۱- در یک واکنش هسته‌ای به اندازه ۰/۴ میکروگرم از جرم کم شده است، مقدار انرژی حاصله بر حسب ژول چقدر است؟

۱) $۳/۶\times ۱۰^{۱}$ ۲) $۳/۶\times ۱۰^{۷}$ ۳) $۳/۶\times ۱۰^{۱۰}$ ۴) $۳/۶\times ۱۰^{۱۳}$

$$m = ۰/۴\mu gr = ۰/۴\times ۱۰^{-۶} gr = ۰/۴\times ۱۰^{-۹} kg \ , \ c = ۳\times ۱۰^{۸} m/s$$

$$E = mc^{۲} = ۰/۴\times ۱۰^{-۹}\left(۳\times ۱۰^{۸}\right)^{۲} = ۳/۶\times ۱۰^{۷} J$$

بنابراین گزینه ۲ جواب صحیح است.

۲- یکی از ایزوتوپهای کلر $^{۳۵}_{۱۷}Cl$ است. در این عنصر عدد ۱۷ معرف چیست؟

۱) تعداد پروتونهای درون هسته ۲) تعداد نوترونهای درون هسته
۳) تفاضل نوترونها و پروتونهای درون هسته ۴) مجموع نوترونها و پروتونهای درون هسته

در عنصر مورد نظر عدد ۱۷ نشانه عدد اتمی عنصر یعنی تعداد پروتونهای عنصر است. بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۳- در اتم $^{۶۰}_{۲۸}Ni$ تعداد نوترونها در هسته چند است؟

۱) ۲۸ ۲) ۳۲ ۳) ۶۰ ۴) ۸۸

در اتم $^{۶۰}_{۲۸}Ni$ عدد جرمی ۶۰ و عدد اتمی ۲۸ است. از طرفی عدد جرمی برابر با عدد اتمی بعلاوه تعداد نوترونها می باشد. پس نوترونها برابر ۳۲ = ۲۸ - ۶۰ می باشد و گزینه ۲ جواب صحیح است.

۴- دو ایزوتوپ یک عنصر، از کدام لحاظ مساوی هستند؟

۱) نیم عمر ۲) جرم اتمی ۳) تعداد نوترونها ۴) تعداد پروتونها

ایزوتوپهای یک عنصر دارای عدد اتمی یکسان هستند، پس دارای پروتونهای مساوی هستند و گزینه ۴ صحیح است.

۵- کدام گزینه درست است؟

۱) در حالی که جرم نوترونها و پروتونها تقریباً برابرند، بار آنها مختلف‌العلامه‌اند.
۲) تعداد کل نوکلئونهای هسته مجموع تعداد الکترونها و پروتونهاست.
۳) تعداد کل نوکلئونهای هسته را عدد جرمی می‌نامند.
۴) عامل حرکت الکترون دور هسته همان نیروی هسته‌ای است.

نوترونها دارای بار الکتریکی نیستند، پس گزینهٔ ۱ غلط است. تعداد کل نوکلئونهای هسته برابر با مجموع نوترونها و پروتونها است، پس گزینهٔ ۲ نیز غلط است. عامل حرکت الکترون دور هسته، نیروی الکتریکی است و نیروی هسته‌ای، نیرویی است که بین نوکلئونها وجود دارد و باعث پایداری نوکلئونها در هسته می‌شود. بنابراین گزینهٔ ۳ صحیح است.

۶- از تبدیل چند گرم ماده به انرژی، $۱۰^{۸}$ کیلو وات ساعت انرژی تولید می‌شود؟ (سرعت نور $۳\times ۱۰^{۸} m/s$ است.)

۱) ۰/۰۰۴ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۰/۴ ۴) ۴

از تبدیل جرم m از یک ماده به انرژی، به اندازهٔ $E = mC^{۲}$ انرژی تولید می‌شود. پس داریم:

$$E = ۱۰^{۸} kWh = ۱۰^{۸}\times ۱۰^{۳}\times ۳۶۰۰ J = ۳۶\times ۱۰^{۱۳} J$$

$$E = mC^{۲} \Rightarrow ۳۶\times ۱۰^{۱۳} = m\times\left(۳\times ۱۰^{۸}\right)^{۲} \Rightarrow m = ۴\times ۱۰^{-۳} Kg = ۴g$$

بنابراین گزینهٔ ۴ صحیح است.

۷- وقتی از هسته اتم، ذره آلفا خارج می‌شود :

۱) هسته اتم دو نوترون از دست می‌دهد و عدد اتمی آن تغییر می‌کند.

۲) هسته اتم دو پروتون از دست می‌دهد و عدد جرمی آن دو واحد کاهش می‌یابد.
۳) اتم دو پروتون و دو نوترون از دست می‌دهد و عدد اتمی آن دو واحد کاهش می‌یابد.
۴) عدد جرمی ثابت می‌ماند ولی عدد اتمی آن یک واحد افزایش می‌یابد.

ذره آلفا شامل دو پروتون و دو نوترون است. وقتی هسته اتم ذره آلفا تابش کند، دو پروتون و دو نوترون از دست می‌دهد و عدد اتمی آن دو واحد کاهش می‌یابد. بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

$$^{4}_{2}\alpha \Rightarrow {}^{4}_{2}He^{+2}$$

۸- کدامیک از ذرات زیر می‌تواند یک واکنش هسته ای را که به صورت کلی $^{3}_{1}x \longrightarrow {}^{3}_{2}y + \ldots\ldots$ است کامل کند؟

۱) $^{0}_{-1}e$ ۲) $^{0}_{+1}e$ ۳) $^{1}_{0}n$ ۴) $^{1}_{1}H$

در گسیل بتا یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود و الکترون (ذره β) از هسته اتم خارج و ذره بتا همان الکترون است.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}\beta \Rightarrow {}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$$

بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۹- دو عنصر رادیواکتیو که خاصیت رادیواکتیویته یکسان دارند دارای نیمه عمرهای متفاوتند. شدت تابش عنصری که نیمه عمر کوتاهتر دارد :
۱) مساوی شدت تابش عنصر با نیمه عمر بلندتر است.
۲) کمتر از شدت تابش عنصر با نیمه عمر بلندتر است.
۳) بیشتر از شدت تابش عنصر با نیمه عمر بلندتر است.
۴) ممکن است در اثر گرما تغییر کند و با شدت تابش عنصر دیگر برابر است.

نیمه عمر ماده رادیواکتیو به شدت تشعشع آن بستگی دارد. هر قدر شدت تشعشع بیشتر باشد، نیمه عمر کمتر است. بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

۱۰- نیمه عمر فسفر رادیواکتیو ۱۴ روز است، هرگاه ۴ گرم از این ماده در زمان حال موجود باشد، پس از چند روز فقط یک گرم آن دست نخورده باقی می‌ماند؟

۱) ۲۱ ۲) ۲۸ ۳) ۳۵ ۴) ۵۶

نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو، مدت زمانی است که طی آن نیمی از جرم ماده واپاشیده و نیم دیگر باقی می‌ماند. اگر بخواهیم از ۴ گرم از این ماده فقط یک گرم آن باقی بماند، باید به اندازهٔ دو نیمه عمر، زمان بگذرد که در نیمه عمر اول از ۴ گرم، نصف آن یعنی ۲ گرم باقی بماند و در نیمه عمر دوم، از ۲ گرم، نصف آن یعنی ۱ گرم باقی بماند. از آنجا که نیمه عمر ماده مورد نظر ۱۴ روز است، پس از گذشت ۲۸ روز ۱ گرم از ماده باقی خواهد ماند. بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۱۱- نیمه عمر یک عنصر رادیواکتیو ۴ روز است. پس از گذشت چند روز جرم قسمت تجزیه نشده این عنصر به $\frac{1}{8}$ جرم اولیه خواهد رسید؟

۱) ۱۶ ۲) ۱۲ ۳) ۸ ۴) ۴

می‌دانیم نیمه عمر یک عنصر رادیواکتیو، مدت زمانی است که پس از گذشت آن، جرم قسمت تجزیه نشده این عنصر به $\frac{1}{2}$ جرم اولیه خواهد رسید. اگر جرم اولیه عنصر مورد نظر m باشد، جرم قسمت تجزیه نشده آن پس از گذشت یک نیمه عمر $\frac{m}{2}$ و پس از گذشت یک نیمه عمر دیگر $\frac{1}{2}\times\frac{m}{2}=\frac{m}{4}$ و پس از گذشت نیمه عمر دیگر $\frac{1}{2}\times\frac{m}{4}=\frac{m}{8}$

خواهد بود. پس برای اینکه جرم قسمت تجزیه نشده عنصر به $\frac{۱}{۸}$ مقدار اولیه برسد، سه نیمه عمر لازم است یعنی ۱۲ = ۴ × ۳ روز. بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۱۲- عنصر رادیواکتیو $_{۸۸}^{۲۲۶}Ra$ ضمن تابش ذرات آلفا و بتا به عنصر پایدار $_{۸۲}^{۲۰۶}Pb$ تبدیل می شود. در این تبدیل به ترتیب چند ذره آلفا و چند ذره بتا تشکیل می شود؟

۱) ۵ - ۴ ۲) ۱۰ - ۶ ۳) ۵ - ۸ ۴) ۶ - ۱۰

در فعل و انفعالات هسته ای عدد جرمی و عدد اتمی در دو طرف واکنش باید یکسان باشد. با توجه به اینکه با تابش هر ذره α دو واحد از عدد اتمی و ۴ واحد از عدد جرمی اتمی ماده رادیو اکتیو کاسته می شود و با تابش هر ذره β یک واحد به عدد اتمی افزوده شده و عدد جرمی (جرم اتمی) ثابت می‌ماند، می‌توان نوشت:

$$_{۸۸}^{۲۲۶}Ra \longrightarrow {}_{۸۲}^{۲۰۶}Pb + n\,{}_{۲}^{۴}\alpha + m\,{}_{-۱}^{۰}\beta \Rightarrow \begin{cases} ۲۲۶ = ۲۰۶ + ۴n \\ ۸۸ = ۲n - m + ۸۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n = ۵ \\ m = ۴ \end{cases}$$

پس ۵ ذره α و ۴ ذره β تابش شده است و گزینه ۱ جواب صحیح است.

۱۳- یک عنصر رادیواکتیو که در مدت ۱۳۰ دقیقه $\frac{۱}{۳۲}$ جرم اولیه آن دست نخورده باقی بماند نیمه عمرش چند دقیقه است؟

۱) ۲۶ ۲) ۳۲/۵ ۳) ۴/۰۶ ۴) ۶۵

نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو زمانی است که در آن نصف اتمهای ماده رادیواکتیو ازبین می‌روند. اگر این زمان را T فرض کنیم و جرم اولیه ماده $m_۰$ باشد داریم :

$$t = ۱T \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲}\ ,\ t = ۲T \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^۲}\ ,\ \cdots,\ t = nT \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^{\frac{t}{T}}}$$

$t = ۱۳۰$ دقیقه

$$m = \frac{۱}{۳۲}m_۰ \Rightarrow \frac{۱}{۳۲}m_۰ = \frac{m_۰}{۲^{\frac{۱۳۰}{T}}} \Rightarrow ۲^۵ = ۲^{\frac{۱۳۰}{T}} \Rightarrow ۵ = \frac{۱۳۰}{T} \Rightarrow T = ۲۶ \text{ دقیقه}$$

پس گزینه ۱ جواب صحیح است.

