



فیزیک

پایه دوازدهم



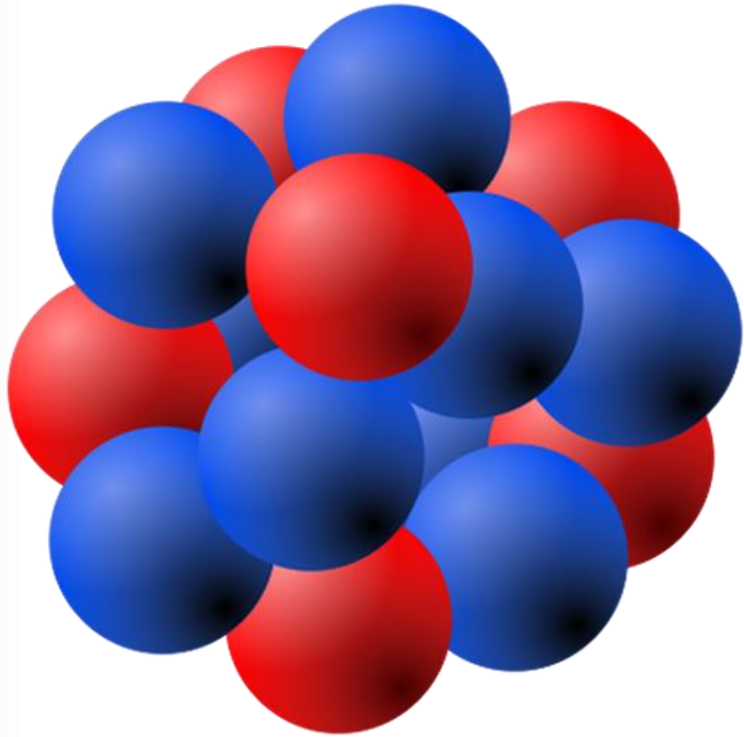
رهپویان
دانش و اندیشه

آشنایی با فیزیک هسته ای

ساختار هسته و انرژی بستگی هسته

مدرس: نیما نوروزی

ساختار هسته



هسته اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است، که به طور کلی **نوکلئون** نامیده می‌شوند. نوترون، بار الکتریکی ندارد ولی جرمش کمی بیشتر از پروتون است. تعداد نوترون‌های هسته، عدد نوترونی است و با N نشان داده می‌شود.

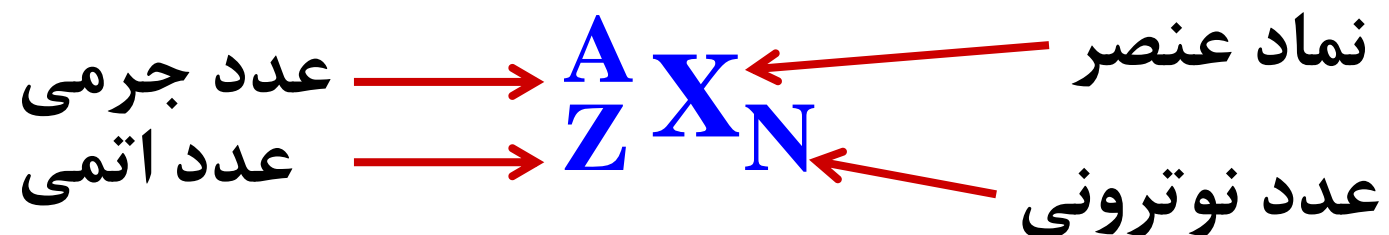
جرم		بار الکتریکی (C)	ذره
یکای جرم اتمی (u)	کیلوگرم (kg)		
$5 / 4858 \times 10^{-4}$	$9 / 109389 \times 10^{-31}$	$-1 / 6 \times 10^{-19}$	الکترون
1 / 007276	$1 / 672622 \times 10^{-27}$	$+1 / 6 \times 10^{-19}$	پروتون
1 / 008664	$1 / 674929 \times 10^{-27}$	0	نوترون

