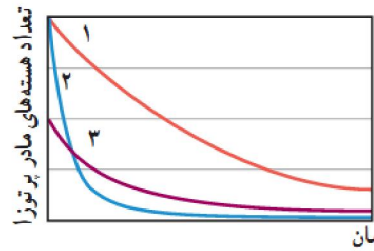
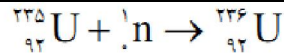


۱	<p>مرتبه بزرگی تعداد نوترون‌هایی را که می‌توان تنگ هم در یک توپ تنیس به شعاع ۳/۲cm جای داد، تخمین بزنید. در این صورت مرتبه بزرگی جرم این توپ چقدر است؟ (مرتبه بزرگی شعاع و جرم نوترون را به ترتیب $10^{-15}m$ و $10^{-27}kg$ در نظر بگیرید.)</p>
ج	<p>حجم توپ $V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3/14 \times (3/2 \times 10^{-2} m)^3 = 1/37 \times 10^{-4} m^3$</p> <p>حجم نوترون در توپ $V' = \frac{4}{3}\pi r'^3 = \frac{4}{3} \times 3/14 \times (10^{-15} m)^3 = 1/4 \times 10^{-45} m^3$</p> <p>تعداد نوترون در توپ $N = \frac{V}{V'} = \frac{1/37 \times 10^{-4} m^3}{1/4 \times 10^{-45} m^3} \approx 10^{41}$</p> <p>جرم توپ $m = N \times m' = 10^{41} \times 10^{-27} = 10^{14} kg$</p>
۲	<p>برای ${}_{82}^{208}Pb$ مطلوب است:</p> <p>الف) تعداد نوکلئون‌ها ب) تعداد نوترون‌ها پ) بار الکتریکی خالص هسته</p>
ج	<p>الف) ${}_{82}^{208}Pb \rightarrow A = 208$</p> <p>ب) ${}_{82}^{208}Pb \rightarrow N = A - Z = 208 - 82 = 126$</p> <p>پ) $q = +82e = +82 \times 1/6 \times 10^{-19} C = 1/312 \times 10^{-17} C$</p> <p>هسته از پروتون و نوترون تشکیل شده است که نوترون بار ندارد و بار پروتون مثبت است. پس بار الکتریکی خالص هسته مثبت است.</p>
۳	<p>در هر یک از موارد زیر نماد X چه عنصری را نشان می‌دهد و در هسته هر یک چند نوترون وجود دارد؟ در صورت لزوم از جدول تناوبی استفاده کنید.</p> <p>الف) ${}_{78}^{195}X$ ب) ${}_{16}^{32}X$ پ) ${}_{29}^{61}X$</p>
ج	<p>الف) ${}_{78}^{195}X = {}_{78}^{195}Pt \rightarrow N = 195 - 78 = 117$</p> <p>ب) ${}_{16}^{32}X = {}_{16}^{32}S \rightarrow N = 32 - 16 = 16$</p> <p>پ) ${}_{29}^{61}X = {}_{29}^{61}Cu \rightarrow N = 61 - 29 = 32$</p>
۴	<p>آیا می‌توان ایزوتوپ ${}_{25}^{61}X$ را با روش شیمیایی از ایزوتوپ ${}_{25}^{59}X$ جدا کرد؟ از ایزوتوپ ${}_{27}^{61}Y$ چگونه؟ پاسخ خود را توضیح دهید.</p>
ج	<p>ایزوتوپ ${}_{25}^{61}X$ و ${}_{25}^{59}X$ دارای عدد اتمی یکسان اند پس خواص شیمیایی یکسانی دارد. و با روش شیمیایی نمی‌توان این دو ایزوتوپ را جدا کرد. این دو ایزوتوپ دارای خواص فیزیکی متفاوت مانند عدد جرمی و عدد نوترونی متفاوت می‌باشند.</p> <p>ولی ایزوتوپ ${}_{25}^{61}X$ و ${}_{26}^{61}Y$ را می‌توان به روش شیمیایی جدا کرد. زیرا عدد اتمی و خواص شیمیایی متفاوتی دارند.</p>
۵	<p>جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان‌دهنده یک یا چند ذره α، β^+ یا β^- است. در هر واکنش، جای خالی را کامل کنید</p> <p>${}_{82}^{211}Pb \rightarrow {}_{83}^{211}Bi + \dots$ ${}_{6}^{11}C \rightarrow {}_{5}^{11}B + \dots$</p> <p>${}_{90}^{231}Th^* \rightarrow {}_{90}^{231}Th + \dots$ ${}_{9}^{18}F \rightarrow {}_{8}^{18}O + \dots$</p>

