها را به صورت زیر بررسی می‌کنیم:



بنابراین به ترتیب پرتوهای α ، β^- و γ گسیل می‌شوند.

۲۳ - گزینه ۴ می‌دانیم در معادله پرتوزایی تنها تابش آلفا بر عدد جرمی تأثیر می‌گذارد. پس ابتدا موازنه عدد جرمی تعداد آلفای گسیل را می‌پاییم.



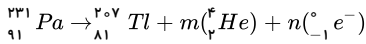
$$\rightarrow 232 = 216 + n \times 4 \rightarrow n = 4 \quad \alpha \text{ ذره}$$

$$\rightarrow 90 = 80 + 4 \times 2 + m(\pm 1) \rightarrow m(\pm 1) = 2 \rightarrow m = 2 \quad \beta \text{ ذره}$$

یعنی چهار ذره α و دو ذره β گسیل خواهد شد.



۲۴ - گزینه ۳ با فرض این که در تبدیل هر اتم، m ذره ی آلفا و n الکترون گسیل شود، معادله ی واپاشی پروتکتینیم به صورت زیر نوشته می شود:



از سوی دیگر، می دانیم در تمام فرایندهای واپاشی اصول پایستگی زیر برقرار است:

(۱) مجموع عددهای اتمی در دو طرف معادله ی واپاشی یکسان است.

(۲) مجموع عددهای جرمی در دو طرف معادله ی واپاشی یکسان است.

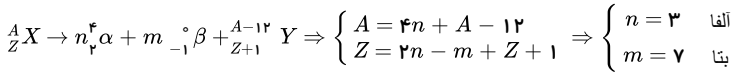
با استفاده از این اصول پایستگی برای معادله ی واپاشی پروتکتینیم، داریم:

$$\begin{cases} 231 = 207 + 4m + 0 \\ 91 = 81 + 2m - n \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 4m = 24 \\ 2m - n = 10 \end{cases} \rightarrow m = 6, n = 2$$

بنابراین:

$$\frac{\text{تعداد ذرات آلفای گسیل شده}}{\text{تعداد الکترون های گسیل شده}} = \frac{m}{n} = \frac{6}{2} = 3$$

۲۵ - گزینه ۲



۲۶ - گزینه ۱ طبق رابطه انیشتین $E = mc^2$ ، انرژی حاصل از تغییر جرم برابر است با:

$$E = mc^2 = 8 \times 10^{-29} \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 72 \times 10^{-16} \text{ J}$$

$$\xrightarrow[\div e]{\text{تبدیل به } eV} E = \frac{72 \times 10^{-16}}{1.6 \times 10^{-19}} = 45000 eV = 45 \text{ KeV}$$

۲۷ - گزینه ۱ در واپاشی ۲ تعداد Z و N هر دو کاهش یافته \leftarrow واپاشی آلفا (α)

در واپاشی ۱ تعداد Z افزایش و تعداد N کاهش یافت \leftarrow واپاشی بتا (β^- الکترون)

۲۸ - گزینه ۴

$$\text{باقی مانده} = \frac{(N_0)^{\left(\frac{t}{T_{1/2}}\right)}}{\frac{2}{2}} \Rightarrow \text{باقی مانده} = \frac{(N_0)^{\left(\frac{t}{8}\right)}}{\frac{2}{8}} = \frac{N_0}{32} \Rightarrow \text{باقی مانده} = \frac{1}{32} N_0 \text{ (اولیه)} \xrightarrow[\text{تبدیل به درصد}]{} \frac{1}{32} \times 100 \approx 3\%$$

$$\text{اولیه} = \frac{31}{32} N_0 = \text{واپاشی شده}$$

۲۹ - گزینه ۲

باتوجه به رابطه ی نیمه ی عمر یک ماده ی رادیو اکتیو، می توان نوشت:

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

$$\frac{m_0}{m} = 2^n \Rightarrow \frac{m_0}{3} = 2^6 \Rightarrow m_0 = 3 \times 64 = 192 \text{ g}$$

$$\text{باقی مانده} = m_0 - m \rightarrow m' = 192 - 3 \rightarrow m' = 189 \text{ g}$$

۳۰ - گزینه ۲ طبق گفته سؤال (باقی مانده $15m =$ واپاشی m). از طرفی می دانیم (باقی مانده $m -$ اولیه $m =$ واپاشی m) پس:

$$\text{باقی مانده } 15m = \text{باقی مانده } m - \text{اولیه } m \Rightarrow \text{باقی مانده } m = \frac{1}{16} m \text{ اولیه}$$

$$\text{طبق رابطه } \left(\frac{m_{\text{اولیه}}}{m_{\text{باقی مانده}}}\right) = \frac{t}{T} \text{ داریم:}$$

$$16 = 2^{\frac{t}{T}} \rightarrow 2^4 = 2^{\frac{t}{T}} \rightarrow 4 = \frac{t}{T} \xrightarrow{T=8} 4 = \frac{t}{8} \rightarrow t = 32 \text{ ساعت}$$

۳۱ - گزینه ۱ نیمه عمر مدت زمانی است که در آن نیمی از هسته های پرتوزای موجود از یک ماده پرتوزا واپاشیده شوند. پس اگر m' جرم متلاشی شده، m_0 جرم اولیه و m جرم باقیمانده ماده پرتوزا باشد، داریم:

$$m' = m_0 - m$$

$$\frac{m'}{m} = \frac{m_0 - m}{m} = 7 \Rightarrow m_0 - m = 7m \Rightarrow m_0 = 8m$$

$$\text{اکنون با استفاده از رابطه } m = \frac{m_0}{2^n} \text{ داریم:}$$

$$m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow \frac{m_0}{8} = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow 8 = 2^n \Rightarrow 2^3 = 2^n \Rightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow T = \frac{t}{n} = \frac{48}{3} = 16 \text{ روز}$$

بنابراین نیمه عمر این ماده پرتوزا برابر ۱۶ روز است.

۳۲ - گزینه ۴ مدت زمانی که طول می کشد تا نیمی از این ماده واپاشی شود، برابر با یک نیمه عمر است. داریم:



$$m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow \frac{m_0}{2} = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow n = 1 \Rightarrow \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = 1 \Rightarrow t = T_{\frac{1}{2}} = 18h = \frac{3}{4} \text{ day}$$

۳۳ - گزینه ۳ می‌دانیم:

$$N_0 = 16000$$

$$T = 10 \text{ روز}$$

$$t \text{ باقی مانده پس از زمان } = \frac{N_0}{2^{(t/T)}}$$

$$\text{باقی مانده پس از } 20 \text{ روز} = \frac{16000}{2^{20/10}} = 4000$$

$$\text{باقی مانده پس از } 40 \text{ روز} = \frac{16000}{2^{40/10}} = 1000$$

از ۴۰۰۰ هسته فعال در روز ۲۰ ام، ۱۰۰۰ هسته در روز ۴۰ ام باقی مانده، بنابراین در این مدت ۳۰۰۰ هسته واپاشی شده است.

۳۴ - گزینه ۴

$$\text{تعداد باقی مانده پس از } 5 \text{ روز } 4 \text{ ام (} 20 \text{ روز)} = \frac{m_0}{2^5} = \frac{m_0}{16} \Rightarrow \text{واپاشی شده} = \frac{1}{16} m_0 = m$$

$$\text{تعداد باقی مانده پس از } 5 \text{ روز } 5 \text{ ام (} 25 \text{ روز)} = \frac{m_0}{2^5} = \frac{m_0}{32} \Rightarrow \text{واپاشی شده} = \frac{1}{32} m_0 = m'$$

$$m - m' = 50 \Rightarrow \frac{1}{16} m_0 - \frac{1}{32} m_0 = 50 \Rightarrow \frac{(2-1)m_0}{32} = 50 \Rightarrow m_0 = 50 \times 32 = 1600 \text{ gr}$$