ساختار هسته

$$\underbrace{A}_{\text{تعداد پروتون ها و}} = \underbrace{Z}_{\text{تعداد پروتون ها}} + \underbrace{N}_{\text{تعداد نوترون ها}}$$

(عدد جرمی) (عدد اتمی) (عدد نوترونی)

برای یک عنصر با نماد شیمیایی X ، نماد هسته به صورت زیر نشان داده می شود:



ایزوتوپ‌ها

ویژگی‌های هر اتم را تعداد الکترون‌های آن اتم مشخص می‌کند. اما ویژگی‌های هسته را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن تعیین می‌کند؛ بنابراین، تعداد هسته‌های متفاوت موجود در طبیعت بسیار بیش‌تر از تعداد اتم‌های متفاوت است. هسته‌هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند ایزوتوپ (هم‌مکان) نامیده می‌شوند.

پایداری هسته

چه چیزی مانع از هم پاشیدن هسته می شود؟

روشن است که نوعی نیروی جاذبه‌ای باید هسته را به هم نگه دارد.

پایداری هسته

این موضوع وجود نیروی جدیدی بین نوکلئون‌ها را مطرح کرد که به آن **نیروی**

هسته‌ای گفته می‌شود. نیروی هسته‌ای دارای ویژگی‌های زیر می‌باشد:

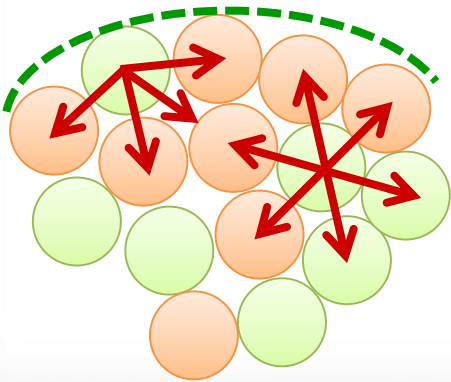
1- این نیرو مستقل از بار الکتریکی است. به همین دلیل از دید نیروی هسته‌ای

تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و دلیل نام‌گذاری آن‌ها با نام عام

نوکلئون نیز همین است.