۱۴- نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو ۲۵ سال است. اگر m گرم از این ماده موجود باشد، پس از گذشت ۷۵ سال چه کسری از آن به صورت فعال باقی می‌ماند؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۶}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

نیم عمر یک ماده رادیواکتیو زمانی است که طول می‌کشد تا نصف اتمهای ماده رادیواکتیو متلاشی شوند. اگر این زمان را با T نشان دهیم داریم:

$$m_۰ \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۲} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۲^۲} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۲^۳} \xrightarrow{T} \cdots\cdots$$

$$t = T \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲}\ ,\ t = ۲T \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^۲}\ ,\ t = ۳T \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^۳}\ ,\ \cdots,\ t = nT$$

$$\Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^n} = \frac{m_۰}{۲^{\frac{t}{T}}}$$

(m جرم باقی مانده و m_0 جرم اولیه می باشند)

$$\left.\begin{matrix} t = ۷۵ \text{ سال} \\ T = ۲۵ \text{ سال} \end{matrix}\right\} \Rightarrow m = \frac{m_0}{۲^{\frac{۷۵}{۲۵}}} \Rightarrow m = \frac{m_0}{۸}$$

گزینه ۱ صحیح است.

۱۵- چه ذره ای فعل و انفعال $^{۳۱}_{۱۴}Si \longrightarrow ^{۳۱}_{۱۵}P^{+}$ را کامل می کند؟

۱) آلفا ۲) بتا ۳) گاما ۴) توترون

عدد جرمی دو عنصر یکسان است، بنابراین باید یکی از نوترونها به پروتون تبدیل شده باشد که این کار با تابش اشعه بتا صورت می گیرد که از جنس الکترون است. پس گزینه ۲ صحیح است.

۱۶- از یک ماده رادیواکتیو با نیمه عمر ۳۰۰ دقیقه ۱۲ گرم در اختیار داریم. پس از ۱۵ ساعت چند گرم از آن به ماده دیگر تبدیل شده است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۱۰/۵

نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو مدت زمانی است که در آن زمان نصف ماده رادیواکتیو متلاشی می‌شود. اگر جرم اولیه ماده m_0 و جرم فعلی m و نیمه‌عمر آن T باشد داریم:

$$t = T \Rightarrow m = \frac{m_0}{۲} \quad , \quad t = ۲T \Rightarrow m = \frac{m_0}{۲^{۲}} , \cdots , t = nT \Rightarrow m = \frac{m_0}{۲^{n}} \Rightarrow m = \frac{m_0}{۲^{\frac{t}{T}}}$$

$$\Rightarrow m = \frac{۱۲}{\left(۲^{\frac{۱۵\times ۶۰}{۳۰۰}}\right)} = ۱/۵ gr$$

بنابراین ۱۰/۵ = ۱/۵ - ۱۲ گرم از ماده رادیواکتیو باقی مانده است و گزینه ۴ جواب صحیح است.

۱۷- در واکنش هسته‌ای $^{۶}_{۳}Li + \ldots \longrightarrow ^{۳}_{۱}H + ^{۴}_{۲}He$ جای خالی مربوط به کدام ذره است؟

۱) نوترون ۲) پوزیترون ۳) پروتون ۴) الکترون

در اثر بمباران کردن هسته لیتیم با ذرات نوترون این هسته متلاشی شده و داریم: $^{۶}_{۳}Li + ^{۱}_{۰}n \longrightarrow ^{۳}_{۱}H + ^{۴}_{۲}He$

بنابراین گزینه ۱ جواب صحیح است.

۱۸- از ۱۲ گرم ماده رادیواکتیوی بعد از ۳۰ ساعت ۳ گرم تجزیه نشده باقی مانده است. نیمه عمر ماده رادیواکتیو چند ساعت است؟

۱) ۷/۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو زمانی است که در آن زمان نصف اتمهای ماده رادیواکتیو متلاشی می‌شوند اگر این زمان را T فرض کنیم و جرم اولیه m_0 باشد می‌توان نوشت:

$$t = ۱T \Rightarrow m = \frac{m_0}{۲} \quad , \quad t = ۲T \Rightarrow m = \frac{m}{۲^{۲}} , \cdots , t = nT \Rightarrow m = \frac{m_0}{۲^{n}} \Rightarrow m = \frac{m_0}{۲^{\frac{t}{T}}}$$

$$\left.\begin{array}{l} m = ۳gr \\ m_۰ = ۱۲gr \\ t = ۳۰\ \text{ساعت} \end{array}\right\} \Rightarrow ۳ = \frac{۱۲}{۲^{\frac{۳۰}{T}}} \Rightarrow T = \frac{۳۰}{۲} = ۱۵\ \text{ساعت}$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۱۹- نیمه عمر ماده رادیواکتیوی ۶ ساعت است. اگر ۹۶ گرم از این ماده موجود باشد، بعد از یک شبانه‌روز چند گرم **تجزیه نشده** باقی مانده است؟

۱) ۶ ۲) ۱۶ ۳) ۲۴ ۴) ۹۰

نیمه‌عمر یک مادهٔ رادیواکتیو، مدت زمانی است که طی آن، نصف جرم مادهٔ رادیواکتیو متلاشی می‌شود. اگر نیمه‌عمر را با T و جرم اولیه را با $m_۰$ و جرم باقیمانده را با m نمایش دهیم، داریم:

$$t = T \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲},\ t = ۲T \Rightarrow m = \frac{\frac{m_۰}{۲}}{۲} = \frac{m_۰}{۲^۲},\ \cdots,\ t = nT \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^n} = \frac{m_۰}{۲^{\frac{t}{T}}}$$

بنابراین:

$$m = \frac{۹۶}{۲^{\frac{۲۴}{۶}}} \Rightarrow m = ۶gr$$

پس گزینهٔ ۱ پاسخ صحیح است.

۲۰- کدام عبارت درست است؟

۱) انرژی لازم برای برانگیختگی هسته‌ها در حدود کیلو الکترون ولت تا میلیون الکترون ولت است.

۲) هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته می‌شوند.

۳) فاصله‌ی ترازهای انرژی هسته‌ای اتم مانند فاصله‌ی ترازهای انرژی الکترون‌ها است.

۴) در اتم‌های سبک فاصله‌ی تراز انرژی الکترون‌ها حدود میلیون الکترون‌ولت است و در اتم‌های سنگین حدود کیلو الکترون‌ولت است.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. انرژی لازم برای برانگیختگی الکترون‌ها در حد چند الکترون‌ولت است، ولی در هسته‌ی اتم انرژی لازم برای برانگیختگی نوکلئون ها در هسته‌های اتم سبک در حد چند میلیون الکترون‌ولت و برای هسته‌های سنگین در حد چند کیلو الکترون‌ولت است. بنابراین فقط گزینه‌ی ۱ درست است.

۲۱- اگر نیم‌عمر یک ماده‌ی پرتوزا ۷/۵ دقیقه باشد، پس از مدت نیم ساعت چند درصد ماده‌ی پرتوزای اولیه به‌صورت فعال باقی مانده است؟

۱) بیش‌تر از ۱۰ درصد ۲) بین ۵ تا ۱۰ درصد ۳) کم‌تر از ۵ درصد ۴) ماده‌ی پرتوزا باقی نمی‌ماند.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۳۰min}{۷/۵min} = ۴ \Rightarrow m = m_۰\left(\frac{۱}{۲}\right)^n = \frac{۱}{۱۶}m_۰ = ۰/۰۶۲۵m_۰ \Rightarrow m = \%۶/۲۵m_۰$$

۲۲- در فرآیند گسیل پوزیترون چه عاملی به پایدارتر شدن هسته کمک می‌کند؟

۱) سبک شدن هسته ۲) افزایش نیروی هسته‌ای قوی

۳) افزایش بار الکتریکی هسته ۴) تغییر تعداد نوکلئون‌های هسته

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در فرآیند گسیل پوزیترون یکی از پروتون‌های هسته به نوترون تبدیل می‌شود و تعداد نوکلئون‌ها ثابت می‌ماند. افزایش تعداد نوترون‌ها به نیروی ربایش هسته می‌افزاید و رانش الکتریکی نیز ندارد.

۲۳- اگر در یک واکنش هسته‌ای یک گرم جرم تبدیل به انرژی شود، انرژی حاصل چه جرمی از ماده را می‌تواند یک صد

متر از سطح زمین بالا ببرد؟ ($C = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$, $g = ۱۰ \frac{m}{s^{۲}}$)

۱) ۹۰ میلیون تُن ۲) ۹۰ تُن ۳) ۴۵۰ میلیون کیلوگرم ۴) ۴۵۰ کیلوگرم

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$E = mc^{۲} = ۱۰^{-۳} \times (۳ \times ۱۰^{۸})^{۲} = ۱۰^{-۳} \times (۹ \times ۱۰^{۱۶}) = ۹ \times ۱۰^{۱۳} J$$

$$E = mgh \Rightarrow ۹ \times ۱۰^{۱۳} = m \times ۱۰ \times ۱۰۰ \Rightarrow m = ۹ \times ۱۰^{۱۰} kg = \text{۹۰ میلیون تُن}$$

۲۴- در فعل و انفعال $^{۹}_{۴}Be + ^{۴}_{۲}He \rightarrow ^{۱۲}_{۶}C + X$ ، X کدام است؟

۱) بتا ۲) گاما ۳) پوزیترون ۴) نوترون

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. طبق اصل بقای نوکلئون‌ها باید مجموع عددهای جرمی و اتمی قسمت چپ و راست واکنش باهم برابر باشند.

$$۹ + ۴ = ۱۲ + A \Rightarrow A = ۱$$
$$۴ + ۲ = ۶ + Z \Rightarrow Z = ۰$$

۲۵- اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌ها در هسته ..... از اختلاف انرژی ترازهای الکترون در اتم است و اختلاف ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته‌های سبک ..... از اختلاف انرژی نوکلئون‌ها در هسته‌های سنگین است.

۱) کم‌تر - خیلی بیش‌تر ۲) بسیار بیش‌تر - خیلی کم‌تر
۳) کم‌تر - خیلی کم‌تر ۴) بسیار بیش‌تر - خیلی بیش‌تر

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اختلاف ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه‌ی کیلوالکترون ولت یا مگاالکترون ولت است اما اختلاف ترازهای انرژی الکترون در اتم از مرتبه‌ی الکترون ولت است. در هسته‌های سبک اختلاف ترازهای انرژی از مرتبه‌ی مگا الکترون ولت است اما اختلاف ترازهای انرژی در هسته‌های سنگین از مرتبه‌ی کیلوالکترون ولت است.

۲۶- کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد نیروی هسته‌ای و نیروی کولنی ذرات تشکیل‌دهنده‌ی هسته‌ی یک اتم درست است؟

۱) نیروی هسته‌ای فقط بین ذرات دارای بار الکتریکی برقرار است.
۲) در تمام فواصل بین دو ذره، نیروی هسته‌ای بر نیروی کولنی غلبه می‌کند.
۳) نیروی هسته‌ای مخصوص جرم‌های بالاتر از جرم بحرانی است.
۴) نیروی هسته‌ای قوی به نوع بار الکتریکی ذرات تشکیل‌دهنده‌ی هسته بستگی ندارد.

