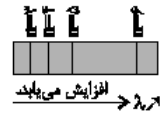
۴۱۴) هسته مادر $^{A}_{Z}X$ پس از گسیل دو ذره آلفا به همراه گسیل پرتو گاما به هسته دختر $^{۲۱۰}_{۸۶}Y$ تبدیل می‌شود. هسته مادر $(^{A}_{Z}X)$ چند نوترون دارد؟

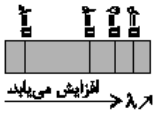
۱) ۱۲۸ ۲) ۲۱۸ ۳) ۱۲۹ ۴) ۲۱۹

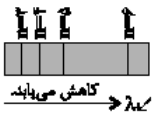
۴۱۵) اگر پس از گذشت ۱۲ روز، ۸۷/۵ درصد از هسته‌های یک ماده پرتوزا واپاشیده شود، نیمه‌عمر آن چند روز است؟

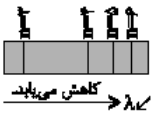
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۴۱۶) کدام‌یک از گزینه‌های زیر، طیف گسیلی و مرئی گاز هیدروژن اتمی در رشته بالمر را به‌درستی نمایش می‌دهد؟

۱)


۲)


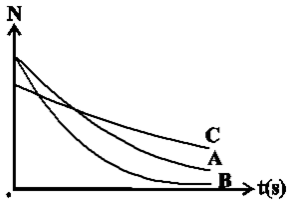
۳)


۴)


۴۱۷) کدام عبارت در رابطه با واپاشی β^- درست است؟

۱) یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.
۲) یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود.
۳) هسته از حالت برانگیخته به حالت پایه می‌رسد.
۴) ذرهٔ β^- از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است.

۴۱۸) نمودار تغییرات هسته‌های پرتوزای فعال سه عنصر پرتوزای A، B و C برحسب زمان مطابق شکل زیر است. کدام گزینه در مورد مقایسه نیمه‌عمر این سه عنصر صحیح است؟



۱) $t_C > t_B > t_A$
۲) $t_A > t_C > t_B$
۳) $t_A > t_B > t_C$
۴) $t_C > t_A > t_B$

۴۱۹) سومین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر $(n'=۲)$ و اولین خط طیف اتم هیدروژن در رشته لیمان $(n'=۱)$ به‌ترتیب از راست به چپ در کدام ناحیه قرار دارند؟

۱) فرابنفش، فرابنفش ۲) فرابنفش، مرئی ۳) مرئی، فرابنفش ۴) مرئی، مرئی

۴۲۰) ویژگی‌های هسته اتم با تعداد ... و خواص شیمیایی هر اتم با تعداد ... تعیین می‌شود.

۱) پروتون‌ها و نوترون‌ها - الکترون‌ها ۲) پروتون‌ها و نوترون‌ها - پروتون‌ها
۳) پروتون‌ها - پروتون‌ها و نوترون‌ها ۴) الکترون‌ها - پروتون‌ها و نوترون‌ها

۴۲۱) در هسته یک اتم، نیروی هسته‌ای:

۱) نیروی جاذبه‌ای است که هر پروتون فقط به پروتون‌های مجاور خود وارد می‌کند.
۲) نیروی دافعه‌ای است که هر پروتون فقط به پروتون‌های مجاور خود وارد می‌کند.
۳) نیروی دافعه‌ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون‌های مجاور خود وارد می‌کند.
۴) نیروی جاذبه‌ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون‌های مجاور خود وارد می‌کند.

۴۲۲) در واپاشی β کدام گزینه نادرست است؟

۱) در واپاشی β^+، یکی از پروتون‌های درون هسته، به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.
۲) در واپاشی β^-، بار هسته $1/6 \times 10^{-19}\ C$ افزایش می‌یابد.
۳) در واپاشی β^+، بار هسته به اندازه $1/6 \times 10^{-19}\ C$ کاهش می‌یابد.
۴) در واپاشی β^-، یک پروتون درون هسته به نوترون و الکترون تبدیل می‌شود.

۴۲۳) نیمه‌عمر یک ماده رادیواکتیو ۲ ساعت است. پس از چند ساعت، $\frac{1}{128}$ هسته‌های اولیه، فعال باقی می‌ماند؟

۱) ۳۶ ۲) ۲۸
۳) ۱۴ ۴) ۱۲

۴۲۴) اگر نیمه‌عمر یک ماده پرتوزا برابر با ۲۰ دقیقه باشد، بعد از گذشت ۲ ساعت چه نسبتی از هسته‌های اولیه دچار واپاشی شده‌اند؟

۱) $\frac{31}{32}$ ۲) $\frac{63}{64}$ ۳) $\frac{15}{16}$ ۴) $\frac{1}{2}$

۴۲۵) در واکنش هسته‌ای زیر، X کدام ذره یا اشعه است؟

$$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + X$$

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

۴۲۶) واپاشی β^+ وقتی رخ می‌دهد که یک . . . . در یک هسته مادر ناپایدار، به یک . . . . و یک . . . . تبدیل شود.

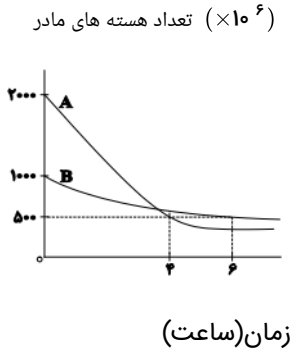
۱) نوترون – پروتون – الکترون منفی ۲) پروتون – نوترون – الکترون مثبت
۳) نوترون – پروتون – الکترون مثبت ۴) پروتون – نوترون – الکترون منفی

۴۲۷) نیمه‌عمر ماده پرتوزایی برابر با $T_{\frac{1}{2}}$ است. بعد از چند $T_{\frac{1}{2}}$ تعداد هسته‌های واپاشیده $\frac{15}{16}$ تعداد هسته‌های اولیه خواهد شد؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

۴۲۸) نمودار تعداد هسته‌های مادر دو عنصر A و B برحسب زمان مطابق شکل زیر است. چند ساعت پس از آغاز واپاشی تعداد هسته‌های مادر دو عنصر با یکدیگر برابر می‌شود؟

۱) ۱/۵
۲) ۲/۵
۳) ۳
۴) ۲



۴۲۹) سرب $^{207}_{82}Pb$ هسته دختر پایداری است که می‌تواند به‌ترتیب از واپاشی یک ذره α و یا یک ذره β^- حاصل شود. اختلاف تعداد نوترون‌های هسته‌های مادر در واپاشی α و واپاشی β^- چقدر است؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۷ ۴) ۱

۴۳۰) از هسته‌های اولیه یک ماده رادیواکتیو پس از گذشت ۱۸ سال، ۸۷/۵درصد آن واپاشیده می‌شود. نیمه‌عمر آن چند سال است؟

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۲

۴۳) با توجه به دو واکنش زیر، تعداد نوترون‌های اتم Z چه تعداد است؟

(n ذره نوترون و α ذره آلفا است.)

$$^{231}_{91}X + {}^{0}_{+1}e \rightarrow Y + 2\alpha$$
$$Y + 3n \rightarrow Z + {}^{0}_{-1}e$$

۱) ۱۲۷ ۲) ۱۲۸
۳) ۱۳۷ ۴) ۱۳۸

۴۳۲) حاصل واپاشی عنصر مادر $^{239}_{92}U$ شامل عنصر دختر $^{231}_{87}A$، تعدادی ذره آلفا، m ذره پوزیترون و n ذره الکترون است. m و n به‌ترتیب از راست به چپ کدام می‌توانند باشند؟

