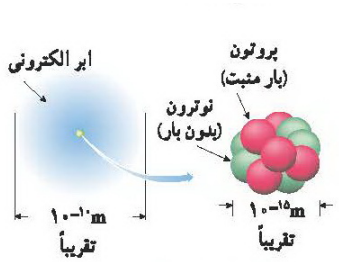
فیزیک هسته‌ای:

طبق مدل اتمی می‌دانیم بار هسته مثبت و با بار منفی الکترون‌ها برابر است. ابعاد هسته در حدود 10^{-15} است که از ابعاد اتم (10^{-10}) بسیار کوچک‌تر است. هسته از پروتون و نوترون تشکیل شده است. هسته‌ها در فعل و انفعالات شیمیایی دخالت ندارند.

جنس و خواص شیمیایی یک عنصر را تعداد پروتون‌های هسته آن تعیین می‌کند این بدان معنی است که تغییر در تعداد الکترون‌ها تغییری در جنس به وجود نمی‌آورد.

نیروی بین الکترون‌ها و هسته که حاکم بر حرکت الکترون‌ها در اتم است از نوع نیروی الکتریکی است. نیرویی که اجزا هسته با به هم متصل می‌کند نیروی هسته‌ای نامیده شده



شکل ۶ــ۱ مقایسهٔ ابعاد اتم و هسته به‌طور تقریبی

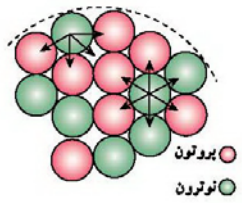
و باید از نیروی الکتریکی قوی‌تر باشد زیرا باید بر دافعه میان پرتون‌ها غلبه کند به این دلیل است که نیروی هسته‌ای نیروی قوی خوانده می‌شود. این نیروها کوتاه برد هستند

(فاصله‌ی میان نوکلئون‌ها در حدود 2×10^{-15}m است) برای نشان دادن یک هسته از نماد زیر استفاده می‌شود.

N تعداد نوترون‌ها

Z تعداد کل پروتون‌ها و نوترون‌هاست (عدد جرمی)

عدد اتمی عناصر طبیعی در گستره $1 \le Z \le 92$ و تعداد نوترون آن‌ها در گستره



شکل ۶ــ۲ قسمتی از هسته و نوکلئون‌های آن که به صورت طرح‌وار نشان داده شده است. هر نوکلئون، فقط به نزدیک‌ترین نوکلئون‌های مجاورش نیروی هسته‌ای وارد می‌کند.

$0 \le N \le 146$ قرار دارد.

برای هسته‌های سبک $(A \le 40)$ Z, N تقریبا برابرند برای هسته‌های سنگین‌تر N بزرگ‌تر از Z و تقریباً $N = 1/5Z$ است.

جدول ۶ــ۱ برخی از ویژگی‌های فیزیکی ذرات تشکیل‌دهندهٔ اتم

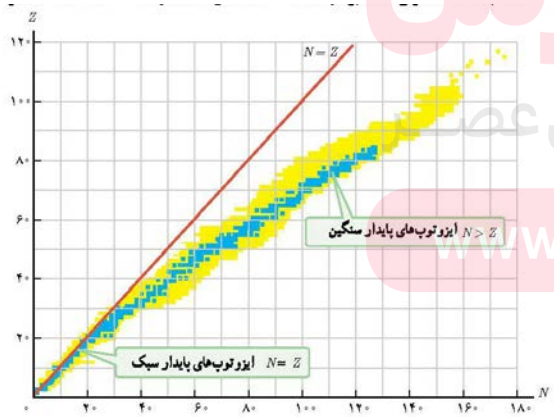
ذره	بار الکتریکی (C)	جرم	
		کیلوگرم (kg)	یکای جرم اتمی (u)*
الکترون	$-1/6\times10^{-19}$	$9/109389\times10^{-31}$	$5/4858\times10^{-4}$
پروتون	$+1/6\times10^{-19}$	$1/672622\times10^{-27}$	$1/00727$
نوترون	۰	$1/674929\times10^{-27}$	$1/008664$

ایزوتوپ:

دو هسته مختلف که دارای تعداد پرتون برابر هستند ایزوتوپ می‌نامند ایزوتوپ‌ها

در تعداد نوترون‌ها اختلاف دارند ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای خواص شیمیایی

یکسان هستند ولی خواص فیزیکی متفاوت دارند.



پایداری هسته:

نیروی رباشی هسته‌ای بر نیروی رانشی الکتریکی بین پروتون‌ها غلبه می‌کند و هسته پایدار می‌ماند هر چه تعداد نوکلئون‌هایی که در یک هسته وجود دارد بیش‌تر باشد هسته بزرگ‌تر می‌شود و فاصله‌ی بین دو کانون‌ها زیادتر می‌شود در نتیجه تعادل بین نیروها از بین می‌رود و هسته ناپایدارتر می‌شود مانند رادیم- اورانیم- توریم

- برای $^{208}_{82}Pb$ مطلوب است :

الف) تعداد نوکلئون‌ها ب) تعداد نوترون‌ها

پ) بار الکتریکی خالص هسته

گروه آموزشی عصر
ASR_Group @ outlook.com
@ASRschool2

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

در هر یک از موارد زیر نماد X چه عنصری را نشان می‌دهد و در هستهٔ هر یک چند نوترون وجود دارد؟ در صورت لزوم از جدول تناوبی استفاده کنید.

الف) $^{195}_{78}X$ ب) $^{32}_{16}X$ پ) $^{61}_{29}X$

انرژی بستگی هسته:

جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده آن کم‌تر است.

$$M_x < ZM_p + NM_n$$

M_p جرم پرتون و M_n جرم نوترن و M_x جرم هسته

$$M_x = ZM_p + NM_n - \Delta M$$

تفاوت جرم هسته و مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده آن به انرژی تبدیل می‌شود که به آن انرژی بستگی می‌گویند. و واحد آن Mev است.

