

سوالات تستی فیزیک دوازدهم ریاضی فصل ششم - سری پرواز

ساختار هسته

۱- با افزایش تعداد پروتون‌های درون هسته، اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند، باید نسبت تعداد پروتون‌ها به نوترون‌ها
 ۱) کاهش یابد، زیرا با افزایش نوترون، بدون افزایش نیروی دامنه الکترواستاتیکی، نیروی جاذبه هسته‌ای افزایش می‌یابد.

۲) کاهش یابد، زیرا نیروی هسته‌ای و نیروی الکترواستاتیکی کوتاه‌برد است.

۳) افزایش یابد، زیرا نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد و نیروی الکترواستاتیکی بلندبرد است.

۴) افزایش یابد، زیرا نیروی هسته‌ای و نیروی الکترواستاتیکی کوتاه‌برد است.

۲- بار هسته ${}^{56}_{24}\text{X}$ برابر $10^{-9} \times 16/4$ است. این هسته شامل پروتون و نوترون است.

۱) ۲۸ - ۲۸

۲) ۲۷ - ۲۹

۳) ۲۷ - ۲۹

۴) ۲۶ - ۲۶

۳۰.

۳- در مورد دو عنصر ${}^{12}_6\text{C}$ و ${}^{13}_6\text{C}$ کدام مورد نادرست است؟

۱) عدد نوترونی متفاوت دارند.

۲) ایزوتوپ‌های کربن هستند.

۳) مکان آن‌ها در جدول تناوبی عناصر، در کنار هم است.

۴) درصد فراوانی عنصر ${}^{12}_6\text{C}$ در طبیعت بیشتر از ${}^{13}_6\text{C}$ است.

۴- ایزوتوپ ${}^{61}_{25}\text{X}$ را می‌توان به روش از ایزوتوپ ${}^{59}_{25}\text{X}$ به روش از ایزوتوپ ${}^{61}_{25}\text{Y}$ جدا کرد.

۱) شیمیایی - شیمیایی

۲) غیر شیمیایی - غیر شیمیایی

۳) غیر شیمیایی - شیمیایی

۴) شیمیایی - غیر شیمیایی

۵- در یک واکنش هسته‌ای، ۶ میلی گرم جرم به انرژی تبدیل شده است. این انرژی، معادل انرژی لازم برای مصرف ۵ ساعت چند عدد مقاومت مشابه ۱۰ اهمی است که همگی به طور موازی به ولتاژ ۲۰۰ ولت وصل می‌شوند؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

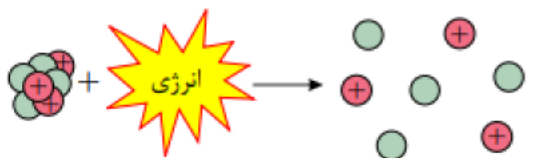
- ① ۱۵۰۰ ② ۱۵۰۰۰ ③ ۷۵۰ ④ ۷۵۰۰

۶- کدام ویژگی در خصوص ایزوتوپ‌های یک عنصر درست نیست؟

- ① خواص شیمیایی یکسانی دارند. ② انرژی بستگی هسته‌شان یکسان است.
③ بار هسته‌ی آن‌ها یکسان است. ④ تعداد نوکلئون‌هایشان نابرابر است.

۷- در واکنش مقابل، اختلاف جرم نوکلئون‌های جدا شده و جرم هسته برابر ۳۲ میلی گرم است. انرژی لازم برای تقسیم هسته به نوکلئون‌های تشکیل دهنده آن، چند الکترون ولت است؟

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \text{ و } e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$$



① $1/8 \times 10^{31}$

② $1/8 \times 10^{29}$

③ $4/6 \times 10^{-7}$

④ $4/6 \times 10^{-9}$

۸- در یک واکنش هسته‌ای، ۲ میلی گرم جرم تبدیل به انرژی شده است، انرژی حاصل معادل با چند کیلووات ساعت است؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

② $2/5 \times 10^9$

① $2/5 \times 10^4$

④ 5×10^9

③ 5×10^4

۹- اگر چگالی هسته اتمی: $\rho = 10^{17} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشد و شعاع این هسته ۱ فمتومتر فرض شود، از تبدیل

این هسته به انرژی، چند ژول انرژی تولید می‌شود؟ ($\pi \approx 3$) (هسته کره کامل فرض شده است!)