۱) ۲ و ۳ ۲) ۲ و ۴ ۳) ۴ و ۳ ۴) ۵ و ۳

۴۳۳) اگر دو دسته پرتو با طول موج‌های ۲۴۸ nm و ۲۰۰ nm را به دو سطح فلزی هم‌جنس با تابع کار ۴/۲ eV بتابانیم، بیشینه تندی فوتو الکترون‌های گسیل شده به‌ترتیب برابر با v_1 و v_2 خواهد شد. حاصل $\frac{v_2}{v_1}$ کدام است؟ ($hc = 1/24 \times 10^{3}\ eV.nm$)

۱) $2\sqrt{5}$ ۲) $\frac{\sqrt{5}}{2}$ ۳) $2\sqrt{10}$ ۴) $\frac{\sqrt{10}}{2}$

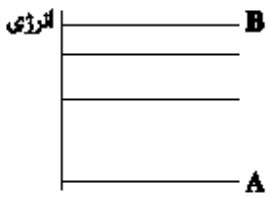
۴۳۴) از سوختن هر گرم نفت ۵۰ kJ انرژی تولید می‌شود. چند کیلوگرم نفت را باید بسوزانیم تا انرژی حاصل از آن با انرژی‌ای که از تبدیل یک میلی‌گرم جرم به انرژی به‌دست می‌آید، برابر شود؟ $(c = 3 \times 10^{8}\ \mathrm{m/s})$

۱) ۹۰۰ ۲) ۱۸۰۰ ۳) ۱۲۵۰ ۴) ۲۵۰۰

۴۳۵) پس از ۳۶ روز تنها ۶/۲۵ درصد از یک نمونه اولیه از ماده‌ای پرتوزا در ظرف باقی می‌ماند. اگر ۱۸ روز دیگر درون ظرف را بررسی کنیم، تقریباً چند درصد از ماده اولیه باقی‌مانده است؟

۱) ۳ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۲/۵

۴۳۶) در اتم هیدروژن الکترون از حالت برانگیخته A به حالت برانگیخته B می‌رود و شعاع مدار آن ۲۱ برابر شعاع بور افزایش می‌یابد. اگر الکترون از تراز B مستقیماً به حالت پایه برود، انرژی فوتون گسیل شده چند ریدبرگ است؟

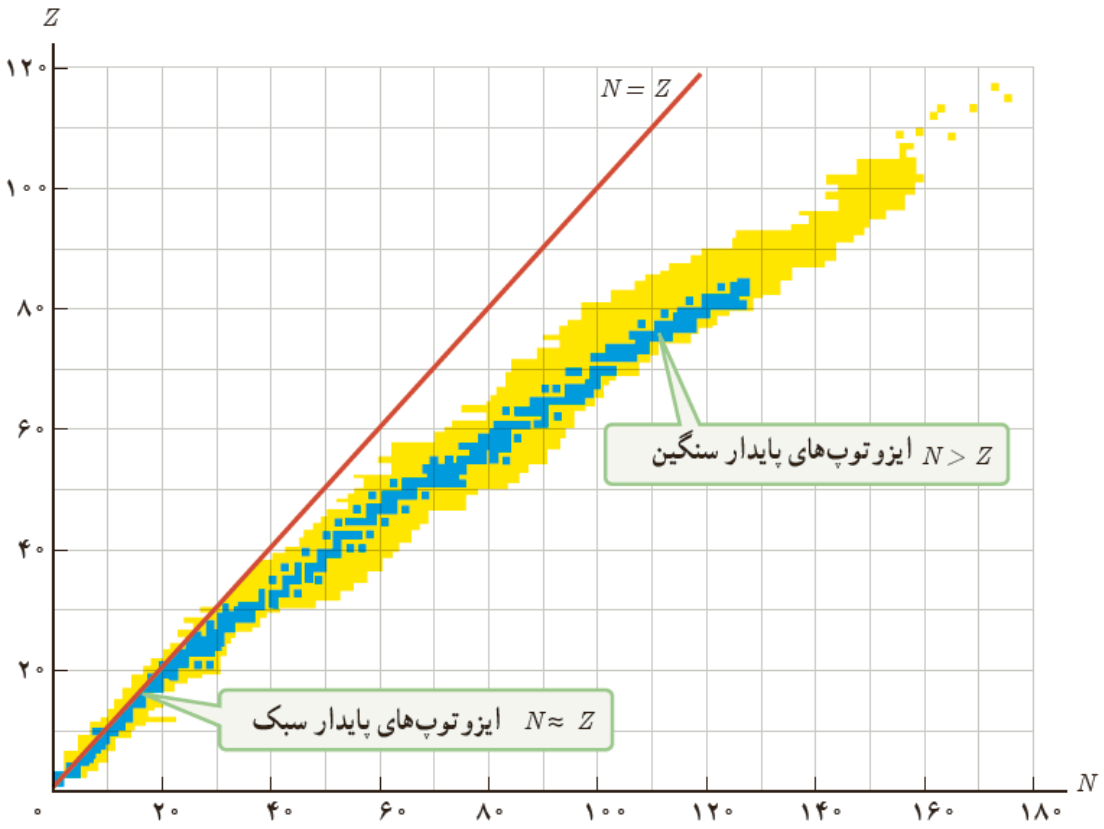


۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{8}{9}$
۳) $\frac{15}{16}$ ۴) $\frac{24}{25}$

۴۳۷) به‌ترتیب از راست به چپ، در راکتورهای هسته‌ای، از موادی مانند ... به‌عنوان کندساز نوترون‌ها و از موادی مانند ... برای تنظیم آهنگ واکنش شکافت یعنی کنترل تعداد نوترون‌های موجود برای به‌وجود آوردن شکافت، استفاده می‌شود.

۱) کادمیم ـ بور ۲) بور ـ آب سنگین
۳) گرافیت ـ کادمیم ۴) کادمیم ـ گرافیت

۴۳۸) در شکل نمودار تغییرات Z برحسب N نشان داده شده است. خطی که بر $N = Z$ عمود است، نقاطی از نمودار را قطع می‌کند. نقاط قطع شده چه ویژگی مشخصی دارند؟



۱) تعداد نوترون‌های برابر دارند.
۲) تعداد پروتون‌های برابر دارند.
۳) عدد جرمی برابرند.
۴) ایزوتوپ یکدیگرند.

۴۳۹) کدام گزینه درباره ایزوتوپ‌ها نادرست است؟

۱) هر عنصری می‌تواند دارای ایزوتوپ‌های پایدار و پرتوزا باشد.
۲) جداسازی ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر به روش شیمیایی صورت می‌گیرد.
۳) ویژگی ایزوتوپ‌های یک عنصر را تعداد نوکلئون‌های هسته آن مشخص می‌کند.
۴) ایزوتوپ‌های پرتوزا از نظر شیمیایی فرقی با ایزوتوپ‌های پایدار ندارند.