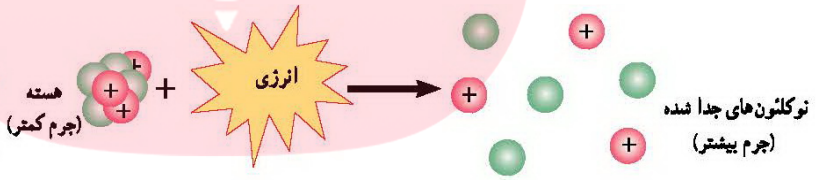
$$B = \Delta M.C^2$$

برای تبدیل الکترون ولت به ژول و برعکس از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$1j = 6/25 \times 10^{18} ev = 6/25 \times 10^{12} Mev$$

در هسته اگر به نوکلئونی انرژی بیش از انرژی بستگی داده شود می‌تواند از هسته جدا شود.

هر چه انرژی بستگی هسته بیش‌تر باشد آن هسته پایدارتر است.



شکل ۴ـ۷ انرژی‌ای معادل انرژی بستگی هسته‌ای باید تأمین شود تا هسته به نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن تقسیم شود.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

خاصیت رادیو اکتیو:

به تمام هسته‌های ناپایدار رادیو اکتیو می‌گویند با گذشت زمان در این هسته‌ها تغییراتی صورتی می‌گیرد این تغییرات خود به‌خود و بدون هیچ‌گونه دخالت خارجی در هسته‌ها رخ می‌دهد و همراه با تابش آلفا متا و گاما می‌باشد.

وقتی پرتوهایی که از مواد رادیو اکتیو خارج می‌شوند با اتم‌ها و مولکول‌ها برخورد کنند آن‌ها را به یون تبدیل می‌کنند.

تابش آلفا:

هسته ممکن است ذره آلفا تابش کند این ذره از جنس هسته اتم هلیوم $({}^{4}_{2}He^{++})$ است و از دو پرتون و دو نوترن تشکیل شده است و دارای بار مثبت است $ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha $

ذرات آلفا در میدان الکتریکی و مغناطیسی منحرف می‌شوند برد آن‌ها کم است روی سلول‌های بدن اثر تخریبی دارند.

تابش بتا:

هسته می‌تواند ذره بتا گسیل کند که از نوع الکترون است و دارای بار منفی است.

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

β در میدان الکتریکی و مغناطیسی منحرف می‌شود و سرعت آن‌ها بیش‌تر از α است قدرت نفوذ بیش‌تر از α دارند و سرطان‌زا هستند.

تابش گاما:

هسته می‌تواند پرتو گاما گسیل کند این پرتو از نوع موج‌های الکترومغناطیس با طول موج کوتاه است و بدون بار است.

$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + \gamma $$

γ طول موج کوتاه و در حدود $0/01A$ دارند در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منحرف نمی‌شوند قدرت نفوذ بالا دارند در تابش γ هسته انرژی خود را از دست می‌دهد.علامت * نمایانگر آن است که هسته در حالت برانگیخته است.

در واپاشی هسته‌ای همواره دو اصل وجود دارد.

الف) مجموع اعداد اتمی در دو طرف واکنش باید یکسان باشد.

ب) مجموع اعداد جرمی در دو طرف واکنش باید یکسان باشد.

احتمال واپاشی یک هسته پرتوزا در یک ثانیه با ثابت واپاشی λ مشخص می‌شود λ فقط تباع نوع هسته است و عوامل خارجی مثل دما و فشار و میدان‌های الکترو مغناطیس در آن بی‌اثرند.

ذرات بنیادی: در فیزیک هسته‌ای نماد ذرات بنیادی به صورت مقابل است.

${}^{1}_{0}n$ نوترون	${}^{0}_{-1}e$ الکترون
${}^{0}_{0}e$ نوترون	${}^{1}_{1}p$ پروتون

جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان‌دهندهٔ یک یا چند ذرهٔ α ، β^{+} یا β^{-} است. در هر واکنش، جای خالی را کامل کنید.

$$ {}^{211}_{82}Pb \rightarrow {}^{211}_{83}Bi + \ldots $$

$$ {}^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + \ldots $$

$$ {}^{231}_{90}Th^{*} \rightarrow {}^{231}_{90}Th + \ldots $$

$$ {}^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O + \ldots $$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۶. هستهٔ دختر به‌دست‌آمده از هر یک از واپاشی‌های زیر را به‌صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید.

الف) $^{۲۴۲}_{۹۴}Pu$ واپاشی α انجام دهد.

ب) سدیم $^{۲۴}_{۱۱}Na$ واپاشی β^- انجام دهد.

پ) نیتروژن $^{۱۳}_{۷}N$ واپاشی β^- انجام دهد.

ت) $^{۱۵}_{۸}O$ واپاشی β^+ انجام دهد.

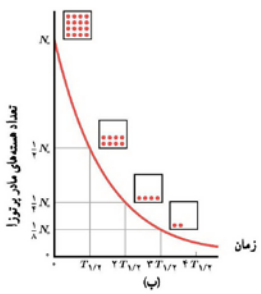
۷. سرب $^{۲۰۲}_{۸۲}Pb$ هستهٔ دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی α یا واپاشی β^- حاصل شود. فرایندهای مربوط به هر یک از این واپاشی‌ها را بنویسید. در هر مورد هستهٔ مادر را به‌صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید.

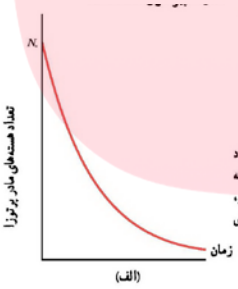
۸. نپتونیم $^{۲۳۷}_{۹۳}Np$ ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α، β، α و α صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هستهٔ نهایی چقدر است؟

نیمه عمر

نیمه عمر یک ماده رادیو اکتیو **T** مدت زمانی است که طی آن نیمی از هسته‌های رادیو اکتیووا پاشیده شوند.

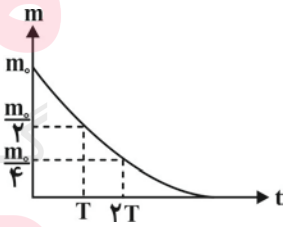
T نیمه عمر و **t** زمان و **N** تعداد نیمه عمر و $M_۰$ جرم اولیه و **M** جرم باقیمانده می‌باشد.