① $3/6 \times 10^{-11}$

② $5/4 \times 10^{-11}$

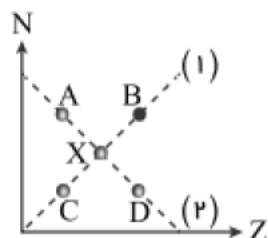
③ $1/2 \times 10^{-11}$

④ $4/8 \times 10^{-11}$

پرتو زایی طبیعی و نیمه عمر

۱۰- نمودار مقابل تعداد نوترون‌های عناصر مختلف را بر حسب عدد اتمی نشان می‌دهد. اگر عنصر X

یک پرتو β^+ تابش کند، به کدام یک از عناصر ممکن است تبدیل شود؟



(در پاره خط (۱)، $N = Z$ است و پاره خط (۲) بر پاره خط (۱) عمود است.)

A ①

B ②

C ③

D ④

۱۱- در واپاشی یک هسته پرتوزا، تابش کدام پرتو باعث افزایش تعداد نوترون‌های هسته دختر

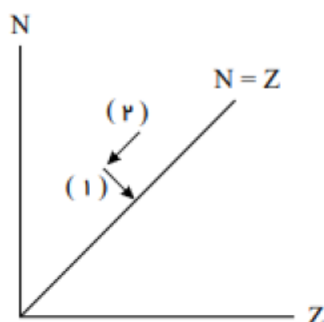
نسبت به هسته مادر می‌شود؟

 β^+ ④ β^- ③ γ ② α ①

۱۲- در نمودار تغییرات تعداد نوترون بر حسب عدد اتمی برای عناصر پایدار و پرتوزا که در شکل مقابل

رسم شده است، واپاشی‌های (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ می‌تواند مربوط به کدام نوع واپاشی

باشد؟

 α, β^- ① α, β^+ ② γ, α ③ β^-, γ ④

۱۳- اگر ذره‌های α ، β^+ ، β^- و پروتون نوگامادر میدان الکتریکی قرار گیرند کدام مورد درست است؟

① بزرگی شتاب ذره گاما بیشترین است.

② بزرگی شتاب ذره آلفا بیشترین است.

③ بزرگی شتاب β^- از β^+ بیشتر است.

④ بزرگی شتاب پروتون کمتر از β^+ است.

۱۴- وقتی یک عنصر رادیواکتیو به طور متوالی یک ذره آلفا و دو ذره بتا (الکترون) تابش کند، عدد اتمی آن نسبت به حالت اول چگونه تغییر می کند؟

① تغییر نمی کند. ② یک واحد افزایش می یابد.

③ یک واحد کاهش می یابد. ④ سه واحد کاهش می یابد.

۱۵- پرتوی α در ورقه نازک سربی نفوذ می کند و پس از طی مسافت d متوقف می شود. اگر پرتوهای β و γ در ورقه سربی نفوذ کنند، پس از طی مسافت های d' و d'' متوقف می شوند. نسبت های تقریبی $\frac{d'}{d}$ و $\frac{d''}{d}$ به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟

① 10^{-2} و 10^{-3} ② 10^{-3} و 10^{-4}

③ 10^{-1} و 10^{-4} ④ 10^{-4} و 10^{-4}

۱۶- عنصر رادیواکتیو ${}^{238}_{92}\text{U}$ ضمن تابش ۸ ذره آلفا و ۶ ذره بتا (الکترون)، به عنصر ${}^A_Z\text{X}$ تبدیل شده است. عدد نوترونی کدام است؟

① ۱۳۶ ② ۲۰۶ ③ ۱۴۶ ④ ۱۲۴

۱۷- کدام یک از جمله های زیر نادرست است؟

① پرتو گاما جزء امواج الکترومغناطیسی است.

