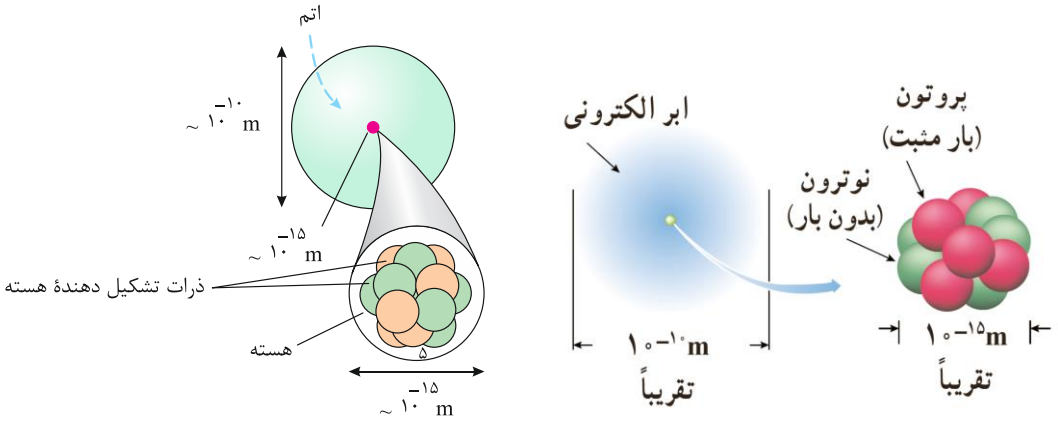
مؤلف و مدرس: مهرداد

فیزیک هسته‌ای



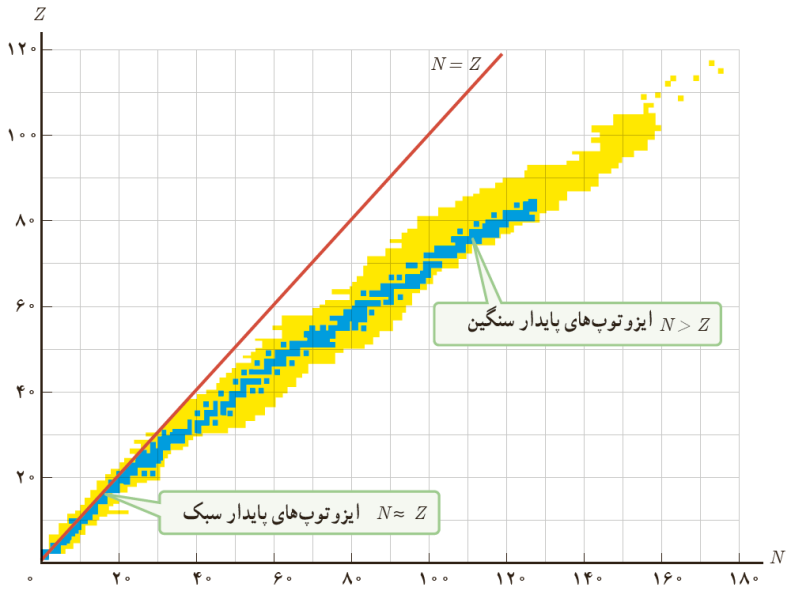
ایزوتوپ‌ها

ایزوتوپ‌های یک عنصر صورت‌های متفاوت آن عنصر است که دارای عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت‌اند. به عبارت دیگر ایزوتوپ‌های یک عنصر در تعداد نوترون‌ها با هم تفاوت دارند.