شکل ۶ـ۹ الف) با گذشت زمان، تعداد هسته‌های مادر پرتوزا در یک نمونه کاهش می‌یابد. ب) با گذشت هر نیمه‌عمر، نیمی از هسته‌های مادر پرتوزای باقی‌مانده واپاشی می‌کنند.

$$\begin{cases} M_۰ = M \times ۲^{t} \\ t = N \times T \\ m_۰ > m \\ t < T \end{cases}$$



$$m_۰ \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۲} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۴} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۸} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۱۶} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۳۲}, \ldots$$

$$\%۱۰۰ m_۰ \xrightarrow{T} \%۵۰ m_۰ \xrightarrow{T} \%۲۵ m_۰ \xrightarrow{T} \%۱۲/۵ \xrightarrow{T} \%۱۲/۵ m_۰ \xrightarrow{T} \%۶/۲۵ m_۰ \xrightarrow{T} ۳/۱۲۵ m_۰$$

تمرین ۶ـ۴

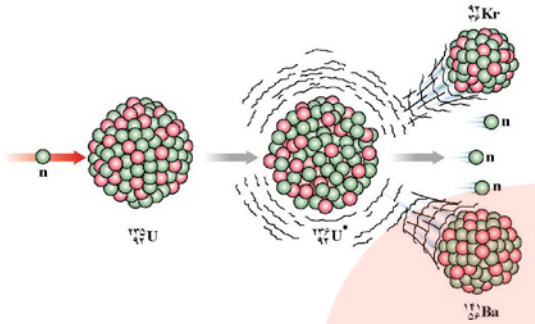
پس از گذشت ۹ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{۱}{۸}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه‌عمر (برحسب روز) ماده چقدر است؟

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

شکاف هسته‌ای:

شکاف هسته‌ای یک واکنش هسته است که طی آن یک هسته سنگین به دو یا چند هسته با جرم کم‌تر شکافته می‌شود وقتی یک هسته سنگین شکافته می‌شود جرم محصولات حاصل از شکافت از جرم هسته اولیه به اضافه نوترون کم‌تر است این تفاوت جرم به انرژی تبدیل می‌شود که قسمت عمده آن ابتدا به صورت انرژی جنبشی پاره‌های شکافت است در هر واکنش شکافت هسته‌ای ۲۰۰Mev انرژی آزاد می‌شود.

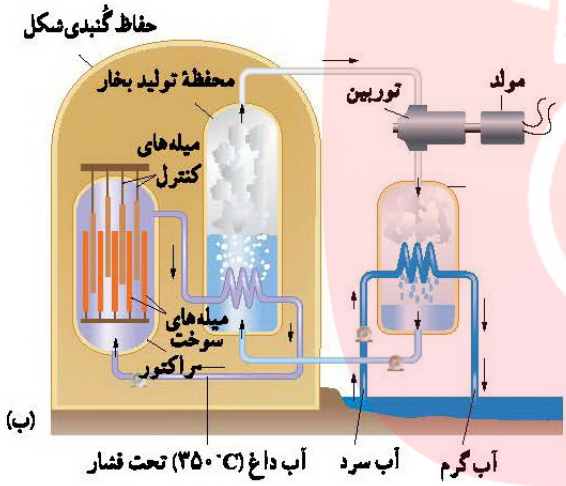
$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow \underbrace{^{236}_{92}U^{*}}_{\text{هستهٔ مرکب (ناپایدار)}} \rightarrow \underbrace{^{141}_{56}Ba}_{\text{باریم}} + \underbrace{^{92}_{36}Kr}_{\text{کریپتون}} + \underbrace{3\,^{1}_{0}n}_{\text{سه نوترون}}$$



شکل ۶ـ۱۰ واکنش شکافت $^{235}_{92}U$ با جذب یک نوترون کُند شروع می‌شود.

دستگاهی که در آن واکنش شکافت هسته‌ای صورت می‌گیرد راکتور نامیده می‌شود و انرژی آزاد شده در فرایند شکافت در آن به صورت‌های دیگر انرژی تبدیل می‌گردد.

راکتور شامل سوخت هسته‌ای- کند کننده‌ی تورتون (گرافیت)- میله‌های کنترل و یک شاره مانند آب برای خنک کردن راکتور است. نوترون‌های آزاد شده در شکافت اورانیوم ۲۳۵ که نوترون‌های سریع هستند توسط اتم‌های اورانیوم ۲۳۸ جذب می‌شوند بدون آن که باعث شکافت شوند نوترون‌های کند توسط اورانیوم ۲۳۵ با احتمال بیش‌تری نسبت به اورانیوم ۲۳۸ جذب می‌شوند پس اگر بتوان نوترون‌های را کند کرد احتمال جذب نوترون ناشی از شکافت در یک اتم اورانیوم ۲۳۸ با جذب نوترون به اورانیوم ۲۳۹ که پرتوزاست. نیمه عمر ۲۳ دقیقه دارد تبدیل می‌شود سپس اورانیوم ۲۳۸ با گسیل یک ذره بتا به اولین عنصر فراورانیومی به نام نپتونیوم تبدیل می‌شود که پرتوزاست و نیمه عمر ۲/۳ روز دارد. نپتونیوم با گسیل یک ذره بتا به پلوتونیوم تبدیل می‌شود.



از شکافت هسته $^{235}_{92}U$ در حدود ۹۰ محصول مختلف به دست می‌آید این محصولات شدیداً ناپایدارند و برای رسیدن به حالت نهایی پایدار مقدار زیادی تابش گسیل می‌کنند این ناپایداری محصولات شکافت یکی از نقاط ضعف انرژی هسته‌ای و علت مخالفت گروه‌های بسیاری برای استفاده از این نوع انرژی است یک نمونه واکنش شکافت توسط نوترون کند به صورت زیر است:

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \Rightarrow ^{236}_{92}U^{\circ} \Rightarrow ^{138}_{56}Ba + ^{95}_{36}kr + 3\,^{1}_{0}n$$

۱۴. یکی از واکنش‌های ممکن در شکافت $^{235}_{92}U$، داده شده است. در این واکنش عدد اتمی Z، عدد جرمی A و عنصر X را در $^{A}_{Z}X$ تعیین کنید.