② در فرآیند گسیل پوزیترون یک پروتون به نوترون و پوزیترون تبدیل می شود.

③ با گسیل ذره بتا (الکترون) از هسته، بار هسته کاهش می یابد.

④ اغلب هسته ها، پس از گسیل ذره های α و β در حالت برانگیخته هستند و با گسیل γ به حالت پایه می رسند.

۱۸- عنصر ${}^{238}_{92}\text{U}$ ضمن تابش ذرات α و β^- ، به سرب ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ تبدیل شده است. در تبدیل این اتم به ترتیب از راست به چپ چند ذره α و چند ذره β^- تولید می شود؟

① ۶ و ۸ ② ۸ و ۱۰ ③ ۶ و ۸ ④ ۵ و ۶

۱۹- در کدام نوع واپاشی، یک نوترون درون هسته به پروتون و الکترون تبدیل می شود؟

① بتازای مثبت ② بتازای منفی

③ آلفا ④ چنین واپاشی وجود ندارد.

۲۰- یک عنصر رادیواکتیو چ هذراتی را باید تابش کند تا بدون تغییر عدد اتمی، عدد جرمی آن ۴ واحد کم شود؟

- ① سه ذره α و دو ذره β^- (الکترون)
 ② دو ذره α و دو ذره β^- (الکترون)
 ③ دو ذره α و یک ذره β^- (الکترون)
 ④ یک ذره α و دو ذره β^- (الکترون)

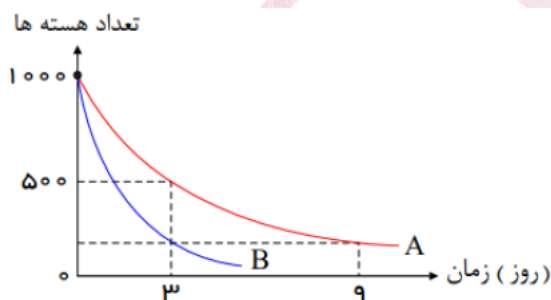
۲۱- در واکنش واپاشی β^+ در آلومینیوم ($^{25}_{13}Al$) هسته دختر M ، و در واکنش واپاشی β^- در فسفر ($^{32}_{15}P$) هسته دختر N ایجاد می شود. اختلاف عدد جرمی و اختلاف عدد اتمی هسته های M و N به ترتیب برابر است با:

- ① ۷ و ۴ ② ۷ و ۰ ③ ۷ و ۰ ④ ۷ و ۰

۲۲- نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۵ ساعت است. پس از ۷/۵ ساعت تقریباً چه کسری از هسته های اولیه فعال باقی می ماند؟ ($\sqrt{2} \approx 1/4$)

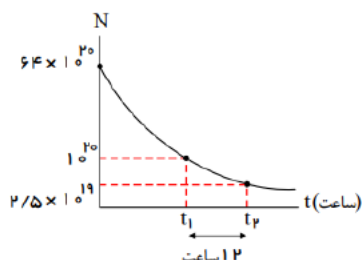
- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{5}{7}$ ④ $\frac{5}{14}$

۲۳- نمودار تعداد هسته های دو ماده پرتوزای A و B بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از چند روز $\frac{1}{32}$ هسته های B فعال باقی می ماند؟



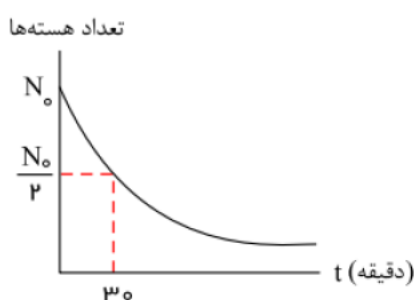
- ① ۳ ② ۴ ③ ۵ ④ ۶

۲۴- نمودار تعداد هسته های فعال مانده یک ماده پرتوزا بر حسب زمان مطابق شکل است. نیمه عمر این ماده چند ساعت است؟