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

۲۷- کدام گزینه‌ی زیر در مورد نیروی هسته‌ای و نیروی کولنی بین اجزاء هسته درست نیست؟

۱) نیروی هسته‌ای، کوتاه برد و قوی است.
۲) نیروی کولنی بین پروتون‌های هسته، برد خیلی کوتاهی دارد.
۳) هر پروتون به تمام پروتون‌های موجود در هسته نیروی کولنی وارد می‌کند.
۴) هر نوکلئون، فقط به نوکلئون‌های مجاور خود نیروی هسته‌ای وارد می‌کند.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. برخلاف نیروی هسته‌ای، نیروی کولنی برد بلندی دارد.

۲۸- در اتم استرانسیم با هسته‌ی $^{۹۰}_{۳۸}Sr$ ، به‌ترتیب از راست به چپ، چند الکترون، چند نوترون و چند پروتون وجود دارد؟

۱) ۳۸، ۵۲ و ۳۸ ۲) ۵۲، ۳۸ و ۵۲ ۳) ۳۸، ۵۲ و ۹۰ ۴) ۵۲، ۹۰ و ۳۸

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. عدد اتمی هر اتم خنثی معرف تعداد پروتون‌های هسته و تعداد الکترون‌های اتم است. بنابراین ۳۸ الکترون و ۳۸ پروتون دارد. اختلاف عدد جرمی و عدد اتمی برابر تعداد نوترون‌های هسته می‌باشد.

$N = ۹۰ - ۳۸ = ۵۲$

۲۹- نیمه‌ی عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو ۲ ساعت است. پس از چند ساعت، $\frac{۱}{۱۲۸}$ هسته‌های اولیه، فعال باقی می‌ماند؟

۱) ۲۶ ۲) ۲۸ ۳) ۱۴ ۴) ۱۲

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. x مقدار هسته باقی‌مانده می‌باشد.

$$x = \frac{x_۰}{۲^n} = \frac{x_۰}{۱۲۸} \Rightarrow n = ۷ \Rightarrow t = ۷t_{۰/۵} = ۷ \times ۲ = ۱۴ \text{ ساعت}$$

۳۰- در داخل راکتور، با استفاده از کندکننده‌ای مانند گرافیت، سرعت نوترون‌ها را کاهش می‌دهد تا:

۱) احتمال جذب آن‌ها توسط $U^{۲۳۸}$ بیش‌تر شود.

۲) احتمال جذب آن‌ها توسط $U^{۲۳۵}$ بیش‌تر شود.

۳) سرعت واکنش هسته‌ای کاهش یافته و کنترل شود.

۴) درصد بیش‌تری از انرژی هسته‌ای آزادشده به کنترل درآید و استفاده شود.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. متن کتاب فیزیک سال چهارم

۳۱- در راکتور هسته‌ای از ..... به عنوان کندکننده استفاده می‌شود و میله‌های کنترل از جنس ..... ساخته می‌شوند.

۱) گرافیت، کادمیم ۲) گرافیت، تنگستن ۳) آب سنگین، بور ۴) آب سنگین، تنگستن

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در راکتور هسته‌ای از گرافیت به عنوان کندکننده استفاده می‌شود و میله‌های کنترل از جنس کادمیم یا بور ساخته می‌شوند.

۳۲- یک فسیل مربوط به ۳۴۲ قرن پیش است. مقدار کربن باقی‌مانده در فسیل تقریباً چند درصد مقدار اولیه‌ی آن است؟ (نیمه عمر کربن ۵۷۰۰ سال است.)

۱) ٪۱/۵ ۲) ٪۵۳ ۳) ٪۱۵ ۴) ٪۷۵

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\text{تعداد نیمه عمر } n = \frac{t}{T} = \frac{۳۴۲۰۰}{۵۷۰۰} = ۶$$

$$\text{باقی مانده } m = \frac{m_۰}{۲^n} = \frac{m_۰}{۲^۶} = \frac{۱}{۶۴}m_۰ = \frac{۱}{۶۴} \times ۱۰۰ m_۰ \simeq ۱/۵\% m_۰$$

۳۳- یک عنصر رادیواکتیو ۲ پرتو α و ۵ پرتو β و ۶ پرتو γ تابش می‌کند. عدد جرمی آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۸ واحد کاهش ۲) ۱ واحد افزایش ۳) ۱ واحد کاهش ۴) ۸ واحد افزایش

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اگر یک عنصر رادیواکتیو یک پرتو α تابش کند عدد جرمی آن ۴ واحد کاهش می‌یابد و با تابش ۲ پرتو α، ۸ واحد از آن کاسته می‌شود. تابش پرتو β و γ هیچ‌کدام بر روی عدد جرمی اثر نمی‌گذارند.

۳۴- عنصر ناپایدار $_Z^A X$ با تابش ..... ذره‌ی آلفا و ..... ذره‌ی بتا (الکترون) به ایزوتوپ پایدار خود $_Z^{A-۸} X$ تبدیل می‌شود.

۱) ۳ و ۶ ۲) ۲ و صفر ۳) ۲ و ۴ ۴) صفر و ۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$ {}^{A}_{Z}X \Rightarrow {}^{A-۸}_{Z}X + m\left({}^{۴}_{۲}\alpha\right) + n\left({}^{۰}_{-۱}\beta\right) \Rightarrow \begin{cases} A = A - ۸ + ۴m + ۰ \Rightarrow m = ۲\ (\alpha) \\ Z = Z + ۲m + (-n) \xrightarrow{m=۲} n = ۴\ (\beta) \end{cases} $$

۳۵- نیمه‌ی عمر هسته‌ی رادیواکتیو A دو برابر هسته‌ی رادیواکتیو B است. اگر در مدت‌زمان t، ۷۵ درصد از A متلاشی شود، چند درصد از B متلاشی می‌شود؟

۱) ۶/۲۵ ۲) ۹۳/۷۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۸۷/۵

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

زمان سپری شده $t = ۲T_A \Rightarrow \frac{t}{T_A} = ۲ \Rightarrow n = ۲ \Rightarrow m = \frac{m_o}{۲^n} \Rightarrow \frac{۱}{۴}m_o = \frac{m_o}{۲^n}$ باقی مانده

$$ t = ۲T_A = ۴T_B \Rightarrow \text{باقی مانده } m_B = \frac{m_o}{۲^۴} = \frac{m_o}{۱۶} $$

پس ۶/۲۵ درصد باقی می‌ماند، بنابراین ۹۳/۷۵ درصد متلاشی می‌شود.

۳۶- یک هسته‌ی رادیواکتیو با گسیل ۱۰ ذره‌ی بتا و ۴ ذره‌ی گاما واپاشی می‌کند. تغییر عدد جرمی آن چند برابر تغییر عدد اتمی است؟

۱) -۸ ۲) ۸ ۳) -۵ ۴) ۵

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$ {}^{A}_{Z}X \Rightarrow ۱۰\,{}^{۰}_{-۱}\beta + ۴\,{}^{۴}_{۲}\gamma + {}^{A'}_{Z'}Y $$

$$ \begin{cases} A = ۱۶ = A' \\ Z = -۱۰ + ۸ + Z' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta A = -۱۶ \\ \Delta Z = +۲ \end{cases} $$

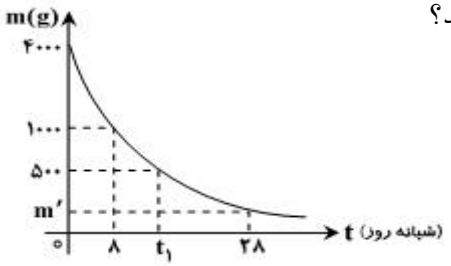
۳۷- هدف استفاده از میله‌های گرافیتی در انرژی هسته‌ای چیست؟

۱) کنترل انرژی گرمایی حاصل از شکافت ۲) کند کردن نوترون به منظور جذب بهتر آن توسط اورانیوم

۳) غنی‌سازی اورانیوم ۴) تبدیل انرژی گرمایی به انرژی الکتریکی

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

۳۸- نمودار شکل مقابل مربوط به یک ماده‌ی پرتوزا است. m' و $t_۱$ به‌ترتیب کدام‌اند؟



۱) ۳۱/۲۵ و ۱۲

۲) ۲۵۰ و ۱۶

۳) ۶۲/۵ و ۱۶

۴) ۶۲/۵ و۱۲

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل هشت شبانه‌روز طول می‌کشد تا جرم ماده‌ی پرتوزا از ۴۰۰۰ گرم به ۱۰۰۰ گرم برسد یعنی $\frac{۱}{۴}$ مقدار اولیه شده است. بنابراین ۴ شبانه‌روز برای نصف شدن آن یعنی از ۴۰۰۰ به ۲۰۰۰ گرم لازم است و نیمه‌عمر ۴ شبانه‌روز می‌شود.

$$ m = \frac{m_۰}{۲^n} \text{ و } n = \frac{t}{T} \Rightarrow ۵۰۰ = \frac{۴۰۰۰}{۲^{\frac{t_۱}{۴}}} \Rightarrow t_۱ = ۱۲ \text{ (شبانه روز) و } m' = \frac{۴۰۰۰}{۲^{\frac{۲۸}{۴}}} \Rightarrow m' = ۳۱/۲۵(g) $$

۳۹- پاره‌های شکافت، پرتوزا هستند زیرا نسبت تعداد نوترون به پروتون آن‌ها ..... است و پسماندهایی که دارای ثابت واپاشی ..... هستند از نظر آلودگی محیط زیست خطرناک‌تر هستند.

۱) کم- کم‌تر ۲) زیاد- کم‌تر ۳) کم- زیادتر ۴) زیاد- زیادتر

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. علت پرتوزا بودن پسماندها آن است که $\frac{N}{Z}$ زیاد دارند. پسماندهایی که نیم‌عمر طولانی دارند از نظر آلودگی محیط زیست خیلی خطرناک‌تر هستند.

۴۰- معادله‌ی واکنش زیر را تکمیل کنید:

$$^{۲۳۸}_{۹۲}X \longrightarrow ^{۲۳۰}_{۸۷}Y + \ldots\ldots\alpha + \ldots\ldots\ldots\ldots ^{۰}_{+۱}e$$

۱) ۲ آلفا و ۲ پوزیترون ۲) ۲ آلفا و ۱ پوزیترون ۳) ۴ آلفا و ۲ الکترون ۴) ۴ آلفا و ۱ الکترون

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. تابش هر ذره‌ی α، ۴ واحد از A و ۲ واحد از Z کم می‌کند، به این ترتیب برای تبدیل ۲۳۸ به ۲۳۰، باید ۲ ذره‌ی آلفا تابش شده باشد. پس باید ۴ واحد نیز از Z کم شود و به ۸۸ تبدیل شود. تابش پوزیترون، ۱ واحد از Z کم می‌کند و برای تبدیل ۸۸ به ۸۷ ، باید یک پوزیترون تابش شود.

۴۱- در راکتور شکافت هسته‌ای برای این‌که مواد پرتوزا وارد توربین نشود، باید:

۱) آب تحت فشار گرم شود. ۲) از دو دستگاه آب جداگانه استفاده شود.

