نام دبیر : مهندس مهدی باباخانی

عنوان آزمون : هومورک ۳ اتمی هسته ای

۱ نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها .....

۱ با مربع فاصلهٔ بین دو نوکلئون نسبت عکس دارد.

۲ متناسب با تعداد نوکلئون‌های هسته، افزایش می‌یابد.

۳ کوتاه‌بُرد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.

۴ بین دو پروتون از نوع دافعه و بین پروتون و نوترون از نوع جاذبه است.

۲ در یک اتم، تفاوت عدد جرمی و عدد نوترونی، الزاماً برابر کدام‌یک از موارد زیر است؟

۱ تعداد پروتون‌های هسته

۲ تعداد نوکلئون‌های هسته

۳ تعداد الکترون‌های دور هسته

۴ تعداد نوترون‌های هسته

۳ چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته نیز مانند انرژی الکترون‌های وابسته به اتم، کوانتیده هستند.

ب) انرژی لازم برای جدا کردن تنها پروتون‌های یک هسته، انرژی بستگی هسته‌ای نام دارد.

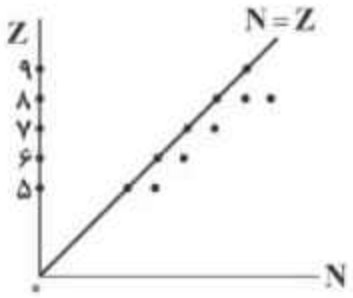
ج) دلیل پایداری هسته، موازنه‌ی نیروی دافعه ی الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبه‌ی بین نوکلئون‌ها ناشی از نیروی هسته‌ای است.

د) نیروی هسته ای مستقل از بار الکتریکی است.

هـ) نیروی هسته‌ای، کوتاه‌برد است و تنها در فاصله ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.

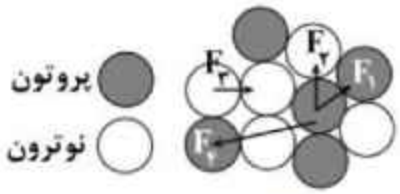
۱ ۴ ۲ ۳ ۳ ۲ ۴ ۱

۴ نمودار تغییرات عددی اتمی برحسب تعداد نوترون‌ها برای چند عنصر رسم شده است. تعداد ایزوتوپ‌های پایدار اکسیژن چه تعداد از ایزوتوپ‌های پایدار کربن بیشتر است؟



۱ صفر ۲ ۱ ۳ ۲ ۴ اطلاعات کافی نیست.

۵ در شکل زیر، قسمتی از هسته و نوکلئون‌های آن به‌صورت طرح‌واره نشان داده شده است. کدام‌یک از نیروهای نشان داده شده، نیروی هسته‌ای است؟



۱) $F_۲, F_۱$ ۲) $F_۴, F_۱$ ۳) $F_۳, F_۲, F_۱$ ۴) $F_۲$

۶ عنصر روبیدیم (Rb) دارای دو ایزوتوپ با عددهای جرمی ۸۵ و ۸۷ است. به‌ترتیب از راست به چپ، ایزوتوپ سنگین‌تر چند نوترون و چند پروتون بیشتر از ایزوتوپ سبک‌تر است؟

۱) صفر - ۲ ۲) ۲ - ۲ ۳) صفر - صفر ۴) ۲ - صفر

۷ چه تعداد از عبارات زیر درست است؟
الف) جرم هر هسته برابر با مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن است.
ب) هسته‌های سنگین با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۸۳ به سرعت بر اثر واپاشی به هسته‌های سبک‌تر تبدیل می‌شوند.
پ) هسته‌ها نیز مانند اتم‌ها می‌توانند در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته شوند.
ت) نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون (N / Z) برای هسته‌های پایدار مختلف، متفاوت است.

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۴

۸ اگر N تعداد نوترون‌ها و Z تعداد پروتون‌های هستهٔ یک اتم باشد، کدام مورد صحیح است؟

۱) در تمام هسته‌های پایدار $N = Z$ است.
۲) نسبت $\frac{N}{Z}$ برای تمام عناصر یکسان است.
۳) هسته‌ای ناپایدار است که در آن $Z > N$ باشد.
۴) در هسته‌های پایدار سنگین‌تر، نسبت $\frac{N}{Z}$ بزرگ‌تر است.

۹ اگر ۰/۳ گرم جرم به طور کامل به انرژی تبدیل شود، انرژی تولید شده چند میلیون لامپ ۵۰W را به مدت یک شبانه‌روز روشن می‌کند؟ $(c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s})$

۱) ۶/۲۵ ۲) $۶/۲۵\times۱۰^{۶}$ ۳) ۱۲/۵ ۴) $۱۲/۵\times۱۰^{۶}$

۱۰ انرژی آزاد شده توسط بمب اتمی هیروشیما $۶/۳\times۱۰^{۱۳}\ J$ بود. اورانیوم موجود در این بمب به شکل کره‌ای به قطر ۱۸ cm بود. تقریباً چند درصد حجم اورانیوم موجود در بمب به انرژی تبدیل شده است؟
(چگالی اورانیوم = ۱۹ $\frac{g}{cm^۳}$ و $C = ۳\times۱۰^{۵}\ \frac{km}{s}$)

۱) ۱۰% ۲) ۱% ۳) ۰/۱% ۴) ۰/۰۰۱%

۱۱ جرم یک هسته‌ی اتم به اندازه $۲/۵\times۱۰^{-۲۸}$ کیلوگرم از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن کمتر است. انرژی بستگی هسته‌ی اتم چند ev است؟

۱) $۱/۱۴\times۱۰^{۸}$ ۲) $۴/۱۱\times۱۰^{۶}$ ۳) $۱/۴۱\times۱۰^{۸}$ ۴) $۴/۸۱\times۱۰^{۶}$

۱۲) 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 کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

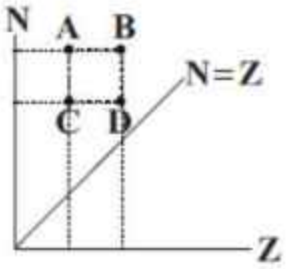
۱) نیروی F_2، نیرویی است که هر نوکلئون به نوکلئون‌های مجاور خود وارد می‌کند.

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.

۱۳) با توجه به نمودار زیر که مربوط به تغییرات N برحسب Z برای هسته‌های پایدار در طبیعت است کدام گزینه صحیح است؟



۱) A و B عدد جرمی یکسان دارند.

۲) D و C ایزوتوپ هستند.

۳) A و C دارای مشخصات شیمیایی یکسان هستند.

۴) B و C عدد جرمی یکسان دارند.

۱۴) اگر جرم اتم X را M_x و جرم نوترون و پروتون آزاد را M_n و M_p بنامیم، $\mathrm{ZM}_p + \mathrm{NM}_n$ در مقایسه با M_x، ..... است و هر چه این کاستی جرم بیش‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی بزرگی ..... هسته است. (N و Z به‌ترتیب تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هسته است.)

۱) بزرگ‌تر - انرژی بستگی

۲) کوچک‌تر - انرژی بستگی

۳) بزرگ‌تر - شدت پرتوزایی

۴) کوچک‌تر - شدت پرتوزایی

۱۵) 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.

۱۶) در هسته‌ی اتم عنصر طبیعی، تعداد پروتون‌های هسته را با Z و تعداد نوترون‌ها را با N نشان می‌دهیم. اگر از سبک‌ترین اتم به سمت سنگین‌ترین آن‌ها برویم، نسبت $\frac{N}{Z}$ چگونه تغییر می‌کند؟

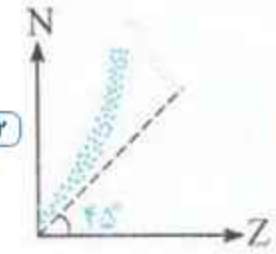
۱) ثابت می‌ماند.

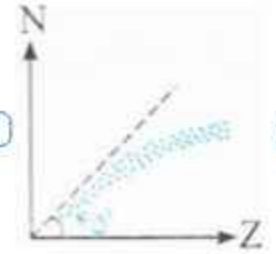
۲) افزایش می‌یابد.

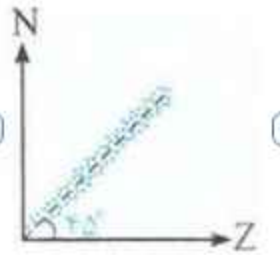
۳) کاهش می‌یابد.

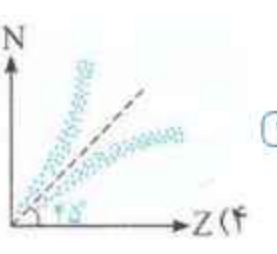
۴) با نظم معینی کم و زیاد می‌شود.

۱۷ نمودار تعداد نوترون برحسب عدد اتمی، مطابق کدام گزینه است؟ (هریک از نقاط روی شکل، نماینده‌ی یکی از عناصر است.)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۸ کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) عدد اتمی بیش‌تر عناصر پایدار موجود در طبیعت در بازه‌ی $۱ \leq Z \leq ۸۳$ است.