${}_{82}^{211}\text{Pb} \rightarrow {}_{83}^{211}\text{Bi} + {}_{-1}^0\text{X}$ ${}_{6}^{11}\text{C} \rightarrow {}_{5}^{11}\text{B} + {}_{+1}^0\text{X} \Rightarrow {}_{+1}^0\text{X} \leftrightarrow \text{e}^+$ ${}_{90}^{231}\text{Th}^* \rightarrow {}_{90}^{231}\text{Th} + \gamma$ ${}_{9}^{18}\text{F} \rightarrow {}_{8}^{18}\text{Bi} + {}_{+1}^0\text{X}$	<p>تولید اشعه β^-، الکترون را</p> <p>تولید اشعه β^+، e^+ تا پوزیترون</p> <p>تولید اشعه γ.</p> <p>تولید اشعه β^+، e^+ پوزیترون</p>	ج
	<p>هسته دختر به دست آمده از هر یک از واپاشی‌های زیر را به صورت ${}^A_Z\text{X}$ مشخص کنید.</p> <p>الف) ${}_{94}^{242}\text{Pu}$ واپاشی α انجام دهد. (ب) سدیم ${}_{11}^{24}\text{Na}$ واپاشی β^- انجام دهد.</p> <p>پ) نیتروژن ${}_{7}^{13}\text{N}$ واپاشی β^- انجام دهد. (ت) ${}_{8}^{15}\text{O}$ واپاشی β^+ انجام دهد.</p>	۶
<p>اورانیوم ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow ({}_{2}^4\text{He}, \alpha) + {}_{90}^{234}\text{Th}$ الف)</p> $A = 238 - 4 = 234 \quad \& \quad Z = 92 - 2 = 90$ <p>منیزیم ${}_{11}^{24}\text{Na} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_{12}^{24}\text{Mg}$ ب)</p> $A = 24 - 0 = 24 \quad \& \quad Z = 11 + 1 = 12$ <p>اکسیژن ${}_{7}^{13}\text{N} \rightarrow {}_{+1}^0\text{e} + {}_{8}^{13}\text{O}$ پ)</p> $A = 13 - 0 = 13 \quad \& \quad Z = 7 + 1 = 8$ <p>نیتروژن ${}_{8}^{15}\text{O} \rightarrow {}_{+1}^0\text{e} + {}_{7}^{15}\text{N}$ ت)</p> $A = 15 - 0 = 15 \quad \& \quad Z = 8 - 1 = 7$		ج
	<p>سرب ${}_{82}^{207}\text{Pb}$ هسته دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی α یا واپاشی β^- حاصل شود. فرایندهای مربوط به هر یک از این واپاشی‌ها را بنویسید. در هر مورد هسته مادر را به صورت ${}^A_Z\text{X}$ مشخص کنید.</p>	۷
<p>${}^A_Z\text{Y} \rightarrow {}_{82}^{207}\text{Pb} + {}_{2}^4\text{He}$ پلونیوم</p> $\begin{cases} A = 4 + 207 \rightarrow A = 211 \\ Z = 2 + 82 \rightarrow Z = 84 \end{cases} \rightarrow {}^A_Z\text{Y} = {}_{84}^{211}\text{Y} = {}_{84}^{211}\text{Po}$ <p>${}^A_Z\text{Y} \rightarrow {}_{82}^{207}\text{Pb} + {}_{-1}^0\text{e}$ تالیوم</p> $\begin{cases} A = 207 + 0 \rightarrow A = 207 \\ Z = 82 - 1 \rightarrow Z = 81 \end{cases} \rightarrow {}^A_Z\text{Y} = {}_{81}^{207}\text{Y} = {}_{81}^{207}\text{Tl}$		ج
	<p>نپتونیم ${}_{93}^{237}\text{Np}$ ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α، β، α صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هسته نهایی چقدر است؟</p>	۸
${}_{93}^{237}\text{Np} \rightarrow 3\alpha + \beta + {}^A_Z\text{X} \Rightarrow {}_{93}^{237}\text{Np} \rightarrow 3{}_{2}^4\text{He} + {}_{-1}^0\text{e} + {}^A_Z\text{X}$ $\begin{cases} 237 = 12 + 0 + A \rightarrow A = 225 \\ 93 = 6 - 1 + Z \rightarrow Z = 88 \end{cases}$		
	<p>شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای سه نمونه را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمه‌عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید.</p>	۹