۳) از هسته‌های سبک استفاده شود. ۴) از هسته‌های سنگین استفاده شود.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. آبی که سوخت هسته‌ای را احاطه کرده است معمولاً تحت فشار زیاد قرار می‌دهند تا بدون جوشیدن به دماهای خیلی زیاد برسد. آبی که بر اثر واکنش شکافت هسته‌ای گرم شده است، به دستگاهی با فشار آب کم‌تر منتقل می‌شود که با تولید بخار، توربین و ژنراتور الکتریسیته را به‌کار اندازد. از این‌رو از دو دستگاه آب به‌طور جداگانه استفاده می‌شود تا مواد پرتوزا وارد توربین نشود.

۴۲- در عمل غنی‌سازی، درصد فراوانی ایزوتوپ ..... را با استفاده از روش‌های ..... افزایش می‌دهند.

۱) ^{۲۳۵}U - مبتنی بر تفاوت جرم هسته ۲) ^{۲۳۵}U - شیمیایی

۳) ^{۲۳۸}U - شیمیایی ۴) ^{۲۳۸}U - مبتنی بر تفاوت جرم هسته

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ^{۲۳۵}U برای شکافت در هسته مناسب است و جدا کردن ایزوتوپ‌های یک عنصر از یک‌دیگر با روش‌های شیمیایی انجام نمی‌شود.

۴۳- نیمه عمر ماده‌ی رادیواکتیوی، ۵ روز است. بعد از چند تعداد هسته‌های واپاشیده شده، $\frac{۷}{۸}$ تعداد هسته‌های اولیه خواهد شد؟

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) $\frac{۵}{۳}$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$N_۰ - N = \frac{۷}{۸}N_۰ \;,\; N = \frac{۱}{۸}N_۰ \;,\; N = \frac{N_۰}{۲^n} \Rightarrow ۲^n = ۸ \Rightarrow n = ۳$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow ۳ = \frac{t}{۵} \Rightarrow t = ۱۵ \text{ روز}$$

۴۴- در کدام گزینه پرتوها هم‌جنس می‌باشند؟

۱) گاما و بتا ۲) آلفا و بتا ۳) ایکس و گاما ۴) ایکس و الفا

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

۴۵- اگر جرم یک عنصر رادیواکتیو پس از ۷۰ روز به $\frac{۱}{۳۲}$ جرم اولیه‌اش برسد نیم‌عمر آن چند روز است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۲ ۳) ۱۶ ۴) ۱۰

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$m = \frac{m_۰}{۲^n} \rightarrow \frac{m_۰}{۳۲} = \frac{m_۰}{۲^n} \rightarrow ۲^n = ۳۲ \rightarrow n = ۵$$

$$n = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow ۵ = \frac{۷۰}{T} \rightarrow T = ۱۴\ day$$

۴۶- اگر عنصر ${}^{A}_{Z}X$ بر اثر تلاشی به عنصر ${}^{A-۴}_{Z-۱}Y$ تبدیل شود، کدامیک ذرات زیر حاصل شده است؟

۱) یک ذره α و یک ذرّه γ ۲) یک ذره بتا و یک ذرّه γ

۳) یک ذره α و یک ذرّه β ۴) یک ذره α و یک ذرّه پوزیترون

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. عدد جرمی ۴ واحد کاهش یافته و عدد اتمی یک واح کاهش یافته است. اگر یک α خارج شود، A، ۴ واحد و Z، ۲ واحد کاهش پیدا می کند که با خارج شدن یک ذره β، یک واحد به z اضافه می‌شود.

۴۷- نیمه‌عمر یک عنصر رادیواکتیو ۱۴ روز است. اگر پس از ۷۰ روز یک گرم از این عنصر به‌صورت فعال باقی بماند، مقدار اولیه‌ی آن چند گرم بوده است؟

۱) ۶۴ ۲) ۲۵ ۳) ۳۲ ۴) ۵۰

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۷۰}{۱۴} = ۵$$

$$m = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^۵} \Rightarrow ۱ = \frac{m_۰}{۳۲} \Rightarrow m_۰ = ۳۲(g)$$

۴۸- از تبدیل چند گرم ماده به انرژی $۱/۸ \times ۱۰^{۱۴}$ ژول انرژی تولید می‌شود؟ (سرعت نور $۳ \times ۱۰^{۸} m/s$)

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۲

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$E = mc^۲ \Rightarrow ۱/۸ \times ۱۰^{۱۴} = m \times (۹ \times ۱۰^{۱۶}) \Rightarrow m = ۰/۰۰۲kg = ۲(g)$$

۴۹- در یک واکنش هسته‌ای ۸×۱۰^{-۶} گرم ماده به انرژی تبدیل شده است. انرژی تولید شده چند ژول است؟ (سرعت نور $۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$)

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

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$E = mc^۲ \Rightarrow E = (۸ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰^{-۳}) \times (۳ \times ۱۰^{۸})^۲ = ۷/۲ \times ۱۰^{۸} J$$

۵۰- نیم عمر استرانسیوم ۲۸ سال است. پس از گذشت ۸۴ سال، چه کسری از این ماده به‌صورت فعال باقی می‌ماند؟

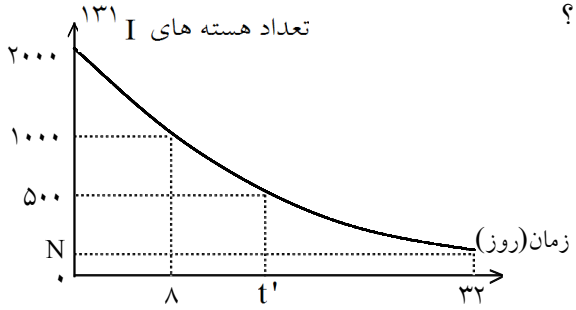
۱) $\frac{۱}{۳۲}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۸۴}{۲۸} = ۳$$

$$m = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^۳} = \frac{۱}{۸}m_۰$$

۵۱- نمودار روبه‌رو، مربوط به یُد پرتوزا است. N و t' به ترتیب کدام‌اند؟



۱) ۱۲۵ و ۱۶

۲) ۲۵۰ و ۱۶

۳) ۱۷۵ و ۲۴

۴) ۲۰۰ و ۲۴

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$N = \frac{N_۰}{۲^{\frac{t'}{t}}} \Rightarrow ۵۰۰ = \frac{۲۰۰۰}{۲^{\frac{t'}{t}}} \Rightarrow ۲^{\frac{t'}{t}} = ۴ \Rightarrow \frac{t'}{t} = ۲ \Rightarrow t' = ۲ \times ۸ = ۱۶s$$

$$N = \frac{N_۰}{۲^{\frac{t'}{t}}} \Rightarrow N = \frac{۲۰۰۰}{۲^۴} = \frac{۲۰۰۰}{۱۶} = ۱۲۵$$

۵۲- در واکنش هسته‌ای $^{۱}_{۰}n + {}^{۱۰}_{۵}B \rightarrow {}^{۷}_{۳}Li + x$ ، x کدام است؟

۱) α ۲) β ۳) $\alpha + \beta$ ۴) $\alpha + ۲\beta$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$^{۱}_{۰}n + {}^{۱۰}_{۵}B \rightarrow {}^{۷}_{۳}Li + {}^{۴}_{۲}X$$

$^{۴}_{۲}X$ هسته‌ی اتم هلیم است یعنی α:

$$\alpha = {}^{۴}_{۲}He^{۲+}$$

۵۳- در واکنش شکافت اورانیوم ۲۳۵ کدام مورد صورت می‌گیرد؟

۱) تبدیل انرژی به ماده

۲) تبدیل پروتون به نوترون و الکترون

۳) تبدیل انرژی هسته‌ای به انرژی الکتریکی

۴) تبدیل جرم به انرژی

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. جرم ذرات حاصل از واکنش، از جرم اولیه کمتر است و این کاهش جرم تبدیل به انرژی شده و آزاد می‌شود.

۵۴- نیمه‌عمر فسفر رادیواکتیو ۱۴ روز است. هرگاه ۸ گرم از این ماده موجود باشد، پس از گذشت چند روز فقط یک گرم از ماده‌ی اولیه باقی‌می‌ماند؟

۱) ۸۴ ۲) ۴۲ ۳) ۱۸ ۴) ۳۶

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$m = \frac{m_۰}{۲^n} \longrightarrow ۱ = \frac{۸}{۲^n} \longrightarrow ۲^n = ۸ = ۲^۳ \longrightarrow n = ۳$$

$$n = \frac{t}{T} \longrightarrow ۳ = \frac{t}{۱۴} \longrightarrow t = ۴۲ \text{ روز}$$

۵۵- از یک عنصر رادیواکتیو، اگر پس از ۱۲۶ روز از ۲۴ گرم جرم اولیه‌ی آن ۲۱ گرم واپاشیده باشد، نیمه‌عمر آن چند روز است؟

۱) ۲۱ ۲) ۴۲ ۳) ۱۶ ۴) ۳۲

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$m = \frac{m_0}{2^n} \longrightarrow ۳ = \frac{۲۴}{2^n} \longrightarrow 2^n = ۸ = 2^۳ \longrightarrow n = ۳$$

$$n = \frac{t}{T} \longrightarrow ۳ = \frac{۱۲۶}{T} \longrightarrow T = ۴۲ \text{ روز}$$

۵۶- در فرآیند غنی سازی اورانیوم، غنای مناسب ^{۲۳۵}U برای سوخت نیروگاهی تقریباً چند درصد است؟

۱) ۳ ۲) ۱۲ ۳) ۶۵ ۴) ۹۵

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

۵۷- وقتی از یک هسته ذره‌ی α گسیل می‌شود:

۱) بار هسته ثابت می‌ماند

۲) بار هسته به اندازه $q = +۲e$ افزایش می‌یابد

۳) جرم هسته به اندازه‌ی جرم ۲ پروتون کاهش می‌یابد

۴) عدد جرمی هسته به اندازه عدد جرمی هلیم کاهش می‌یابد

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}He$$

۵۸- همه‌ی ایزوتوپ‌های یک عنصر:

۱) نیمه عمر یکسانی دارند. ۲) انرژی بستگی یکسانی دارند.

۳) دارای عدد اتمی یکسان و جرم‌های متفاوت‌اند. ۴) دارای جرم‌های یکسان و عدد اتمی متفاوت‌اند.