۲) از عناصر سنگین با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۸۳، فقط توریم $(Z = ۹۰)$ و اورانیوم $(Z = ۹۲)$ در طبیعت یافت می‌شود.

۳) نیروی قوی هسته‌ای بین نوترون و پروتون و یا پروتون و پروتون وجود ندارد.

۴) با اضافه شدن نوترون به هسته، بدون آن‌که رانش کولنی ایجاد شود، ربایش هسته‌ای افزایش یافته و هسته پایدارتر می‌شود.

۱۹ ایزوتوپ ناپایدار توریم $^{۲۲۹}_{۹۰}\mathrm{Th}$ در طی واپاشی به ایزوتوپ فرانسیم $^{۲۲۱}_{۸۷}\mathrm{Fr}$ تبدیل می‌شود. در این واپاشی مجموع ذرات گسیلی α و β^- چه تعداد است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۰ ایزوتوپ ناپایدار نپتونیم $\left(^{۲۳۷}_{۹۳}\mathrm{Np}\right)$ در واپاشی به ایزوتوپ رادون $\left(^{۲۲۵}_{۸۸}\mathrm{Ra}\right)$ تعداد $n_۱$ ذره‌ی α و $n_۲$ ذره‌ی β گسیل می‌کند. $n_۱$ و $n_۲$ به‌ترتیب کدام است؟

۱) ۳ ، ۱ ۲) ۱ ، ۳ ۳) ۲ ، ۱ ۴) ۱ ، ۲

۲۱ در واپاشی یک هسته، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

۱) در واپاشی β^+ یک نوترون به یک الکترون و یک پروتون تبدیل می‌شود.

۲) در واپاشی β^- یک نوترون به یک الکترون و یک پروتون تبدیل می‌شود.

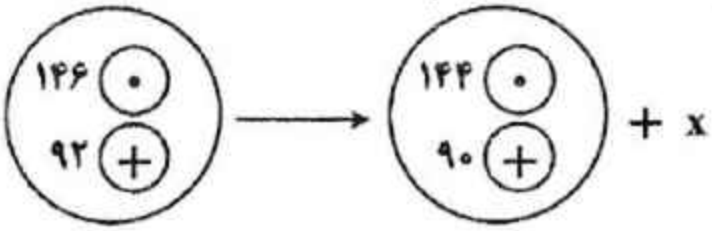
۳) قدرت نفوذ ذرات α بیشتر از سایر ذرات است.

۴) واپاشی β^+ متداول‌ترین نوع واپاشی است.

۲۲ هستهٔ فرضی ${}^{۶۰}_{۲۵}X$ واپاشی می‌کند و یک ذرهٔ آلفا و دو ذرهٔ پوزیترون و سه فوتون گاما تابش می‌کند. عدد نوترونی هستهٔ دختر کدام است؟

۱) ۳۵ ۲) ۳۴ ۳) ۳۳ ۴) ۳۲

۲۳ در معادلهٔ مقابل x معرف چیست؟



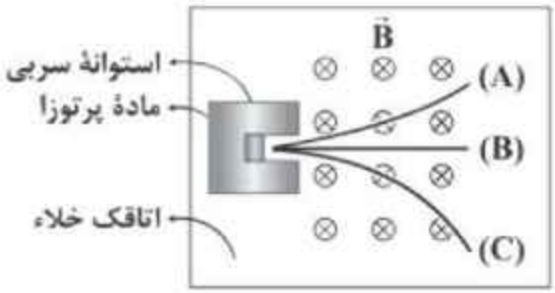
۱) α ۲) β ۳) γ ۴) $\alpha+\beta$

۲۴ در معادلهٔ واپاشی مقابل A چند است؟

$$ {}^{۱}_{۰}n + {}^{۲۳۵}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۲۳۶}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۱۴۱}_{۵۶}\mathrm{Ba} + {}^{۹۲}_{A}\mathrm{Kr} + ۳\,{}^{۱}_{۰}n $$

۱) ۱۲ ۲) ۳۶ ۳) ۱۸ ۴) ۲۸

۲۵ مطابق شکل زیر، یک ماده‌ی پرتوزا را درون اتاقک خلأ و در حضور یک میدان مغناطیسی قرار داده‌ایم. این ماده سه پرتوی آلفا (α)، بتا (β) و گاما (γ) را تابش می‌کند. با توجه به امتداد حرکت پرتوها در میدان مغناطیسی یکنواخت، به ترتیب (از راست به چپ) A، B و C در کدام گزینه به درستی آمده‌اند؟



۱) پرتو بتا - پرتو گاما - پرتو آلفا ۲) پرتو بتا - پرتو آلفا - پرتو گاما

۳) پرتو آلفا - پرتو بتا - پرتو گاما ۴) پرتو آلفا - پرتو گاما - پرتو بتا

۲۶ اگر مقدار نفوذ پرتوهای گاما در ورقه‌ی سربی، m برابر مقدار نفوذ پرتوهای β در ورقه‌ی سربی باشد و مقدار نفوذ پرتوهای β در ورقه‌ی سربی، n برابر مقدار نفوذ پرتوهای α در ورقه‌ی سربی باشد، نسبت $\frac{m}{n}$ به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) ۱ ۲) ۱۰۰ ۳) $۱۰^{۲}$ ۴) $۱۰^{۴}$

۲۷ اگر هسته‌ی عنصر ${}^{۲۳۵}_{۹۲}U$ یک نوترون جذب کند، هسته شکافته شده و به هسته‌های ${}^{۹۲}_{۳۶}\mathrm{Kr}$ و ${}^{۱۴۱}_{۵۶}\mathrm{Ba}$ و تعدادی نوترون تقسیم می‌شود. در اثر این شکافت، چند نوترون آزاد می‌گردد؟

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۲۸) در فعل و انفعال هسته‌ای زیر، تعداد ..... نوترون سریع آزاد شده و از ..... به عنوان کندساز نوترون‌ها استفاده می‌شود.

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{133}_{51}\mathrm{Sb} + {}^{99}_{41}\mathrm{Nb} + K\,{}^{1}_{0}n$$

۱) ۴ - گرافیت ۲) ۳ - گرافیت ۳) ۳ - کادمیم ۴) ۴ - کادمیم

۲۹) چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست هستند؟

الف) در واپاشی β، الکترون گسیل‌شده در هسته‌ی مادر وجود ندارد، ولی یکی از الکترون‌های مداری اتم است.

ب) واپاشی α در هسته‌های سبک صورت می‌گیرد و برد این ذره‌ها کوتاه است.

ج) تنها در برخی از فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌ای، پایسته می‌ماند.

د) پرتوهای α، بیشترین نفوذ و پرتوهای γ، کم‌ترین نفوذ را دارند.

هـ) در پرتوزایی طبیعی، سه نوع پرتوی α، β و γ ایجاد می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۳۰) هستهٔ آمرسیم $\left({}^{241}_{95}\mathrm{Am}\right)$ با تابش یک ذرهٔ آلفا واپاشیده شده و طبق رابطهٔ ۱ به یک ایزوتوپ نپتونیم تبدیل می‌شود. سپس هسته نپتونیم، طبق رابطهٔ ۲، از طریق گسیل یک ذرهٔ بتای منفی و ۳ ذرهٔ آلفا به هسته دختر Y تبدیل می‌شود. عدد نوترونی هستهٔ دختر Y چقدر است؟

$$(۱)\ {}^{241}_{95}\mathrm{Am} \rightarrow \mathrm{Np} + \alpha$$

$$(۲)\ \mathrm{Np} \rightarrow 3\alpha + \beta^{-} + Y$$

۱) ۱۳۱ ۲) ۱۳۳ ۳) ۱۳۷ ۴) ۱۳۴

۳۱) در واکنش هسته‌ای مقابل، m، n و نوع ذرهٔ β، مطابق کدام گزینه است؟

$${}^{239}_{92}U^{*} \rightarrow m\left({}^{4}_{2}\mathrm{He}\right) + \mathrm{n}\beta + {}^{207}_{82}\mathrm{Pb}$$

۱) $m = 8$، $n = 6$ و ذرهٔ β الکترون است.

۲) $m = 4$، $n = 8$ و ذرهٔ β پوزیترون است.

۳) $m = 6$، $n = 8$ و ذرهٔ β الکترون است.

۴) $m = 8$، $n = 6$ و ذرهٔ β پوزیترون است.