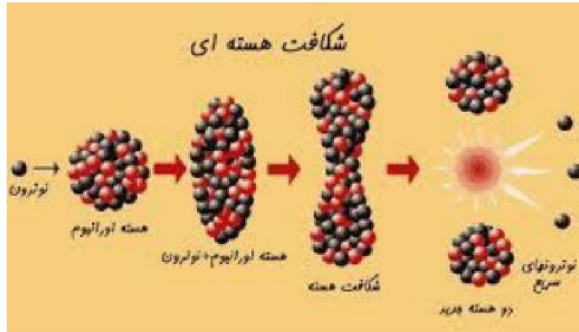
<p>تعداد هسته های مادر پرتوزا</p>	<p>زمان نیمه عمر، زمانی است که تعداد هسته های اولیه (N_0) نصف می شود. با توجه به نمودار و تعیین نیمه عمر سه نمودار می توان نتیجه گرفت.</p> $T_{\frac{1}{2}}(2) < T_{\frac{1}{2}}(3) < T_{\frac{1}{2}}(1)$	<p>ج</p>
<p>۱۰</p>	<p>هنگامی که نیتروژن جو زمین توسط پرتوهای کیهانی (که معمولاً از جنس پروتون، ذره های α و الکترون هستند) بمباران می شود، ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ با آهنگ ثابتی در لایه های فوقانی جو تولید می شود. این کربن پرتوزا، با کربن ۱۲ که به طور طبیعی در جو وجود دارد درهم می آمیزد. بررسی ها نشان داده است که به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ میلیارد اتم پایدار کربن ۱۲، تقریباً یک اتم پرتوزای کربن ۱۴ از این طریق وارد جو می شود اتم های کربن جو از طریق فعالیت های بیولوژیکی از قبیل فتوسنتز و تنفس، به نحو کاتوره ای مکان خود را عوض می کنند و به بدن جانداران منتقل می شوند. به طوری که اتم های کربن هر موجود زنده شامل کسر کوچک و ثابتی از ایزوتوپ پرتوزای کربن ۱۴ است. وقتی موجود زنده ای می میرد، مقدار کربن پرتوزای به تله افتاده در موجود غیر زنده، با نیمه عمر ۵۷۳۰ سال رو به کاهش می گذارد. کربن ۱۴ موجود در یک نمونه زغال قدیمی، ۱/۵۶ درصد (معادل ۱/۶) مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی است که تازه تولید شده است. سن تقریبی این زغال قدیمی چقدر است؟</p>	<p>ج</p>
$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n} = \frac{1}{56} = \frac{1}{64} = \frac{1}{2^6} \Rightarrow n = 6$ $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow 6 = \frac{t}{5730 \text{ (Year)}} \rightarrow t = 34380 \text{ (Year)}$	<p>ج</p>	<p>ج</p>
<p>۱۱</p>	<p>نیمه عمر بیسموت ۲۱۲ حدود ۶۰ دقیقه است. پس از گذشت چهار ساعت، چه کسری از ماده اولیه، در نمونه ای از این بیسموت، باقی می ماند؟</p>	<p>ج</p>
$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow n = \frac{4h}{1h} \rightarrow n = 4$ $N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^4} = \frac{N_0}{16}$	<p>ج</p>	<p>ج</p>
<p>۱۲</p>	<p>معادله زیر بخشی از واکنشی را نشان می دهد که در یک راکتور هسته ای روی می دهد.</p> ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{236}_{92}\text{U}$ <p>الف) اهمیت عددهای ۲۳۵ و ۹۲ را توضیح دهید.</p> <p>ب) اتم های ${}^{236}_{92}\text{U}$ ناپایدارند و خود به خود به قطعه هایی کوچک تر همراه با تعدادی نوترون سریع (بین ۲ تا ۵ عدد) و مقدار زیادی انرژی واپاشیده می شود. این فرایند چه نام دارد و انرژی آزاد شده در این فرایند چگونه تعیین می شود؟</p> <p>پ) اورانیم ۲۳۵ عمدتاً نوترون های با تندی کم را جذب می کند تا نوترون های سریع را. توضیح دهید چگونه تندی نوترون ها را در قلب راکتور کم می کنند.</p> <p>ت) چگونه تولید انرژی را در قلب راکتور کنترل می کنند؟</p> <p>ث) واکنش زنجیری را توضیح دهید.</p> <p>ج) انرژی به صورت گرما در قلب راکتور تولید می شود. چگونه گرما از قلب راکتور گرفته و به انرژی الکتریکی تبدیل می شود؟</p> <p>چ) هنگامی که میله های سوخت از مرکز راکتور بیرون کشیده می شوند، آنها «پرتوزا» و «ایزوتوپ» هایی با «نیمه عمر» طولانی هستند. واژه های داخل گیومه را توضیح دهید.</p>	<p>ج</p>