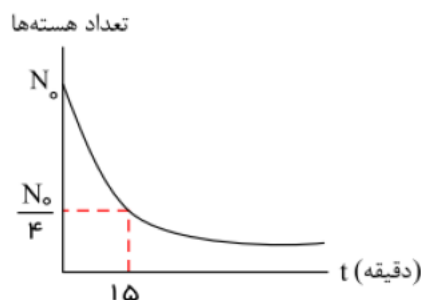


- ① ۴ ② ۶ ③ ۸ ④ ۱۲

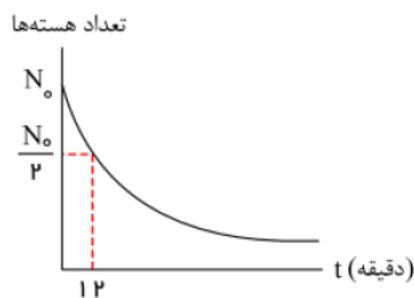
۲۵- از یک ماده رادیواکتیو، پس از گذشت ۱ ساعت، ۹۳/۷۵٪ هسته‌های اولیه، واپاشیده شده‌اند. کدام نمودار زیر تعداد هسته‌های ماده را بر حسب زمان، درست نشان می‌دهد؟



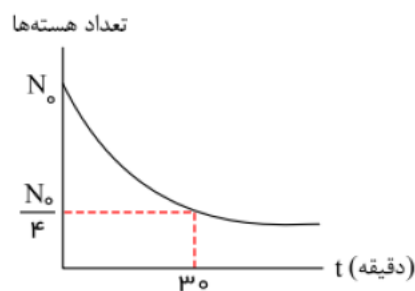
②



③



④



⑤

۲۶- از یک ماده پرتوزا پس از گذشت n نیمه عمر، ۱۲/۵ درصد هسته‌های اولیه باقی می‌مانند. پس از گذشت n نیمه عمر دیگر، چه کسری از هسته‌های اولیه دچار واپاشی می‌شوند؟

① $\frac{1}{64}$

② $\frac{63}{64}$

③ $\frac{1}{128}$

④ $\frac{127}{128}$

۲۷- از تعداد هسته‌های اولیه یک ماده رادیواکتیو با نیمه عمر ۲ ساعت، پس از x ساعت، ۲۵٪ باقی مانده است. پس از $(x + 4)$ ساعت، چند درصد هسته‌های اولیه این ماده واپاشی می‌شوند؟

① $93/75$

② $6/25$

③ $87/5$

④ $12/5$

۲۸- مقدار اولیه دو عنصر رادیواکتیو A و B برابر m و نیمه عمر آنها $T_A = T$ و $T_B = 2T$ می‌باشد. پس از گذشت $4T$ نسبت جرم متلاشی شده $(m'_A)A$ به جرم متلاشی شده $(m'_B)B$ کدام است؟

① $\frac{4}{5}$

② $\frac{5}{4}$

③ $\frac{5}{3}$

④ $\frac{3}{5}$

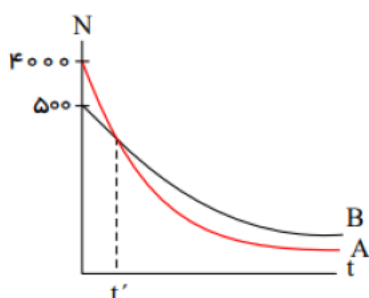
⑤ $\frac{3}{5}$

⑥ $\frac{4}{5}$

⑦ $\frac{4}{5}$

⑧ $\frac{5}{4}$

۲۹- نمودار تعداد هسته‌های مادر باقی ماندهٔ دو مادهٔ پرتوزای A و B مطابق شکل است. اگر تا لحظهٔ t' ، $96/875\%$ هسته‌های A واپاشیده شده باشند، تا این لحظه مادهٔ B چند نیمه عمر گذرانده است؟