۳۲) دو عنصر A و B ایزوتوپ هستند و عدد جرمی عنصر B، ۲۵ درصد بیشتر از عدد جرمی عنصر A است. اگر عنصر A با تابش دو ذرهٔ α به عنصر ${}^{216}_{86}X$ تبدیل شود، اختلاف تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های عنصر B کدام است؟

۱) ۸۶ ۲) ۱۰۰ ۳) ۷۸ ۴) ۹۰

۳۳) کدام‌یک از معادلات زیر واپاشی B^{+} را نشان می‌دهد؟

۱) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$

۲) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}y + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$

۳) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}y + {}^{0}_{-1}e^{-}$

۴) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}y + {}^{0}_{1}e^{+}$

۳۴ هسته‌ی مادر $^{۲۳۰}_{۹۰}X$ با تابش تعدادی آلفا و تعدادی ذره‌ی β^+ به هسته‌ی دختر Y تبدیل شده و تعداد نوکلئون‌های آن ۱۶ عدد کاهش می‌یابد. اگر تعداد نوترون‌های هسته‌ی دختر از پروتون‌های هسته‌ی دختر از پروتون‌های آن ۵۴ تا بیشتر باشد، چند ذره‌ی β^+ در این واپاشی گسیل شده است؟

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۳۵ در واکنش هسته‌ای زیر مجموع $m+n$ برابر چند است؟

$$^{۲۳۱}_{۹۱}X \rightarrow Y + m(\alpha) + n(\beta^-) + ۳(\text{نوترون})$$

۱) ۲۶ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۳۶ در واپاشی هسته‌های ناپایدار، کدام مورد درست است؟ $(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ C)$

۱) هنگام گسیل پوزیترون بار هسته به اندازه‌ی $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ C$ افزایش می‌یابد.

۲) هنگام گسیل الکترون بار هسته به اندازه‌ی $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ C$ کاهش می‌یابد.

۳) هنگام گسیل α بار هسته به اندازه‌ی $۳/۲\times۱۰^{-۱۹}$ کاهش می‌یابد.

۴) هنگام گسیل گاما یا پوزیترون یا الکترون، بار هسته ثابت می‌ماند.

۳۷ در واپاشی گاما، کدام تغییر در هسته ایجاد می‌شود؟

۱) هسته‌ی برانگیخته به حالت پایه می‌رسد.

۲) هسته از حالت پایه به حالت برانگیخته می‌رسد.

۳) تعداد نوکلئون‌ها ثابت می‌ماند و عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد.

۴) تعداد نوکلئون‌ها ۴ واحد کاهش می‌یابد و عدد اتمی ۲ واحد کاهش می‌یابد.

۳۸ یک هستهٔ رادیواکتیو ۲ پرتو γ، ۲ ذرهٔ بتای منفی و ۱ ذرهٔ آلفا گسیل می‌کند، عدد اتمی و عدد جرمی هستهٔ مادر به‌ترتیب 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.

۳۹ هسته‌ای در تابش‌های پی‌درپی به ایزوتوپ دیگر خود با ۸ نوترون کمتر تبدیل شده است. در این واکنش به‌ترتیب از راست به چپ چند ذرهٔ α و چند ذرهٔ β^- تابش شده است؟

۱) ۴ و ۴ ۲) ۲ و ۴ ۳) ۴ و ۲ ۴) ۲ و ۸

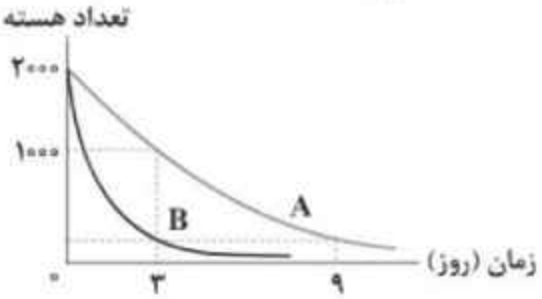
۴۰ هستهٔ فرضی x، m پرتو α و n پرتو پوزیترون تابش می‌کند. عدد اتمی و عدد نوترونی آن به‌ترتیب ۱۰ و ۶ واحد کاهش می‌یابد $m+n$ کدام است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۴۱ نیمه‌عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو، ۵ شبانه‌روز است. اگر پس از ۲۰ شبانه‌روز، مقدار ۴۵ گرم از جرم هسته‌های پرتوزای این ماده متلاشی شود، پس از چند شبانه‌روز از نقطه‌ی شروع واپاشی تنها $۰/۷۵$ گرم از آن باقی می‌ماند؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

۴۲ نمودار تعداد هسته‌های دو ماده‌ی پرتوزای A و B برحسب زمان، مطابق شکل زیر است. پس از چند روز، $\frac{۱}{۱۲۸}$ هسته‌های B فعال باقی می‌مانند؟

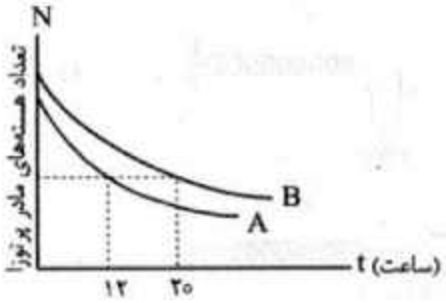


۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۷

۴۳ جرم باقی‌مانده از $۲۴g$ مادهٔ رادیواکتیو با نیمه‌عمر ۱۳ سال، بعد از گذشت ۳ نیمه‌عمر، معادل با چند کیلووات ساعت انرژی است؟ $\left(c = ۳\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}\right)$

۱) ۴×۱۰^{۷} ۲) $۷/۵\times ۱۰^{۷}$ ۳) ۶×۱۰^{۸} ۴) $۷/۵\times ۱۰^{۸}$

۴۴ در شکل مقابل، نمودار تعداد هسته‌های مادر پرتوزا برحسب زمان نشان داده شده است. اگر اختلاف نیمه‌عمر این دو ماده ۱/۶ ساعت باشد، نیمه‌عمر هسته‌ی A چند ساعت است؟

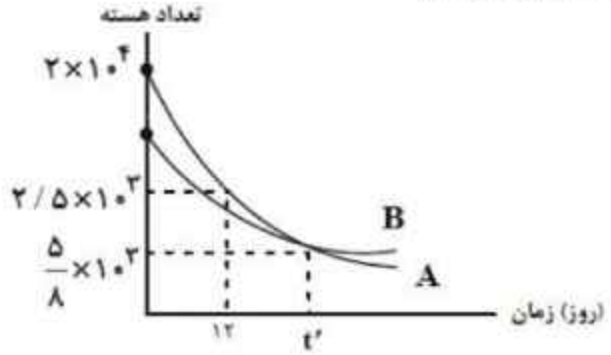


۱) ۲ ۲) ۲/۴ ۳) ۴ ۴) ۵/۶

۴۵ نیمه‌عمر یُد ۱۳۱ $\left(^{۱۳۱}_{۵۳}I\right)$ هشت روز است. در حادثهٔ چرنوبیل، این ایزوتوپ وارد محیط زیست شد. اگر تعداد هسته‌های مادر اولیه ۴۰۰۰ فرض شود، پس از چند روز ۳۸۷۵ هسته در اثر واپاشی به هسته‌های سبک‌تر تبدیل می‌شود؟

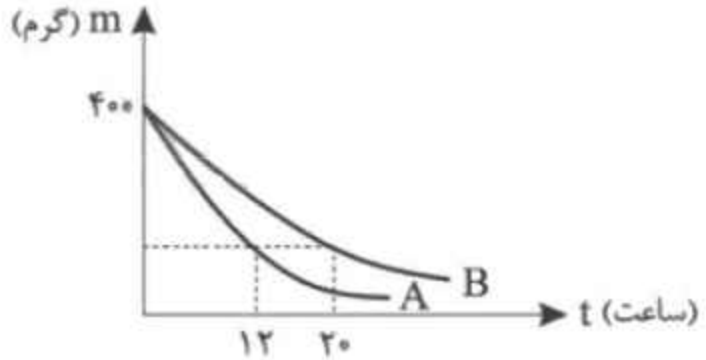
۱) ۴۰ ۲) ۳۲ ۳) ۲۸ ۴) ۱۶

۴۶ نمودار تغییرات تعداد هسته‌ها برحسب زمان برای دو مادهٔ پرتوزای A و B به صورت شکل مقابل است. اگر نیمه‌عمر مادهٔ B برابر ۵ روز باشد، تعداد هسته‌های اولیهٔ این ماده چه تعداد بوده است؟



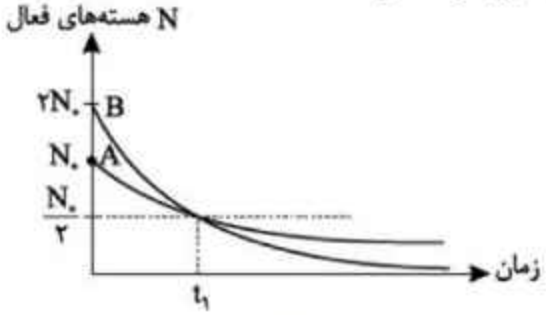
۱) ۳×۱۰^{۳} ۲) ۵×۱۰^{۳} ۳) $۱۰^{۴}$ ۴) $۱/۵\times۱۰^{۴}$

۴۷ نمودار زیر، جرم فعال دو ماده‌ی رادیواکتیو A و B را برحسب زمان نمایش می‌دهد. اگر اختلاف زمان بین نیمه عمر این دو ماده، ۱/۶ ساعت باشد، جرم فعال ماده‌ی B پس از گذشت ۱۲ ساعت چند گرم است؟