سه ایزوتوپ هیدروژن

۱: هیدروژن $_{1}^{1}H$ ۲) دوتریم $_{1}^{2}H$ ۳) تریتیوم $_{1}^{3}H$

پایداری هسته



مثال: برای $^{۲۰۸}_{۸۲}Pb$ مطلوب است:

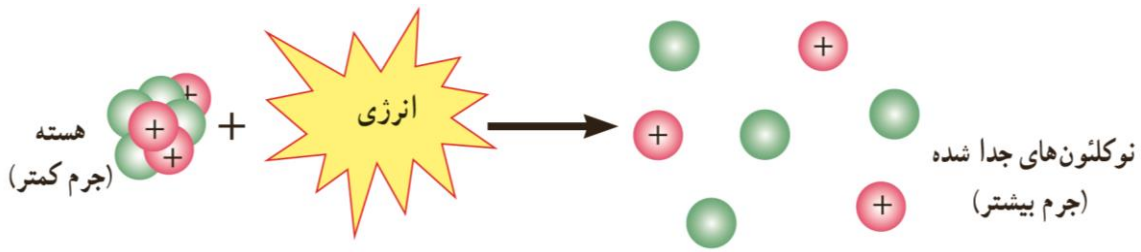
۱) تعداد نوکلئون‌ها　　۲) تعداد نوترون‌ها　　۳) تعداد پروتون

تبدیل جرم به انرژی

انیشتین ثابت کرد که جرم می‌تواند به انرژي تبدیل شود و گفت مجموع جرم و انرژي در جهان ثابت است.

$$E = mc^{۲}$$

انرژی بستگی هسته

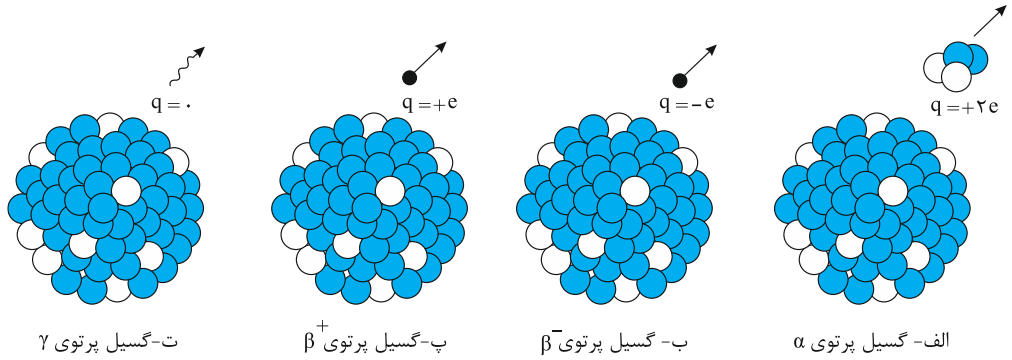


رازهای انرژی هسته

نوکلئون‌ها مانند الکترون‌ها فقط می‌توانند دارای انرژی‌های مجازی باشند. یعنی انرژی نوکلئون‌ها نیز ناپیوسته است با این تفاوت که فاصلهٔ میان ترازهای انرژی الکترون‌ها در حد چند الکترون ولت است. ولی فاصلهٔ میان ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته‌های سنگین در حدود چند ده کیلو الکترون ولت و در هسته‌های سبک در حدود ۱۰ میلیون الکترون است.

پرتوزایی طبیعی و نیمه عمر

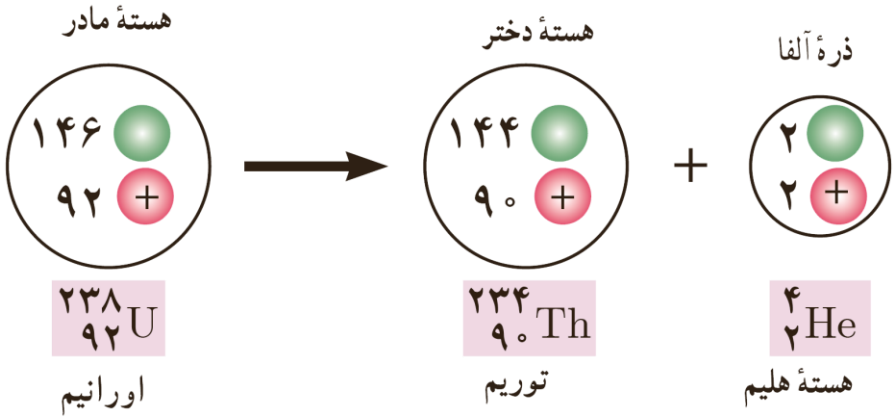
پرتوهای آلفا (α)، پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما(γ). پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقهٔ نازک سربی با ضخامت ناچیز($\approx 0/01mm$) متوقف می‌شوند، در حالی که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را ($\approx 0/1mm$) در سرب نفوذ می‌کنند. پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌ای سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌ای ($\approx 100mm$) بگذرند.