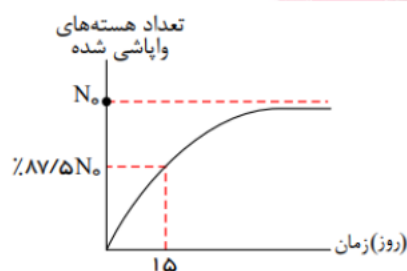
① ۴

② ۳

③ ۲

④ ۱

۳۰- نمودار تعداد هسته‌های واپاشی شدهٔ یک عنصر پرتوزا بر حسب زمان مطابق شکل است. پس از گذشت ۱۵ روز، چند روز دیگر طول می‌کشد تا $\frac{1}{16}$ هسته‌های اولیه باقی بماند؟



① ۵

② ۱۰

③ ۱۵

④ ۲۰

۳۱- نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو برابر با ۸ ساعت است. چند ساعت زمان باید بگذرد تا مقدار مادهٔ واپاشیده شده ۱۵ برابر مادهٔ فعال شود؟

① ۸

② ۳۲

③ ۴۰

④ ۶۴

۳۲- نیمه عمر یک مادهٔ پرتوزا برابر با ۱۴ روز است. اگر پس از گذشت ۸۴ روز فقط ۳g از آن ماده باقی مانده باشد، چند گرم ماده واپاشیده شده است؟

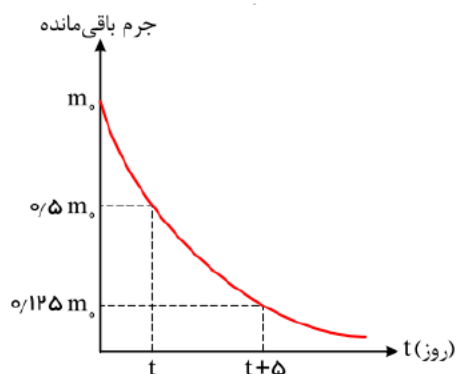
① ۹۳

② ۱۸۹

③ ۹۶

④ ۱۹۲

۳۳- نمودار جرم باقی مانده بر حسب زمان برای یک عنصر پرتوزا مطابق شکل مقابل است. t



بر حسب روز کدام است؟

① $1/25$

② $2/5$

③ $3/75$

④ 5

۳۴- تعداد هسته‌های مادر اولیه ماده B با نیمه عمر ۱ سال، ۴ برابر تعداد هسته‌های مادر اولیه ماده A با نیمه عمر ۳ سال است. پس از چند سال تعداد هسته‌های باقی مانده ماده A دوبرابر تعداد هسته‌های باقی مانده ماده B است؟

① 9

② 3

③ $4/5$

④ 6

۳۵- اتم رادیواکتیو X با نیمه عمر $10^9 \times 1/4$ سال به اتم پایدار Y واپاشیده می‌شود. قطعه سنگ کشف شده‌ای دارای اتم‌های X و Y به نسبت ۱ به ۷ است. اگر در لحظه‌ای ایجاد این قطعه سنگ، فقط اتم‌های X در آن وجود داشته باشد، عمر قطعه سنگ چند میلیارد سال است؟