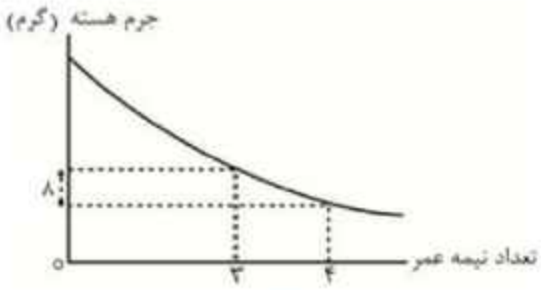
۱) ۱۰۰ ۲) ۵۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۲/۵

۴۸ شکل مقابل نمودار تعداد هسته‌های فعال باقی‌مانده‌ی دو ماده‌ی رادیواکتیو A و B را نشان می‌دهد. در لحظه‌ی $t_۰ + ۳t_۱$ ، تعداد هسته‌های فعال باقی‌مانده‌ی A ، چند برابر تعداد هسته‌های فعال باقی‌مانده‌ی B است؟



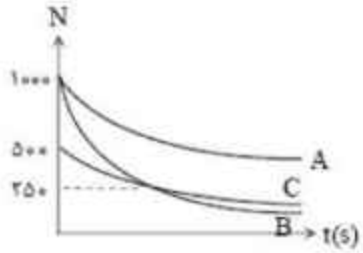
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

۴۹ نمودار تغییرات جرم هسته‌های فروپاشی نشده برحسب گرم در یک نمونه هسته پرتوزا برحسب زمان به صورت مقابل است. جرم هسته اولیه چند گرم است؟



۱) ۳۲ ۲) ۶۴ ۳) ۱۲۸ ۴) ۲۵۶

۵۰ نمودار تعداد هسته‌های سه عنصر پرتوزا برحسب زمان، مطابق شکل زیر است. اگر نیمه عمر این سه عنصر T_A، T_B و T_C باشد، کدام مورد درست است؟



۱) $T_A = T_C > T_B$ ۲) $T_A > T_B = T_C$ ۳) $T_A > T_B > T_C$ ۴) $T_A > T_C > T_B$

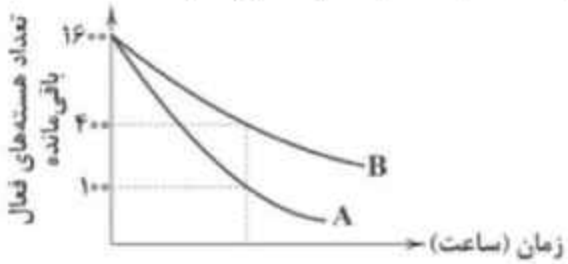
۵۱ شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای سه نمونه را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمه‌ی عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید.

۱) $T_۲ > T_۳ > T_۱$ ۲) $T_۲ > T_۱ > T_۳$ ۳) $T_۱ > T_۳ > T_۲$ ۴) $T_۱ > T_۲ > T_۳$

۵۲ نیمه عمر یک ماده‌ی پرتوزا T است. پس از گذشت $۴T_{\frac{۱}{۲}}$ چند درصد هسته‌های ماده‌ی اولیه باقی می‌ماند؟

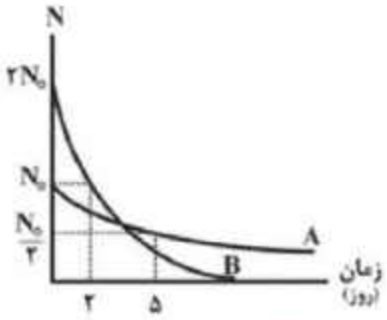
۱) ۲/۵ ۲) ۳ ۳) ۶/۲۵ ۴) ۱۲/۵

۵۳ نمودار تعداد هسته‌های دو ماده‌ی پرتوزای A و B به صورت نشان‌داده‌شده است. اگر بعد از گذشت ۱۸ ساعت، $۸۷/۵$ درصد از هسته‌های اولیه‌ی ماده‌ی B در لحظه‌ی $t_{\circ} = ۰$ واپاشیده شده باشد، نیمه‌عمر ماده‌ی A چند ساعت است؟



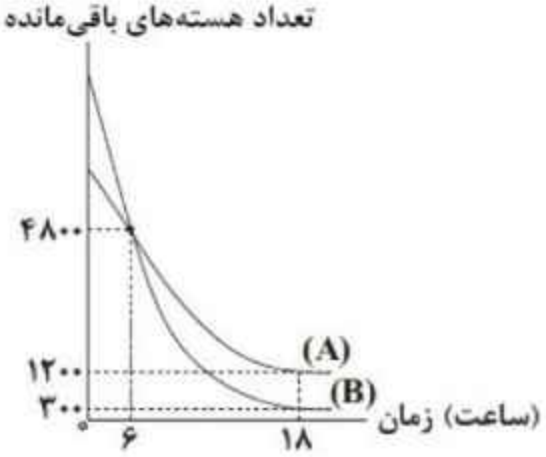
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۴ 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 باقی‌ماندهٔ عنصر A به عنصر B کدام است؟



۱) ۱۲۸ ۲) ۵۱۲ ۳) ۲۵۶ ۴) ۶۴

۵۵ نمودار تعداد هسته‌های فعال باقی مانده برای دو مادهٔ پرتوزای A و B برحسب زمان به صورت شکل زیر است. نیمه‌عمر مادهٔ A چند برابر نیمه‌عمر مادهٔ B است؟



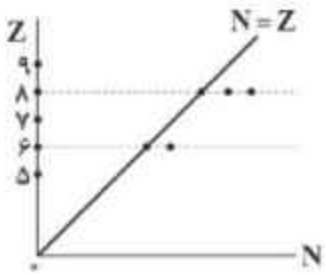
۱) ۲ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروهای هسته‌ای کوتاه برد بوده و در فواصل کوچکتر از ابعاد هسته اثر می‌کند. همچنین از دید نیروی هسته‌ای، تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و نیروی بین همگی آن‌ها از نوع جاذبه می‌باشد.

۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. تفاوت عدد جرمی و عدد نوترونی، برابر عدد اتمی است که معادل تعداد پروتون‌های هسته است. دقت شود که ممکن است اتم، خنثی نباشد و در این حالت، تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر نمی‌باشند.

۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. عبارت «ب» نادرست است.
بررسی عبارت نادرست:
ب) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، انرژی بستگی هسته‌ای نام دارد.

۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای تشخیص تعداد ایزوتوپ‌های یک عنصر از روی نمودار $NZ-$، کافی است خطی افقی از روی محور Z از عنصر مربوطه رسم کنیم. تعداد نقطه‌ی طلاقی این خط با نقطه‌های روی نمودار، تعداد ایزوتوپ‌های آن عنصر را نشان می‌دهد.
می‌دانیم عدد اتمی کربن ۶ و عدد اتمی اکسیژن ۸ است، بنابراین تعداد ایزوتوپ‌های اکسیژن، برابر ۳ و تعداد ایزوتوپ‌های کربن برابر ۲ است. در نتیجه اختلاف آن‌ها برابر عدد ۱ است.



۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در هسته، هر نوکلئون (پروتون و نوترون) فقط به نزدیک‌ترین نوکلئون‌های مجاورش نیروی هسته‌ای وارد می‌کند. از طرفی نیروی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. بنابراین نیروهای $F_۳, F_۲, F_۱$ هر سه نیروی هسته‌ای هستند.

۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت هستند. با توجه به این‌که عدد اتمی بیانگر تعداد پروتون‌های داخل هسته است، بنابراین اختلاف تعداد پروتون‌های داخل هسته برای ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر با صفر است.
از طرفی طبق رابطهٔ $A = Z + N$ و با توجه به ثابت بودن عدد اتمی برای دو ایزوتوپ یک عنصر، اختلاف تعداد نوترون‌های دو هستهٔ ایزوتوپ برابر با اختلاف عدد جرمی آن‌ها است. در نتیجه اختلاف تعداد نوترون‌های این دو ایزوتوپ برابر است با: $N' - N = A' - A = ۸۷ - ۸۵ = ۲$

۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. به بررسی عبارات می‌پردازیم:

الف) نادرست. جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده‌اش اندکی کمتر است. به این اختلاف جرم کاستی جرم هسته گفته می‌شود.

ب) نادرست. در میان عناصر ناپایدار با عدد اتمی $Z > ۸۳$، توریم $(Z = ۹۰)$ و اورانیوم $(Z = ۹۲)$ تنها عنصرهایی‌اند که واپاشی بسیار کند دارند و از هنگام تشکیل منظومهٔ شمسی فقط مقدار کمی از آن‌ها به عناصر سبک‌تر تبدیل شده است.

پ) نادرست. اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته‌ها از مرتبهٔ کیلوالکترون ولت تا مرتبهٔ مگاالکترون‌ولت است در حالی‌که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون در اتم از مرتبهٔ الکترون‌ولت است. از این رو هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.