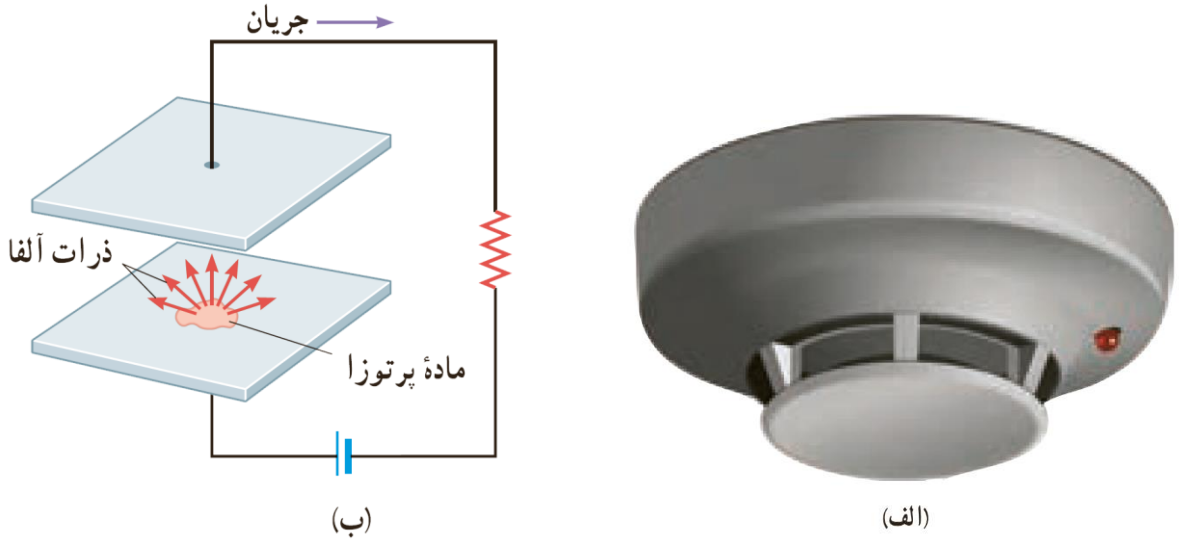


الف- گسیل پرتوی α ب- گسیل پرتوی β^- پ-گسیل پرتوی β^+ ت-گسیل پرتوی γ

واپاشی α

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}He $$

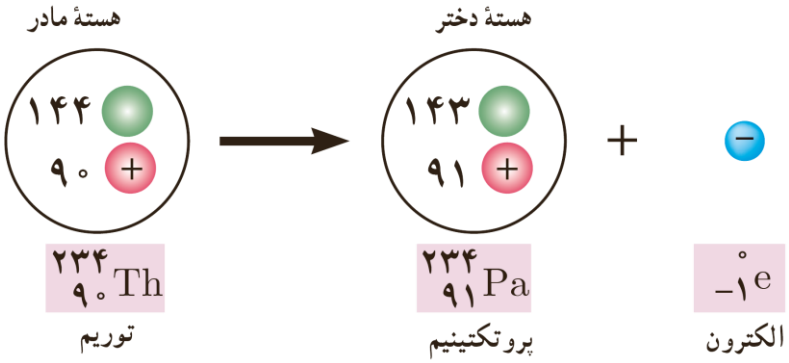




(ب) (الف)