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{133}_{51}Sb + ^{A}_{Z}X + 4\,^{1}_{0}n$$

در صورت لزوم از جدول تناوبی کمک بگیرید.

۱۵. در واکنش زیر چه تعداد نوترون تولید می‌شود؟

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{133}_{50}Sn + ^{101}_{42}Mo + \text{نوترون‌ها}$$

گروه آموزشی مادرس
www.my-dars.ir

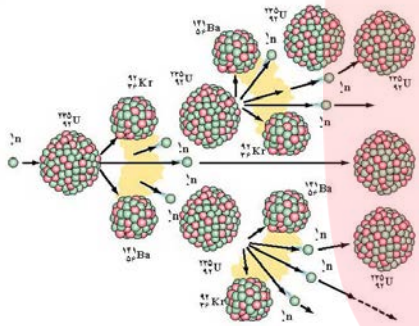
۷. بازده نیروگاه هسته‌ای بوشهر حدود ۳۵درصد است. یعنی ۶۵درصد انرژی حاصل از شکافت ایزوتوپ اورانیم ۲۳۵، به‌صورت گرما تلف و حدود ۳۵درصد آن، به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. با توجه به اینکه در هر شکافت حدود ۲۰۰MeV انرژی آزاد می‌شود، چند کیلوگرم اورانیم ۲۳۵ در سال شکافت پیدا می‌کند؟ (فرض کنید نیروگاه در طول سال با توان پایدار ۱۰۰۰ مگاوات کار می‌کند.)

غنی‌سازی اورانیوم:

بالا بردن درجه خلوص اورانیوم ۲۳۵ در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیوم را غنی‌سازی اورانیوم می‌نامند. اورانیوم ۲۳۵ تنها ایزوتوپی است که هم به مقدار قابل توجه در طبیعت یافت می‌شود و هم به آسانی شکافته می‌شود برای شکافت این هسته از نوترون کند استفاده می‌کنیم این عنصر در معادن معمولاً با ایزوتوپ ۲۳۸ اورانیوم که پایدار است یافت می‌شود. عمل غنی‌سازی اورانیوم با دستگاه سانتریفوژ در درون یک استوانه انجام می‌شود (با ترکیب با گاز فلوئور و تولید گاز هگزا فلوراید اورانیوم UF_6)

واکنش زنجیره‌ای:

به شکافت‌های پی در پی هسته اورانیوم واکنش زنجیره‌ای می‌گویند این واکنش‌ها در قطعه‌ی کوچک اورانیوم انفجاری ایجاد نمی‌کند نوترون‌های ایجاد شده در فرآیند شکافت اورانیوم پیش از برخورد با هسته اورانیوم باید مسافتی را طی کند که اگر اندازه قطعه اورانیوم کوچک باشد نوترون‌ها پیش از برخورد با هسته اورانیوم دیگر از قطعه فرار می‌کنند.



شکل ۶ـ۱۱ مدل ساده‌ای از واکنش زنجیری. یک نوترون وارد هستهٔ اورانیم ۲۳۵ می‌شود و فرایند شکافت رخ می‌دهد. برای سادگی، به‌جز باریم و کریپتون، محصولات دیگر شکافت را در این شکل نشان نداده‌ایم.

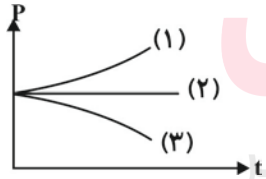
جرم بحرانی- زیر بحرانی- فوق بحرانی:

جرمی است که برای آن هر شکافت به طور میانگین شکافت دیگری به وجود آورد.

جرم زیر بحرانی جرمی است که در آن واکنش زنجیره‌ای ادامه نمی‌یابد.

جرم فوق بحرانی جرمی است که در آن واکنش زنجیره‌ای به صورت انفجاری رشد می‌کند.

نمودار توان تولیدی راکتور P بر حسب زمان به صورت زیر است:



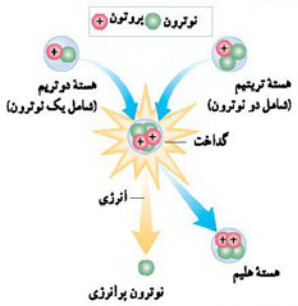
۱- جرم اورانیوم بیش‌تر از جرم بحرانی باشد.

۲- جرم اورانیوم برابر جرم بحرانی است.

۳- جرم اورانیوم کوچک‌تر از جرم بحرانی باشد.

هر چه قدر نوترون‌های حاصل از شکافت، در مرحله‌ی بعدی بیش‌تر مؤثر واقع شود واکنش هسته‌ای به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد اما بهتر است توان تولیدی یک راکتور مقدار مشخص و قابل کنترل باشد.

www.my-dars.ir



شکل ۶ـ۱۴ دوتریم و تریتیم در هم گداخته می‌شوند تا هستهٔ هلیم تشکیل شود. در این واکنش، مقدار زیادی انرژی (حدود ۱۷/۶MeV) آزاد می‌شود که بخش عمده‌ای از آن به‌صورت انرژی جنبشی نوترون است.

۶ـ۴ گداخت (همجوشی) هسته‌ای

یک نوع دیگر واکنش هسته‌ای که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است، گداخت یا همجوشی هسته‌ای نام دارد. در فرایند گداخت هسته‌ای، دو هستهٔ سبک با یکدیگر ترکیب می‌شوند و هستهٔ سنگین‌تری به‌وجود می‌آورند. برای مثال، واکنش گداخت زیر را در نظر بگیرید:

$$D + T \rightarrow {}^{4}He + {}^{1}n$$

در این واکنش با همجوشی هسته‌های دو ایزوتوپ هیدروژن یعنی دوتریم و تریتیم، هستهٔ هلیم و یک نوترون پرانرژی تولید می‌شود (شکل ۶ـ۱۴). در واکنش گداخت، مجموع جرم محصولات فرایند، کمتر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است. در اینجا نیز این اختلاف جرم با توجه به رابطهٔ $E=mc^2$، سبب آزاد شدن مقدار زیادی انرژی می‌شود.