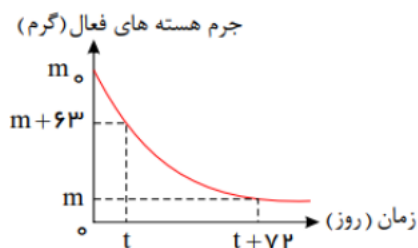
① $2/8$

② $4/2$

③ $1/4$

④ $8/4$

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



① $2/25$

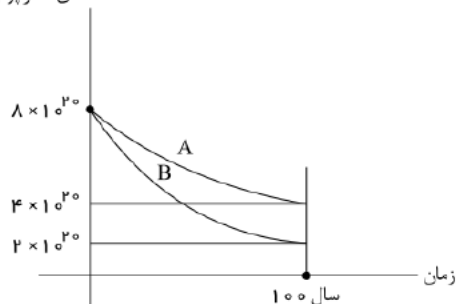
② $4/5$

③ 9

④ 18

۳۷- در شکل نشان داده شده تعداد هسته‌های دو قطعه ماده پرتوزای مادر A و B نشان داده شده است. ۲۰۰ سال پس از $t = 0$ تعداد هسته‌های واپاشیده شده A چند برابر B خواهد شد؟

تعداد هسته‌های مادر پرتوزا



① $\frac{4}{5}$

② $\frac{3}{2}$

③ $\frac{1}{4}$

④ ۴

۳۸- نیمه عمر یک ماده پرتوزا برابر با ۵ روز است. اگر در ۵ روز چهارم m گرم و در ۵ روز پنجم m' گرم از این ماده واپاشیده شود، به طوری که $m - m' = 50g$ باشد، جرم فعال اولیه این ماده چند گرم بوده است؟

① ۱۶۰۰

② ۶۴۰۰

③ ۸۰۰

④ ۳۲۰۰

۳۹- نیمه عمر ماده A، ۲ برابر نیمه عمر ماده B است و تعداد ذرات اولیه ماده A، $\frac{1}{4}$ تعداد ذرات اولیه ماده B است. اگر بعد از زمان t از آغاز واپاشی دو ماده، تعداد ذره‌های واپاشی شده ماده A، سه برابر تعداد ذرات باقیمانده B باشد، در این مدت چند درصد از ماده B واپاشی شده است؟

① ۶/۲۵

② ۲۵

③ ۹۳/۷۵

④ ۷۵

۴۰- گرم از ماده رادیواکتیو A با نیمه عمر ۵ روز و ۸۰ گرم از مادرادیواکتیو B با نیمه عمر ۶ روز داریم. پس از گذشت چند روز، جرم یکسانی از دو ماده به صورت فعال باقی می‌ماند؟

① ۵

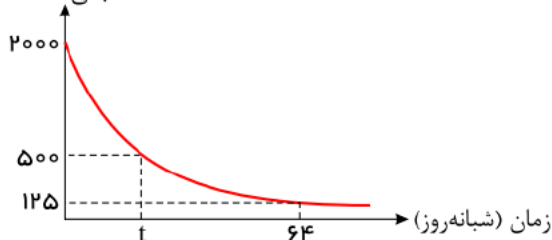
② ۲۴

③ ۳۰

④ ۶۰

۴۱- نمودار تعداد هسته‌های باقی‌مانده یک عنصر پرتوزا بر حسب زمان سپری شده مطابق شکل است. زمان t بر حسب شبانه‌روز کدام است؟

تعداد هسته‌های باقی‌مانده



① ۲

② ۸

③ ۳۲

④ ۶۴

۴۲- نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو ۴ روز می باشد. اگر پس از ۷۰ روز یک گرم از این عنصر به صورت فعال باقی بماند مقدار اولیه آن چند گرم است؟

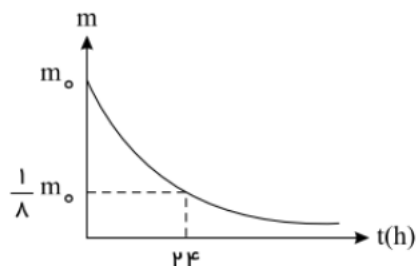
۳۴ (۴)

۱۲ (۳)

۳۲ (۵)

۱۶ (۱)

۴۳- نمودار واپاشی جرم هسته های یک ماده پرتوزا بر حسب زمان مطابق شکل است. نیمه عمر این



ماده چند ساعت است؟

۲ (۱)

۴ (۵)

۸ (۳)

۱۶ (۴)