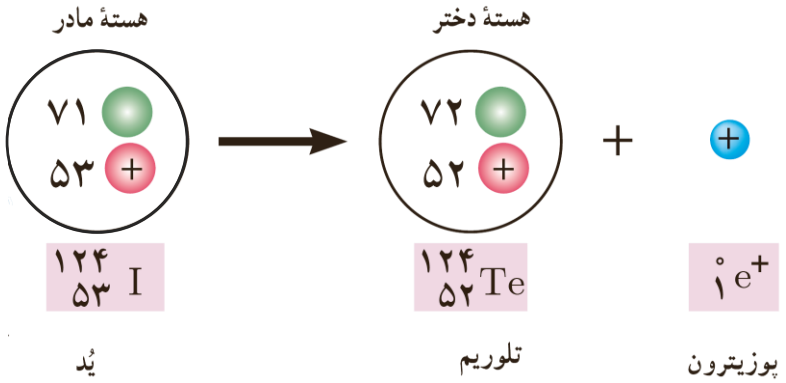
۲) اشعهٔ بتا (β): تابش اشعهٔ بتا به دو گونه است: الف) β^-_{-1}

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{A}_{Z+1}y \qquad {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{+1}P + {}^{0}_{-1}e$$

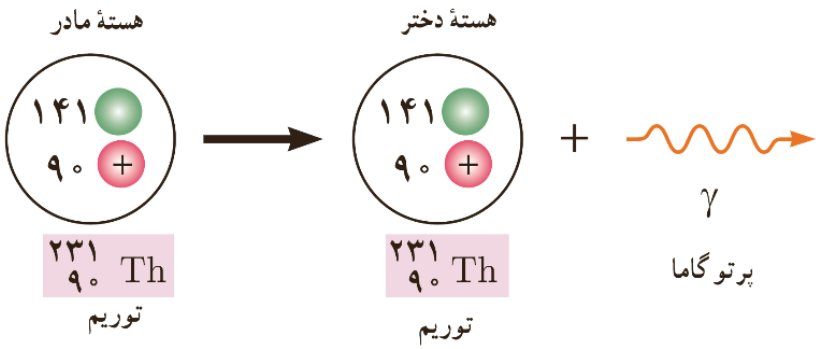


ب) β^+_{+1}

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}^{0}_{+1}\beta + {}^{A}_{Z-1}y \qquad {}^{1}_{+1}P \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$$



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



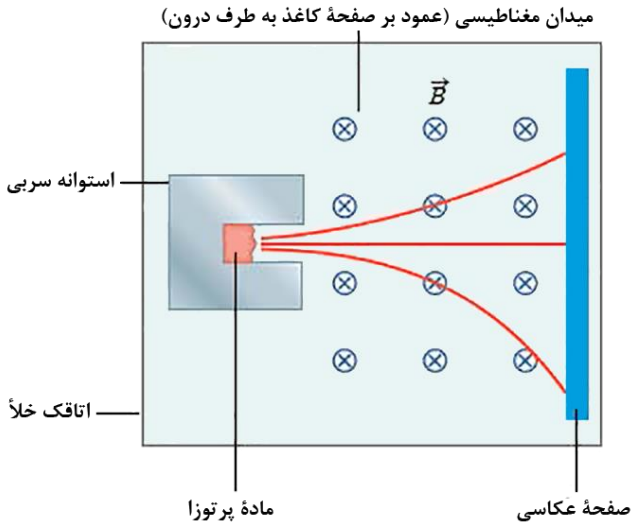
در تمام فعل و انفعالات هسته‌ای واکنش باید از نظر عدد جرمی و عدد اتمی موازنه باشد یعنی مجموع عددهای جرمی و اتمی در طرفین واکنش با هم برابر باشند.

مثال: هسته‌ی دختر به دست آمده از هر یک از واپاشی‌های زیر را به صورت $^{A}_{Z}X$ مشخیص کنید.