۱. پس از گذشت ۵ نیمه‌عمر، تقریباً چند درصد از هسته‌های یک ماده رادیواکتیو متلاشی شده است؟
۱) ۳ ۲) ۲۰ ۳) ۸۰ ۴) ۹۷

۲. در عمل غنی‌سازی، درصد فراوانی کدام ایزوتوپ اورانیم را افزایش می‌دهند؟
۱) ^{235}U ۲) ^{236}U ۳) ^{237}U ۴) ^{238}U

۳. در اندر کنش نوکلئون ها، نیروی هسته ای در مقایسه با نیروی کولنی چگونه است؟
۱) ضعیف، بلند برد ۲) قوی، بلند برد ۳) ضعیف، کوتاه برد ۴) قوی، کوتاه برد

۴. از هسته‌های اولیه‌ی یک ماده‌ی رادیواکتیو پس از ۹ سال، ۱۲٫۵ درصد آن باقی مانده است. نیمه‌عمر این ماده چند سال است؟
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

۵. اگر هسته‌ی عنصر $(^{8}_{3}\mathrm{Li})$ یک پرتو آلفا و هم‌زمان یک ذره‌ی بتا (الکترون) گسیل کند، به کدام یک از عناصر زیر تبدیل می‌شود؟
۱) $^{7}_{3}\mathrm{Li}$ ۲) $^{6}_{3}\mathrm{Li}$ ۳) $^{4}_{2}He$ ۴) $^{8}_{4}Be$

۶. با واپاشی اورانیوم ۲۳۸ $(^{238}_{92}U)$ یک ذره‌ی آلفا گسیل می‌شود، عنصر ایجاد شده از این واپاشی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟
۱) ۱۴۴ و ۹۰ ۲) ۱۴۶ و ۹۰ ۳) ۹۱ و ۱۴۴ ۴) ۹۱ و ۱۴۶

۷. در واکنش هسته ای $^{1}_{0}n+^{10}_{5}B\rightarrow ^{7}_{3}\mathrm{Li}+x$، x کدام است؟
۱) $\alpha+\beta$ ۲) β ۳) α ۴) $\alpha+2\beta$

۸. کدام عبارت درست است؟
۱) با گذشت زمان، نیمه‌عمر یک عنصر پرتوزا کاهش می‌یابد.
۲) در اثر پرتوزایی ممکن است عدد اتمی هسته افزایش یابد.
۳) هرچه انرژی بستگی هسته بیشتر باشد آن هسته ناپایدارتر است.
۴) اگر از هسته‌ای فقط ذره‌ی آلفا گسیل شود عدد جرمی آن یک واحد کاهش می‌یابد.

۹. $^{8}_{3}\mathrm{Li}$ پس از تشعشع یک ذره α و یک ذره β به چه عنصری تبدیل می‌شود؟
۱) $^{8}_{4}\mathrm{Be}$ ۲) $^{7}_{3}\mathrm{Li}$ ۳) $^{4}_{2}\mathrm{He}$ ۴) $^{6}_{3}\mathrm{Li}$

۱۰. چند درصد از هسته‌های یک عنصر رادیواکتیو بعد از مدتی معادل ۳ برابر نیمه‌عمر، تجزیه نشده باقی می‌ماند؟
۱) ۱٫۲۵ ۲) ۳ ۳) ۸ ۴) ۱۲٫۵

۱۱. عدد اتمی هسته‌ای که فقط ذره‌ی گاما گسیل کرده باشد، چند واحد کاهش می‌یابد؟
۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۲. از ۱۲ گرم یک ماده رادیواکتیو پس از ۱۸ روز، ۱٫۵ گرم تجزیه نشده باقیمانده است. نیمه‌عمر این ماده چند روز است؟
۱) ۹ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۳

۱۳. نیمه‌ی‌عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو ۶۰۰۰ سال است. تقریباً چند درصد از یک نمونه‌ی این ماده پس از ۵ نیمه‌عمر واپاشیده می شود؟
۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹۴ ۴) ۹۷

۱۴. در یک هسته‌ی پایدار، جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده‌ی هسته:
۱) مساوی جرم هسته است.
۲) مساوی جرم تبدیل‌شده به انرژی بستگی هسته است.
۳) بزرگ‌تر از جرم هسته است.
۴) کوچک‌تر از جرم تبدیل شده به انرژی بستگی هسته است.

۱۵. در واکنش $^{239}_{92}U\rightarrow x+^{239}_{93}Np$، x کدام است؟
۱) الکترون ۲) پروتون ۳) نوترون ۴) پوزیترون

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱۶. وقتی از یک هسته ذرهٔ α گسیل می شود:
۱) بار هسته ثابت می ماند.
۲) بار هسته به اندازه ی $q=+۲e$ افزایش می یابد.
۳) جرم هسته به اندازه ی جرم ۲ پروتون کاهش می یابد.
۴) عدد جرمی هسته به اندازه ی عدد جرمی هلیوم کاهش می یابد.

۱۷. اورانیوم $^{۲۳۸}_{۹۲}U$ با تابش یک پرتو آلفا به کدام یک از عناصر زیر تبدیل می‌شود؟
۱) $^{۲۳۴}_{۹۱}Pa$ ۲) $^{۲۳۸}_{۹۰}Th$ ۳) $^{۲۳۴}_{۹۰}Th$ ۴) $^{۲۳۴}_{۹۲}U$

۱۸. هسته‌ی $^{۲۳۱}_{۹۱}Pa$، با گسیل ذره‌ی آلفا وا می‌پاشد. هسته‌ی حاصل چند پروتون و چند نوترون دارد؟
۱) ۹۲ – ۲۲۷ ۲) ۸۹ – ۲۲۷ ۳) ۹۲ – ۱۳۸ ۴) ۸۹ – ۱۳۸

۱۹. نیمه‌عمر یک ماده رادیواکتیو ۲ ساعت است. پس از چند ساعت، $\frac{۱}{۱۲۸}$ هسته‌های اولیه، فعال باقی می‌ماند؟
۱) ۳۶ ۲) ۲۸ ۳) ۱۴ ۴) ۱۲

۲۰. در داخل راکتور، با استفاده از کندکننده‌ای مانند گرافیت، سرعت نوترون‌ها را کاهش می‌دهند تا:
۱) احتمال جذب آنها توسط ^{۲۳۸}U بیشتر شود.
۲) احتمال جذب آنها توسط ^{۲۳۵}U بیشتر شود.
۳) سرعت واکنش هسته‌ای کاهش یافته و کنترل شود.
۴) درصدبیشتری ازانرژی هسته‌ای آزاد شده به کنترل درآید واستفاده شود.