۴۴۰) اگر یک هسته پرتوزا، ۳ ذره آلفا و ۱ ذره پوزیترون گسیل نماید، به هسته X ${}^{196}_{79}$ تبدیل می‌شود. به‌ترتیب از راست به چپ، هسته اولیه چند نوترون و چند پروتون داشته است؟

۱) ۱۲۲ - ۸۶ **۲)** ۱۲۳ – ۸۵ **۳)** ۱۲۲ - ۸۵ **۴)** ۱۲۳ - ۸۶

۴۴۱) اگر در یک اتم هیدروژن، الکترون در مدار nاُم قرار داشته باشد، با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، این اتم می‌تواند ۶فوتون با طول‌موج‌های مختلف تابش کند. بیشترین انرژی این فوتون‌ها تقریباً معادل چند الکترون ولت است؟
($hc = ۱۲۴۰eV.nm$ و $R = ۰/۰۱(nm)^{-۱}$)

۱) $\frac{۳}{۱۵}$ **۲)** $\frac{۹۳}{۸}$ **۳)** $\frac{۳۹}{۵۰}$ **۴)** $\frac{۳}{۱۰}$

۴۴۲) در اتم هیدروژن الکترون از تراز ۲ به ۴ می‌رود. در این انتقال، شعاع مدار چند برابر شده و انرژی الکترون چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۴ برابر، انرژی الکترون $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ کاهش می‌یابد.
۲) ۴ برابر، انرژی الکترون $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد.
۳) ۲ برابر، انرژی الکترون $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد.
۴) ۴ برابر، انرژی الکترون $\frac{۷}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد.

۴۴۳) نیمه‌عمر عنصر A بیشتر از نیمه‌عمر عنصر B است. بعد از گذشت ۴ نیمه‌عمر برای هر دو عنصر، ... و بعد از گذشت ۴ سال، ... . (به مقدار کافی از هر دو عنصر وجود دارد.)

۱) درصد باقی‌ماندهٔ عنصر A بیشتر است ـ درصد بیشتری از عنصر A واپاشی شده است.
۲) درصد باقی‌ماندهٔ عنصر A بیشتر است ـ درصد بیشتری از عنصر B واپاشی شده است.
۳) درصد باقی‌ماندهٔ هر دو عنصر برابر است ـ درصد بیشتری از عنصر A واپاشی شده است.
۴) درصد باقی‌ماندهٔ هر دو عنصر برابر است ـ درصد بیشتری از عنصر B واپاشی شده است.

۴۴۴) فرض کنید در یک واپاشی ۴ ذره گاما، ۵ ذره β^- و ۳ ذره آلفا (α) گسیل می‌شود. اگر هسته ماده ${}^{A}_{Z}x$ فرض شود، هسته دختر در کدام گزینه به درستی معرفی شده است؟

۱) ${}^{A-۱۲}_{Z+۱}y$ ۲) ${}^{A-۸}_{Z-۱}y$ ۳) ${}^{A-۱۶}_{Z-۲}y$ ۴) ${}^{A-۱۲}_{Z-۱}y$

۴۴۵) الکترونی در پنجمین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. نسبت کوتاه‌ترین طول موج جذبی توسط الکترون به بلندترین طول موج گسیلی آن در این حالت کدام است؟

۱) $\frac{۱۱}{۲۵}$ ۲) $\frac{۲۵}{۱۱}$ ۳) $\frac{۱۶}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۱۶}$

۴۴۶) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) نیروی هسته‌ای، کوتاه‌برد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.
۲) یک اتم هنگامی پایدار است که اندازهٔ نیروی دافعهٔ الکترواستاتیکی بین پروتون‌ها برابر با اندازهٔ نیروی هسته‌ای باشد.
۳) نیروی دافعهٔ کولنی از نیروی گرانشی بین نوکلئون‌های هسته ضعیف‌تر است.
۴) با افزایش عدد اتمی معمولاً عدد نوترونی هم افزایش می‌یابد.

۴۴۷) در برهم‌کنش نوترون‌های کند و اورانیوم ۲۳۵، اگر جرم واکنش‌دهنده‌ها $M_۱$ و جرم محصولات واکنش $M_۲$ باشد، کدام گزینه درست است؟

۱) $M_۱ > M_۲$ ۲) $M_۱ = M_۲$
۳) $M_۱ < M_۲$ ۴) $M_۱ \leq M_۲$

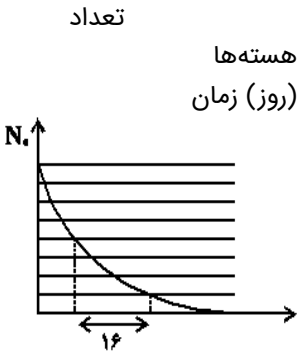
۴۴۸) در یک اتم هیدروژن الکترونی هنگام گذار از تراز ۳ به تراز۲، طول موج λ' و هنگام گذار از تراز۲ به ترازا طول موج λ'' و هنگام گذار از تراز ۳ به ترازا طول موج λ را تابش می‌کند. کدام رابطه بین این سه طول موج صحیح است؟

۱) $\frac{۱}{\lambda''} = \frac{۱}{\lambda'} + \frac{۱}{\lambda}$ ۲) $\lambda'' = \lambda' + \lambda$ ۳) $\lambda = \lambda' + \lambda''$ ۴) $\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{\lambda'} + \frac{۱}{\lambda''}$

۴۴۹) در اتم هیدروژن، الکترون از تراز n به تراز n' می‌رود و فوتونی با انرژی ۲/۵۲ eV گسیل می‌شود. اگر طول موج این فوتون در محدوده نور مرئی باشد، n کدام است؟ $(R = ۰/۰۱\,(nm)^{-۱}\ ,\ hc = ۱۲۰۰eV.s)$

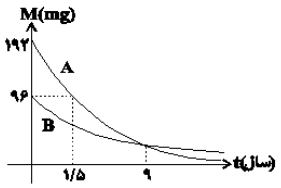
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۴۵۰ نمودار واپاشی هسته‌های یک ماده پرتوزا برحسب زمان به صورت شکل زیر است. پس از گذشت ۳۲ روز، چند درصد از هسته‌های اولیه این ماده واپاشیده می‌شود؟



۱) ۶/۲۵
۲) ۲۵
۳) ۷۵
۴) ۹۳/۷۵

۴۵۱ نمودار تغییرات جرم هسته‌های دو ماده پرتوزای A و B بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. $۱۹۲mg$ از ماده B در اختیار داریم، چند سال طول می‌کشد تا ۱۸۶ میلی‌گرم از آن واپاشیده شود؟

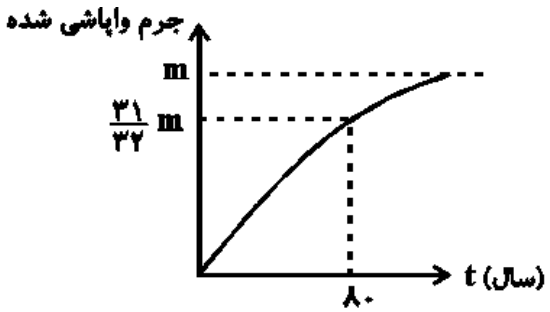


۱) ۹
۲) ۱۸
۳) ۶/۵
۴) ۶

۴۵۲ پرتوهای α، β و γ در برخورد با ورقه سرب در آن نفوذ می‌کنند. اگر میزان نفوذ آن‌ها به ترتیب x_α ، x_β و x_γ باشد، کدام گزینه درست است؟

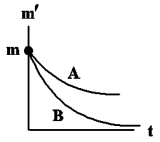
۱) $x_\alpha = x_\beta = x_\gamma$
۲) $x_\gamma > x_\beta > x_\alpha$
۳) $x_\alpha > x_\beta > x_\gamma$
۴) $x_\alpha = x_\beta < x_\gamma$

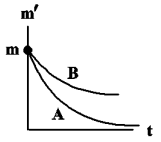
۴۵۳ نمودار جرم واپاشی شده یک عنصر پرتوزا بر حسب زمان به‌صورت زیر است. پس از گذشت چند سال $\frac{۱}{۱۶}$ جرم فعال اولیه از این عنصر فعال می‌باشد؟

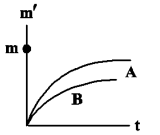


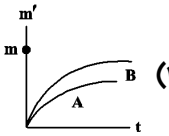
۱) ۶۴
۲) ۲۴
۳) ۳۲
۴) ۱۶

۴۵۴) جرم مساوی از دو ماده پرتوزای A و B در اختیار داریم. اگر نیمه‌عمر ماده B بزرگ‌تر از نیمه‌عمر ماده A باشد، نمودار جرم واپاشیده (m') برحسب زمان این دو ماده مطابق کدام گزینه است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۴۵۵) الکترونی در اتم هیدروژن، اولین خط از رشته پاشن را در یک گذار گسیل می‌کند. در این گذار، به‌ترتیب از راست به چپ نیروی ربایشی وارد بر الکترون چند برابر می‌شود و طول موج گسیل شده کدام است؟ (R ثابت ریدبرگ است.)