۴۴- نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۱۲ ساعت است. پس از گذشت چند شبانه روز، ۶/۲۵ درصد از هسته های پرتوزای اولیه باقی می ماند؟

۳ (۴)

۲/۵ (۳)

۲ (۵)

۱/۵ (۱)

۴۵- پس از گذشت ۱ دقیقه و ۳۶ ثانیه، ۱۲/۵٪ هسته های پرتوزای اولیه یک ماده پرتوزا، فعال باقی مانده اند. نیمه عمر این ماده چند ثانیه است؟

۶۴ (۴)

۳۲ (۳)

۱۶ (۵)

۸ (۱)

۴۶- تعداد هسته های اولیه یک ماده پرتوزا $10^{12} \times 8$ است. پس از چند نیمه عمر، تعداد هسته های واپاشی شده آن به $10^{12} \times 7/875$ می رسد؟

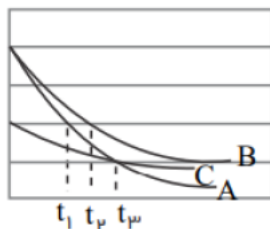
۱۲ (۴)

۱۰ (۳)

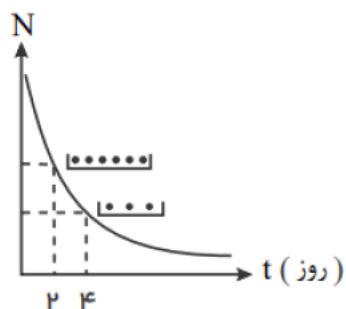
۸ (۵)

۶ (۱)

۴۷- شکل روبه رو، نمودار تغییرات تعداد هسته های مادر پرتوزای سه نمونه را بر حسب زمان نشان می دهد. در مقایسه نیمه عمر این سه نمونه چه می توان گفت؟

 $T_A > T_B > T_C$ (۱) $T_C > T_B > T_A$ (۵) $T_B > T_C = T_A$ (۳) $T_C > T_A > T_B$ (۴)

۴۸- شکل مقابل، نمودار تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده، زمان را برای یک مادهٔ رادیواکتیو نشان می‌دهد. اگر هر گلوله معرف هسته باشد، تعداد اولیهٔ هسته‌ها کدام است؟



۱۲ ①

۲۴ ②

۱۸ ③

۳۶ ④

۴۹- 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 است؟

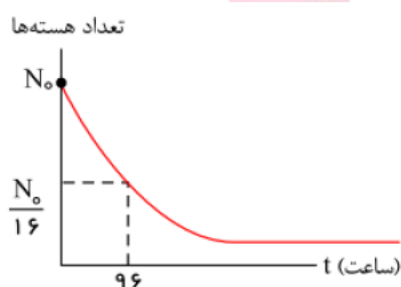
۴۰ ④

۳۲ ③

۲۰ ②

۱۶ ①

۵۰- نمودار واپاشی یک ایزوتوپ پرتوزا به صورت مقابل است. پس از چند روز، $\frac{127}{128}$ هسته‌های



اولیه واپاشی می‌شوند؟

۴ ①

۵ ②

۶ ③

۷ ④

۵۱- پس از گذشت ۶ دقیقه از یک ماده‌ی رادیواکتیو ۴ گرم دست نخورده باقی می‌ماند. ۲ دقیقه پس از آن، ۱ گرم از آن باقی می‌ماند. جرم اولیه‌ی آن چقدر بوده است؟

۱۶ گرم ②

۲۵۶ گرم ①

۳۲ گرم ④

۶۴ گرم ③

۵۲- نیمه عمر یُد ۱۳۱ در حدود ۸ روز است. پس از گذشت ۴۸ روز، چه کسری از تعداد هسته‌های

مادر پرتوزای اولیه واپاشیده شده است؟

 $\frac{255}{256}$ ② $\frac{1}{256}$ ① $\frac{63}{64}$ ④ $\frac{1}{64}$ ③

شکاف هسته‌ای

۵۳- در جمله‌های زیر چند گزینه درست وجود دارد؟

الف) ^{235}U حدود ۳ درصد غنی شده به عنوان سوخت هسته‌ای استفاده می‌شود.