۲۱. درواپاشی گامازا:
۱) تعداد نوکلئون‌ها ثابت می‌ماند. ۲) عدد اتمی یک واحد کاهش می‌یابد.
۳) عدد جرمی یک واحد کاهش می‌یابد. ۴) هسته از حالت پایه به حالت برانگیخته می‌رود.

۲۲. واکنش هسته‌ای $^{۳۲}_{۱۶}S+\cdots\rightarrow{}^{۳۲}_{۱۵}P$ با کدام ذره کامل می‌شود؟
۱) بتا ۲) آلفا ۳) گاما ۴) پروتون

۲۳. کدام یک از موارد زیر درباره‌ی هسته‌ی اتم‌های عناصر درست است؟
۱) اغلب ایزوتوپ‌های عناصر ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند.
۲) برد نیروهای کولنی درمقایسه با بُرد نیروهای هسته‌ای بسیار کوتاه است.
۳) جرم یک هسته برابر مجموع نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده آن هسته است.
۴) نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برای هسته‌های پایدار مختلف یکسان است.

۲۴. در راکتورهای هسته‌ای، برای کنترل سرعت واکنش، یعنی کنترل تعداد نوترون‌های موجود برای به وجود آوردن شکافت، از کدام یک از مواد زیر استفاده می‌کنند؟
۱) بور، گرافیت ۲) کادمیم، بور ۳) گرافیت، کادمیم ۴) آب سنگین، گرافیت

۲۵. تعداد هسته‌های اولیه‌ی یک ماده‌ی رادیواکتیو $N_۰=۱۶۰۰$ 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

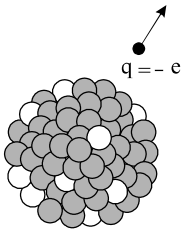
۲۶. درفعل وانفعال هسته‌ای $^{۳۰}_{۱۵}P+X\rightarrow{}^{۲۷}_{۱۳}Al+{}^{۴}_{۲}He$ کدام است؟
۱) الکترون ۲) پروتون ۳) نوترون ۴) پوزیترون

مای درس
www.my-dars.ir

۲۷. نیمه‌ی عمر ماده ی رادیواکتیوی، ۵ روز است. بعدازچند روز تعدادهسته‌های واپاشیده شده، $\frac{۷}{۸}$ تعداد هسته‌های اولیه خواهد شد؟

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) $\frac{۵}{۳}$

۲۸. 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.

۲۹. در فعل و انفعال هسته‌ای $_{۹۲}^{۲۳۵}U \rightarrow _{۵۶}^{۱۴۱}Ba + _{Z}^{A}X + ۳(_{۰}^{۱}n)$ ، برای عنصر X، تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها کدام است؟

۱) ۵۸ و۳۶ ۲) ۵۶ و ۳۶ ۳) ۹۴ و ۵۴ ۴) ۹۲ و ۵۴

۳۰. از تعداد هسته‌های اولیه‌ی مساوی دو عنصر رادیواکتیو A و B بعد از گذشت زمان Δt ، تعداد هسته‌های باقی‌مانده‌ی عنصر A چهار برابر تعداد هسته‌های باقی‌مانده‌ی عنصر B است. اگر تعداد نیمه‌عمرهای عنصر A و B در مدت زمان Δt به ترتیب nA و nB باشد، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

۱) $nA - nB = ۴$ ۲) $nB - nA = ۴$ ۳) $nA - nB = ۲$ ۴) $nB - nA = ۲$

۳۱. اگر ۸۷٫۵ درصد از تعداد هسته‌های یک ماده‌ی رادیواکتیو در مدت ۲۴ ساعت واپاشیده شود، نیمه‌عمر آن چند ساعت است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱. یک هسته آمرسیم (۲۴۱)، با تابش یک ذره ی آلفا واپاشیده شده و به یک ایزوتوپ نپتونیم طبق رابطه ی $^{۲۴۱}_{۹۵}Am \rightarrow {}^{۲۳۷}_{Z}Np + \alpha$ تبدیل می شود. تعداد نوترونهای این ایزوتوپ نپتونیم چقدر است؟

۱) ۹۱ ۲) ۹۳ ۳) ۹۶ ۴) ۱۴۴

۲. 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) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند. ۴) با نظم معینی کم و زیاد می‌شود.

۳. نیمه‌عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو t ثانیه است. پس از $۳t$ ثانیه، نسبت جرم واپاشیده به جرم باقی‌مانده از همان ماده کدام است؟

۱) ۷ ۲) $\frac{۱}{۷}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۷}{۸}$

۴. اگر در واکنش هسته ای، ۴ گرم جرم به انرژی تبدیل شود، انرژی حاصل، معادل با انرژی مصرف شده در چند لامپ ۱۰۰ واتی است که به مدت ۲۰ ساعت روشن باشند؟

۱) ۵هزار ۲) ۵۰هزار ۳) ۵میلیون ۴) ۵۰میلیون

۵. در واپاشی β:

۱) عدد اتمی ثابت می‌ماند. ۲) جرم اتمی یک واحد زیاد می‌شود.
۳) مجموع نوکلئون‌ها ثابت می‌ماند. ۴) در هسته یک پروتون کم و یک نوترون اضافه می‌شود.