۳۵ - گزینه ۴ ابتدا مقدار ماده‌ی واپاشی شده را در مدت ۲ نیمه عمر به دست می‌آوریم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow m = \frac{12}{2^2} \Rightarrow m = 3g$$

بنابراین در مدت ۲ نیمه عمر، به مقدار $9g = 12 - 3$ از ماده‌ی رادیو اکتیو واپاشی می‌شود. باتوجه به این که به ازاء واپاشی هر گرم از این ماده $2MJ$ انرژی آزاد می‌شود، به ازاء واپاشی $9g$ از این ماده $18MJ$ انرژی آزاد خواهد شد.۳۶ - گزینه ۲ برای اینکه نسبت نمونه به $\frac{1}{3}$ برسد. کافیسیت نصف x به y تبدیل شود زیرا:

$$y = x \rightarrow \begin{cases} x - \frac{1}{2}x = \frac{1}{2}x \\ y + \frac{1}{2}x = x + \frac{1}{2}x = \frac{3}{2}x \end{cases} \quad \frac{x}{y} = \frac{\frac{x}{2}}{\frac{3x}{2}} = \frac{1}{3}$$

پس یک نیم عمر لازم است تا x نصف جرم خود را از دست دهد.۳۷ - گزینه ۳ نسبت اتم های X به Y ، ۱ به ۷ است یعنی نسبت اتم های X باقی مانده به کل اتم های موجود (اولیه X) ۱ به ۸ است، بنابراین می توان گفت:

$$m_{\text{باقی مانده}} = \frac{1}{2^n} m_{\text{اولیه}} \Rightarrow \frac{m_{\text{باقی مانده}}}{m_{\text{اولیه}}} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3$$

یعنی پس از سومین نیمه عمر نسبت X و Y ، ۱ به ۷ است پس داریم:

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 3 = \frac{t}{1,4 \times 10^9} \Rightarrow t = 4,2 \times 10^9 \text{ سال} = 4,2 \text{ میلیارد سال}$$

۳۸ - گزینه ۳ اگر جرم هسته‌های فعال اولیه یک ماده پرتوزا را با m_0 و جرم هسته‌های فعال باقی مانده آن را با m نشان دهیم، طبق رابطه $m = \frac{m_0}{2^n}$ خواهیم داشت:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{m_A = m_B} \frac{m_{0A}}{2^{n_A}} = \frac{m_{0B}}{2^{n_B}} \Rightarrow \frac{10}{2^{n_A}} = \frac{80}{2^{n_B}}$$

$$\Rightarrow 8 \times 2^{n_A} = 2^{n_B} \Rightarrow 2^3 \times 2^{n_A} = 2^{n_B}$$

$$\Rightarrow 3 + n_A = n_B \Rightarrow n_B - n_A = 3$$

$$\xrightarrow{n = \frac{t}{T}} \frac{t}{T_B} - \frac{t}{T_A} = 3 \Rightarrow t \left(\frac{T_A - T_B}{T_B T_A} \right) = 3$$

$$\Rightarrow t \left(\frac{15 - 6}{15 \times 6} \right) = 3 \Rightarrow \frac{t}{10} = 3 \Rightarrow t = 30 \text{ روز}$$

۳۹ - گزینه ۳ برای سادگی کار می‌توانیم پارامتری که نسبتی است را عدد جایگذاری کنیم:



$$\begin{aligned} T_A &= 2 \rightarrow T_A = 2T_B \\ T_B &= 1 \\ N_{\circ A} &= 100 \rightarrow N_{\circ A} = \frac{1}{4} N_{\circ B} \\ N_{\circ B} &= 400 \end{aligned}$$