۱) $\frac{۱۶}{۹}$ و $\frac{۱۴۴}{۷R}$

۲) $\frac{۹}{۱۶}$ و $\frac{۷}{۱۴۴R}$

۳) $\frac{۸۱}{۲۵۶}$ و $\frac{۷}{۱۴۴R}$

۴) $\frac{۲۵۶}{۸۱}$ و $\frac{۱۴۴}{۷R}$

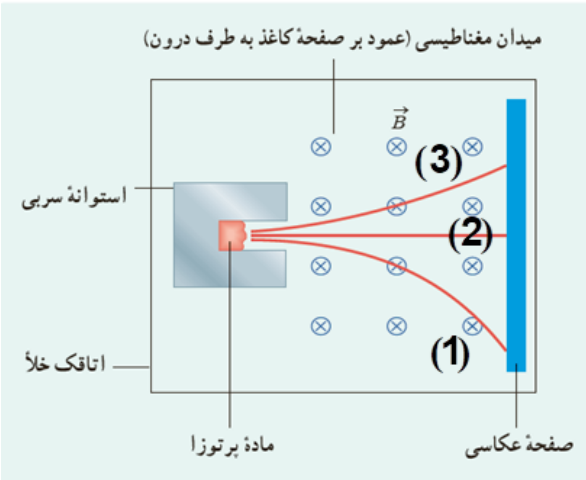
۴۵۶) شکل مقابل طرح آزمایش ساده‌ای از پرتوزایی طبیعی (پرتوهای آلفا، بتای منفی و گاما) را نشان می‌دهد. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) میزان انحراف پرتو (۳) بیشتر از پرتو (۱) است.

ب) پرتو (۱) پرتو بتای منفی و پرتو (۲) پرتو گاما است.

پ) اگر عنصر پرتوزایی در اثر واپاشی، پرتو (۳) را تولید کند، عدد اتمی عنصر دختر، ۲ واحد کمتر از عدد اتمی عنصر مادر بوده و تعداد نوکلئون‌ها ۴ واحد کاهش می‌یابد.

ت) اگر عنصر پرتوزایی در اثر واپاشی، پرتو (۱) را تولید کند، عدد جرمی ثابت مانده، اما تعداد نوکلئون‌ها ۱ واحد افزایش می‌یابد.



۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۴۵۷) چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) هر نوکلئون تنها به نوکلئون‌های مجاور خود نیروی هسته‌ای وارد می‌کند.

ب) هر نوکلئون به تمام نوکلئون‌های هسته نیروی الکتریکی وارد می‌کند.

پ) در هسته‌های پایدار با افزایش تعداد پروتون‌های هسته نسبت $\frac{Z}{N}$ افزایش می‌یابد.

ت) جرم هسته برانگیخته کم‌تر از هسته در حالت پایه است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

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

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

۴۵۹) چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) انرژی معادل با یک گرم هیدروژن با انرژی معادل با یک گرم هلیم یکسان است.

ب) انرژی بستگی هسته، انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته از یکدیگر است.

پ) جرم هسته بیشتر از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده آن است.

ت) انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته کوانتیده است.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

سوال ۴۱۴ — گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

ابتدا معادلهٔ واپاشی هستهٔ مادر $^{A}_{Z}X$ را می‌نویسیم و مقدارهای A و Z را می‌یابیم. دقت کنید، چون گاما (γ) از جنس امواج الکترومغناطیسی است، فاقد بار می‌باشد، بنابراین تاثیری در تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها ندارد.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{۲۱۰}_{۸۶}Y + ۲(^{۴}_{۲}\alpha) + ^{۰}_{۰}\gamma$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = ۲۱۰ + (۲ \times ۴) + ۰ \Rightarrow A = ۲۱۸ \\ Z = ۸۶ + (۲ \times ۲) + ۰ \Rightarrow Z = ۹۰ \end{cases}$$

اکنون تعداد نوترون‌ها را می‌یابیم. با توجه به این‌که عدد جرمی (A) برابر مجموع پروتون‌ها (Z) و نوترون‌ها (N) است، می‌توان نوشت:

$$A = Z + N \xrightarrow[Z=۹۰]{A=۲۱۸} ۲۱۸ = ۹۰ + N \Rightarrow N = ۱۲۸$$

سوال ۴۱۵ — گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

ابتدا درصد هسته‌های باقی‌مانده را می‌یابیم:

$$N = N_{۰} - \frac{۸۷/۵}{۱۰۰}N_{۰} = \frac{۱۲/۵}{۱۰۰}N_{۰} \Rightarrow N = \frac{N_{۰}}{۸}$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ هسته‌های باقی‌مانده n (تعداد نیمه‌عمر سپری شده) و به دنبال آن نیمه عمر را می‌یابیم:

$$N = \frac{N_{۰}}{۲^{n}} \Rightarrow \frac{N_{۰}}{۸} = \frac{N_{۰}}{۲^{n}} \Rightarrow ۲^{n} = ۸ = ۲^{۳} \Rightarrow n = ۳$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \xrightarrow[n=۳]{t=۱۲\ \text{روز}} ۳ = \frac{۱۲}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۴\ \text{روز}$$

سوال ۴۱۶ — گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

در ابتدا می‌دانیم که در هر رشته معین، با افزایش n، طول موج گسیلی کاهش می‌یابد، لذا گزینه‌های ۱ و ۲ صحیح نیستند.

از طرفی می‌دانیم که اختلاف طول موج‌های گسیلی به ازای ثابت n' و n متفاوت، با افزایش n، کاهش می‌یابد، یعنی فاصله طول موج‌های گسیلی به ازای nهای بزرگتر، کمتر می‌شود یعنی گزینه «۴» صحیح است.

سوال ۴۱۷ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

در واپاشی β^-، یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و الکترون تبدیل می‌شود $^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y_{N-1} + {}^{0}_{-1}\beta^-$

سوال ۴۱۸ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

نیمه‌عمر مدت زمانی است تا تعداد هسته‌های فعال یک عنصر رادیواکتیو نصف شود بنابراین هر چه نیم‌عمر عنصری کوتاه‌تر باشد، تعداد هسته‌های فعال آن سریع تر کاهش خواهد یافت و در نتیجه شیب نمودار تندتر می‌شود. بنابراین داریم: $t_C > t_A > t_B$

سوال ۴۱۹ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

سومین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر $(n'=2)$ در ناحیه مرئی و اولین خط طیف اتم هیدروژن در رشته لیمان $(n'=1)$ در ناحیه فرابنفش قرار دارند.

