



گزینه ۳

۱

باتوجه به رابطه $E = mc^2$ می‌توان نوشت:

$$E_1 = 16 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 9 \times 10^{16} = 16 \times 9 \times 10^{10} \text{ J}$$

ازطرفی طبق رابطه $E = pt$ ، انرژی مصرف شده در n لامپ ۲۰۰ واتی را که به مدت یک ساعت روشن است به دست می‌آوریم:

$$E_2 = npt = n \times 200 \times 1 \times 3600 = 720n \times 10^4 \text{ J}$$

حال باتوجه به اینکه $E_1 = E_2$ است داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow 16 \times 9 \times 10^{10} = 720n \times 10^4 \Rightarrow n = 2 \times 10^6$$

گزینه ۲

۲

گزینه "۳" درست است.

گزینه ۲

۳

در هسته‌های سنگین تعداد نوترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌ها است.

گزینه ۲

۴

در میان عناصر ناپایدار با عدد اتمی $Z > 83$ ، توریم ($Z = 90$) و اورانیم ($Z = 92$) تنها عنصرهایی‌اند که واپاشی آن‌ها چنان کند است که از هنگام تشکیل منظومه شمسی در چندین میلیارد سال پیش، فقط مقدار کمی از آن‌ها بر اثر واپاشی، به عنصرهای سبک‌تر تبدیل شده‌اند.

گزینه ۳

۵

با استفاده از رابطه $E = mc^2$ می‌توان نوشت:

$$E = 0.06 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 0.06 \times 10^{-3} \times 9 \times 10^{16} = 5.4 \times 10^{12} \text{ J} = 5.4 \text{ GJ}$$

باتوجه به اینکه تقریباً شعاع اتم 10^5 برابر شعاع هسته آن است، داریم:

$$\frac{V_{\text{اتم}}}{V_{\text{هسته}}} = \frac{\frac{4}{3}\pi R_{\text{اتم}}^3}{\frac{4}{3}\pi R_{\text{هسته}}^3} = \left(\frac{R_{\text{اتم}}}{R_{\text{هسته}}}\right)^3 = (10^5)^3 = 10^{15}$$

$$P_{\text{تولیدی}} = 1000 \text{ MW} = \frac{1}{2} P_{\text{مصرفی}} \Rightarrow P_{\text{مصرفی}} = 2000 \text{ MW} = 2000 \times 10^6 \text{ W}$$

$$= \frac{E_{\text{مصرفی}}}{t} = \frac{mc^2}{\text{روز } 365} = \frac{m \times 9 \times 10^{16}}{365 \times 24 \times 3600}$$

$$\Rightarrow m = \frac{2000 \times 10^6 \times 365 \times 24 \times \cancel{3600}^{400}}{9 \times 10^{16}} = \frac{2 \times 365 \times 24 \times 4}{10^5}$$

$$= \frac{730 \times 96}{1000 \times 100} \simeq 0.7 \text{ kg}$$

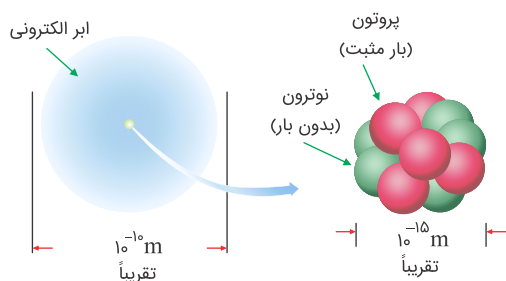
با استفاده از دو رابطه $E = mc^2$ و $E = \frac{hc}{\lambda}$ می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} E = \frac{hc}{\lambda} \\ E = mc^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = mc^2 \Rightarrow \lambda = \frac{h}{mc}$$

ابعاد اتمها حدوداً 10^{-10} متر و ابعاد هسته اتمها حدوداً 10^{-15} متر است.