طبق رابطه نیمه عمر داریم: $(\frac{t}{2T} - \text{اولیه} = \text{واپاشی})$

$$\xrightarrow{t \text{ از } t} \begin{cases} A: A_{\text{واپاشی}} = 100 - \frac{100}{2^t} \\ B: \text{باقی مانده} = \frac{400}{2^t} \end{cases}$$

طبق گفته سؤال داریم:

$$\xrightarrow{A_{\text{باقی مانده}} = 3B_{\text{واپاشی}}} 100 - \frac{100}{2^t} = \frac{12}{2^t} \xrightarrow{2^t = (2^t)^2} 1 - \frac{1}{x} = \frac{12}{x^2} \rightarrow x^2 - x = 12 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = -3 \times \\ x_2 = 4 \checkmark \end{cases}$$

$2^t = x$ تغییر متغیر

پس: $\frac{t}{2^t} = 4 \rightarrow 2^t = 2^2 \rightarrow t = 4$

حالا پس از زمان $t = 4$ درصد واپاشی B را بدست می آوریم:

$$\text{واپاشی} = \text{اولیه} - \frac{\text{واپاشی}}{2^t} \rightarrow \text{واپاشی} = 400 - \frac{400}{2^4} = 400 - \frac{400}{16} = \frac{15 \times 400}{16}$$

$$\text{تبدیل به درصد} = \frac{\text{واپاشی}}{\text{اولیه}} \times 100 = \frac{15 \times 400}{400 \times 16} \times 100 = \frac{15}{16} \times 100 = 93,75\%$$

۴۰ - گزینه ۲ ابتدا نیمه عمر ماده رادیواکتیو را محاسبه می کنیم. با توجه به شکل پس از مدت ۸ ساعت ۱۰۰۰ هسته فعال باقی مانده است، بنابراین داریم:

$$\text{تعداد هسته های فعال باقی مانده} = \frac{N_0}{2^n}$$

$$1000 = \frac{16000}{2^n} \Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow n = 4 = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 2h$$

حال هسته های باقی مانده پس از مدت ۶ ساعت را محاسبه می کنیم.

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

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow N = \frac{N_0}{2^3} \Rightarrow N' = \frac{7}{8} N_0$$

بنابراین $(\frac{7}{8} \times 100 = 87,5\%)$ از هسته های اولیه واپاشیده می شوند.

۴۱ - گزینه ۲ برای زمان های t و $t + 5$ داریم: $\frac{\text{باقی مانده}}{2^{\frac{t}{T}}}$

$$\left. \begin{aligned} t \rightarrow 0,5m_0 &= \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}} \\ t + 5 \rightarrow 0,125m_0 &= \frac{m_0}{2^{\frac{t+5}{T}}} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\xrightarrow{\text{تقسیم دو رابطه}} \frac{0,5}{0,125} = \frac{2^{\frac{t}{T}}}{2^{\frac{t+5}{T}}} = 2^{\frac{5}{T}} \Rightarrow 4 = 2^{\frac{5}{T}} \Rightarrow T = 2,5 \\ &\xrightarrow{\text{ساده کردن } m_0} \end{aligned}$$

با جایگذاری از رابطه اول داریم:

$$0,5m_0 = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{2,5}}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{2^{\frac{t}{2,5}}} \rightarrow \frac{t}{2,5} = 1 \Rightarrow t = 2,5$$

۴۲ - گزینه ۱ اگر m_0 و m به ترتیب جرم هسته های پرتوزای اولیه و باقی مانده باشند. در این صورت برای یک عنصر رادیواکتیو رابطه $N = \frac{m_0}{m} = 2^n$ برقرار است. بنابراین داریم:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{m_0}{m+63} &= 2^{n_1} \\ \frac{m_0}{m} &= 2^{n_2} \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{m_0}{m} = \frac{2^{n_2}}{2^{n_1}} = \frac{m+63}{m} = 2^{n_2-n_1}$$

$$\frac{2^{n_2-n_1}}{2^{\frac{t+72}{24}} \cdot 2^{\frac{t}{24}} = 2^3} \rightarrow \frac{m+63}{m} = 2^3 = 8 \Rightarrow 8m = m+63 \Rightarrow m = 9g$$

