آموزش فیزیک هسته‌ای

به روش کتاب درسی

ساختار هسته / واپاشی و نیمه عمر / برهم کنش

پیشگامان: جراحی مغز / رادیوتراپی درمان وسواس

مکمل ← کشف پرتوزایی ← کشف هسته

شعاع هسته 10^{-5} برابر شعاع اتم

شعاع اتم $10^{-10}\,m$ آنگستروم

شعاع هسته $10^{-15}\,m$ فمتومتر

درون هسته ← p و n ← نوکلئون

جرم نوترون کمی بیشتر از پروتون است $\simeq 1u$

$m_p , m_n > 1u$

$\frac{1}{12} m_{^{12}C} \leftarrow 1u$ واحد جرم اتمی

تعداد پروتون ← عدد اتمی ← Z

تعداد نوترون ← عدد نوترونی ← N

تعداد پروتون و نوترون (تعداد نوکلئون) ← عدد جرمی A

$^{A}_{Z}X_{N}$

A ← الزامی

Z, N ← الزامی

ویژگی‌های هسته:
- پایداری
- پرتوزایی
- انرژی بستگی هسته‌ای
- انرژی حاصل از شکافت

← تعداد پروتون و نوترون

ویژگی شیمیایی عنصر ← تعداد پروتون

تعداد پروتون یک اتم ← خواص شیمیایی یک اتم ← یک خانه جدول مندلیف ← ایزوتوپ

^{35}Cl ^{37}Cl

$^{12}_{6}C$ $^{13}_{6}C$

فراوانی $^{1}_{1}H > ^{2}_{1}D > ^{3}_{1}T$

به فرجه دوترن ← بقیه ایزوتوپ ها نام مشکل دارند

بیشترین جرم اتم ← هسته ← $\rho = 1.^{14}\frac{g}{cm^3}$ ← ۹۹٫۹٪

دافعه کولنی $F \simeq 40\,N$ (بلند برد) کولنی هلیم

بین همه پروتون ها هسته

گرانش خیلی ضعیف

نیروی قوی هسته‌ای (کوتاه برد) ← جاذبه

بین همه نوکلئون ها مجاور

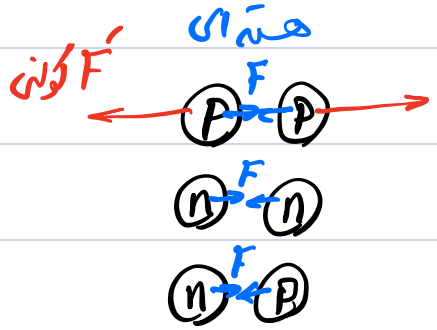
$\frac{N}{Z} : 1 \rightarrow 1.5$

به طور کلی اثر پروتون ها ← ناپایداری هسته

به طور کلی نوترون ها باعث پایداری هسته

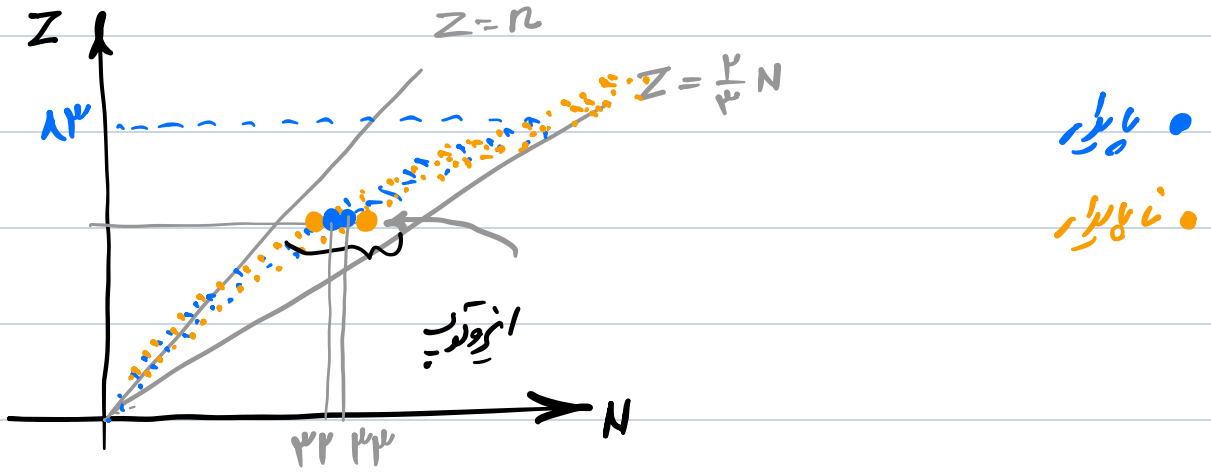
هرچه از هسته‌های سبک به سمت هسته‌های سنگین‌تر برویم