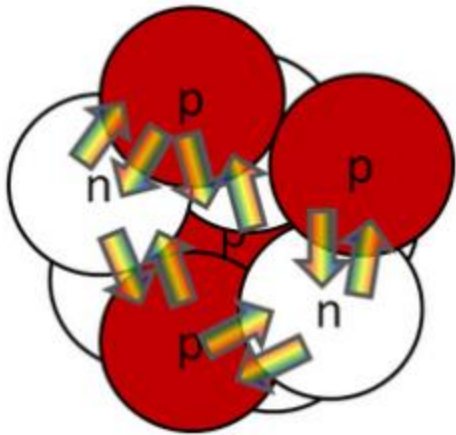
پایداری هسته

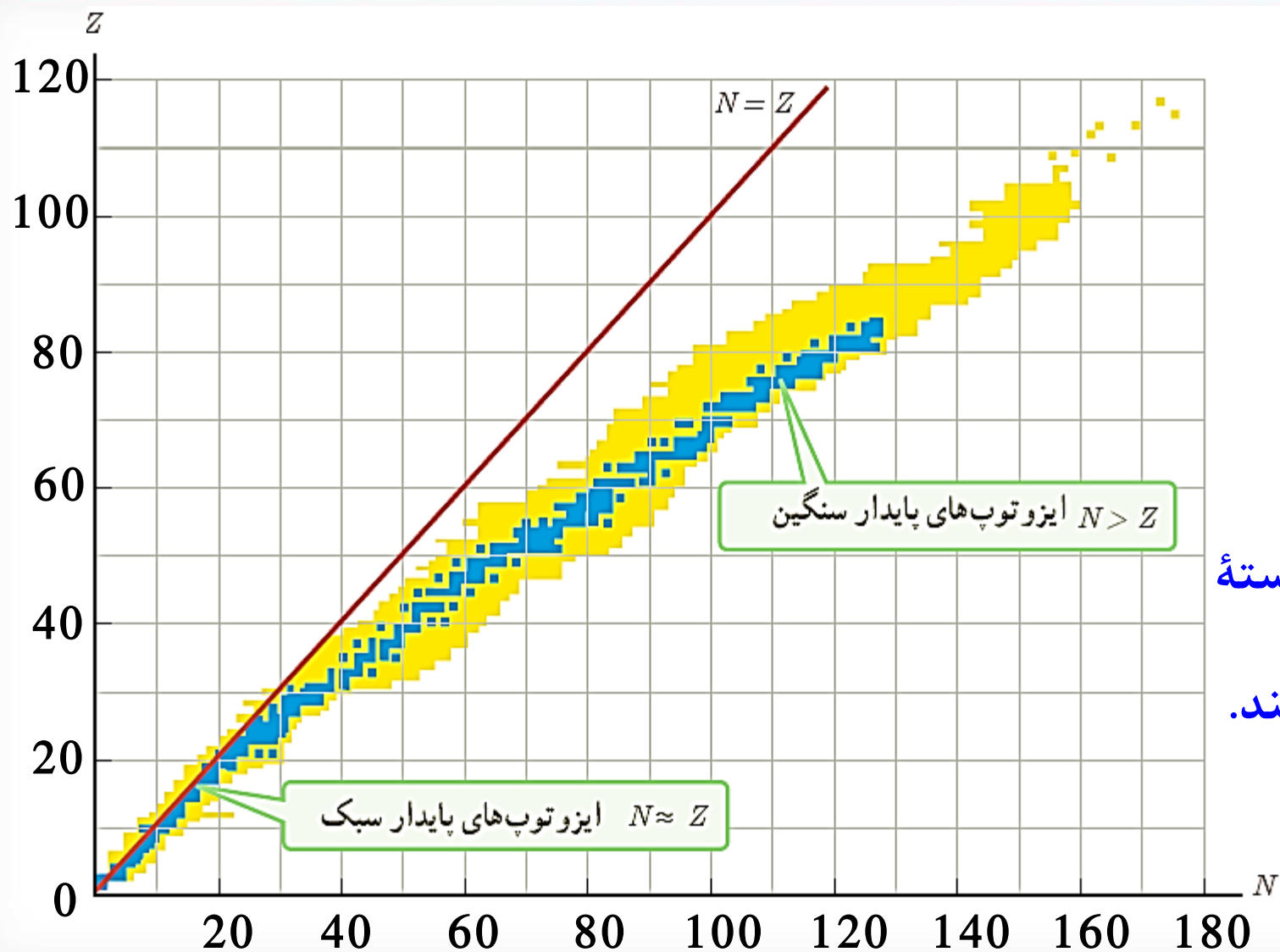
2- همچنین برد نیروی هسته‌ای، فوق‌العاده کوتاه است، وقتی دو نوکلئون به فاصله 10^{-15}m از یک‌دیگر هستند نیروی ربایشی بسیار قوی بین آنها وجود دارد و در فاصله‌های بزرگ‌تر در عمل صفر است. در حالی که نیروی الکتریکی بین دو پروتون، با افزایش فاصله جدایی بین آنها، به تدریج کاهش می‌یابد. بنابراین نیروی الکتروستاتیکی برخلاف نیروی هسته‌ای، بلند برد است.



پایداری هسته

برای این که هسته‌ای پایدار باشد، دافعه الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با جاذبه بین نوکلئون‌ها ناشی از نیروی هسته‌ای قوی، باید موازنه شده باشد. ولی به دلیل بلند برد بودن نیروی الکتروستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون‌های دیگر درون هسته را دفع می‌کند.





هر نقطه آبی رنگ نشان دهنده یک هسته پایدار است. نقاط زرد رنگ هسته های پرتوزای شناخته شده را نشان می دهند.

تست: در هسته یک اتم، نیروهای هسته‌ای:

(۱) نیروی جاذبه‌ای است که هر پروتون به تمام پروتون‌ها وارد می‌کند.