الف)



ج

عددهای ۲۳۵ و ۹۲ نشان می‌دهد که هسته سنگین است. در هسته‌های سنگین که تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آنها زیاد است، و فقط نوکلئون‌های مجاور بر هم نیروی هسته‌ای اثر می‌دهند، اما همه‌ی پروتون‌ها بر هم نیروی کولنی وارد می‌کنند؛ یعنی تعداد نیروهای دافعه‌ی الکتریکی بین پروتون‌ها در مقایسه با تعداد جاذبه‌ی هسته‌ای قوی‌تر است و این موجب ناپایداری هسته می‌شود. در تمام هسته‌های پایدار، نیروهای جاذبه هسته‌ای بر نیروی دافعه‌ی کولنی غلبه دارد. اما در هسته‌ی اورانیوم این برتری شکننده است.



ب)

هنگامی که یک نوترون کند که به هسته‌ی ${}_{92}^{235}\text{U}$ نزدیک می‌شود، هسته با نزدیک شدنش مخالفت نمی‌کند و به راحتی نوترون را می‌بلعد و آن را به جمع نوکلئون‌های خود می‌افزاید.

اضافه شدن یک نوترون باعث کش آمدن هسته‌ی اورانیوم می‌شود. نیروی کولنی از این فرصت استفاده نموده و هسته را کشیده و کشیده‌تر می‌کند. اگر این کشیدگی از حد (مرحله‌ی بحرانی) بگذرد، نیروهای هسته‌ای تسلیم می‌شوند و هسته‌ی اورانیوم به دو هسته‌ی سبک‌تر شکافته می‌شود. این فرآیند را شکافت هسته‌ای می‌نامند.

انرژی آزاد شده از اختلاف جرم هسته اولیه و هسته تولید شده تعیین می‌گردد. $E = \Delta mc^2$

پ)