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

۵۹- نیمه عمر ماده‌ی رادیواکتیوی ۱۶ روز است، در مدت چند روز، جرم واپاشیده شده ۱۵ برابر جرم باقی‌مانده خواهد شد؟

۱) ۱۵ ۲) ۳۰ ۳) ۴۸ ۴) ۶۴

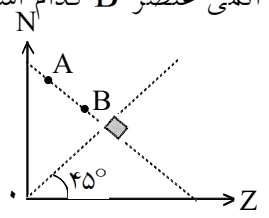
گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$m_0 - m = ۱۵m \longrightarrow m_0 - \frac{m_0}{2^n} = ۱۵ \times \frac{m_0}{2^n} \longrightarrow ۱ - \frac{۱}{2^n} = \frac{۱۵}{2^n} \longrightarrow$$

$$\longrightarrow 2^n - ۱ = ۱۵ \longrightarrow 2^n = ۱۶ \longrightarrow 2^n = 2^۴ \longrightarrow n = ۴$$

$$n = \frac{t}{T_۱} \longrightarrow ۴ = \frac{t}{۱۶} \longrightarrow t = ۶۴$$

۶۰- در نمودار روبه‌رو، عدد جرمی عنصر A، ۷۰ و عدد نوترونی عنصر B، ۳۰ می‌باشد، عدد اتمی عنصر B کدام است؟



۱) ۴۰

۲) ۷۰

۳) ۱۰۰

۴) اطلاعات مساله کافی نیست.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. خط عمود بر خط $N = Z$ معرف $A = Z + N$ عنصرهای A و B است.

$$N_A + Z_A = N_B + Z_B \longrightarrow ۷۰ = ۳۰ + Z_B \longrightarrow Z_B = ۴۰$$

۶۱- نیمه عمر یک عنصر رادیواکتیو ۱۴ روز است. هرگاه پس از گذشت ۴۲ روز فقط یک گرم از این عنصر به‌صورت فعال باقی بماند، جرم اولیه این عنصر چند گرم بوده است؟

۱) ۱۰ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۶

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۴۲}{۱۴} = ۳ \quad , \quad m = \frac{m_۰}{۲^n} \rightarrow ۱ = \frac{m_۰}{۲^۳} \rightarrow m_۰ = ۲^۳ = ۸g$$

۶۲- نیمه عمر یک عنصر رادیواکتیو ۱۴ روز است. هرگاه ۴ گرم از این عنصر موجود باشد، پس از گذشت ۴۲ روز چند گرم از ماده‌ی اولیه باقی مانده است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۱ ۴) ۲

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۴۲}{۱۴} = ۳$$

$$m = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow m = \frac{۴}{۲^۳} = ۰/۵g$$

۶۳- هسته‌ی $^{۲۳۹}U^*$ با گسیل یک ذره‌ی بتا به کدام عنصر تبدیل می‌شود؟

۱) رادیم ۲) باریم ۳) نپتونیم ۴) پلوتونیم

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

۶۴- نیمه عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو ۱۰ ساعت است. هرگاه پس از ۴۰ ساعت ۱۵ گرم از این ماده واپاشیده شود، جرم اولیه‌ی آن چند گرم بوده است؟

۱) ۱۶ ۲) ۲۰ ۳) ۳۲ ۴) ۴۰

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۴۰}{۱۰} = ۴$$

$$m = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۲^۴} = \frac{m_۰}{۱۶}$$

$$m_۰ - m = ۱۵ \Rightarrow m_۰ - \frac{m_۰}{۱۶} = ۱۵ \Rightarrow m_۰ = ۱۶g$$

۶۵- از هسته‌های اولیه‌ی یک ماده‌ی رادیواکتیو پس از ۹ سال، ۱۲/۵ درصد آن باقی مانده است. نیمه عمر این ماده چند سال است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$M' = \frac{M}{۲^n} \longrightarrow \frac{۱۲/۵}{۱۰۰}M = \frac{M}{۲^n}$$

$$۲^n = ۸ = ۲^۳ \longrightarrow n = ۳ \longrightarrow n = \frac{t}{T} \longrightarrow ۳ = \frac{۹}{T} \longrightarrow T = ۳year$$

۶۶- هرچه مجموع جرم نوترون‌ها و پروتون‌های یک هسته‌ی اتم از جرم آن هسته بیش‌تر باشد، انرژی بستگی هسته ..... است و آن هسته ..... است.

۱) بیش‌تر - پایدارتر ۲) کم‌تر - پایدارتر ۳) کم‌تر - ناپایدارتر ۴) بیش‌تر - ناپایدارتر

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$B = \Delta M.C^{۲} \longrightarrow B = (ZM_p + NM_n - M_X)C^{۲}$

هرچه اختلاف جرم (Δm) بزرگ‌تر باشد، B بزرگ شده و در مورد هسته‌های سنگین که ناپایدار هستند، B بزرگ‌تر است. حال باید در نظر داشته باشیم که وقتی انرژی بستگی هسته بزرگ‌تر می‌شود، هسته به سمت پایداری میل می‌کند. یعنی وقتی B بزرگ تولید شد، هسته پایدارتر می‌شود.

۶۷- در هسته‌ی اتم عناصر طبیعی، تعداد پروتون‌های هسته را با Z و تعداد نوترون‌ها را با N نشان می‌دهیم. اگر از سبک‌ترین اتم‌ها 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.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در هسته‌های سنگین نسبت نوترون‌ها در مقایسه با پروتون‌ها ۱/۵ برابر می‌باشد و در هسته‌ی سبک $\frac{N}{Z} = ۱$ می‌باشد. در جدول کتاب برای هسته‌های سنگین شیب دیگر ثابت نمی‌باشد و نسبت افزایش می‌یابد.

۶۸- نیمه‌عمر یک عنصر رادیواکتیو ۵ روز است. پس از گذشت ۲۵ روز چه کسری از ماده‌ی اولیه باقی مانده است؟

۱) $\frac{۱}{۶۴}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۱}{۳۲}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۲۵}{۵} = ۵$$

$$M' = \frac{M}{۲^n} = \frac{M}{۲^۵} = \frac{M}{۳۲} = \frac{۱}{۳۲}M$$

۶۹- پس از گذشت ۶ نیمه عمر از یک عنصر رادیواکتیو چه کسری از ماده‌ی اولیه آن به‌صورت فعال باقی می‌ماند؟

۱) $\frac{۱}{۳۲}$ ۲) $\frac{۱}{۳۶}$ ۳) $\frac{۱}{۶۴}$ ۴) $\frac{۱}{۱۸}$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$M' = \frac{M}{۲^n} = \frac{M}{۲^۶} = \frac{M}{۶۴} = \frac{۱}{۶۴}M$$

۷۰- اگر نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو ۱۰ سال باشد، در فاصله‌ی زمانی ۳۰ تا ۵۰ سال بعد از شروع واپاشی چه کسری از جرم اولیه‌ی آن واپاشیده می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۳۲}$ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) $\frac{۳}{۳۲}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{array}{l} t = ۳۰ = ۳T \rightarrow m = \frac{۱}{۸}m_۰ \\ t = ۵۰ = ۵T \rightarrow m = \frac{۱}{۳۲}m_۰ \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{۱}{۸} - \frac{۱}{۳۲} = \frac{۳}{۳۲}$$

در این مدت $\left(\frac{۳}{۳۲}m_۰\right)$ واپاشیده است.

۷۱- اگر یک هسته‌ی رادیواکتیو ۲ ذره آلفا و ۳ ذره بتا گسیل کند، چند نوترون و چند پروتون از آن کم می‌شود؟

۱) ۸ نوترون و ۱ پروتون ۲) ۷ نوترون و ۱ پروتون
۳) ۴ پروتون و ۴ نوترون ۴) ۸ پروتون و ۳ نوترون

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\begin{matrix}A\\Z\end{matrix}X \rightarrow ۲\,\begin{matrix}۴\\۲\end{matrix}\alpha + ۳\,\begin{matrix}۰\\-۱\end{matrix}\beta + \begin{matrix}A'\\Z'\end{matrix}Y$$
$$A' + ۸ = A \Rightarrow A' = A - ۸$$
$$Z' - ۳ + ۴ = Z \Rightarrow Z' = Z - ۱$$

یک واحد از عدد اتمی کم شده، پس یک پروتون کم شده حال چون عدد جرمی هشت واحد کم شده است. پس هفت نوترون از دست داده است.

۷۲- جرم جسم رادیواکتیوی پس از ۳۰ روز به $\frac{۱}{۸}$ مقدار اولیه اش رسیده است. نیمه عمر آن چند روز است؟

۱) $\frac{۱۵}{۲}$ ۲) $\frac{۳۰}{۸}$ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$m = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow \frac{۱}{۸}m_۰ = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow n = ۳ = \frac{t}{T} \Rightarrow ۳ = \frac{۳۰}{T} \Rightarrow T = ۱۰$$

۷۳- وقتی هسته تحت تأثیر واپاشی پرتوزا قرار می‌گیرد:

۱) عدد اتمی‌اش نمی‌تواند تغییر کند. ۲) عدد اتمی‌اش نمی‌تواند زیاد شود.

۳) جرمش نمی‌تواند تغییر کند. ۴) جرمش نمی‌تواند زیاد شود.

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اگر α گسیل شود، عدد اتمی کم می‌شود اگر β گسیل شود عدد اتمی زیاد می‌شود و جرم می‌تواند به انرژی تبدیل شود.

۷۴- کدام گزینه در مورد اشعه گاما صحیح نیست؟

۱) اشعه گاما از امواج الکترومغناطیسی است.

۲) فوتونی پر انرژی است که از سقوط الکترون از یک تراز بالاتر به تراز پائین‌تر گسیل می‌شود.

۳) با تابش گاما عدد اتمی تغییر نمی‌کند.

۴) برای محافظت در برابر اشعه گاما از دیواره‌های ضخیم سربی استفاده می‌شود.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

۷۵- هسته‌ی X با واپاشی زیر به هسته Y تبدیل شده است. در این واپاشی چه ذراتی گسیل شده‌اند؟

$$\begin{matrix}A\\Z\end{matrix}X \rightarrow \begin{matrix}A-۴\\Z\end{matrix}Y$$

۱) یک ذره آلفا ۲) دو ذره بتا ۳) یک ذره آلفا + دو ذره بتا ۴) یک ذره بتا + دو ذره آل

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{matrix}A\\Z\end{matrix}X \rightarrow \begin{matrix}۴\\۲\end{matrix}\alpha + ۲\,\begin{matrix}۰\\-۱\end{matrix}\beta + \begin{matrix}A-۴\\Z\end{matrix}Y$$

۷۶- نیروهای هسته‌ای:

۱) از نوع جاذبه و بلند برد هستند.

۲) از نوع دافعه و کوتاه برد هستند و بین پروتون‌ها وجود دارند.

۳) از نوع جاذبه و کوتاه برد هستند و بین هر دو نوع نوکلئون‌ها وجود دارند.

۴) کوتاه برد هستند و می‌توانند از نوع جاذبه یا دافعه باشند.

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. این نیروها جاذبه بوده و بین نوکلئون‌ها وجود دارند و مانع از واپاشی هسته‌ها به دلیل دافعه بین پروتون‌ها می‌شوند.

۷۷- هسته‌ی $_{91}^{231}Pa$، با گسیل ذره‌ی آلفا وا می‌پاشد. هسته‌ی حاصل چند پروتون و چند نوترون دارد؟

۱) ۹۲ و ۲۲۷ ۲) ۸۹ و ۲۲۷ ۳) ۹۲ و ۱۳۸ ۴) ۸۹ و ۱۳۸

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم معادله این واکنش پرتوزایی که در طی آن یک ذره α تابش شده است، به شکل زیر است:

$$_{91}^{231}Pa \rightarrow {}_{Z}^{A}Y + {}_{2}^{4}\alpha \Rightarrow \begin{cases} 231 = A + 4 \rightarrow A = 227 \\ 91 = Z + 2 \rightarrow Z = 89 \end{cases}$$

حال با توجه به مفاهیم اعداد اتمی و جرمی داریم:

تعداد پروتون‌ها = عدد اتمی = $Z = 89$

تعداد نوترون‌ها = عدد جرمی - عدد اتمی = $A - Z = 227 - 89 = 138$

۷۸- یک ماده‌ی رادیواکتیو با نیمه عمر T را در یک میدان مغناطیسی قوی، در محیطی با فشار $2P_0$ (P_0 فشار هوا در تراز دریاست) و دمای بسیار بالا قرار می‌دهیم. در این صورت نیمه عمر ماده‌ی رادیواکتیو:

۱) ثابت می‌ماند.