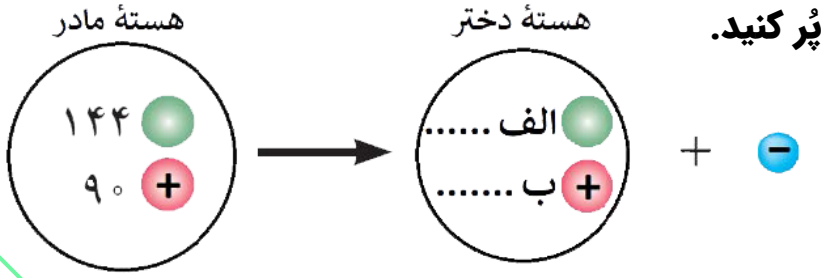
الف) $^{242}_{94}Pu$ واپاشی α انجام می‌دهد. **ب) سدیم $^{24}_{11}Na$ واپاشی β^- انجام دهد.**

پ) نیتروژن $^{13}_{7}N$ واپاشی β^- انجام دهد. **ت) $^{15}_{8}O$ واپاشی β^+ انجام دهد.**

مثال: در آزمایشی، پرتوهای آلفا و بتا و گامای حاصل از یک مادهٔ پرتوزا، از یک میدان مغناطیسی درونسو عبور کردهاند و مسیرهایی مطابق شکل پیمودهاند. کدام پرتو از پرتوهای ۱ و ۲ و۳ ،پرتوی گاما است؟ چرا؟



مثال: شکل زیر واپاشی بتای منفی (β^-) برای هستهٔ توریم $^{234}_{90}Th$ را نشان می‌دهد. جاهای خالی را با اعداد مناسب پُر کنید.



مؤلف و مدرس: مهرداد

مثال: جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان‌دهنده‌ی یک یا چند ذره‌ی α، β^+ یا β^- است. در هر واکنش، جای خالی را کامل کنید.

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

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

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

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

مثال: نپتونیم $^{237}_{93}Np$ 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 هسته‌ی نهایی چقدر است؟

مثال: سرب $^{207}_{82}Pb$ دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی α ، β^- حاصل شود. فرآیند های هر کدام را بنویسید.

مثال: نپتونیم $^{237}_{93}Np$ ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α، β^-، β^+ و γ صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هسته‌ی نهایی چقدر است؟

نیمه عمر عنصر رادیو اکتیو

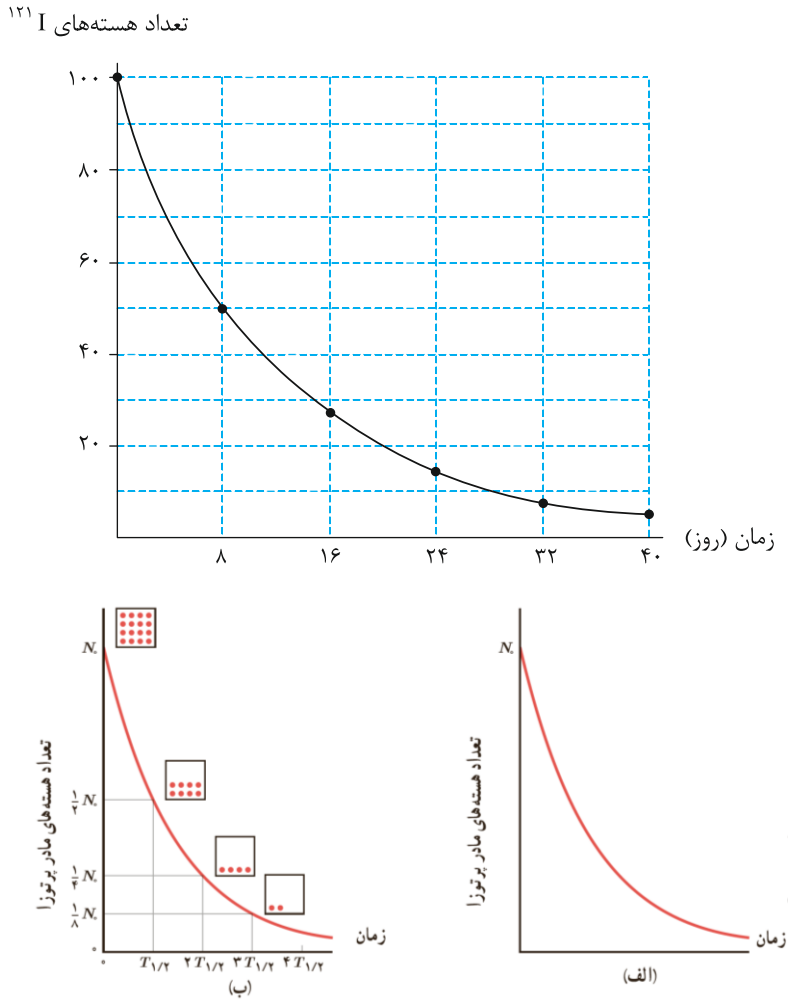
مدت زمانی که لازم است جرم یک عنصر رادیواکتیو در اثر تابش به نصف مقدار اولیه می‌رسد و نصف دیگر به عناصر جدید و محصولات دیگر تبدیل می‌شود.