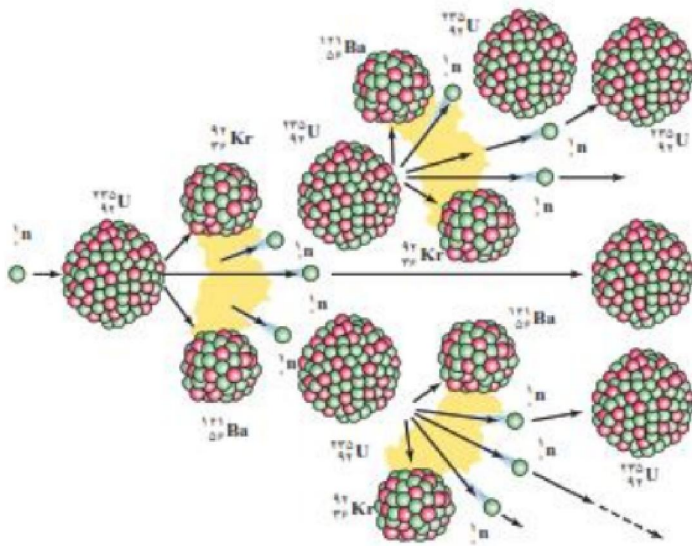


اورانیوم را در قطعه‌های کوچک تقسیم کرده، و بین آنها لایه‌ای کربن (گرافیت) قرار می‌دهند. به این ترتیب انرژی نوترون‌ها در برخورد با اتم‌های سبک کربن به شدت کاهش می‌یابد. برای کند کردن نوترون از آب معمولی، آب سنگین، گرافیت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ت)

از ترکیب‌های موادی مثل کادمیوم و بور برای جذب نوترون‌ها بهره می‌گیریم. این مواد را به صورت میله‌ای در آورده و در داخل راکتور کار گذاشته می‌شود. به این میله‌ها، میله‌های کنترل می‌گویند. میله‌های کنترل اجازه نمی‌دهند که درصد نوترون‌ها در سوخت هسته‌ای از میزان مجاز بالاتر رود.

ث) در یک قطعه اورانیم بعد از این که اولین واکنش شکافت انجام شد، چند نوترون نوزاد و پرنرژی بعد



از طی مسافتی آنقدر به ذره‌های مسیرشان برخورد می‌کنند تا کند و تنبل شوند و هر کدامشان در آغوش یک هسته ^{235}U دیگر آرام بگیرند.

بنابراین اگر هر نوترون آزادشده، جذب یک هسته ^{235}U دیگر شود، به تعداد آن‌ها واکنش شکافت جدید رخ می‌دهد.

بطور نمونه، اگر به ازای هر واکنش شکافت ۳ نوترون آزاد شود، سه

واکنش شکافت دیگر رخ می‌دهد و ۹ نوترون جدید متولد می‌شود و اگر این ۹ تا توسط هسته ^{235}U دیگر بلعیده شوند، ۲۷ نوترون دیگر آزاد می‌شود و ... و به این ترتیب، در مدت کوتاهی شاهد زنجیره‌ای از واکنش‌های شکافت خواهیم بود. به همه این واکنش‌ها به طور یکجا «واکنش زنجیره‌ای» می‌گوییم.

(ج)

درون محفظه‌ی راکتور، آب با فشار زیاد جریان دارد. فشار زیاد باعث می‌شود، نقطه جوش آب به شدت افزایش می‌یابد و در دمای زیاد می‌جوشد. آب پرفشار، گرمای حاصل از واکنش زنجیره‌ای را می‌گیرد و آن را از محفظه‌ی راکتور خارج و در یک محفظه‌ی دیگر به آب کم فشار می‌دهد و آب کم فشار را به سرعت تبخیر می‌کند. آبهای بخار شده، توربین‌های مولد جریان الکتریکی را به چرخش وا می‌دارد و از این طریق انرژی شکات هسته‌ای به انرژی مفید الکتریکی تبدیل می‌شود.

چ) پرتوزایی با رادیواکتیویته

هسته‌ی بعضی از اتم‌ها برای آن که به وضع پایدارتری برسند، خودبه خود و بدون دخالت عوامل بیگانه، دچار تغییر و دگرگونی می‌شوند و در این فرایند، ذره‌ها پرتوهایی را تابش می‌کنند. به این ویژگی برخی هسته‌ها که فعالانه در حال واپاشی و تابش ذره‌ها و پرتوها هستند، رادیواکتیویته یا پرتوزایی و به این هسته‌ی خود به خود واپاشنده هسته‌های رادیواکتیو یا پرتوزا می‌گویند.

ایزوتوپ

اتم‌هایی را که پروتون‌های آنها، با هم مساوی و تعداد نوترون‌هایشان مختلف است، ایزوتوپ می‌گویند.