$$10^{-10} \text{ m} = 1 \text{ \AA}$$

$$10^{-15} \text{ m} = 10^{-5} \text{ \AA} = 10^{-6} \text{ nm}$$



مقایسه ابعاد اتم و هسته به طور تقریبی

تعداد نوکلئون‌ها همان عدد جرمی است. در این صورت برای یک عنصر به صورت ${}^A_Z X$ مشخص‌کننده تعداد نوکلئون‌ها است؛ یعنی برای سرب داریم:

$${}^{208}_{82} \text{Pb} \rightarrow \text{تعداد نوکلئون‌ها} = A = 208$$

همین‌طور برای محاسبه بار الکتریکی هسته برحسب تعداد پروتون‌ها یا همان عدد اتمی داریم:

$$Z = 82 \Rightarrow q_{\text{هسته}} = +Ze = +82e \Rightarrow \frac{q}{e} = 82$$

$$E = mc^2 \Rightarrow E = 2 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 = 18 \times 10^{10} \text{ J}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{18 \times 10^{10}}{2} = 9 \times 10^{10}$$

$$P_{\text{خروجی}} = P_{\text{کل}} \times \text{Ra} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 9 \times 10^{10} \times \frac{60}{100} = 54 \times 10^9$$

$$n = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{لامپ}}} = \frac{54 \times 10^9}{30} = 18 \times 10^8$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) شعاع هسته اتم تقریباً 10^{-5} m و شعاع اتم تقریباً 10^{-10} m است، بنابراین شعاع هسته اتم تقریباً 10^{-5} برابر شعاع اتم است.

(۲) تعداد نوکلئون‌های هسته را عدد جرمی آن می‌نامند.

(۳) جرم پروتون 1.672×10^{-27} kg و جرم الکترون 9.109×10^{-31} kg است.

(آ) نوکلئون‌ها ذرات سازنده هسته اتم یعنی نوترون‌ها و پروتون‌ها هستند. (نادرست)

(ب) جرم نوترون اندکی از پروتون بیشتر است، بنابراین در جابه‌جایی یکسان کار نیروی وزن برای نوترون از پروتون بیشتر است. (درست)

(پ) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته (عدد اتمی) تعیین می‌کند. (درست)

(ت) دوتریم ^2H و تریتیم ^3H و هیدروژن دارای عدد اتمی ۱ هستند؛ بنابراین ایزوتوپ هستند. (درست)

هسته‌هایی با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۸۳ به‌استثنای دو هسته اورانیوم و توریم ناپایدارند و در طبیعت یافت نمی‌شوند.

تنها عبارت (ت) نادرست است. هنگامی که تعداد پروتون‌های درون هسته افزایش یابد، اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند، باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد.

تعداد نوترون‌های اتم $^{60}_{27}\text{Co}$ برابر است با :

$$N = A - Z = 60 - 27 = 33$$

تعداد پروتون‌های اتم $^{27}_{13}\text{Al}$ برابر با ۱۳ است، لذا تعداد نوترون‌های اتم $^{33}_{13}\text{Co}$ به‌اندازه $(33 - 13 = 20)$ تا بیشتر از تعداد پروتون‌های اتم $^{27}_{13}\text{Al}$ است.

اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه keV تا مرتبه MeV است، درحالی‌که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبه eV است. ازاین‌رو، اختلاف انرژی بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در واکنش شیمیایی تأمین نمی‌شود و هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.

عدد جرمی عنصرها عبارت‌اند از:

$$N = A - Z \Rightarrow \begin{cases} X : 30 = A_X - 43 \Rightarrow A_X = 73 \\ Y : 30 = A_Y - 42 \Rightarrow A_Y = 72 \\ Z : 28 = A_Z - 42 \Rightarrow A_Z = 70 \end{cases}$$

تعداد نوکلئون‌ها همان عدد جرمی عنصر است. ازطرفی چون عدد اتمی دو عنصر Y و Z یکسان ولی عدد جرمی آنها متفاوت است، پس ایزوتوپ یکدیگر هستند ولی عدد اتمی و عدد جرمی دو عنصر X و Y با یکدیگر متفاوت است و هم با روش شیمیایی و هم با روش فیزیکی از یکدیگر می‌توان جدا کرد.

دو عنصر A و B دارای عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت هستند، بنابراین این دو عنصر ایزوتوپ یکدیگر می‌باشند.

بار هسته اتم برابر است با:

$$q = +Ze$$

$$48 \times 10^{-7} \times 10^{-12} = Z \times 1/6 \times 10^{-19}$$

$$Z = 30 \text{ عدد اتمی}$$

طبق فرض سؤال، عدد نوترونی ۲۰ درصد بیشتر از عدد اتمی هسته است:

$$N = 1/2Z = 1/2 \times 30 = 36$$

پس عدد جرمی هسته برابر است با:

$$A = Z + N = 30 + 36 = 66$$