۲) زیاد می‌شود.

۳) کم می‌شود.

۴) بستگی به نوع ماده دارد و ممکن است هر سه حالت اتفاق بیفتد.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. عوامل محیطی تأثیری در نیمه عمر ماده‌ی رادیواکتیو ندارد.

۷۹- در فعل و انفعال هسته‌ای زیر، ذره‌ی x کدام است؟

$$_{7}^{14}N + \alpha + \gamma \rightarrow x + {}_{8}^{17}O$$

۱) نوترون ۲) الکترون ۳) پروتون ۴) پوزیترون

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$_{7}^{14}N + {}_{2}^{4}\alpha + {}_{0}^{0}\gamma \rightarrow {}_{1}^{1}x + {}_{8}^{17}O$$

۸۰- در واکنش گسیل پوزیترون:

۱) یک نوترون در هسته به پروتون تبدیل می‌شود.

۲) یک پروتون در هسته به نوترون تبدیل می‌شود.

۳) یک الکترون از هسته آزاد می‌شود.

۴) دو پروتون و دو نوترون از هسته جدا می‌شود.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{+1}^{0}e + {}_{Z-1}^{A}Y$$

۸۱- در یک واکنش هسته‌ای از عدد جرمی ۸ واحد کاسته شده ولی عدد اتمی ثابت مانده است. در این صورت این ماده ..... ذره‌ی آلفا و ..... ذره‌ی بتا تابش کرده است.

۱) ۴ - ۲ ۲) ۲ - ۴ ۳) ۴ - ۳ ۴) ۳ - ۴

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z}^{A-8}Y + 4\,{}_{-1}^{0}\beta + 2\,{}_{2}^{4}\alpha$$

۸۲- نیروی هسته‌ای بین کدام دسته از ذرات ایجاد می‌شود؟

۱) پروتون و پروتون - نوترون و نوترون - پروتون و نوترون

۲) فقط بین پروتون‌ها

۳) فقط بین پروتون و پروتون - نوترون و نوترون

۴) فقط بین نوترون و پروتون

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. نیروی هسته‌ای قوی بین نوکلئون‌ها برقرار می‌شود و برای حفظ ساختار هسته لازم است.

۸۳- نیمه‌عمر یک ماده‌ی پرتوزا ۱۰ ساعت است. هرگاه پس از ۴۰ ساعت، ۱۵ گرم از این ماده به‌صورت پرتوزا باقی مانده باشد، جرم واپاشیده شده در این مدت چند گرم است؟

۱) ۴۵ ۲) ۶۰ ۳) ۲۲۵ ۴) ۲۴۰

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در ابتدا جرم اولیه (m_0) و پس از آن جرم واپاشیده شده (m') را حساب می‌کنیم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{40}{10} = 4} m = \frac{m_0}{2^4} \xrightarrow{m = 15g} 15 = \frac{m_0}{16} \Rightarrow m_0 = 240g$$

$$m' = m_0 - m = 240 - 15 = 225g$$

۸۴- از مقدار معینی هسته‌ی پرتوزا پس از گذشت ۵ نیمه‌عمر، چه کسری از هسته‌های اولیه واپاشیده می‌شود؟

۱) $\frac{7}{8}$ ۲) $\frac{15}{16}$ ۳) $\frac{1}{32}$ ۴) $\frac{31}{32}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا تعداد هسته‌های فعال باقی‌مانده را حساب می‌کنیم:

$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow{t = 5T} n = \frac{5T}{T} \Rightarrow n = 5$$

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

بنابراین تعداد هسته‌های واپاشیده برابر است با:

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

۸۵- کدام گزینه واکنش هسته‌ای .. .+ $^{131}_{54}Xe$ $\rightarrow$ $^{131}_{53}I$ را کامل کنید؟

۱) ذره‌ی α ۲) ذره‌ی β^- ۳) اشعه‌ی γ ۴) نوترون

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با تابش ذره‌ی β^- از هسته، یک نوترون تبدیل به یک پروتون و یک الکترون می‌شود و پروتون، عدد اتمی را یک واحد افزایش می‌یابد.

۸۶- کدام واکنش زیر واپاشی بتازا می‌باشد؟

۱) $^{231}_{53}I \rightarrow ^{231}_{54}Xe + \ldots$ ۲) $^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + \ldots$

۳) $^{32}_{15}P \rightarrow ^{31}_{14}Si + \ldots$ ۴) $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{138}_{56}Ba + ^{95}_{36}Kr + \ldots$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در واپاشی بتازا، هسته‌ی ناپایدار با گسیل الکترون یا پوزیترون به هسته‌ی جدیدی تبدیل می‌شود که عدد جرمی آن با عدد جرمی هسته‌ی مادر یکسان است و عدد اتمی آن فقط یک واحد تغییر می‌کند.

واپاشی β^-: $^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e^-$

واپاشی β^+: $^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z-1}Z + ^{0}_{+1}e^+$

در بین گزینه‌ها فقط گزینه‌ی (۱) می‌تواند یک واپاشی بتازا باشد.

۸۷- اگر $^{۲۵}_{۱۳}Al$ یک پوزیترون گسیل کند، کدام گزینه‌ی زیر عنصر محصول این واپاشی را به‌درستی نشان می‌دهد؟

۱) $^{۲۵}_{۱۴}Si$ ۲) $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ ۳) $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ ۴) $^{۲۶}_{۱۴}Si$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در فرآیند گسیل پوزیترون β^+، یک پروتون به نوترون $\left(^{۱}_{۰}n\right)$ و پوزیترون $\left(^{۰}_{+۱}e^+\right)$ تبدیل می‌شود. $\left(^{۱}_{۱}P = ^{۱}_{۰}n + ^{۰}_{+۱}e^+\right)$. در این حالت نوترون در هسته باقی می‌ماند و پوزیترون آن گسیل می شود. بنابراین با گسیل پوزیترون یک واحد از عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) کاسته می‌شود اما عدد جرمی آن تغییر نمی‌کند و معادله ی واکنش آن به‌صورت زیر است:

$$^{۲۵}_{۱۳}Al \rightarrow ^{۲۵}_{۱۲}Mg + ^{۰}_{+۱}e^+$$

۸۸- از مقدار معینی ماده‌ی پرتوزا با نیمه‌عمر ۶ ماه پس از ۱/۵ سال چند درصد باقی می‌ماند؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۸۷/۵

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم بعد از گذشت هر نیمه‌عمر، مقدار ماده‌ی پرتوزا نصف می‌شود. با استفاده از رابطه‌ی بین زمان و مقدار ماده‌ی رادیواکتیو باقی‌مانده می‌توان نوشت:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow n = \frac{۱/۵ \times ۱۲}{۶} \Rightarrow n = ۳$$

$$N = \frac{N_۰}{۲^n} \Rightarrow N = \frac{N_۰}{۲^۳} = \frac{N_۰}{۸} \Rightarrow \frac{N}{N_۰} \times ۱۰۰ = \%۱۲/۵$$

۸۹- کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) همه‌ی عنصرها در طبیعت یافت می‌شوند.

۲) عنصرهایی که عدد اتمی آن‌ها بزرگ‌تر از ۹۲ باشد، در طبیعت وجود ندارند.

۳) فقط عنصرهایی که تعداد نوترون‌های آن‌ها مساوی و یا کم‌تر از ۱۴۶ باشد، در طبیعت وجود دارند.

۴) با افزایش عدد اتمی حاصل $\frac{N}{Z}$ افزایش می‌یابد.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. عنصرهایی که عدد اتمی آن‌ها بزرگ‌تر از ۹۲ باشد $(Z > ۹۲)$ را به‌طور مصنوعی در آزمایشگاه تولید می‌کنند و در طبیعت یافت نمی‌شوند. عدد اتمی عنصرهای طبیعی موجود در طبیعت $۱ \leqslant Z \leqslant ۹۲$ و تعداد نوترون‌های آن‌ها $۰ \leqslant N \leqslant ۱۴۶$ است.

دقت کنید چون با افزایش عدد اتمی، تعداد نوترون‌ها بیش‌تر از پروتون‌ها می‌شود بنابراین حاصل $\frac{N}{Z}$ افزایش می‌یابد.

۹۰- تعداد هسته‌های اولیه‌ی یک ماده‌ی رادیواکتیو $N = ۱۶۰۰$ است. اگر نیمه عمر این ماده ۶ ساعت باشد، بعد از چند ساعت ۲۰۰ هسته‌ی آن فعال باقی می‌ماند؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۸ ۳) ۳۶ ۴) ۴۸

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

روش اول:

$$N_۰ = ۱۶۰۰ \xrightarrow{T_{\frac{۱}{۲}} = ۶h} ۸۰۰ \xrightarrow{۶h} ۴۰۰ \xrightarrow{۶h} ۲۰۰$$

$$\Delta t = ۳ \times ۶h = ۱۸h$$

روش دوم:

$$\begin{cases} N=\frac{N_0}{2^n} \rightarrow 200=\frac{1600}{2^n}=\frac{1600}{200}=8 \rightarrow n=3 \\ n=\frac{\Delta t}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow \Delta t=n\times T_{\frac{1}{2}}=3\times 6h=18h \end{cases}$$

۹۱- در یک واکنش هسته‌ای ۲ میلی‌گرم جرم تبدیل به انرژی شده است. انرژی حاصل معادل با چند کیلووات ساعت است؟ $\left(C=3\times 10^8 \frac{m}{s}\right)$

۱) $2/5\times 10^4$ ۲) $2/5\times 10^9$ ۳) 5×10^4 ۴) 5×10^9

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$E=mC^2=\left[(2\times 10^{-3})\times 10^{-3}\right](3\times 10^8)^2=18\times 10^{10}J \Rightarrow E=\frac{18\times 10^{10}}{3/6\times 10^6}=5\times 10^4 KWh$$

۹۲- عدد اتمی آلومینیوم ۱۳ است. آلومینیوم با عدد جرمی ۲۵ با گسیل یک پوزیترون وامی‌باشد. هسته‌ی حاصل چند پروتون و چند نوترون دارد؟

۱) ۱۴ پروتون و ۱۱ نوترون ۲) ۱۳ پروتون و ۱۲ نوترون

۳) ۱۲ پروتون و ۱۳ نوترون ۴) ۱۱ پروتون و ۱۴ نوترون

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$^{25}_{13}AI \rightarrow {}^{0}_{+1}e^{+}+{}^{A}_{Z}X$$

$$\left.\begin{matrix} A+0=25 \\ Z+1=13 \Rightarrow Z=12 \end{matrix}\right\} \Rightarrow N=25-12=13$$

۱۲ پروتون و ۱۳ نوترون $\left({}^{25}_{12}Mg\right)$

۹۳- در مورد پایداری (پرتوزا نبودن) و پرتوزایی هسته‌ی اتم‌ها کدام درست است؟

۱) هر چه انرژی بستگی هسته کم‌تر باشد، احتمال پرتوزا بودن آن کم‌تر است.