نیمه عمر

نیمه عمر مدت زمانی است که نیمی از هسته‌های فعال یک ماده‌ی پرتوزا، غیر فعال شود یا به تعبیری دیگر نیمه عمر مدت زمانی است که تعداد هسته‌های فعال یک ماده‌ی پرتوزا نصف شود.

۱۳	<p>الف) حدود ۷٪ درصد اورانیوم موجود در سنگ معدن طبیعی اورانیم از ایزوتوپ ۲۳۵ تشکیل شده است. در هر واکنش شکافت حدود ۲۰۰ MeV انرژی آزاد می‌شود. فرض کنید تمامی ایزوتوپ ۲۳۵ موجود در یک کیلوگرم از این اورانیم بتواند بر اثر شکافت، انرژی خود را آزاد کند. مقدار این انرژی برحسب مگاالکترون ولت (MeV) و ژول (J) چقدر است؟ ب) با سوختن هر کیلوگرم زغال سنگ، حدود ۳۰ MJ انرژی گرمایی آزاد می‌شود. چند کیلوگرم زغال سنگ باید بسوزد تا معادل انرژی به دست آمده در قسمت الف، انرژی تولید شود؟</p>
ج	<p>الف)</p> $m = 0.07\% \text{kg} = 0.0007 \text{kg} = 7 \text{g}$ $n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \rightarrow \frac{N}{6.02 \times 10^{23} (\text{1/mol})} = \frac{7 \text{g}}{235 (\text{g/mol})}$ $\rightarrow N = 1.8 \times 10^{22}$ $E_T = NE_{\text{Particle}} = 1.8 \times 10^{22} \times 200 \text{ MeV} = 3.6 \times 10^{24} \text{ MeV}$ $\rightarrow 3.6 \times 10^{24} \times 1.6 \times 10^{-13} \text{J} = 5.76 \times 10^{11} \text{J}$ $1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{J} = 1.6 \times 10^{-13} \text{J}$ <p>ب)</p> $1 \text{kg} \quad 3 \times 10^7 \text{J}$ $m \quad 5.76 \times 10^{11} \text{J} \rightarrow m = \frac{5.76 \times 10^{11} \text{J} \times 1 \text{kg}}{3 \times 10^7 \text{J}} = 1.92 \times 10^4 \text{kg}$ <p>انرژی حاصل از ۷ گرم اورانیوم معادل سوختن ۱۹/۱ تن زغال است.</p>
۱۴	<p>یکی از واکنش‌های ممکن در شکافت $^{235}_{92}\text{U}$، داده شده است. در این واکنش عدد اتمی Z، عدد جرمی A و عنصر X را در $\frac{A}{Z}\text{X}$ تعیین کنید. در صورت لزوم از جدول تناوبی کمک بگیرید.</p>
ج	$^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{133}_{51}\text{Sb} + \frac{A}{Z}\text{X} + 4^1_0\text{n}$ $\left. \begin{aligned} 235 + 1 &= 133 + A + 4 \rightarrow A = 99 \\ 92 + 0 &= 51 + Z + 4 \times 0 \rightarrow Z = 41 \end{aligned} \right\} \rightarrow ^{99}_{41}\text{X} \rightarrow \text{Nb} \quad \text{نیوبیم}$
۱۵	<p>در واکنش زیر چه تعداد نوترون تولید می‌شود؟ نوترون‌ها $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{133}_{50}\text{Sn} + ^{101}_{42}\text{Mo} + ?$</p>
ج	$^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{133}_{50}\text{Sn} + ^{101}_{42}\text{Mo} + (N=?)^1_0\text{n} \quad 235 + 1 = 133 + 101 + N \times 1 \rightarrow N = 2$
۱۶	<p>بازده نیروگاه هسته‌ای بوشهر حدود ۳۵ درصد است. یعنی ۶۵ درصد انرژی حاصل از شکافت ایزوتوپ اورانیم ۲۳۵، به صورت گرما تلف و حدود ۳۵ درصد آن، به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. با توجه به اینکه در هر شکافت حدود ۲۰۰ MeV انرژی آزاد می‌شود، چند کیلوگرم اورانیم ۲۳۵ در سال شکافت پیدا می‌کند؟ (فرض کنید نیروگاه در طول سال با توان پایدار ۱۰۰۰ مگاوات کار می‌کند.)</p>