هرچه نیمه عمر عنصر رادیواکتیو کوتاه‌تر باشد فعالیت آن شدیدتر است. شدت فعالیت عضو رادیواکتیو فقط به نیمه عمر بستگی داشته و عواملی چون دما و فشار و شرایط فیزیکی دیگر در آن بی‌تاثیر است.

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n}$$ تعداد اتم های باقیمانده / تعداد اتم‌های اولیه

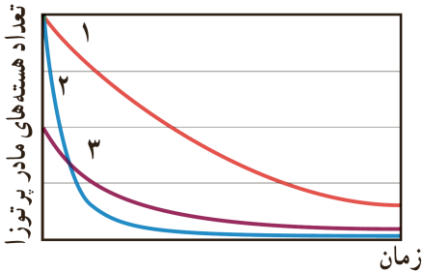
$$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{2^n}$$ جرم باقیمانده / جرم اولیه

$$n = \frac{t}{T}$$



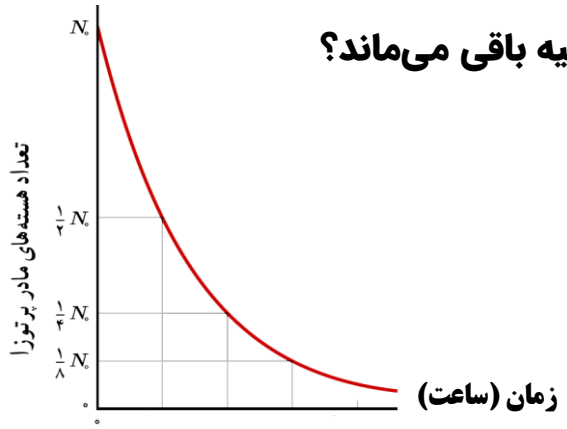
مثال: نیمه عمر یک هستهٔ پرتوزا ۴ ساعت است. پس از گذشت ۱۶ ساعت، چه کسری از ماده اولیه باقی می‌ماند؟

مثال: شکل روبه‌رو نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای سه نمونه را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمه‌عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید.



مثال: نیمه‌عمر یک نمونه‌ی پرتوزا ۴ روز است. پس از گذشت چند روز تعداد هسته‌های پرتوزای این نمونه به $\frac{۱}{۶۴}$ تعداد هسته‌های پرتوزای اولیه می‌رسد؟

مثال: نمودار زیر تعداد هسته‌های مادهٔ پرتوزا برحسب زمان را نشان می‌دهد. پس از گذشت ۸۰ ساعت چه کسری از هسته‌های اولیه باقی می‌ماند؟



مؤلف و مدرس: مهرداد

مثال: **نیمه‌عمر ایزوتوپی از بیسموت یک ساعت است. شکل روبه‌رو نمودار تعداد هسته‌های مادر پرتوزای این ایزوتوپ را بر حسب زمان نشان می‌دهد. t_1 چند ساعت است؟**