هسته‌های پایدار با بیشترین پروتون ← $Z = 83$ بیسموت Bi



در بین ناپایدارهای بعد از $Z > 83$ ← $Z = 90$ توریم ، $Z = 92$ اورانیوم

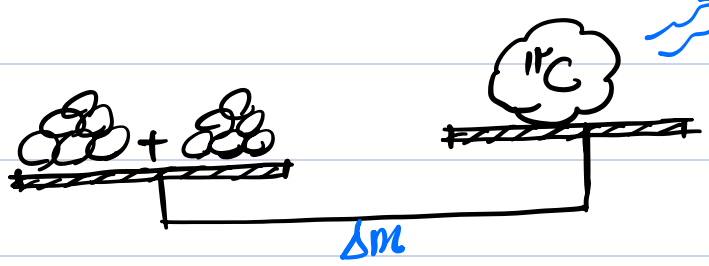
به علت نیمه عمر طولانی (میلیارد سال) بعد از گذشت ۱۴ میلیارد سال مقدار کمی از آن‌ها باقی شده است.



انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های هسته ← انرژی بستگی هسته‌ای

انرژی که هنگام تشکیل هسته از نوکلئون ها آزاد می‌شود.

$E = (\Delta m) c^2$ جرم



اختلاف جرم هسته و نوکلئون‌های تشکیل دهنده آن جرم کاستی هسته

نوکلئون‌ها با جذب انرژی ← به تراز بالاتر انرژی ← هسته برانگیخته است.

ΔE الکترون ← چند eV

ΔE نوکلئون‌ها ← چند KeV و MeV

واکنش شیمیایی ← انرژی چند eV ← الکترون‌ها را برانگیخته ← ولی نوکلئون‌ها برانگیخته نمی‌شوند

پرتوزایی طبیعی $\left\{ \begin{array}{l} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{array} \right.$

α : کمترین نفوذ در سرب 0.1mm / از هسته‌های سنگین ناشی می‌شود / جنس آن هسته هلیم $^{4}_{2}\alpha^{+2}$

سنگین / بزرگ / کوتاه 2cm یا 1 در هوا / قدرت تخریب بالا / آسیب بافت { تنفس / گوارش

β : 1mm نفوذ در سرب / نخستین پرتو کشف شده / مقدار دل برین / عدد جرم ثابت / عدد اتمی 1 واحد افزایش

$^{0}_{-1}\beta \rightarrow$ الکترون $(\bar{e}) \rightarrow n \rightarrow p^{+} + \bar{e}$

در هسته باقی می‌ماند — از هسته تابش می‌شود

$^{0}_{+1}\beta \rightarrow$ پوزیترون $(\overset{+}{e}) \rightarrow p^{+} \rightarrow n + \overset{+}{e}$

در هسته باقی می‌ماند — از هسته تابش می‌شود

γ : برخلاف α و β که از جنس ماده بودند، γ از جنس انرژی است (فوتون)

اغلب هسته‌ها پس از α یا β گسیل γ تابش می‌کنند

$$X^{*} \rightarrow X + \gamma$$

برانگیخته

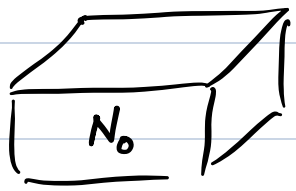
فوتون

Z نه A نه

مادر دختر

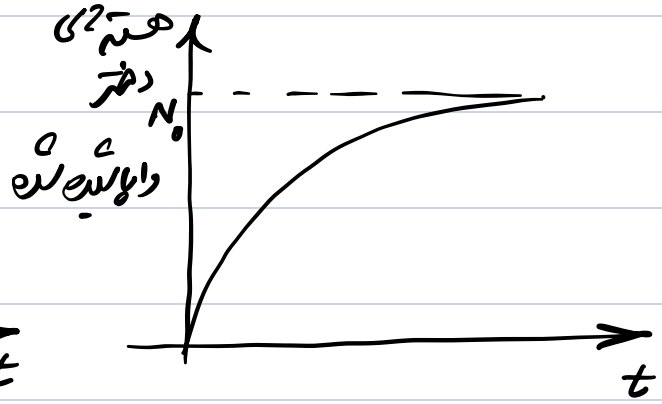
$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A'}_{Z'}X' + {}^{4}_{2}\alpha + {}^{0}_{-1}\beta + {}^{0}_{0}\gamma$$

در واپاشی α و β و γ تعداد نوکلئون‌ها تغییر نمی‌کند



ایزوتوپ‌های پرتوزا ← با گذشت زمان واپاشی می‌کنند

تجربی ← نیمه‌عمر $T_{1/2}$

نمونه‌های مادر به مرور زمان در یک نمونه به صفر میل می‌کنند

پرتوزا N : $\frac{N_0}{2^n} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ $\qquad n = \frac{\Delta t}{T_{1/2}}$