۶. در واکنش هسته‌ای $^{۲۳۶}_{۹۲}U^{*} \Rightarrow {}^{۱۳۸}_{۵۶}Ba + {}^{۹۵}_{۳۶}Kr + \; ?$ ، ? عبارت است از:

۱) ۳ ذره‌ی نوترون ۲) یک ذره‌ی بتا ۳) ۳ ذره‌ی پروتون ۴) یک ذره‌ی آلفا

۷. نیمه‌عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو ۵ شبانه روز است. اگر پس از ۲۰ شبانه روز مقدار ۷۵گرم آن متلاشی شود، پس از چند شبانه روز تنها ۲٫۵ گرم از آن باقی می‌ماند؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

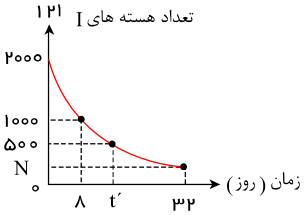
۸. فرض کنید در یک واپاشی هسته‌ای عنصر رادیو اکتیو سرب با تابش ذرات β, α و دو نوترون تبدیل به عنصر طلا شود. در این صورت به ترتیب از راست به چپ چند پرتو α وچندβ تابش خواهد شد؟ $^{۲۰۷}_{۸۲}Pb, {}^{۱۹۷}_{۷۹}Au$

۱) ۲ — ۱ ۲) ۱ — ۲ ۳) ۳ — ۲ ۴) ۲ — ۷

۹. یک عنصر رادیواکتیو چه ذراتی را باید تابش کند تا بدون تغییر عدد اتمی، عدد جرمی آن ۴ واحد کم شود؟

۱) سه ذره‌ی آلفا و دو ذره‌ی بتا (الکترون) ۲) دو ذره‌ی آلفا و دو ذره‌ی بتا (الکترون)
۳) دو ذره‌ی آلفا و یک ذره‌ی بتا (الکترون) ۴) یک ذره‌ی آلفا و دو ذره‌ی بتا (الکترون)

۱۰. نمودار روبه رو مربوط به ید پرتوزا است. t', N به ترتیب کدامند؟



۱) ۱۷۵ و ۲۴ ۲) ۲۵۰ و ۱۶
۳) ۱۲۵ و ۱۶ ۴) ۲۰۰ و ۲۴

۱۱. در هسته ی یک اتم، نیروی هسته ای قوی:

۱) نیروی جاذبه ای است که هر پروتون به تمام پروتون ها وارد می کند.
۲) نیروی دافعه ای است که هر پروتون به تمام پروتون ها وارد می کند.
۳) نیروی دافعه ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون های مجاور خود وارد می کند.
۴) نیروی جاذبه ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون های مجاور خود وارد می کند.

www.my-dars.ir

۱۲. کدام ویژگی در خصوص ایزوتوپ‌های یک عنصر درست نیست؟

۱) خواص شیمیایی یکسانی دارند.
۲) انرژی بستگی هسته‌شان یکسان است.
۳) بار هسته‌ی آن‌ها یکسان است.
۴) تعداد نوکلئون‌هایشان نابرابر است.

۱۳. عنصر ${}^{11}_{6}C$ با تابش یک پوزیترون به کدام تبدیل می‌شود؟

۱) ${}^{11}_{5}B$ ۲) ${}^{10}_{5}B$ ۳) ${}^{12}_{6}C$ ۴) ${}^{11}_{7}N$

۱۴. 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؟ $\left(c=3\times10^{8}\frac{m}{s}\ ,\ g=10\frac{m}{s^2}\right)$

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

۱۵. همه‌ی ایزوتوپ‌های یک عنصر:

۱) نیمه‌عمر یکسانی دارند.
۲) انرژی بستگی یکسانی دارند.
۳) دارای عدد اتمی یکسان و جرم‌های متفاوت‌اند.
۴) دارای جرم‌های یکسان و عدد اتمی متفاوت‌اند.

۱۶. در فعل و انفعال هسته‌ای [مقدار انرژی + ${}^{137}_{55}Cs\rightarrow{}^{137}_{56}Ba+X$]، اگر اختلاف جرم طرفین $0/0001u$ و هر واحد جرم اتمی معادل $1/7\times10^{-27}$ کیلوگرم فرض شود، X کدام است و انرژی آزاد شده چند ژول است؟ $(C=3\times10^{8}\frac{m}{s})$

۱) e^- و $5/1\times10^{-22}$
۲) e^+ و $5/1\times10^{-22}$
۳) e^- و $1/53\times10^{-13}$
۴) e^+ و $1/53\times10^{-13}$

۱۷. حاصل واپاشی عنصر مادر ${}^{A}_{Z}X$ ، عنصر دختر ${}^{208}_{81}Tl$ به اضافه‌ی یک ذره‌ی پوزیترون و یک ذره‌ی آلفا است. A و Z به ترتیب کدام‌اند؟

۱) ۸۲, ۲۱۲ ۲) ۸۲, ۲۱۱ ۳) ۸۴, ۲۱۲ ۴) ۸۴, ۲۱۱

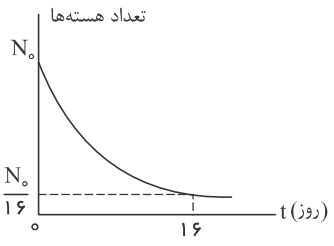
۱۸. کدام گزینه در مورد ${}^{235}U$ و ${}^{238}U$ درست نیست؟

۱) تعداد نوترون ${}^{238}U$ بیشتر است.
۲) هر دو تعداد پروتون یکسانی دارند.
۳) هر دو خواص شیمیایی یکسانی دارند.
۴) ${}^{238}U$، ۰/۷۲ درصد اورانیم طبیعی را تشکیل می‌دهد.

۱۹. در واپاشی هسته‌های ناپایدار، کدام مورد درست است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) هنگام گسیل پوزیترون بار هسته به اندازهٔ $1/6\times10^{-19}C$ افزایش می‌یابد.
۲) هنگام گسیل الکترون بار هسته به اندازهٔ $1/6\times10^{-19}C$ کاهش می‌یابد.
۳) هنگام گسیل α بار هسته به اندازهٔ $3/2\times10^{-19}C$ کاهش می‌یابد.
۴) هنگام گسیل گاما، پوزیترون و الکترون، بار هسته ثابت می‌ماند.