سوال ۴۲۰ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ویژگی‌های هستهٔ اتم را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته تعیین می‌کند و خواص شیمیایی مربوط به تعداد پروتون‌های هسته است، به همین دلیل است که ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند ولی خواص هسته‌ای آن‌ها متفاوت است.

سوال ۴۲۱ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

نیروی هسته‌ای در مقایسه با نیروی کولنی بسیار قوی بوده ولی کوتاه‌برد است، یعنی هر نوکلئون فقط به نوکلئون‌های مجاور خود نیروی جاذبه وارد می‌کند. اما نیروی کولنی یک نیروی بلندبرد است، زیرا علاوه بر این که یک پروتون بر پروتون مجاور خود نیروی رانشی وارد می‌کند، بر پروتون‌های دیگر نیز نیروی رانشی وارد می‌کند.

سوال ۴۲۲ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

در واپاشی β^- یک نوترون درون هسته به پروتون و الکترون تبدیل می‌شود و داریم: $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^-$

در این واپاشی بار هسته به اندازه $1/6 \times 10^{-19}\ C$ افزایش می‌یابد.

در واپاشی β^+ یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و داریم: $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e^+$

در این واپاشی بار هسته به اندازه $1/6 \times 10^{-19}\ C$ کاهش می‌یابد.

سوال ۴۲۳ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

برای تعیین مدت زمان واپاشی، ابتدا باید تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده را تعیین کرد و سپس با استفاده از رابطه $n=\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ زمان کل را محاسبه کنیم. بنابراین اگر جرم اولیه را $m_{\circ}$ فرض کنیم، ابتدا طبق الگوی زیر، تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده را محاسبه می‌کنیم:

$$m_{\circ} \rightarrow \frac{m_{\circ}}{۲} \rightarrow \frac{m_{\circ}}{۴} \rightarrow \frac{m_{\circ}}{۸} \rightarrow \frac{m_{\circ}}{۱۶} \rightarrow \frac{m_{\circ}}{۳۲}$$

$$\rightarrow \frac{m_{\circ}}{۶۴} \rightarrow \frac{m_{\circ}}{۱۲۸} \text{ (باقی‌مانده)}$$

بنابراین ۷ نیمه‌عمر سپری می‌شود، پس طبق رابطه تعداد نیمه‌عمر، زمان کل سپری شده تعیین می‌گردد:

$$n=\frac{t_{\text{کل}}}{T_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow{n=۷\ ,\ T_{\frac{1}{2}}=۲h} t_{\text{کل}}=۱۴\,h$$

روش دوم:

$$m=\frac{m_{\circ}}{۲^{n}} \xrightarrow{m=\frac{۱}{۱۲۸}m_{\circ}} ۲^{n}=۱۲۸=۲^{۷} \Rightarrow n=۷$$

$$n=\frac{t_{\text{کل}}}{T_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow{n=۷\ ,\ T_{\frac{1}{2}}=۲h} t_{\text{کل}}=۱۴\,h$$

سوال ۴۲۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

$$N=N_{\circ}\left(\frac{۱}{۲}\right)^{n} \xrightarrow{n=\frac{t}{T}=\frac{۱۲۰}{۲۰}=۶}$$

$$\frac{N}{N_{\circ}}=\left(\frac{۱}{۲}\right)^{۶}=\frac{۱}{۶۴}$$

بنابراین نسبت هسته‌های واپاشیده شده به هسته‌های اولیه برابر است با:

$$\left(\frac{N_{\circ}-N}{N_{\circ}}\right)=۱-\frac{۱}{۶۴}=\frac{۶۳}{۶۴}$$

سوال ۴۲۵ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

عدد جرمی و عدد اتمی طرفین را با یک‌دیگر برابر قرار می‌دهیم:

$$\begin{matrix} A: ۲۳۸=۲۳۴+A \rightarrow A=۴ \\ Z: ۹۲=۹۰+Z \Rightarrow Z=۲ \end{matrix} \quad \rightarrow {}^{۴}_{۲}X$$

در نتیجه ذره ${}^{۴}_{۲}X$، ذره آلفا می‌باشد.

سوال ۴۲۶ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

در واپاشی β^{+} ، یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک الکترون مثبت که به آن پوزیترون (β^{+} یا e^{+}) می‌گویند، تبدیل می‌شود.

$${}^{۱}_{۱}P \rightarrow {}^{۱}_{۰}n+{}^{۰}_{+۱}e$$

سوال ۴۲۷ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

ابتدا تعداد باقی‌مانده از هسته‌های واپاشیده شده ماده را به‌دست می‌آوریم:

$$N = N_{\circ} - N' \xrightarrow{N'=\frac{۱۵}{۱۶}N_{\circ}} N = N_{\circ} - \frac{۱۵}{۱۶}N_{\circ} = \frac{۱}{۱۶}N_{\circ}$$

$$۲^{n} = \frac{N_{\circ}}{N} \Rightarrow ۲^{n} = \frac{N_{\circ}}{\frac{۱}{۱۶}N_{\circ}} \Rightarrow ۲^{n} = ۱۶ \Rightarrow$$

$$n = ۴ \Rightarrow \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = ۴ \Rightarrow t = ۴T_{\frac{۱}{۲}}$$

سوال ۴۲۸ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

ابتدا نیمه‌عمر A و B را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{N_A}{N_{\circ A}} = \frac{۱}{۲^{n_A}} \Rightarrow \frac{۵۰۰}{۲۰۰۰} = \frac{۱}{۲^{n_A}} \Rightarrow ۲^{n_A} = ۴ \Rightarrow n_A = ۲$$

$$\xrightarrow{t=۴\text{ ساعت}\ ,\ n_A=\frac{t}{T_A}} \frac{۴}{T_A} = ۲ \Rightarrow T_A = ۲ \quad \text{ساعت}$$

$$\frac{N_B}{N_{\circ B}} = \frac{۱}{۲^{n_B}} \xrightarrow[N_{\circ B}=۱۰۰۰\times۱۰^{۶}]{N_B=۵۰۰\times۱۰^{۶}} ۲^{n_B} = ۲^{۱} \Rightarrow n_B = ۱$$

$$\xrightarrow{n_B=\frac{t}{T_B}\ ,\ t=۶\text{ ساعت}} T_B = ۶ \quad \text{ساعت}$$

$$\frac{N_{\circ B}}{۲^{n_A}} = \frac{N_{\circ A}}{۲^{n_B}} \Rightarrow \frac{۲۰۰۰}{۲^{n_A}} = \frac{۱۰۰۰}{۲^{n_B}} \Rightarrow ۲^{(n_A-n_B)} = ۲$$

$$\Rightarrow \frac{t}{T_A} - \frac{t}{T_B} \xrightarrow[T_A=۲\text{ ساعت}]{T_B=۶\text{ ساعت}} (\frac{۱}{۲} - \frac{۱}{۶}) = ۱ \Rightarrow t = ۳ \quad \text{ساعت}$$

سوال ۴۲۹ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

در واپاشی اول که مربوط به واپاشی α است، داریم:

$$^{A}_{Z}Y \rightarrow ^{۲۰۷}_{۸۲}Pb + ^{۴}_{۲}\alpha$$

با توجه به واپاشی داریم: $A = ۲۱۱\ ,\ Z = ۸۴$

بنابراین تعداد نوترون‌های هسته مادر برابر است با: $A - Z = ۱۲۷$

در واپاشی دوم که مربوط به واپاشی β^{-} است، داریم:

$$^{A'}_{Z'}X \rightarrow ^{۲۰۷}_{۸۲}Pb + ^{۰}_{-۱}\beta^{-}$$

در نتیجه داریم: $A' = ۲۰۷\ ,\ Z' = ۸۱$

بنابراین تعداد نوترون‌های هستهٔ مادر برابر است با: $A' - Z' = ۱۲۶$

پس اختلاف تعداد نوترون‌های هستهٔ مادر در این دو فرایند برابر با یک است.