(۲) نیروی دافعه‌ای است که هر پروتون به تمام پروتون‌ها 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.

تست: در اندرکنش نوکلئون‌ها، نیروی هسته‌ای در مقایسه با نیروی کولنی چگونه است؟

(۱) ضعیف، بلندبرد

(۳) ضعیف، کوتاه‌برد

(۲) قوی، بلندبرد

(۴) قوی، کوتاه‌برد ✓

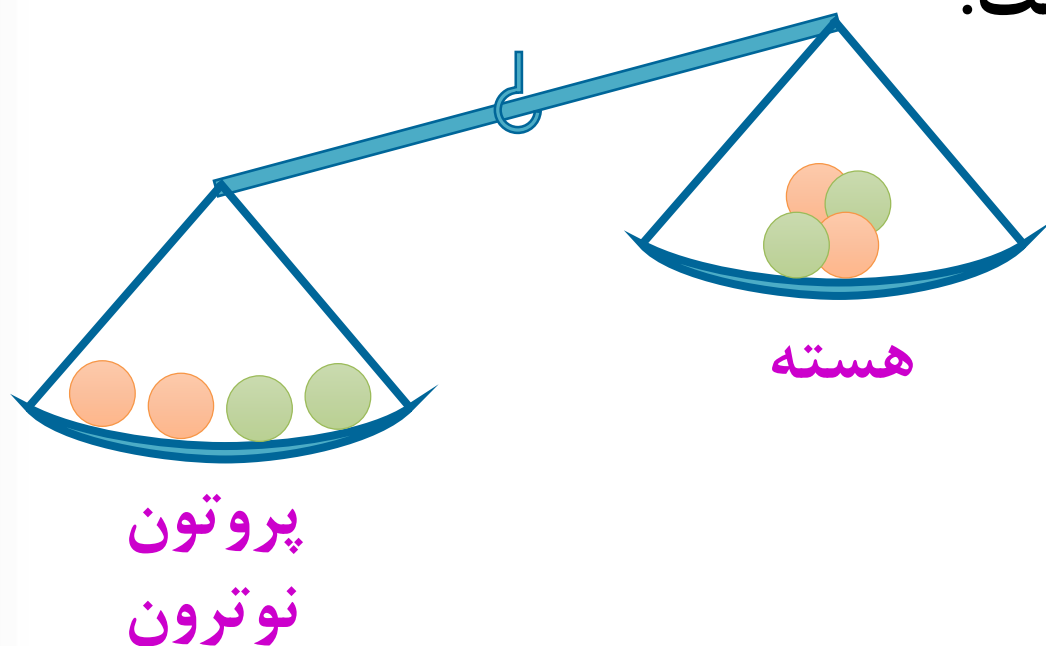
تست: در هسته اتم عناصر طبیعی، تعداد پروتون‌های هسته را با Z و تعداد نوترون‌ها را با N نشان می‌دهیم. اگر از سبک‌ترین اتم‌ها به سمت سنگین‌ترین آن‌ها برویم، نسبت $\frac{N}{Z}$ چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) ثابت می‌ماند. (۲) افزایش می‌یابد. ✓

(۳) کاهش می‌یابد. (۴) با نظم معینی کم و زیاد می‌شود

انرژی بستگی هسته‌ای

اندازه‌گیری‌های دقیق نشان داده است که جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده‌اش اندکی کمتر است.