<p>ج</p> $\text{بازده} = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \rightarrow 0.35 = \frac{1000 \text{ MW}}{P_{\text{in}}} \rightarrow P_{\text{in}} = 2.86 \times 10^3 \text{ MW}$ <p>انرژی ورودی $E_{\text{in}} = P_{\text{in}} t \rightarrow E_{\text{in}} = 2.86 \times 10^3 (\text{MW}) \times 365 \times 86400 \text{ s}$</p> $E_{\text{in}} = 9.01 \times 10^3 \text{ MJ}$ <p>تعداد هسته‌ها، برای این مقدار انرژی $N = \frac{E_{\text{in}}}{E} = \frac{9 \times 10^9 \text{ J}}{200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}} = 2.81 \times 10^{27}$</p> $n = \frac{N}{N_A} = \frac{2.812 \times 10^{27}}{6.02 \times 10^{23} (\text{1/mol})} = 4.67 \times 10^3 \text{ mol}$ $n = \frac{m}{M} \rightarrow 4.67 \times 10^3 \text{ mol} = \frac{m}{235 (\text{g/mol})} \rightarrow m = 1.097 \times 10^6 \text{ g}$ $m = 1.097 \times 10^3 \text{ kg}$	
<p>۱۷</p> <p>انرژی آزاد شده در هر واکنش شکافت اورانیم ۲۳۵ با یک نوترون کند حدود ۲۰۲/۵ MeV و در هر واکنش گداخت دوتریم با تریتم حدود ۱۷/۶ MeV است.</p> <p>الف) تعداد نوکلئون‌های شرکت کننده در هر واکنش شکافت چقدر است؟ انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون را حساب کنید.</p> <p>ب) تعداد نوکلئون‌های شرکت کننده در هر واکنش گداخت چقدر است؟ انرژی آزاد شده به ازای هر نوکلئون را حساب کنید.</p> <p>پ) نتیجه‌های قسمت (الف) و (ب) را با یکدیگر مقایسه کنید. با توجه به نیاز روزافزون بشر به انرژی، و با توجه به اینکه مواد قابل شکافت مانند ^{235}U به مقدار بسیار کمی در طبیعت وجود دارد ولی دوتریم به طور فراوان در آب اقیانوس‌ها و دریاها موجود است و جدا کردن آن از هیدروژن معمولی آسان و کم هزینه است، اهمیت این مقایسه را توضیح دهید.</p>	
<p>ج</p> <p>الف) تعداد نوکلئون‌های واکنش شکافت اورانیموم: $A = 1 + 235 = 236$ ، $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U}$</p> <p>انرژی هر نوکلئون $E_T = NE \rightarrow E = \frac{E_T}{N} \rightarrow E = \frac{202.5 \text{ MeV}}{236} = 8.58 \times 10^{-2} \text{ MeV}$</p> <p>ب) $^2_1\text{D} + ^3_1\text{T} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$</p> <p>تعداد نوکلئون‌های واکنش گداخت دوتریم با تریتم $A = 2 + 3 = 5$</p> <p>انرژی هر نوکلئون $E'_T = NE' \rightarrow E' = \frac{E'_T}{N} \rightarrow E' = \frac{17.6 \text{ MeV}}{5} = 3.52 \text{ MeV}$</p> <p>پ) مقدار انرژی آزاد شده هر نوکلئون در واکنش گداخت هسته‌ای (دوتریم با تریتم) $4/1$ برابر مقدار انرژی آزاد $E' = \frac{3.52 \text{ MeV}}{8.58 \times 10^{-2} \text{ MeV}} \approx 4/1$ شده هر نوکلئون شکافت هسته‌ای است.</p> <p>تولید انرژی بیشتر و پرتوزایی کمتر و نداشتن پسماند و هسته‌های باقی مانده از اهمیت‌های واکنش گداخت است.</p>	