۲) هر چه تعداد نوترون بیش‌تر باشد، هسته پایدارتر است.

۳) ایزوتوپ‌های پایدار سنگین‌تر، دارای تعداد نوترون بیش‌تر از پروتون هستند.

۴) انرژی بستگی هسته‌های پایدار (غیر پرتوزا) بیش‌تر از هسته‌های پرتوزا است.

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. انرژی بستگی هسته، مقدار انرژی لازم برای جدا کردن تمام نوکلئون‌های هسته از یکدیگر است در حالی که پرتوزا بودن به معنی جدا شدن تمام نوکلئون‌ها از یکدیگر نیست. پس هیچ ارتباط قطعی بین مقدار B و پرتوزایی وجود ندارد. برای مثال انرژی بستگی ^{238}U از ^{56}Fe بیش‌تر است. در حالی که اورانیوم پرتوزا و آهن پایدار است. از سوی دیگر کم بودن انرژی بستگی هم می‌تواند به معنی سست بودن اجزاء هسته باشد.

- در مورد تعداد نوترون هم باید توجه کنیم که در هسته‌های پایدار سبک $\frac{N}{Z}=1$ و در هسته‌های پایدار متوسط $\frac{N}{Z}=1/2$ و در هسته‌های پایدار سنگین $\frac{N}{Z}=1/5$ است.

۹۴- اگر یک هسته رادیواکتیو $^{A}_{Z}X$ دو ذره آلفا و یک الکترون (بتا) گسیل نماید تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های آن کدام خواهد بود؟

۱) پروتون (Z-۴) و نوترون (A-Z-۴) ۲) پروتون (Z-۳) و نوترون (A-Z-۵)
۳) پروتون (Z-۵) و نوترون (A-Z-۳) ۴) پروتون (Z-۴) و نوترون (A-Z-۵)

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{۰}_{-۱}\beta + {}^{A'}_{Z'}Y \Rightarrow \begin{cases} A'=A-۸ \\ Z'=Z-۳ \end{cases} $$

یعنی ۳ پروتون و ۵ نوترون کم شده (تعداد کل نوکلئون‌های کم شده ۸ تا است). $N'=N-۵=(A-Z)-۵$

۹۵- در مورد واکنش شکافت کدام درست است؟

۱) اگر جرم اورانیوم کم‌تر از جرم بحرانی باشد، واکنش زنجیره‌ای نمی‌شود.
۲) جرم فوق بحرانی جرمی است که واکنش، زنجیره‌ای می‌شود اما به صورت انفجاری رشد نمی‌کند.
۳) هر چه سرعت نوترون‌ها زیادتر باشد، نقش آن‌ها در فرآیند شکافت مؤثرتر می‌شود.
۴) نوترون‌های کند به احتمال زیاد جذب اورانیوم‌های ۲۳۸ می‌شوند و باعث شکافت آن‌ها می‌شوند.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

۹۶- نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۳۵ سال است. چند سال طول می‌کشد تا از ۸ میلی‌گرم ماده اولیه تنها ۵۰۰ میکروگرم باقی بماند؟

۱) ۷۰ ۲) ۲۸۰ ۳) ۵۶۰ ۴) ۱۴۰

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$ \frac{m}{m_{۰}} = \left(\frac{۱}{۲}\right)^{n} \Rightarrow \left(\frac{۱}{۲}\right)^{n} = \frac{۵۰۰\times ۱۰^{-۶}}{۸\times ۱۰^{-۳}} = \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow n = ۴ $$

یعنی چهار نیمه عمر سپری شده است.
$۴ \times ۳۵ = ۱۴۰$ سال طول می‌کشد.

۹۷- اگر یک هسته اورانیوم $\left({}^{۲۳۸}_{۹۲}U\right)$ ۲۳۸ دو ذره‌ی آلفا گسیل نماید، تعداد نوترون‌های هسته حاصل کدام می‌شود؟

۱) ۱۴۲ ۲) ۱۴۰ ۳) ۸۸ ۴) ۹۰

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$ {}^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{A}_{Z}X $$

$$ \left.\begin{array}{l} ۲۳۸=۲\times ۴+A \Rightarrow A=۲۳۰ \\ ۹۲=۲\times ۲+Z \Rightarrow Z=۸۸ \end{array}\right\} \Rightarrow N=۲۳۰-۸۸=۱۴۲ $$

۹۸- از یک عنصر پرتوزا در مدت ۴۰ شبانه‌روز، $\frac{۳۱}{۳۲}$ هسته‌های آن دچار واپاشی شده‌اند. نیمه عمر این عنصر چند شبانه‌روز است؟

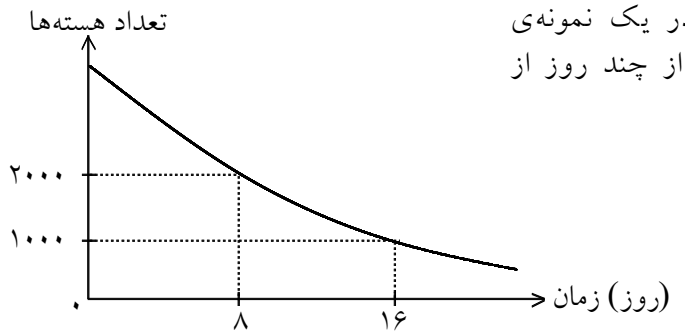
۱) ۱۰ ۲) ۸ ۳) ۲۰۰ ۴) ۸۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. وقتی $\frac{۳۱}{۳۲}$ هسته‌ها واپاشیده شده‌اند $\Leftarrow \frac{۱}{۳۲}$ هسته‌ها باقی مانده‌اند.

$$ m = \frac{m_{۰}}{۲^{n}} \Rightarrow \frac{m_{۰}}{۳۲} = \frac{m_{۰}}{۲^{n}} \Rightarrow n = ۵ $$

$$ n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow ۵ = \frac{۴}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۸ \text{ شبانه‌روز} $$

۹۹- در شکل زیر، نمودار تغییرات تعداد هسته‌های موجود در یک نمونه‌ی هسته‌ای پرتوزا برحسب زمان نشان داده شده است. بعد از چند روز از شروع واپاشی، تعداد ۲۵۰ هسته از این نمونه باقی می‌ماند؟



۱) ۲۴
۲) ۳۲
۳) ۴۰
۴) ۴۸

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار، چون بعد از ۸ روز تعداد هسته‌ها نصف شده است، لذا نیمه‌عمر این ماده‌ی پرتوزا برابر با ۸ روز می‌باشد. بنابراین ابتدا تعداد هسته‌های اولیه را حساب می‌کنیم.
دقت کنید طبق نمودار بعد از ۸ روز تعداد ۲۰۰۰ هسته به صورت فعال باقی‌مانده است.

$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow{t = ۸ \text{ روز و } T = ۸} n = \frac{۸}{۸} = ۱$$

$$N = \frac{N_۰}{۲^n} \xrightarrow{N = ۲۰۰۰ \text{ و } n = ۱ \text{ روز}} ۲۰۰۰ = \frac{N_۰}{۲} \Rightarrow N_۰ = ۴۰۰۰ \text{ هسته}$$

اکنون زمان مورد نیاز برای باقی‌ماندن ۲۵۰ هسته را حساب می‌کنیم.

$$۲۵۰ = \frac{۴۰۰۰}{۲^n} \Rightarrow ۲^n = ۱۶ \Rightarrow n = ۴$$

$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow{T = ۸ \text{ روز}} ۴ = \frac{t}{T} \Rightarrow t = ۳۲ \text{ روز}$$

البته اگر به شکل سؤال توجه کنید، بدون نیاز به محاسبه معلوم است بعد از ۲۴ روز تعداد هسته‌ها به ۵۰۰ و بعد از ۳۲ روز به ۲۵۰ می‌رسد. چون هر ۸ روز تعداد هسته‌ها نصف می‌شود.

۱۰۰- عنصر $^{۲۳۸}_{۹۲}U$ ضمن تابش ذرات α، β و سه نوترون به هسته‌ی پایدار $^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$ تبدیل شده است. تعداد ذره‌های α و β به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

۱) ۸ و ۶ ۲) ۷ و ۴ ۳) ۷ و ۱۰ ۴) ۱۴ و ۷

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb + m\left({}^{۴}_{۲}He\right) + n\left({}^{۰}_{-۱}e^{-}\right) + ۳\left({}^{۱}_{۰}n\right)$$

با توجه به پایستگی عدد جرمی، داریم:

$$۲۳۸ = ۲۰۷ + ۴m + ۳ \Rightarrow m = ۷$$

با توجه به پایستگی عدد اتمی، داریم:

$$۹۲ = ۸۲ + ۲m - n \xrightarrow{m = ۷} n = ۴$$

۱۰۱- یک هسته‌ی رادیواکتیو با گسیل ۵ ذره پوزیترون و ۸ ذره α به هسته‌ی $\begin{cases} A = ۱۸۰ \\ Z = ۶۴ \end{cases}$ تبدیل می‌شود. تعداد نوترون‌های هسته‌ی اولیه کدام است؟

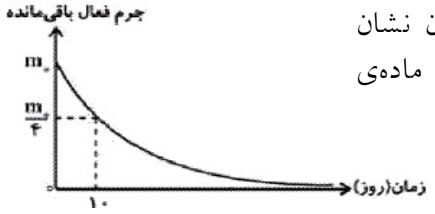
۱) ۲۱۲ ۲) ۱۳۲ ۳) ۱۲۷ ۴) ۸۵

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$^{A}_{Z}X \Rightarrow ۵\,{}^{۰}_{۱}\beta + ۸\,{}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{۱۸۰}_{۶۴}y$$

$$\left.\begin{matrix} A = ۳۲ + ۱۸۰ = ۲۱۲ \\ Z = ۵ + ۱۶ + ۶۴ = ۸۵ \end{matrix}\right\} \Rightarrow A = N + Z \Rightarrow N = ۲۱۲ - ۸۵ \Rightarrow N = ۱۲۷$$

۱۰۲- شکل مقابل، نمودار جرم فعال باقی‌مانده‌ی یک ماده‌ی پرتوزا را بر حسب زمان نشان می‌دهد. پس از گذشت چند روز از لحظه‌ی $t=۰$، مقدار ۹۳/۷۵ درصد از این ماده‌ی پرتوزا واپاشیده می‌شود؟ ($m_۰$ جرم اولیه‌ی ماده‌ی پرتوزا می‌باشد.)