سوال ۴۳۰ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

هنگامی‌که ۸۷/۵درصد هسته‌های یک عنصر رادیواکتیو واپاشیده می‌شود، ۱۲/۵درصد آن به صورت فعال باقی‌مانده است. به عبارت دیگر:

$$۱۰۰ - ۸۷/۵ = ۱۲/۵$$

$$۱۰۰ \xrightarrow[T_{\frac{۱}{۲}}]{} ۵۰ \xrightarrow[T_{\frac{۱}{۲}}]{} ۲۵ \xrightarrow[T_{\frac{۱}{۲}}]{} ۱۲/۵$$

سال $۳T_{\frac{۱}{۲}} = ۱۸ \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۶$

روش دوم:

$$N = N_۰(\frac{۱}{۲})^n \Rightarrow ۱۲/۵ = \frac{۱۰۰}{۲^n} \Rightarrow ۲^n = ۸ \Rightarrow n = ۳$$

سال $n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow ۳ = \frac{۱۸}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۶$

سوال ۴۳۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با توجه به پایستگی اعداد اتمی و جرمی در دو طرف یک واکنش هسته‌ای، داریم:

$$^{۲۳۱}_{۹۱}X + ^{۰}_{+۱}e \rightarrow ^{a}_{b}Y + ^{۴}_{۲}\alpha \Rightarrow \begin{cases} ۲۳۱ = a + ۸ \Rightarrow a = ۲۲۳ \\ ۹۱ + ۱ = b + ۴ \Rightarrow b = ۸۸ \end{cases}$$

اکنون واکنش دوم را برای $^{۲۲۳}_{۸۸}Y$ می‌نویسیم.

$$^{۲۲۳}_{۸۸}Y + ^{۱}_{۰}n \rightarrow ^{c}_{d}Z + ^{۰}_{-۱}e \Rightarrow \begin{cases} ۲۲۳ + ۳ = c \Rightarrow c = ۲۲۶ \\ ۸۸ = d - ۱ \Rightarrow d = ۸۹ \end{cases}$$

در نتیجه عنصر مورد نظر به صورت $^{۲۲۶}_{۸۹}Z$ خواهد بود که $۱۳۷ = ۸۹ - ۲۲۶$نوترون دارد.

سوال ۴۳۲ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

$$^{۲۳۹}_{۹۲}U \rightarrow x^{۴}_{۲}\alpha + m^{۰}_{+۱}e + n^{۰}_{-۱}e + ^{۲۳۱}_{۸۷}A$$

بررسی عدد جرمی: $۲۳۹ = ۴x + ۰ + ۲۳۱ \Rightarrow x = ۲$

بررسی عدد اتمی: $۹۲ = ۲x + m - n + ۸۷ \xrightarrow{x=۲} m - n = ۱$

گزینه «۱»: $m = ۲$ و $m - n = -۱ \Leftarrow n = ۳$

گزینه «۲»: $m - n = -۲ \Leftarrow n = ۴, m = ۲$

گزینه «۳»: $m - n = ۱ \Leftarrow n = ۳, m = ۴$

گزینه «۴»: $m - n = ۲ \Leftarrow n = ۳, m = ۵$

پس گزینه «۳» می‌تواند درست باشد.

سوال ۴۳۳ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

با استفاده از معادله فوتوالکتریک در هر حالت، داریم:

برای طول موج $۲۴۸\,nm$

$$(K_{\max ۱}) = \frac{hc}{\lambda_۱} - W_۰ = \frac{۱۲۴۰}{۲۴۸} - ۴/۲ = ۰/۸eV$$

برای طول موج $۲۰۰\,nm$:

$$(K_{\max ۲}) = \frac{hc}{\lambda_۲} - W_۰ = \frac{۱۲۴۰}{۲۰۰} - ۴/۲ = ۲eV$$

بنابراین:

$$\frac{(K_{\max})_۲}{(K_{\max})_۱} = \frac{v_۲^۲}{v_۱^۲} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{(K_{\max})_۲}{(K_{\max})_۱}} = \sqrt{\frac{۲}{۰/۸}} = \frac{\sqrt{۱۰}}{۲}$$

سوال ۴۳۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا انرژی حاصل از یک میلی‌گرم جرم را محاسبه می‌کنیم:

$$E = mc^۲ \xrightarrow[c=۳\times ۱۰^{۸}\,\mathrm{m/s}]{m=۱\,mg=۱۰^{-۳}g=۱۰^{-۶}kg}$$

$$E = (۱۰^{-۶}) \times (۹ \times ۱۰^{۱۶}) = ۹ \times ۱۰^{۱۰}\ J = ۹ \times ۱۰^{۷}\ kJ$$

با توجه به معلومات داده شده، از سوختن هر یک گرم نفت $۵۰\,kJ$ انرژی تولید می‌شود. بنابراین جرم نفتی که باید سوخته شود تا انرژی فوق را تأمین کند، برابر است با:

$$m = \frac{E}{۵۰\ kJ} \xrightarrow{E=۹\times ۱۰^{۷}kJ} m = \frac{۹\times ۱۰^{۷}}{۵۰}$$

$$\Rightarrow m = ۱/۸ \times ۱۰^{۶}\ g \xrightarrow{\text{تبدیل } g \text{ به } kg} m = ۱۸۰۰\,kg$$

سوال ۴۳۵ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

مقدار ۶/۲۵ درصد معادل $\frac{۱}{۱۶}$ است. یعنی می‌توان نوشت:

$$\frac{N}{N_۰} = (\frac{۱}{۲})^{n} \Rightarrow \frac{۱}{۱۶} = (\frac{۱}{۲})^{n} \Rightarrow n = ۴$$

یعنی در ۳۶ روز ۴ نیمه‌عمر گذشته است و داریم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow ۴ = \frac{۳۶}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۹ \text{ روز}$$

پس از ۱۸ روز دو نیمه‌عمر دیگر می‌گذرد و داریم:

$$\frac{N}{N_۰} = (\frac{۱}{۲})^{۶} = \frac{۱}{۶۴} \simeq ۱/۵\%$$

سوال ۴۳۶ گزینه درست: ۴

گزینه‌ی «۴»

شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن برابر $r_n = a_0 n^2$ است، که در آن n شماره مدار و a_0 شعاع بور است. اگر شماره مدار در حالت A را با n نشان دهیم، شماره مدار در حالت B برابر $n' = n + 3$ است و داریم:

$$r_{n+3} - r_n = 21a_0 \Rightarrow a_0(n+3)^2 - a_0(n^2) = 21a_0$$

$$\Rightarrow n = 2 \ , \ n' = n + 3 = 5$$

انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی دو تراز است.

$$hf = E_5 - E_1 \xrightarrow{E_n = -\frac{E_R}{n^2}} hf = -\frac{E_R}{25} + \frac{E_R}{1} \Rightarrow hf = \frac{24}{25}E_R$$

سوال ۴۳۷ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

در راکتورهای هسته‌ای، از موادی مانند آب معمولی، آب سنگین و گرافیت به‌عنوان کندساز نوترون‌ها و از موادی مانند کادمیم و بور برای تنظیم آهنگ واکنش شکافت یعنی کنترل تعداد نوترون‌های موجود برای به‌وجود آوردن شکافت، استفاده می‌شود.