ت) درست. در ایزوتوپ‌های پایدار سبک تا حدود $(Z = ۲۰)$ نسبت $\frac{N}{Z} = ۱$ است. با افزایش تعداد پروتون‌های هسته، اگر هسته بخواهد پایدار بماند باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد، به طوری‌که پس از $Z = ۵۰$ به بعد، به ازای افزایش یک پروتون، چندین نوترون به هسته اضافه می‌شود.

۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی تک تک گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست. در هسته‌های سبک پایدار، $N = Z$ است ولی در هسته‌های سنگین پایدار $N > Z$ خواهد بود.

گزینه ۲: نادرست. در هسته‌های سنگین پایدار، نسبت $\frac{N}{Z}$ بزرگتر از یک و در عناصر سبک پایدار این نسبت تقریباً برابر با یک است.

گزینه ۳: نادرست. هسته‌های ناپایداری با $N > Z$ نیز وجود دارد.

گزینه ۴: درست

۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$m = ۰/۳\,g = ۳\times ۱۰^{-۴}\ \text{kg}$$

انرژی کل $E = \text{mc}^۲ = ۳\times ۱۰^{-۴}\times ۹\times ۱۰^{۱۶} = ۲۷\times ۱۰^{۱۲}\ J$

انرژی یک لامپ $E = P\times t = ۵۰\times ۲۴\times ۳۶۰۰ = ۱۲۰۰\times ۳۶۰۰ = ۱۲\times ۳۶\times ۱۰^{۴}$

$$\text{تعداد} = \frac{۲۷\times ۱۰^{۱۲}}{۱۲\times ۳۶\times ۱۰^{۴}} = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۱۲\times ۴} = \frac{۱۰۰\times ۱۰^{۶}}{۱۶} = ۶/۲۵\times ۱۰^{۶}$$

پس تعداد لامپ‌ها ۶/۲۵ میلیون عدد است.

۱۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا جرمی که به انرژی تبدیل شده را به دست می‌آوریم:

$$E = \text{mC}^۲ \Rightarrow m = \frac{۶/۳\times ۱۰^{۱۳}}{\left(۳\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}\right)^۲} = \frac{۶/۳\times ۱۰^{۱۳}}{۹\times ۱۰^{۱۶}} = ۷\times ۱۰^{-۴}\ \text{kg}$$

حال جرم کره اورانیوم را پیدا می‌کنیم:

$$M = \rho \text{V} = ۱۹\times \frac{۴}{۳}\times \pi \times \left(\frac{۱۸}{۲}\right)^۳ \simeq ۴\times ۱۹\times ۷۲۹ \simeq ۸۰\times ۷۲۹ = ۵۸۳۲۰g = ۵۸/۳۲۰\ \text{kg}$$

$$\Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{۷\times ۱۰^{-۴}}{۵۸/۳۲۰} \simeq ۱۰^{-۵} = ۰/۰۰۱\%$$

۱۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Delta m = ۲/۵\times ۱۰^{-۲۸}\ kg$$

$$c = ۳\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$$

$$E = ۲/۵\times ۱۰^{-۲۸}\times (۳\times ۱۰^{۸})^{۲}$$

$$E = ۲/۵\times ۱۰^{-۲۸}\times ۹\times ۱۰^{۱۶}$$

$$E = mc^{۲} \rightarrow E = ۲۲/۵\times ۱۰^{-۱۲} = ۲/۲۵\times ۱۰^{-۱۱}\ J$$

$$E = ۲/۲۵\times ۱۰^{-۱۱}\ J\times \left(\frac{۱ev}{۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\ J}\right)$$

$$E = ۱/۴۱\times ۱۰^{۸}\ ev$$

$$E = ۲/۵\times ۱۰^{-۲۸}\times ۹\times ۱۰^{۱۶}$$

۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که نیروی $F_۱$ از نوع دافعه است، بنابراین نیروی $F_۱$، نیروی کولنی بین پروتون‌های هسته می‌باشد. هم‌چنین با توجه به این‌که نیروهای $F_۲$ و $F_۳$ از نوع جاذبه بوده و $F_۲ >> F_۳$ است، بنابراین نیروی $F_۲$، نیروی قوی هسته‌ای و نیروی $F_۳$، نیروی گرانشی می‌باشد.

$F_۱$: نیروی کولنی

$F_۲$: نیروی قوی هسته ای

$F_۳$: نیروی گرانشی

بنابراین اگر تعداد پروتون‌های هسته ثابت بوده و تعداد نوترون‌های آن افزایش یابد، نیروهای $F_۲$ و $F_۳$ افزایش یافته و نیروی $F_۱$ افزایش نمی‌یابد، بنابراین گزینه‌ی ۳ نادرست است.

با توجه به تشخیص نیروهای $F_۱$، $F_۲$ و $F_۳$، سایر عبارت‌های مطرح شده صحیح هستند.

۱۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در نمودار سؤال B و D و هم‌چنین A و C که دارای Z برابر هستند با هم ایزوتوپ بوده و مشخصات شیمیایی یکسانی دارند. پس گزینهٔ «۲» غلط است.

در این نمودار A و B و هم‌چنین C و D دارای تعداد نوترون یکسان و پروتون نابرابر هستند پس عدد جرمی آن‌ها متفاوت است. پس گزینهٔ «۱» غلط است.

بین عناصر B و C، B هم تعداد نوترون بیش‌تر و هم تعداد پروتون بیش‌تر دارد. پس عدد جرمی آن‌ها نمی‌تواند برابر باشد و گزینهٔ «۴» غلط است.

۱۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۱۵ 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.

۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. از آن‌جا که نیروی الکترواستاتیکی بلندبرد است، یک پروتون، به نام پروتون‌های هسته نیروی رانشی وارد می‌کند، بنابراین با افزایش عدد اتمی، یعنی افزایش تعداد پروتون‌ها، باید تعداد نوترون‌ها به گونه‌ای افزایش یابند که بر این نیروی رانشی غلبه کنند.

۱۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی قوی هسته‌ای بین نوترون و پروتون وجود دارد، که عامل اصلی پایداری هسته اتم، موازنه‌ی نیروی ربایشی قوی هسته‌ای بین نوترون و پروتون و نیروی دانشی الکترواستاتیکی بین پروتون و نوترون است.

۱۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$^{۲۲۹}_{۹۰}\mathrm{Th} \rightarrow {}^{۲۲۱}_{۸۷}\mathrm{Fr} + n_۱\,{}^{۴}_{۲}\alpha + n_۲\,{}^{۰}_{-۱}\beta^-$$

$$۲۲۹ = ۲۲۱ + ۴\mathrm{n}_۱ + ۰ \rightarrow n_۱ = ۲$$

$$۹۰ = ۸۷ + ۲\mathrm{n}_۱ - n_۲ \rightarrow n_۲ = ۱$$

۲۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$^{۲۳۷}_{۹۳}N_P \rightarrow {}^{۲۲۵}_{M}R_a + n_۱\,{}^{۴}_{۲}\alpha + n_۲\,{}^{۰}_{-۱}\beta^-$$

$$۲۳۷ = ۲۲۵ + ۴\mathrm{n}_۱ + ۰ \rightarrow n_۱ = ۳$$

$$۹۳ = ۸۸ + ۲\mathrm{n}_۱ - n_۲ \rightarrow ۹۳ = ۸۸ + ۲(۳) - n_۲ \rightarrow n_۲ = ۱$$

۲۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

واپاشی β^- متداول‌ترین نوع واپاشی است.

در واپاشی β^- یک نوترون به یک الکترون و یک پروتون تبدیل شده و الکترون حاصل گسیل می‌شود.

در واپاشی β^+ یک پروتون، بار خود را گسیل کرده و خودش به‌صورت یک نوترون بدون بار برقی می‌ماند.

قدرت نفوذ ذرات α از همه کمتر و قدرت نفوذ ذرات γ بیشترین است.

۲۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$^{۶۰}_{۲۵}X \Rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + ۲\,{}^{۰}_{+۱}\beta + ۳\,{}^{۰}_{۰}\gamma + {}^{A}_{Z}X'$$

$$۶۰ = ۴ + A \Rightarrow A = ۵۶$$

$$۲۵ = ۲ + ۲(۱) + Z \Rightarrow Z = ۲۱$$

$$N = A - Z = ۵۶ - ۲۱ = ۳۵$$

۲۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$۱۴۶ + ۹۲ = ۲۳۸$$

$$۱۴۴ + ۹۰ = ۲۳۴$$

$$^{۲۳۸}_{۹۲}x \Rightarrow {}^{۲۳۴}_{۹۰}y + {}^{۴}_{۲}\alpha$$

۲۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

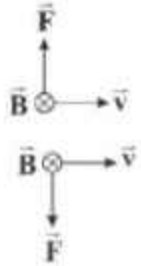
$$۹۲ + ۰ = ۵۶ + A + ۰ = A = ۳۶$$

۲۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

گام اول: می‌دانیم بار الکتریکی پرتوهای آلفا، مثبت است و طبق قاعده‌ی دست راست منحرف می‌شوند و به سمت بالا می‌روند، بنابراین پرتو A، پرتو آلفا است (رد گزینه‌های (۱) و (۲))

گام دوم: بار الکتریکی پرتوهای بتا منفی است و طبق قاعده‌ی دست راست منحرف می‌شوند، در نتیجه به سمت پایین می‌روند، بنابراین پرتوی C، پرتوی بتا است.