۱) ۱۵ ۲) ۲۰
۳) ۳۰ ۴) ۴۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اگر $m_۰$ جرم اولیه‌ی ماده‌ی پرتوزا، m جرم فعال باقی‌مانده‌ی ماده‌ی پرتوزا، m' جرم واپاشیده، t زمان یک نیمه‌عمر و n تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده‌ی آن باشد، با توجه به نمودار خواهیم داشت:

$$m=\frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow \frac{m_۰}{۴}=\frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow n=۲ \xrightarrow[t=۱۰\text{ روز}]{n=\frac{۱}{T}} ۲=\frac{۱۰}{T} \Rightarrow T=۵$$

$$m=m_۰-m'_۰ \Rightarrow m=m_۰-۰/۹۳۷۵m_۰=۰/۰۶۲۵m_۰$$

$$m=\frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow ۰/۰۶۲۵m_۰=\frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow ۲^n=۱۶=۲^۴ \Rightarrow n=۴ \Rightarrow n=\frac{t'}{T} \Rightarrow ۴=\frac{t'}{۵} \Rightarrow t'=۲۰ \text{ روز}$$

۱۰۳- جرم یک عنصر پرتوزا ۸g است و بعد از گذشت ۶ ساعت، ۷g آن واپاشیده می‌شود، پس از گذشت ۸ ساعت دیگر، چند گرم از این ماده‌ی پرتوزا به‌صورت فعال باقی می‌ماند؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۱۶}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا نیمه عمر عنصر پرتوزا را حساب می‌کنیم.

$$m_۰ = ۸g \text{ , } t = ۶h, m = ۸-۷ = ۱g$$

$$m=\frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow ۱ = \frac{۸}{۲^n} \Rightarrow ۲^n = ۸ = ۲^۳ \Rightarrow n=۳$$

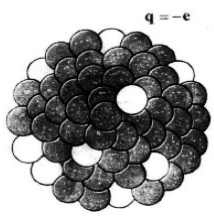
$$n=\frac{t}{T} \Rightarrow ۳ = \frac{۶}{T} \Rightarrow T=۲h$$

اکنون حساب می‌کنیم از ۱g جرم باقی مانده در حالت اول، چند گرم آن پس از گذشت ۸ ساعت به صورت فعال باقی می‌ماند.

$$n=\frac{t}{T} = \frac{۸}{۲} = ۴$$

$$m=\frac{m_۰}{۲^n} = \frac{۱}{۲^۴} \Rightarrow m = \frac{۱}{۱۶} g$$

۱۰۴- در واپاشی مطابق شکل زیر، تعداد پروتون‌های هسته ..... و تعداد نوترون‌های آن .....



۱) یک واحد افزایش می‌یابد - یک واحد کاهش می‌یابد.
۲) یک واحد کاهش می‌یابد - یک واحد افزایش می‌یابد.
۳) یک واحد افزایش می‌یابد - ثابت می‌ماند.
۴) یک واحد کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}e^{-} + {}^{A'}_{Z'}Y \Rightarrow \begin{matrix} A = 0 + A' \\ Z = -1 + Z' \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} A' = A \\ Z' = Z + 1 \end{matrix}$$

یعنی: تعداد پروتون‌ها یک واحد اضافه می‌شود. پس تعداد نوترون‌ها یک واحد کم می‌شود تا A (عدد جرمی) ثابت بماند.

۱۰۵- در فعل و انفعال هسته‌ای ${}^{235}_{92}u + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{148}_{57}La + {}^{A}_{Z}(Br) + 3\left({}^{1}_{0}n\right)$ به‌جای Z و A به‌ترتیب از راست به چپ می‌توان نوشت:

۱) ۳۲ و ۸۲ ۲) ۳۲ و ۸۵ ۳) ۳۵ و ۸۲ ۴) ۳۵ و ۸۵

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. مجموع عدد جرمی و عدد اتمی سمت چپ و راست واکنش باهم برابر است.

$$235 + 1 = 148 + A + 3(1) \Rightarrow A = 85$$
$$92 = 57 + Z \Rightarrow Z = 35$$

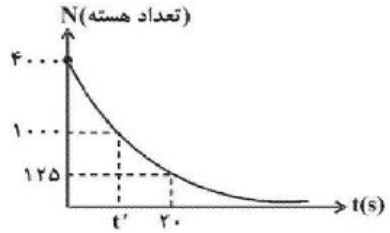
۱۰۶- نیمه‌ی عمر ماده‌های پرتوزای A و B به ترتیب برابر با ۳ و ۲ ساعت است. اگر جرم برابری از این دو ماده را انتخاب کنیم، پس از ۶ ساعت، نسبت جرم فعال باقی مانده از ماده‌ی A به جرم فعال باقی مانده از ماده‌ی B، کدام است؟

۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) ۴

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اگر m_0 جرم اولیه‌ی ماده‌ی پرتوزا، m جرم فعال باقی‌مانده‌ی ماده‌ی پرتوزا، t زمان سپری شده و T زمان یک نیمه عمر باشد، می‌توان نوشت:

$$m = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow \begin{cases} m_A = \frac{m_{0A}}{2^{\frac{t}{T_A}}} = \frac{m_{0A}}{2^{\frac{6}{3}}} = \frac{m_{0A}}{2^2} \\ m_B = \frac{m_{0B}}{2^{\frac{t}{T_B}}} = \frac{m_{0B}}{2^{\frac{6}{2}}} = \frac{m_{0B}}{2^3} \end{cases} \xrightarrow{m_{0A} = m_{0B}} \frac{m_A}{m_B} = \frac{2^3}{2^2} = 2$$

۱۰۷- شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های باقی‌مانده‌ی یک ماده‌ی پرتوزا را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمه‌عمر این ماده‌ی پرتوزا و زمان مجهول t' به‌ترتیب از راست به چپ چند ثانیه می‌باشند؟



۱) ۴ و ۸
۲) ۸ و ۴
۳) ۴ و ۱۲
۴) ۲ و ۸

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار ملاحظه می‌شود پس از گذشت ۲۰s از ۴۰۰۰ هسته‌ی پرتوزا تنها ۱۲۵ هسته به‌صورت فعال باقی مانده‌اند که در این حالت بااستفاده از رابطه‌ی $N = \frac{N_0}{2^n}$ داریم: (n تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده است.)

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow 125 = \frac{4000}{2^n} \Rightarrow 2^n = \frac{4000}{125} = 32 = 2^5 \Rightarrow n = 5$$ نیمه عمر

اکنون با استفاده از رابطه‌ی $n = \frac{t}{T}$ داریم:

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow ۵ = \frac{۲۰}{T} \Rightarrow T = ۴s$$

و برای محاسبه‌ی زمان مجهول t' داریم:

$$N = \frac{N_۰}{۲^{\left(\frac{t'}{T}\right)}} \Rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{۴۰۰۰}{۲^{\frac{t'}{۴}}} \Rightarrow ۲^{\frac{t'}{۴}} = ۲^۲ \Rightarrow \frac{t'}{۴} = ۲ \Rightarrow t' = ۸s$$

۱۰۸- اگر جرم یک عنصر رادیو اکتیو ۱۶۰ گرم باشد پس از گذشت زمان ۴ نیمه‌عمر آن عنصر، چند گرم آن واپاشی می‌شود؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۰

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۴T}{T} = ۴$$

$$M' = \frac{M}{۲^n} = \frac{۱۶۰}{۲^۴} = \frac{۱۶۰}{۱۶} = ۱۰g = \text{جرم فعال باقیمانده}$$

جرم واپاشیده شده $= ۱۶۰ - ۱۰ = ۱۵۰g$

۱۰۹- نیمه‌عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو ۵ شبانه‌روز است. اگر پس از ۲۰ شبانه‌روز مقدار ۷۵ گرم آن متلاشی شود پس از چند شبانه‌روز تنها ۲/۵ گرم از آن باقی می‌ماند؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۲۰}{۵} = ۴$$

$$M' = \frac{M}{۲^n} \longrightarrow M' = \frac{M}{۲^۴} = \frac{M}{۱۶}$$

$$M - M' = ۷۵ \longrightarrow M - \frac{M}{۱۶} = ۷۵ \longrightarrow \frac{۱۵M}{۱۶} = ۷۵ \longrightarrow M = ۸۰g \quad \text{جرم کل}$$

جرم باقیمانده $= ۸۰ - ۷۵ = ۵$

$$M' = \frac{M}{۲^n} \longrightarrow ۲/۵ = \frac{۵}{۲^n} \longrightarrow ۲^n = ۲ \longrightarrow n = ۱$$

$$n = \frac{t}{T} \longrightarrow ۱ = \frac{t}{۵} \longrightarrow t = ۵ \quad \text{شبانه روز}$$

زمان کل $۵ + ۲۰ = ۲۵$

۱۱۰- برای شکافت هسته اورانیوم ۲۳۵ کدام ذره مناسب است؟

۱) پروتون تند ۲) نوترون تند ۳) پروتون کند ۴) نوترون کند

اگر یک نوترون کند به هسته اورانیوم برخورد کند، هسته اورانیوم ۲۳۵ آن را جذب کرده و به اورانیوم ۲۳۶ تبدیل می‌گردد که تمایل زیادی به تجزیه دارد و فرایند شکافت صورت می‌گیرد. چون اورانیوم ۲۳۵ به آسانی شکافته می‌شود لذا وجود یک نوترون کند کفایت می‌کند و احتیاجی به نوترون تند نیست. بنابراین گزینه ۴ جواب صحیح است.

۱۱۱- نیمه عمر یک ماده رادیو اکتیو۵ روز است. هرگاه پس از ۳۵ روز ۱۲۷ گرم از این ماده واپاشیده شود، جرم اولیه چند گرم بوده است؟

۱) ۲۵۶ ۲) ۱۲۸ ۳) ۶۴ ۴) ۳۲

نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو مدت زمانی است که در آن زمان نیمی از جرم ماده رادیواکتیو متلاشی می‌شود. اگر این زمان را با T، جرم اولیه را با m و جرم کنونی را با m نمایش دهیم داریم:

$$t = T \Rightarrow m = \frac{m_0}{2}\ ,\ t = 2T \Rightarrow m = \frac{m_0}{2^2}\ ,\ t = 3T \Rightarrow m = \frac{m_0}{2^3} \Rightarrow \cdots$$

$$t = nT \Rightarrow m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow m = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow \text{جرم ماده متلاشی شده} = m_0 - m = m_0 - \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

$$m_0 - \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}} = 127 \Rightarrow m_0 - \frac{m_0}{2^{\frac{35}{5}}} = 127 \Rightarrow m_0 - \frac{m_0}{128} = 127 \Rightarrow m_0 = 128\ gr$$

پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۱۱۲- در یک سری از تبدیلات رادیواکتیویته، **نپتونیوم** به **بیسموت** تبدیل می‌شود: $^{237}_{93}Np \longrightarrow \cdots \longrightarrow ^{209}_{83}Bi$

در این فرآیندها تعداد ذرات α و β حاصل از راست به چپ برابرند با:

۱) ۴ و ۶ ۲) ۴ و ۷ ۳) ۶ و ۵ ۴) ۷ و ۴

با گسیل هر ذرهٔ آلفا، ۴ واحد از عدد جرمی و ۲ واحد از عدد اتمی کاسته می‌شود و با گسیل هر ذرهٔ بتا، یک واحد به عدد اتمی افزوده می‌شود. بنابراین تبدیلات رادیواکتیویته داده شده با معادلهٔ زیر حل می‌شود:

$$\left.\begin{matrix} 237 = 209 + 4\alpha \\ 93 = 83 - 2\alpha + \beta \end{matrix}\right\} \Rightarrow \beta = 4\ ,\ \alpha = 7$$

بنابراین گزینهٔ ۴ پاسخ صحیح است.