سوال ۴۳۸ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

چون شیب خط $N = Z$ برابر با یک است، خطی که بر آن عمود باشد دارای شیب منفی یک است.

شیب‌خط $\frac{\Delta Z}{\Delta N} = -1$

$$\Rightarrow \frac{Z_2 - Z_1}{N_2 - N_1} = -1 \Rightarrow Z_2 - Z_1 = -N_2 + N_1$$

$$\Rightarrow Z_2 + N_2 = Z_1 + N_1 \Rightarrow A_2 = A_1$$

بنابراین عناصری که روی این خط قرار داشته باشند دارای عدد جرمی برابر هستند.

سوال ۴۳۹ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

جداسازی ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر به روش‌های فیزیکی صورت می‌گیرد.

سوال ۴۴۰ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

$$^{A}_{Z}Y_N \rightarrow ^{196}_{79} X_{117} + 3(^{4}_{2}\alpha) + 1(^{0}_{+1}e)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = 196 + (3 \times 4) + 0 = 208 \\ Z = 79 + (3 \times 2) + 1 = 86 \end{cases}$$

$$A = Z + N \Rightarrow 208 = 86 + N \Rightarrow N = 122$$

سوال ۴۴۱ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

زمانی تمام گذارهای ممکن ۶تاست که الکترون در مدار ۴اُم باشد. برای بیش‌ترین انرژی این فوتون‌ها داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$

$$\xrightarrow[n=۴]{n'=۱} \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰} \times (\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۱۶}) \Rightarrow \lambda = \frac{۳۲۰}{۳}\ nm$$

$$E_{\max} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۱۲۴۰\ eV.nm}{\frac{۳۲۰}{۳}\ nm} = \frac{۹۳}{۸} eV$$

سوال ۴۴۲ گزینه درست: ۲

گزینه‌ی «۲»

$$\begin{matrix} n_۱ = ۲ \\ n_۲ = ۴ \end{matrix} \Rightarrow \frac{r_۲}{r_۱} = (\frac{n_۲}{n_۱})^۲ = (\frac{۴}{۲})^۲ = ۴$$

$$E_n = \frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow \begin{cases} E_۲ = \frac{-E_R}{۲^۲} \\ E_۴ = \frac{-E_R}{۴^۲} \end{cases} \Rightarrow E_۴ - E_۲ = -\frac{E_R}{۱۶} - (\frac{-E_R}{۴}) = \frac{۳E_R}{۱۶}$$

انرژی الکترون افزایش می‌یابد.

سوال ۴۴۳ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

طبق رابطهٔ $N = \frac{N_۰}{۲^n}$، که در آن n تعداد نیمه‌عمر است، برای هر دو عنصر که تعداد نیمه‌عمر برابری را سپری کرده‌اند، درصد باقی‌مانده برابر است.

اما در قسمت دوم، چون نیمه‌عمرA بیشتر از نیمه‌عمر B است، در نتیجه پس از گذشت زمانی برابر، عنصرB درصد بیشتری از خود را واپاشی می‌کند.

سوال ۴۴۴ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

این سؤال موازنه کردن برهم‌کنش‌های هسته‌ای است. در یک بر هم کنش هسته‌ای، عدد جرمی و عدد اتمی در طرفین باید برابر باشند.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{۴}_{۰}\gamma + ^{۵}_{-۱}e^{-} + ^{۳۴}_{۲}He + ^{A'}_{Z'}Y$$

$$A = ۴(۰) + ۵(۰) + ۱۲ + A' \Rightarrow A' = A - ۱۲$$

$$Z = ۴(۰) + ۵ \times (-۱) + ۳ \times (۲) + Z' \Rightarrow Z' = Z - ۱$$

پس هستهٔ دختر مطابق روبه‌رو است: $^{A-۱۲}_{Z-۱}Y$

سوال ۴۴۵ گزینه درست: ۱

گزینه‌ی «۱»

الکترون در پنجمین حالت برانگیخته در تراز $n=۶$ قرار دارد. الکترون با جذب فوتون به ترازهای بالاتر می‌رود. بنابراین کوتاه‌ترین طول موج جذبی آن مربوط به گذار الکترون از تراز $n=۶$ به تراز $n'=\infty$ است و بلندترین طول موج گسیلی مربوط به گذار الکترون از تراز $n=۶$ به تراز $n'=۵$ است. با توجه به رابطه ریدبرگ داریم:

$$(I) \quad \frac{۱}{\lambda_{\text{جذبی}}} = R(\frac{۱}{۶^۲} - \frac{۱}{\infty^۲}) \Rightarrow \lambda_{\text{جذبی}} = \frac{۳۶}{R}$$

$$(II) \quad \frac{۱}{\lambda_{\text{گسیلی}}} = R(\frac{۱}{۵^۲} - \frac{۱}{۶^۲}) \Rightarrow \lambda_{\text{گسیلی}} = \frac{۹۰۰}{۱۱R}$$

$$(I),(II) \Rightarrow \frac{\lambda_{\text{جذبی}}}{\lambda_{\text{گسیلی}}} = \frac{\frac{۳۶}{R}}{\frac{۹۰۰}{۱۱R}} = \frac{۱۱}{۲۵}$$

سوال ۴۴۶ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

اندازهٔ نیروی گرانشی بین نوکلئون‌های هسته ضعیف‌تر از اندازهٔ نیروی الکترواستاتیکی رانشی بین پروتون‌ها است.

سوال ۴۴۷ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

از شکافت اورنیوم ۲۳۵، که با یک نوترون کند آغاز می‌شود، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود. اصل پایستگی جرم به تنهایی برقرار نیست، جرم واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از جرم محصولات واکنش است که اختلاف جرم به‌صورت انرژی آزاد می‌شود که بخشی از این انرژی، به‌صورت انرژی جنبشی محصولات واکنش خواهد بود.

سوال ۴۴۸ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

$$\Delta E_{۳\to۲} + \Delta E_{۲\to۱} = \Delta E_{۳\to۱}$$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{hc}{\lambda'} + \frac{hc}{\lambda''} = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{\lambda'} + \frac{۱}{\lambda''}$$

سوال ۴۴۹ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

با توجه به رابطه انرژی فوتون داریم:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$$۲/۵۲ = \frac{۱۲۰۰}{\lambda} \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = ۲۱ \times ۱۰^{-۴} \frac{۱}{m}$$

از معادله ریدبرگ می‌توان نوشت:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$

چون فوتون گسیل شده در محدوده نور مرئی قرار دارد پس داریم: $(n' = ۲)$

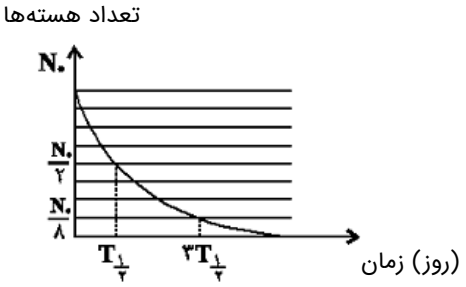
$$۲۱ \times ۱۰^{-۴} = ۱۰^{-۲}(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{n^۲})$$

$$\frac{۱}{n^۲} = \frac{۱}{۴} - ۰/۲۱ = ۰/۲۵ - ۰/۲۱ = ۰/۰۴$$

$$\Rightarrow n^۲ = ۲۵ \Rightarrow n = ۵$$

سوال ۴۵۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»