گام آخر: از سه پرتوی آلفا، بتا و گاما تنها پرتوی گاما بدون بار است، پس در نتیجه در میدان مغناطیسی منحرف نمی‌شود، بنابراین پرتوی B پرتوی گاما است.



۲۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقه‌ی نازک سربی با ضخامت ناچیز ($\approx$ ۰/۰۱ mm) متوقف می‌شوند، در حالی‌که پرتوهای β مسافت بیشتری را ($\approx=$ ۰/۱mm) در سرب نفوذ می‌کنند.

پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌ای سربی با ضخامت قابل ملاحظه‌ای ($\approx$ ۱۰۰mm) بگذرند. با توجه به این توضیحات داریم:

$$\begin{cases} m \approx \frac{۱۰۰}{۰/۱} \approx ۱۰۰۰ \\ n \approx \frac{۰/۱}{۰/۰۱} \approx ۱۰ \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{n} \approx \frac{۱۰۰۰}{۱۰} = ۱۰۰$$

۲۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای درک بهتر، ابتدا معادله‌ی واپاشی را می‌نویسیم:

$${}^{۱}_{۰}n + {}^{۲۳۵}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۱۴۱}_{۵۶}\mathrm{Ba} + {}^{۹۲}_{۳۶}\mathrm{Kr} + X\,{}^{۱}_{۰}n$$

با استفاده از موازنه‌ی عدد جرمی، تعداد نوترون‌ها (X) برابر است با:

$$۱ + ۲۳۵ = ۱۴۱ + ۹۲ + X \Rightarrow X = ۳$$

۲۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در فرایند شکافت اورانیم، اصل پایستگی عدد جرمی و عدد اتمی برقرار است. برای به دست آوردن تعداد نوترون‌های حاصل از شکافت از اصل پایستگی عدد جرمی استفاده می‌کنیم، بنابراین:

$${}^{۱}_{۰}n + {}^{۲۳۵}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۱۳۳}_{۵۱}\mathrm{Sb} + {}^{۹۹}_{۴۱}\mathrm{Nb} + K\,{}^{۱}_{۰}n$$

$$۱ + ۲۳۵ = ۱۳۳ + ۹۹ + K \Rightarrow K = ۴$$

در واکنش شکافت هسته‌ای، از گرافیت، آب معمولی و آب سنگین به عنوان کندساز استفاده می‌شود.

۲۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. عبارت‌های «الف»، «ب»، «ج» و «د» نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) در واپاشی β، الکترون گسیل‌شده یکی از الکترون‌های مداری نیست. این الکترون وقتی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته به پروتون و الکترون تبدیل شود. (×)

ب) واپاشی α در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد. (×)

ج) در تمامی فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌ای، ثابت می‌ماند.

د) بیشترین نفوذ برای پرتوهای γ و کم‌ترین نفوذ برای پرتوهای α است. (×)

۳۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم، در گسیل α از یک هسته، عدد جرمی ۴ واحد و عدد اتمی ۲ واحد کاهش می‌یابد. در این حالت با استفاده از رابطهٔ ۱ عدد جرمی و عدد اتمی N_p را می‌یابیم:

$$^{۲۴۱}_{۹۵}\mathrm{Am} \rightarrow {}^{۲۳۷}_{۹۳}\mathrm{Np} + {}^{۴}_{۲}\alpha$$

از طرف دیگر، در واپاشی β، عدد جرمی تغییر نمی‌کند ولی عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد. بنابراین با استفاده از رابطهٔ ۲، عدد جرمی و عدد اتمی هستهٔ دختر $\begin{pmatrix} A \\ Z \end{pmatrix} Y$ را می‌یابیم:

$$^{۲۳۷}_{۹۳}\mathrm{Np} \rightarrow ۳\begin{pmatrix} ۴ \\ ۲ \end{pmatrix}\alpha + {}^{۰}_{-۱}\beta + {}^{A}_{Z}Y$$

$$\begin{cases} ۲۳۷ = (۳\times۴) + ۰ + A \Rightarrow A = ۲۲۵ \\ ۹۳ = (۳\times۲) - ۱ + Z \Rightarrow Z = ۸۸ \end{cases}$$

در آخر عدد نوترونی هستهٔ دختر برابر است با:

$$A = N + Z \Rightarrow N = A - Z = ۲۲۵ - ۸۸ = ۱۳۷$$

۳۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون با گسیل ذرهٔ β عدد جرمی تغییر نمی‌کند، ابتدا با استفاده از پایستگی مجموع عددهای جرمی دو طرف معادله، تعداد ذره‌های آلفا (یعنی m) را حساب می‌کنیم.

$$^{۲۳۹}_{۹۲}U^{*} \rightarrow m\begin{pmatrix} ۴ \\ ۲ \end{pmatrix}\mathrm{He} + \mathrm{n}\beta + {}^{۲۰۷}_{۸۲}\mathrm{Pb} \Rightarrow ۲۳۹ = m\times۴ + (n\times۰) + ۲۰۷ \Rightarrow m = ۸$$

اکنون با استفاده از پایستگی مجموع عددهای اتمی دو طرف معادله، نوع ذرهٔ β و تعداد آن‌را به دست می‌آوریم.

$$۹۲ = m\times۲ + n\times۸۲ \xrightarrow{m=۸} ۹۲ = ۸\times۲ + ۸۲ + n \Rightarrow n = -۶$$

چون n یک عدد منفی به دست آمده است، باید بار ذرهٔ β منفی باشد. بنابراین نوع ذرهٔ β الکترون یا بتای منفی است.

۳۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه ذرهٔ α هستهٔ اتم هلیم $_{۲}^{۴}\mathrm{He}$ است با نوشتن معادلهٔ واپاشی عنصر A، عدد جرمی و عدد اتمی آن‌را به دست می‌آوریم:

$$_{Z_A}^{A_A}A \Rightarrow {}_{۸۶}^{۲۱۶}X + {}^{۲}\left({}_{۲}^{۴}\mathrm{He}\right)$$

$$\begin{cases} A_A = ۲۱۶ + ۸ = ۲۲۴ \\ Z_A = ۸۶ + ۴ = ۹۰ \end{cases} \Rightarrow {}_{۹۰}^{۲۲۴}A$$

از طرف دیگر، چون عدد جرمی عنصر B، ۲۵ درصد بیشتر از عدد جرمی عنصر A است، می‌توان نوشت:

$$A_B = A_A + \frac{۲۵}{۱۰۰}A_A = \frac{۱۲۵}{۱۰۰}A_A \Rightarrow A_B = \frac{۵}{۴}A_A \xrightarrow{A_A=۲۲۴} A_B = \frac{۵}{۴}\times ۲۲۴ \Rightarrow A_B = ۲۸۰$$

با توجه به اینکه عنصر A و B ایزوتوپ هستند عدد اتمی آنها یکسان است، بنابراین داریم:

$$A_B = Z_B + N_B \xrightarrow[A_B=۲۸۰]{Z_B=Z_A=۹۰} ۲۸۰ = ۹۰ + N_B \Rightarrow N_B = ۱۹۰$$

در آخر، Z_B و N_B برابر است با: $N_B - Z_B = ۱۹۰ - ۹۰ = ۱۰۰$

۳۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۳۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. براساس اطلاعات داده شده، معادله‌ی واکنش هسته‌ای را می‌نویسیم.

$$_{۹۰}^{۲۳۰}X \rightarrow {}_{Z}^{A}Y + n({}_{۲}^{۴}\alpha) + m({}_{۱}^{۰}\beta^{+})$$

تعداد نوکلئون‌ها، همان عدد جرمی هسته‌ها است.

$۲۳۰ = A + ۱۶ \Rightarrow A = ۲۱۴$

موازنه‌ی جرم : $۲۳۰ = ۲۱۴ + {}^{۴}\mathrm{n} \Rightarrow n = ۴$

هسته‌ی دختر : $Z + (Z + ۵۴) = ۲۱۴ \Rightarrow Z = ۸۰$

تعداد ذرات β^{+} : موازنه‌ی بار : $۹۰ = ۸۰ + ۴\times ۲ + m\times ۱ \Rightarrow m = ۲$

۳۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به $_{۲}^{۴}\alpha$ و $_{-۱}^{۰}\beta^{-}$ و $_{۰}^{۱}n$، واکنش هسته‌ای را از نظر عدد اتمی و جرم موازنه می‌کنیم:

عدد جرمی : $۲۳۱ = ۲۰۴ + ۴\mathrm{m} + ۳\times ۱ \Rightarrow m = ۶$

عدد اتمی : $۹۱ = ۸۱ + ۶\times ۲ - n \Rightarrow n = ۲ \Rightarrow m + n = ۸$

۳۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی از هسته، اشعه آلفا گسیل می‌شود ۲ واحد بار مثبت دارد بنابراین هسته ۲ واحد کاهش بار خواهد داشت.