ب) به وسیله میله‌های کنترل، آهنگ واکنش شکافت، تنظیم می‌شود.

پ) میله‌های کنترل معمولاً از مواد جذب کننده نوترون مانند بور یا کادمیم هستند.

ت) در راکتور هسته‌ای از آب به عنوان شاره‌ای برای خارج کردن گرم استفاده می‌شود.

۲ (۶)

۱ (۱)

۴ (۴)

۳ (۳)

۵۴- انرژی هسته‌ای آزاد شده در ازای هر نوکلئون، در شکافت ^{235}U تقریباً معادل چند کیلو

الکترون ولت است؟

۱۶۰۰ (۷)

۸۵۰ (۱)

۲۴۰ (۴)

۴۳۰۰ (۳)

۵۵- با جذب نوترون توسط ^{235}U چند مورد از عبارت‌های زیر رخ می‌دهد؟

الف) هسته مرکب ناپایدار $^{235}\text{U}^*$ ایجاد می‌شود.

ب) ارتعاش هسته باعث تغییر شکل و در نتیجه عدم تعادل می‌شود.

پ) در زمان بسیار کوتاهی (10^{-12}s) هسته ناپایدار متلاشی می‌شود.

ت) پاره‌های حاصل از شکافت به طور عمده انرژی شان انرژی جنبشی است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۶)

۱ (۱)

۵۶- درباره غنی‌سازی اورانیم کدام مورد نادرست است؟

۱) برای استفاده از اورانیم در واکنش زنجیره‌ای باید فراوانی ^{235}U را افزایش دهیم.

۲) افزایش درصد غلظت ^{235}U تا ۳ درصد در راکتورهای تجاری تولید برق لازم است.

۳) افزایش درصد غلظت ^{235}U تا ۹۰ درصد را غنی‌سازی گویند.

۴) در راکتورهای پژوهشی مانند دانشگاه تهران از ^{235}U غنی شده تا ۲۰ درصد استفاده می‌شود.

۵۷- در مورد واکنش شکافت اورانیم کدام درست است؟

- ① جرم محصولات شکافت کمتر از جرم هسته مرکب ^{236}U است.
 ② واپاشی آلفا شبیه شکافت اورانیم نمونه‌ای از فرآیند شکافت هسته است.
 ③ نوترون‌های آزاد شده در فرآیند شکافت، نوترون‌های تند هستند که با احتمال بیشتر جذب ^{236}U می‌شوند.
 ④ احتمال شکافته شدن ^{238}U توسط یک نوترون بیشتر از احتمال شکافته شدن ^{236}U است.

۵۸- کدام گزینه در مورد ^{235}U و ^{236}U درست نیست؟

- ① تعداد نوترون ^{238}U بیشتر است.
 ② هر دو تعداد پروتون یکسانی دارند.
 ③ هر دو خواص شیمیایی یکسانی دارند.
 ④ ^{238}U ، ۷۲/۰ درصد اورانیم طبیعی را تشکیل می‌دهد.
 ۵۹- در فرآیند غنی‌سازی در بیشتر راکتورهای تجاری، درصد فراوانی ایزوتوپ را تا به عنوان استفاده سوخت در راکتور افزایش می‌دهند.

- ① ^{235}U - ۲۰٪ ② ^{238}U - ۳٪
 ③ ^{235}U - ۳٪ ④ ^{238}U - ۲۰٪

همجوشی هسته‌ای

۶۰- در یک واکنش گداخته هسته‌ای به صورت $D + T \rightarrow He + n$ ، تقریباً چند نانوگرم از جرم

هسته‌های اولیه، به انرژی تبدیل می‌شود؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ و $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

- ① 3×10^{-17} ② 6×10^{-20}
 ③ 9×10^{-20} ④ 12×10^{-20}