با توجه به نمودار فوق داریم:

$$۳T_{\frac{۱}{۲}} - T_{\frac{۱}{۲}} = ۱۶ \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۸ \text{ روز}$$

پس از گذشت روز $t = ۳۲$ داریم:

$$N = \frac{N_۰}{۲^{\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}}} = \frac{N_۰}{۲^۴} = \frac{N_۰}{۱۶}$$

تعداد هسته‌های واپاشیده برابر است با:

$$N_۰ - \frac{N_۰}{۱۶} = \frac{۱۵}{۱۶} N_۰$$

در نتیجه درصد هسته‌های واپاشیده برابر است با:

$$\frac{۱۵}{۱۶} \times ۱۰۰ = ۹۳/۷۵\%$$

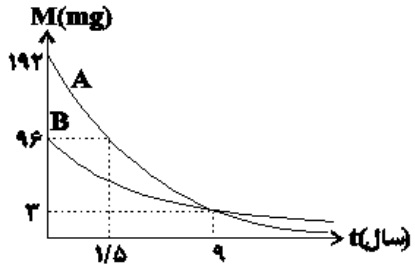
سوال ۴۵۱ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

طبق نمودار ۱/۵ سال معادل نیمه عمر ماده A است. ابتدا باید ببینیم پس از۹ سال چند mg از ماده A باقی مانده است:

$$m = \frac{m_0}{2^n} n = \frac{۹}{۱/۵} = ۶$$

$$m = \frac{۱۹۲}{۲^۶} = ۳\, mg$$



برای محاسبه نیمه عمر ماده B داریم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow ۳ = \frac{۹۶}{2^n} \Rightarrow n = ۵ \Rightarrow T_{\frac{1}{2}B} = \frac{۹}{۵} = ۱/۸$$ سال

اگر ۱۸۶ گرم از ماده پرتوزا واپاشیده شود ۶ گرم آن باقی می‌ماند:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow ۶ = \frac{۱۹۲}{2^n} \Rightarrow ۲^n = ۳۲ \Rightarrow n = ۵$$

$$t = ۵ \times T_{\frac{1}{2}} = ۵ \times ۱/۸ = ۹$$ سال

سوال ۴۵۲ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

قدرت نفوذ پرتوی γ از همه بیشتر است و می‌تواند از ورقه‌ای سربی به ضخامت $۱۰mm$ بگذرد، پرتوی β میل نفوذش در ورقهٔ سرب در حدود ۰/۱ میلی‌متر و ذرهٔ α در حدود ۰/۰۱ میلی‌متر است، پس گزینهٔ «۲» صحیح است: $x_\gamma > x_\beta > x_\alpha$

سوال ۴۵۳ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

پس از گذشت ۸۰ سال، $\frac{۳۱}{۳۲}m$ واپاشی می‌شود و $\frac{۱}{۳۲}m$ از آن فعال می‌ماند.

$$m \to \frac{m}{۲} \to \frac{m}{۴} \to \frac{m}{۸} \to \frac{m}{۱۶} \to \frac{m}{۳۲}$$

این مدت معادل ۵ نیم‌عمر است پس: سال $۵T_{\frac{1}{2}} = ۸۰ \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = ۱۶$

طبق نمودار بالا می‌دانیم پس از گذشت ۴ نیم‌عمر یعنی ۶۴ سال، $\frac{۱}{۱۶}$ جرم فعال اولیه از این عنصر فعال می‌ماند.

سوال ۴۵۴ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

چون در لحظهٔ $t=0$ هنوز هسته‌ای واپاشیده نشده است، بنابراین، نمودارهای جرم واپاشیده برحسب زمان باید از مبدأ مختصات شروع شوند. یعنی گزینه‌های «۱» و «۲» حذف می‌شوند. از طرف دیگر، چون نیمه‌عمر مادهٔ A کوتاه‌تر از نیمه‌عمر مادهٔ B است، مادهٔ A زودتر واپاشیده می‌شود و نمودار آن زودتر به مقدار حدی m_0 (کل جرم مادهٔ پرتوزا) میل می‌کند. بنابراین، گزینهٔ «۳» درست است.

سوال ۴۵۵ گزینه درست: ۴

گزینه‌ی «۴»

اولین خط از رشته پاشن حالتی است که الکترون از لایه چهارم به روی لایه سوم سقوط کند. بنابراین $n=4$ و $n'=3$. با توجه به رابطه $r_n = a_0 n^2$ نسبت شعاع‌ها را به‌دست می‌آوریم: $\frac{r_3}{r_4} = (\frac{3}{4})^2 = \frac{9}{16}$

با داشتن نسبت شعاع‌ها و با کمک رابطه قانون کولن داریم:

$$\begin{cases} F = K\frac{|q_1 q_2|}{r^2} \\ \frac{r_3}{r_4} = \frac{9}{16} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_3}{F_4} = (\frac{r_4}{r_3})^2 = (\frac{16}{9})^2 = \frac{256}{81}$$

برای محاسبه طول موج گسیل شده طبق رابطه ریدبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}) = R(\frac{16-9}{144}) = \frac{7R}{144} \Rightarrow \lambda = \frac{144}{7R}$$

سوال ۴۵۶ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

با توجه به قاعدهٔ دست راست پرتو (۱) پرتو بتای منفی و پرتو (۲) پرتو گاما است. بنابراین عبارت (ب) درست است.

بررسی سایر جملات:

عبارت (الف) نادرست است زیرا با توجه به تصویر میزان انحراف پرتو (۱) بیشتر از پرتو (۳) است.

عبارت‌های (پ) و (ت) نادرست است زیرا در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌ها پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئون‌های پیش از فرایند با تعداد نوکلئون‌های پس از فرایند مساوی است.

سوال ۴۵۷ گزینه درست: ۳

گزینه‌ی «۳»

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) چون نوکلئون‌ها شامل نوترون‌ها نیز می‌شوند و از طرفی نوترون‌ها از لحاظ الکتریکی خنثی هستند. بنابراین نمی‌توانند به نوکلئون‌های دیگر نیروی الکتریکی وارد کنند.

پ) با افزایش تعداد پروتون نسبت $\frac{Z}{N}$ کاهش می‌یابد.

ت) جرم هسته در حالت برانگیخته برابر با جرم هسته در حالت پایه است.

سوال ۴۵۸ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا جرم مادهٔ باقی‌مانده را پس از گذشت سه نیمه‌عمر به‌دست می‌آوریم:

$$m_{\text{باقی مانده}} = m_{\text{اولیه}}(\tfrac{۱}{۲})^{n} = ۲۴ \times (\tfrac{۱}{۲})^{۳} = ۳g$$

طبق رابطهٔ $E = mc^{۲}$ ، انرژی معادل ۳ گرم ماده را برحسب ژول به‌دست آورده و سپس آن‌را به کیلووات ساعت تبدیل می‌کنیم:

$$E = mc^{۲} = (۳ \times ۱۰^{-۳}) \times (۳ \times ۱۰^{۸})^{۲} = ۲۷ \times ۱۰^{۱۳}\, J$$

$$\xrightarrow{۱kWh = ۳۶ \times ۱۰^{۵} J} E = \frac{۲۷ \times ۱۰^{۱۳}}{۳۶ \times ۱۰^{۵}} = ۷/۵ \times ۱۰^{۷}\, kWh$$

سوال ۴۵۹ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

الف) درست است. طبق رابطهٔ $E = mc^{۲}$، انرژی به جنس اتم بستگی ندارد.

ب) درست است.

پ) نادرست است. جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل دهندهٔ آن کمتر است.

ت) درست است.