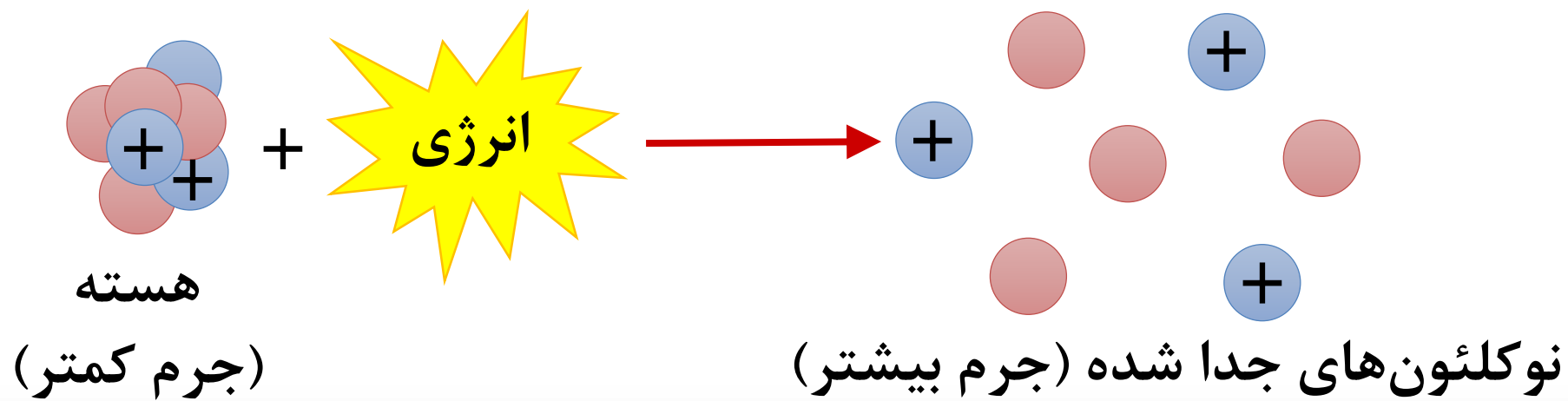


کاستی جرم هسته به کجا رفته است؟

$$(E = mc^2)$$

انرژی بستگی هسته‌ای

برای جدا کردن یک هسته پایدار به پروتون‌ها و نوترون‌های سازنده‌اش، انرژی لازم است. هر چه هسته پایدارتر باشد برای جدا کردن نوکلئون‌ها از یک‌دیگر، مقدار انرژی بیشتری مورد نیاز است. انرژی لازم برای این منظور، **انرژی بستگی هسته‌ای** نامیده می‌شود.



تست: در یک هسته پایدار، جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده هسته:

(۱) مساوی جرم هسته است.

(۲) مساوی جرم تبدیل شده به انرژی بستگی هسته است.

(۳) بزرگ‌تر از جرم هسته است. ✓

(۴) کوچک‌تر از جرم تبدیل شده به انرژی بستگی هسته است.

تست: هر چه مجموع نوترون‌ها و پروتون‌های یک هسته اتم از جرم آن هسته بیشتر باشد، انرژی بستگی هسته ----- است و آن هسته ----- است.

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| (۱) بیش‌تر - پایدارتر ✓ | (۲) کم‌تر - پایدارتر |
| (۳) کم‌تر - ناپایدارتر | (۴) بیش‌تر - ناپایدارتر |

تست: اگر جرم هسته اتم هلیم (${}^4_2\text{He}$) برابر با $6/65 \times 10^{-27} \text{ kg}$ باشد، انرژی بستگی هسته آن چند ژول است؟ (درصد پاسخ صحیح 23٪)

$$(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}, M_p = 1/67 \times 10^{-27}, M_n = 1/68 \times 10^{-27} \text{ kg})$$

$$4/5 \times 10^{-12} \{ 1$$

$$4/6 \times 10^{-11} \{ 2$$

$$3 \times 10^{-11} \{ 3$$

$$3/5 \times 10^{-11} \{ 4$$

(آزمون کانون فرهنگی آموزش - قلم‌چی)

پاسخ:

$$B = [ZM_p + NM_n - M_x]c^2$$

$$\Rightarrow B = [2(1/67 + 1/68) - 6/65] \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$\Rightarrow B = 4/5 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$$4/6 \times 10^{-11} (2)$$

$$4/5 \times 10^{-12} (1) \checkmark$$

$$3/5 \times 10^{-11} (4)$$

$$3 \times 10^{-11} (3)$$

رهپویان

دانش و اندیشه