اکنون برای دو جرم باقی مانده $72g = m + 63$ و m' می توانیم بنویسیم:



$$\begin{cases} \frac{m_0}{m+63} = 2^{n_1} \\ \frac{m_0}{m'} = 2^{n_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{m+63}{m'} = \frac{2^{n_2}}{2^{n_1}} = 2^{n_2-n_1}$$

$$n_2 - n_1 = \frac{t+120}{24} - \frac{t}{24} = 5 \Rightarrow \frac{72}{m'} = 2^5 = 32 \Rightarrow m' = \frac{72}{32} = \frac{9}{4} = 2,25g \Rightarrow m' = 2,25g$$

۴۳ - گزینه ۱ ماده A پس از گذشت (۱۲ - ۶ = ۱۲) ساعت از ۴۸۰۰ به ۱۲۰۰ رسیده، یعنی ۲ بار نصف شده. پس:

$$2T = 12 \rightarrow T_{A \text{ نیمه عمر}} = 6(h)$$

ماده B نیز در زمان ۱۲ ساعت از ۴۸۰۰ به ۳۰۰ رسیده، یعنی ۴ بار نصف شده، پس:

$$4T = 12 \rightarrow T_{B \text{ نیمه عمر}} = 3(h)$$

سؤال نسبت نیمه عمرها را خواسته:

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{6}{3} = 2$$

۴۴ - گزینه ۳ طبق نمودار در مدت زمان $t = 50$ به مقدار $\frac{31}{32}m_0$ از عنصر واپاشیده شده است پس جرم باقی مانده برابر است با:

$$m = m_0 - \frac{31}{32}m_0 = \frac{1}{32}m_0$$

داریم:

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{32} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow n = 5 \quad n = \frac{t}{T} \Rightarrow 5 = \frac{50}{T} \Rightarrow T = 10 \text{ سال}$$

با داشتن نیمه عمر می توانیم زمان لازم برای اینکه $\frac{1}{16}$ جرم فعال باقی بماند را حساب کنیم.

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{16} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow n = 4 \quad n = \frac{t}{T} \Rightarrow 4 = \frac{t}{10} \Rightarrow t = 40 \text{ سال}$$

۴۵ - گزینه ۴ از شروع واپاشی با گذشت هر نیمه عمر، تعداد هسته های مادر پرتوزا نصف شده و هسته های واپاشی شده به هسته دختر تبدیل می شوند. اگر فرض کنیم تعداد هسته های اولیه مادر برابر با N_0 باشد، بعد از گذشت پنج نیمه عمر، تعداد هسته های باقی مانده برابر است با:

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

بنابراین تعداد هسته های دختر برابر است با:

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

در نتیجه:

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

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۲	۸ - ۳	۱۵ - ۲	۲۲ - ۲	۲۹ - ۲	۳۶ - ۲	۴۳ - ۱
۲ - ۲	۹ - ۳	۱۶ - ۳	۲۳ - ۴	۳۰ - ۲	۳۷ - ۳	۴۴ - ۳
۳ - ۱	۱۰ - ۳	۱۷ - ۴	۲۴ - ۳	۳۱ - ۱	۳۸ - ۳	۴۵ - ۴
۴ - ۴	۱۱ - ۱	۱۸ - ۴	۲۵ - ۲	۳۲ - ۴	۳۹ - ۳	
۵ - ۳	۱۲ - ۲	۱۹ - ۲	۲۶ - ۱	۳۳ - ۳	۴۰ - ۲	
۶ - ۲	۱۳ - ۳	۲۰ - ۳	۲۷ - ۱	۳۴ - ۴	۴۱ - ۲	
۷ - ۲	۱۴ - ۱	۲۱ - ۱	۲۸ - ۴	۳۵ - ۴	۴۲ - ۱	