۳۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در واپاشی گاما، جنس اتم تغییری نمی‌کند.

۳۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با گسیل ذرهٔ β^- از هسته عدد اتمی آن یک واحد افزایش یافته و عدد جرمی ثابت می‌ماند.
با گسیل ذرهٔ α از هسته عدد اتمی ۲ واحد کاهش یافته و عدد جرمی آن ۴ واحد کاهش می‌یابد.
با گسیل ۲ ذرهٔ β^- عدد اتمی ۲ واحد افزایش می‌یابد.
با گسیل ۱ ذرهٔ α 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 هستهٔ مادر نمی‌دهد.

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

$$\frac{A}{Z}X \to \frac{A-۸}{Z}X + n\,{}^{۴}_{۲}\alpha + m\,{}^{۰}_{-۱}\beta$$

باید عدد اتمی و عدد جرمی در طرفین ثابت بماند.

$$\begin{cases} A = A - ۸ + ۴n + ۰ \Rightarrow ۴n = ۸ \Rightarrow n = ۲ \\ Z = Z + ۲n - m \Rightarrow ۰ = ۴ - m \Rightarrow m = ۴ \end{cases}$$

۲ ذرهٔ آلفا و ۴ ذرهٔ β^- تابش شده است.

۴۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تابش هر پرتو α عدد اتمی را ۲ واحد و تابش هر پوزیترون عدد اتمی را ۱ واحد کاهش می‌دهد. $۲m + n = ۱۰$
تابش هر پرتو α عدد نوترونی را ۲ واحد کاهش و تابش هر پوزیترون عدد نوترونی را ۱ واحد افزایش می‌دهد.
$۲m - n = ۶ \Rightarrow m = ۴, n = ۲ \Rightarrow m + n = ۶$

۴۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. جرم باقی‌مانده‌ی ماده برابر است با:

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۲۰}{۵} = ۴ \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^۴} = \frac{m_۰}{۱۶}$$

با توجه به متن سؤال، ۴۵ گرم از ماده‌ی موردنظر متلاشی شده است، بنابراین:

$$m' = m_۰ - m \Rightarrow ۴۵ = m_۰ - \frac{m_۰}{۱۶} \Rightarrow \frac{۱۵m_۰}{۱۶} = ۴۵ \Rightarrow m_۰ = \frac{۱۶ \times ۴۵}{۱۵} = ۱۶ \times ۳ = ۴۸\text{g}$$

حال می‌توان زمان سپری‌شده‌ی لازم تا باقی ماندن ۰/۷۵گرم از ماده را محاسبه کرد.

$$m = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow ۰/۷۵ = \frac{۴۸}{۲^n} \Rightarrow ۲^n = \frac{۴۸}{۰/۷۵} = ۶۴ \Rightarrow ۲^n = ۶۴ \Rightarrow n = ۶$$

بنابراین: شبانه‌روز $n = \frac{t}{T} \Rightarrow ۶ = \frac{t}{۵} \Rightarrow t = ۳۰$

۴۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار مربوط به ماده‌ی پرتوزای A، مشخص است که نیمه‌عمر ماده‌ی A برابر ۳ روز است، بنابراین:

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T_A}}} \Rightarrow N = \frac{2000}{2^{\frac{6}{3}}} = \frac{2000}{2^3} = \frac{2000}{8} \Rightarrow N = 250$$

ماده‌ی پرتوزای B در مدت سه روز، به اندازه‌ی ۲۵۰ هسته‌ی فعال خواهد داشت، بنابراین داریم:

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T_B}}} \Rightarrow 250 = \frac{2000}{2^{\frac{6}{T_B}}} \Rightarrow 2^{\frac{6}{T_B}} = \frac{2000}{250} = 8 \Rightarrow 2^{\frac{6}{T_B}} = 8 \xrightarrow{2^3=8} \frac{6}{T_B} = 3 \Rightarrow T_B = 2 \text{ روز}$$

حال می‌توان تعداد روزها برای آن‌که $\frac{1}{128}$ هسته‌های B فعال باقی بمانند را حساب کرد:

$$\frac{1}{128} = \frac{1}{2^7} = \frac{1}{2^{\frac{t}{T_B}}} \Rightarrow 7 = \frac{t}{T_B} \xrightarrow{T_B=2 \text{ روز}} t = 14 \text{ روز}$$

۴۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا جرم مادهٔ باقی‌مانده را پس از گذشت سه نیمه‌عمر به دست می‌آوریم:

$$m_{\text{باقی مانده}} = m_{\text{اولیه}} \left(\frac{1}{2}\right)^n = 24 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3 = 3g$$

طبق رابطهٔ $E = mc^2$، انرژی معادل ۳ گرم ماده را برحسب ژول به دست آورده و سپس آن‌را به کیلووات ساعت تبدیل می‌کنیم:

$$E = mc^2 = (3 \times 10^{-3}) \times (3 \times 10^8)^2 = 27 \times 10^{13} J$$

$$\xrightarrow{1 \text{kWh} = 36 \times 10^5 J} E = \frac{27 \times 10^{13}}{36 \times 10^5} = 7/5 \times 10^7 \text{ kWh}$$

۴۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow \frac{N_0}{2^{\frac{12}{TA}}} = \frac{N_0}{2^{\frac{20}{TB}}} \Rightarrow \frac{12}{T_A} = \frac{20}{T_B}$$

$$T_B = \frac{5}{3} T_A$$

$$T_B - T_A = 1/6 \Rightarrow \frac{5}{3} T_A - T_A = 1/6 \rightarrow T_A = 2/4 \, h$$

۴۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای تعیین مدت زمان واپاشی از رابطهٔ $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ استفاده می‌کنیم که در آن $n = \frac{t}{T_{1/2}}$ است:

$N_0 - N = 3875 \Rightarrow 4000 - N = 3875 \Rightarrow N = 125$ تعداد هسته‌های باقی مانده

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow 125 = 4000 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{32} \Rightarrow n = 5$$

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

۴۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار پرتوزایی مادهٔ A می‌توان نوشت:

$$N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow 2/5\times10^{3} = 2\times10^{4}\left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^n = 1/25\times10^{-1} \Rightarrow 2^n = 8 = 2^3 \Rightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{(T_{\frac{1}{2}})_A} \Rightarrow \frac{12}{(T_{\frac{1}{2}})_A} = 3 \Rightarrow (T_{\frac{1}{2}})_A = 4 \text{ روز} \Rightarrow \frac{5}{8}\times10^{3} = 2\times10^{4}\left(\frac{1}{2}\right)^{n'}$$

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

$$n' = \frac{t'}{(T_{\frac{1}{2}})_A} \Rightarrow 5 = \frac{t'}{4} \Rightarrow t' = 20 \text{ روز}$$

تعداد هسته‌های مادر اولیهٔ مادهٔ B را $N_{0,B}$ فرض می‌کنیم و طبق نمودار، این ماده نیز پس از ۲۰ روز تعداد هسته‌هایش

$$n'' = \frac{t'}{(T_{\frac{1}{2}})_B} \Rightarrow \frac{20}{5} = 4$$

به $\frac{5}{8}\times10^{3}$ عدد رسیده است. بنابراین:

$$N_B = N_{0,B}\left(\frac{1}{2}\right)^{n''} \Rightarrow \frac{5}{8}\times10^{3} = N_{0,B}\times\left(\frac{1}{2}\right)^{4} \Rightarrow N_{0,B} = 10^{4}$$

۴۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$m_{0,A} = m_{0,B} = m_0$$

در $t = 12h$ جرم ماده‌ی فعال A با جرم ماده‌ی فعال B در $t = 20h$ برابر شده است:

$$\frac{m_0}{2^{\frac{12}{T_A}}} = \frac{m_0}{2^{\frac{20}{T_B}}} \Rightarrow \frac{12}{T_A} = \frac{20}{T_B} \Rightarrow T_A = \frac{3}{5}T_B \quad (1)$$

$$\begin{cases} T_A = \frac{3}{5}T_B \\ T_B - T_A = 1/6 \end{cases} \Rightarrow T_B = 4h$$

$$m_B = \frac{m_0}{2^{\frac{4}{2T_B}}} = \frac{400}{2^{\frac{12}{8}}} = \frac{400}{8} = 50g$$

۴۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

ماده‌ی A : $N_0 \xrightarrow{T_A} \frac{N_0}{2} \Rightarrow T_A = t$

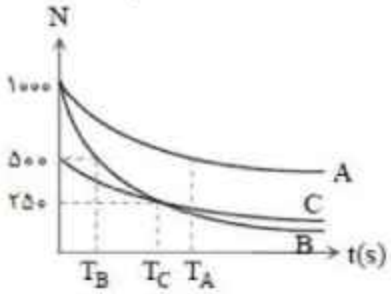
ماده‌ی B : $2N_0 \xrightarrow{T_B} N_0 \xrightarrow{T_B} \frac{N_0}{2} \Rightarrow 2T_B = t \Rightarrow T_B = \frac{t}{2}$