۲۰. نمودار تغییرات تعداد هسته‌های یک مادهٔ پرتوزا بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است. پس از گذشت هشت روز چند درصد از هسته‌های آن فعال باقی می‌ماند؟



۱) ۸۷/۵
۲) ۵۰
۳) ۲۵
۴) ۱۲/۵

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱. اگر تعداد هسته‌های رادیواکتیو در $t=0$ برابر N_0 و در (سال) $t=6000$ برابر $\frac{N_0}{16}$ باشد، تعداد هسته‌های واپاشیده از (سال) $t=6000$ تا (سال) $t=9000$ کدام است؟

۱) $\frac{N_0}{32}$ ۲) $\frac{3N_0}{64}$ ۳) $\frac{63}{64}N_0$ ۴) $\frac{31}{32}N_0$

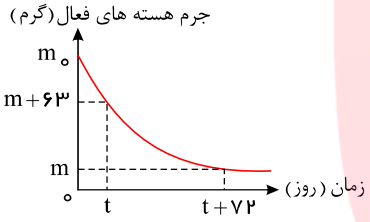
۲. اگر در زمان $t=0$ تعداد هسته‌های یک نمونه‌ی رادیواکتیو N_0 و در زمان (سال $t_1=3000$) تعداد هسته‌ها N_1 و در زمان (سال $t_2=4500$) تعداد هسته‌ها $N_2=\frac{N_1}{4}$ باشد،در مدت $t=0$ تا (سال $t_1=3000$) چند هسته واپاشیده است؟

۱) $\frac{3}{4}N_0$ ۲) $\frac{3}{8}N_0$ ۳) $\frac{7}{8}N_0$ ۴) $\frac{15}{16}N_0$

۳. اگر در مدت ۴ نیمه‌عمر ۱۵۰ گرم از یک ماده‌ی رادیواکتیو متلاشی شود، چند نیمه‌عمر دیگر باید بگذرد تا تنها ۵ گرم از آن باقی بماند؟

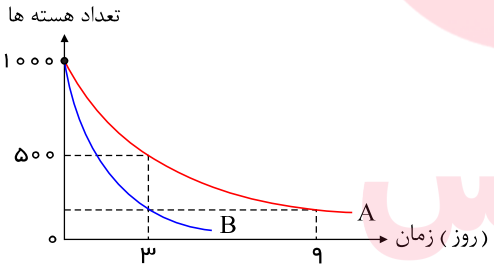
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

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



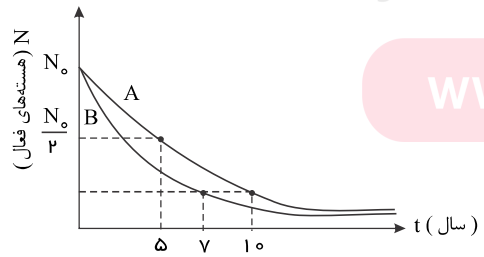
۱) ۲٫۲۵ ۲) ۴٫۵ ۳) ۹ ۴) ۱۸

۵. نمودار تعداد هسته‌های دو ماده‌ی پرتوزای A و B برحسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از چند روز $\frac{1}{32}$ هسته‌های B فعال باقی می‌ماند؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

۶. باتوجه به نمودارهای مقابل که مربوط به دو ماده‌ی پرتوزای A و B است، پس از چند سال $\frac{15}{16}N_0$ از ماده‌ی B واپاشیده است؟



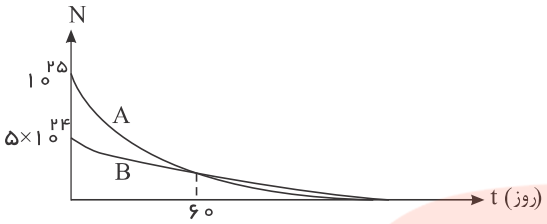
۱) ۱۴
۲) ۲۰
۳) ۲۸
۴) ۴۰

۷. ۱۰ گرم از مادهٔ رادیواکتیو A با نیمه‌عمر ۱۵ روز و ۸۰ گرم از مادهٔ رادیواکتیو B با نیمه‌عمر ۶ روز داریم. پس از گذشت چند روز، جرم یکسانی از دو ماده به صورت فعال باقی می‌ماند؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۴ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۸. نمودار تعداد هسته‌های پرتوزای دو مادهٔ A و B برحسب زمان به شکل مقابل است. اگرنیمه عمر مادهٔ B برابر ۱۵ روز باشد، پس از گذشت ۱۲۰ روز از لحظهٔ $t=0$، تعداد هسته‌های فعال باقی‌مانده از مادهٔ A کدام است؟



۱) $5^{6}\times10^{19}$

۲) $5^{9}\times10^{16}$

۳) $5^{5}\times10^{20}$

۴) $5^{10}\times10^{15}$

۹. در یک واپاشی آلفازا، عدد اتمی عنصر حاصل، $\frac{2}{3}$ عدد اتمی عنصر اولیه و عدد جرمی آن، $\frac{5}{7}$ عدد جرمی عنصر اولیه می‌شود. تعداد نوترون‌های عنصر حاصل چند برابر تعداد نوترون‌های عنصر اولیه خواهد بود؟

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{3}{4}$ ۳) $\frac{3}{7}$ ۴) $\frac{6}{7}$

۱۰. تعداد هسته‌های دو مادهٔ پرتوزای A و B در ابتدا $(t=0)$ برابر است. اگر نیمه‌عمر A برابر ۱۰۰ روز و نیمه‌عمر B برابر ۱۵۰ روز باشد، بعد از گذشت چند روز، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌ماندهٔ یکی از دو مادهٔ A و B چهار برابر دیگری می‌شود؟

۱) ۹۰۰ روز ۲) ۶۰۰ روز ۳) ۳۰۰ روز ۴) ۴۵۰ روز

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir
ASR_Group @ outlook.com
@ASRschool2