از ۰ تا $3t$ $\begin{cases} A \text{ باقیمانده } N_A = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^2} \\ B \text{ باقیمانده } N_B = \frac{2N_0}{2^n} = \frac{2N_0}{2^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = 4$

۴۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در واپاشی هسته‌های پرتوزا پس از طی یک نیمه عمر، نیمی از جرم (یا نیمی از تعداد) هسته‌های موجود واپاشیده می‌شود. با توجه به شکل از آن‌جا که میان $۳T_{\frac{۱}{۲}}$ تا $۴T_{\frac{۱}{۲}}$، ۸ گرم از هسته‌ها واپاشیده شده است، پس با گذشت ۴ نیمه عمر، ۸ گرم از هسته‌ها واپاشیده نشده، باقی می‌ماند:

$$m = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow ۸ = \frac{m_۰}{۲^۴} \Rightarrow m_۰ = ۱۶ \times ۸ = ۱۲۸g$$

۵۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که نیمه عمر، زمانی است که تعداد هسته‌ها نصف شود خواهیم داشت:



$$T_A > T_C > T_B$$

۵۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا «۱» و «۲» را مقایسه می‌کنیم. در مدت زمان یکسان نمودار تعداد هسته‌های پرتوزای بیشتری از ۱ دارد. بنابراین نیمه‌عمر آن کمتر است.

اگر به انتهای نمودارها دقت کنید، نمودار «۱» از «۳» و «۳» از «۲» بالاتر است. بنابراین نیمه‌عمر «۱» از «۳» و «۳» از «۲» بزرگ‌تر است.

$$T_۱ > T_۳ > T_۲$$

۵۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. درصد هسته‌های ماده اولیه باقیمانده پس از n تا $T_{\frac{۱}{۲}}$:

$$\left.\begin{array}{l}\left(\frac{۱}{۲}\right)^n \\ n = ۴\end{array}\right\} \Rightarrow \text{درصد هسته های باقیمانده} = \left(\frac{۱}{۲}\right)^۴ \times ۱۰۰ = \frac{۱۰۰}{۱۶} = ۶/۲۵\%$$

۵۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گام اول: نیمه‌عمر ماده‌ی پرتوزای B را به دست می‌آوریم:

$$N=\frac{N_0}{2^n}\Rightarrow\frac{12/5\,N_0}{100}=\frac{N_0}{2^n}\Rightarrow\frac{1}{8}=\frac{1}{2^n}\Rightarrow n=3$$

$$n=\frac{t}{T_B}\Rightarrow 3=\frac{18}{T_B}\Rightarrow T_B=6\text{h}$$

گام دوم: زمان مورد نیاز برای آن‌که از ۱۶۰۰ هسته‌ی اولیه‌ی B، ۴۰۰ هسته به صورت فعال باقی بمانند را محاسبه می‌کنیم:

$$N_B=\frac{N_{0B}}{2^n}\Rightarrow 400=\frac{1600}{2^n}\Rightarrow n=2$$

$$n=\frac{t}{T_B}\Rightarrow 2=\frac{t}{6}\Rightarrow t=12\text{h}$$

گام سوم: با توجه به نمودار رسم‌شده در لحظه‌ی $t=12\text{h}$ از ۱۶۰۰ هسته‌ی اولیه‌ی A تنها ۱۰۰ هسته به صورت فعال باقی مانده است، بنابراین داریم:

$$N_A=\frac{N_{0A}}{2^n}\Rightarrow 100=\frac{1600}{2^n}\Rightarrow n=4$$

$$n=\frac{t}{T_A}\Rightarrow 4=\frac{12}{T_A}\Rightarrow T_A=3\text{h}$$

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

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

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

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

حال پس از ۳۰ روز داریم:

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

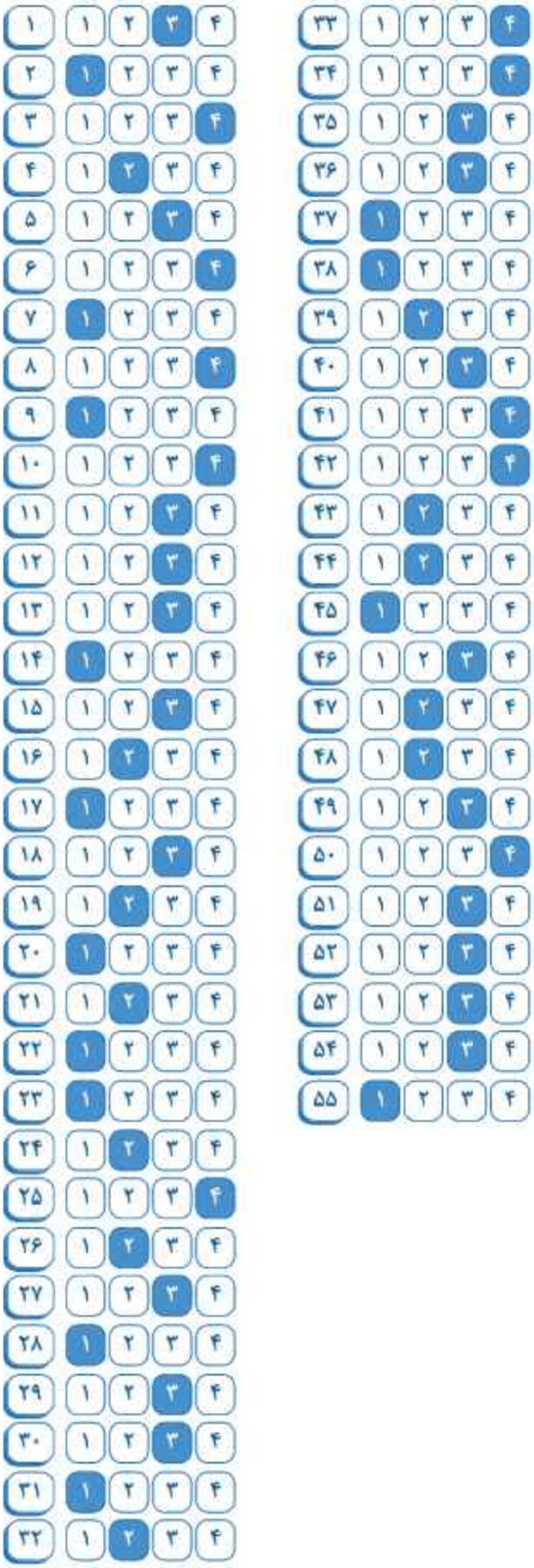
$$N=N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n\Rightarrow\frac{N_A}{N_B}=\frac{N_{0A}}{N_{0B}}\times\frac{2^{n'_B}}{2^{n'_A}}\times\frac{2^{15}}{2^6}=\frac{1}{2}\times 2^9=2^8\Rightarrow\frac{N_A}{N_B}=256$$

۵۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{۱۲۰۰}{۴۸۰۰}=\frac{۱}{۲^{n}A}\Rightarrow n_A=۲\xrightarrow[t=۱۲h]{n_A=\frac{t}{\left(T_{\frac{۱}{۲}}\right)A}}\left(T_{\frac{۱}{۲}}\right)A=۶h(۱)$$

$$\frac{۳۰۰}{۴۸۰۰}=\frac{۱}{۲^{n_B}}\Rightarrow n_B=۴\xrightarrow[t=۱۲h]{n_B=\frac{t}{\left(T_{\frac{۱}{۲}}\right)B}}\left(T_{\frac{۱}{۲}}\right)A=۳h(۲)$$

$$(۱),(۲)\Rightarrow\frac{\left(T_{\frac{۱}{۲}}\right)A}{\left(T_{\frac{۱}{۲}}\right)B}=۲$$


۱ ۱ ۲ ۳ ۴
۲ ۱ ۲ ۳ ۴
۳ ۱ ۲ ۳ ۴
۴ ۱ ۲ ۳ ۴
۵ ۱ ۲ ۳ ۴
۶ ۱ ۲ ۳ ۴
۷ ۱ ۲ ۳ ۴
۸ ۱ ۲ ۳ ۴
۹ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴
۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۱ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۲ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۳ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۴ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۵ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۶ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۷ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۸ ۱ ۲ ۳ ۴
۲۹ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۰ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۱ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۲ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۳ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۴ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۵ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۶ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۷ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۸ ۱ ۲ ۳ ۴
۳۹ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۰ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۱ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۲ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۳ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۴ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۵ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۶ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۷ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۸ ۱ ۲ ۳ ۴
۴۹ ۱ ۲ ۳ ۴
۵۰ ۱ ۲ ۳ ۴
۵۱ ۱ ۲ ۳ ۴
۵۲ ۱ ۲ ۳ ۴
۵۳ ۱ ۲ ۳ ۴
۵۴ ۱ ۲ ۳ ۴
۵۵ ۱ ۲ ۳ ۴