

آزمون حضوری
شماره دوازده



رشته ریاضی
پایه دوازدهم

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

این مرورنامه، ویژه مباحث جدید آزمون است. مرورنامه مباحثی که در آزمون‌های قبل به آن‌ها پرداخته شده، در پنل کاربری شما قابل دریافت است و در این فایل از تکرار آن پرهیز شده است.

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
فیزیک	فیزیک دوازدهم فصل ۵ و ۶ - صفحه ۱۱۵ تا ۱۵۶	۲	۱۶	امین امینی - داوود پاشا	نرجس تیمناک



فصل ۵: آشنایی با فیزیک اتمی

فوتون -

نور به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی به نام فوتون در نظر گرفته می‌شود.

$$E = hf \quad (E = nhf) \quad \text{انرژی یک فوتون (فوتون‌ها)}$$

$$h: \text{ثابت پلانک: } 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$n: \text{تعداد فوتون هم‌بسامد}$$

روابط

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t} \quad \text{توان چند لامپ تک‌فام (تابشگر فوتون‌های هم‌بسامد):}$$

\downarrow (w) \downarrow زمان تابش (n) فوتون (s)

$$\text{الکترون‌ولت (eV)}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{|q|} = 1V = \frac{\Delta U}{1.6 \times 10^{-19}} \Rightarrow \Delta U = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Rightarrow 1e.V = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \times \frac{1eV}{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}} \Rightarrow h \approx 4.14 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$$

ثابت پلانک برحسب الکترون‌ولت در ثانیه:

نکته

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{v=c} \lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow E = \frac{hc}{\lambda} \xrightarrow{hc=1240 \text{ eV.nm}} \frac{1240 \text{ (eV.nm)}}{\lambda \text{ (nm)}}$$

نکته

$$\frac{P_r}{P_1} = \frac{n_r}{n_1} \times \frac{f_r}{f_1} \times \frac{t_1}{t_r} \quad \text{یا} \quad \frac{P_r}{P_1} = \frac{n_r}{n_1} \times \frac{\lambda_1}{\lambda_r} \times \frac{t_1}{t_r}$$

روابط نسبیتی:

شدت تابشی نور:

$$I = \frac{E}{At}$$

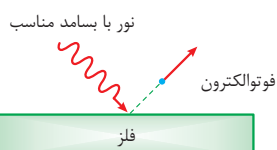
\uparrow انرژی فوتون‌های رسیده به سطح (J)
 $\swarrow \searrow$
 مساحت سطح (m²) زمان اندازه‌گیری (s)

اثر فوتوالکتریک -

با تابش نوری با بسامد مناسب به سطح فلز، الکترون‌ها از سطح فلز کنده می‌شوند. این پدیده فوتوالکتریک نام دارد.

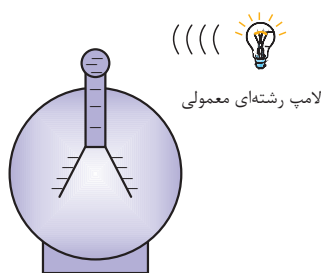
به الکترون‌های گسیل‌شده، فوتوالکتریک می‌گویند.

تابع کار (W_۰): کم‌ترین کار (انرژی) لازم برای جداکردن سست‌ترین الکترون از سطح فلز

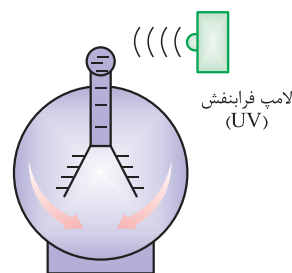




آزمایش فوتوالکتریک در الکتروسکوپ



لامپ معمولی نتوانسته باعث گسیل الکترون شود و تغییری در ورقه‌ها ایجاد نشده.



نور فرابنفش باعث گسیل تعدادی الکترون شده و ورقه‌ها به سرعت به هم نزدیک می‌شوند.

نکته

شرط رخ دادن پدیده فوتوالکتریک: (طول موج آستانه) $\lambda \leq \lambda_0$ یا (بسامد آستانه) $f \geq f_0$ یا $hf \geq W_0$

نکته

- هر الکترون برای گسیل شدن تنها با یک فوتون برهم‌کنش می‌کند.
- تابع کار، بسامد آستانه و طول موج آستانه به جنس فلز بستگی دارد.

بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترها

طبق قانون پایستگی انرژی:

مابقی انرژی فوتون باعث پرت شدن الکترون‌ها می‌شود.

$$hf = W_0 + K_{\max}$$

انرژی فوتون‌ها

انرژی مورد نیاز برای گسیل فوتوالکترها

$$hf = W_0 + K_{\max} \Rightarrow K_{\max} = hf - W_0$$

سست‌ترین الکترون بیشترین انرژی را دارد.

معادله فوتوالکتریک:

نکته

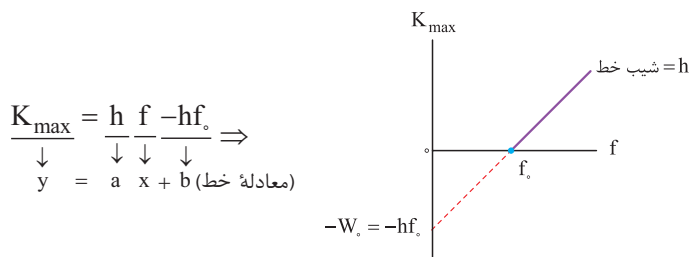
اگر بسامد نور تابشی n برابر شود، انرژی جنبشی بیشینه فوتوالکترها از n برابر، بیشتر خواهد شد.

نکته

طول موج آستانه (λ_0)	بسامد آستانه (f_0)
بیشترین طول موج نور برای گسیل کردن الکترون‌ها	کم‌ترین بسامد نور برای گسیل کردن الکترون‌ها
$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{hc}{W_0}$	$K_{\max} = hf - W_0 \xrightarrow{f=f_0, K_{\max}=0} hf = W_0$
$K_{\max} = hf - hf_0 \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$	$\Rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h}$
$\Rightarrow K_{\max} = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$	$K_{\max} = hf - hf_0$

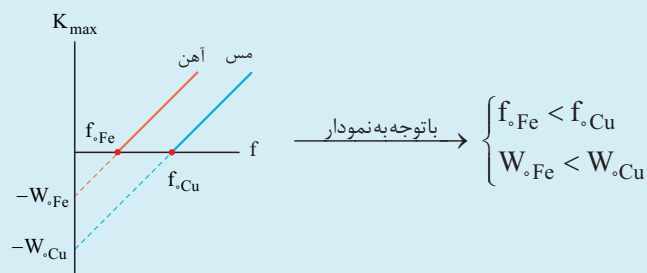


نمودار $K_{\max} - f$:



نکته

نمودار همه فلزها با هم موازی هستند.



نکته

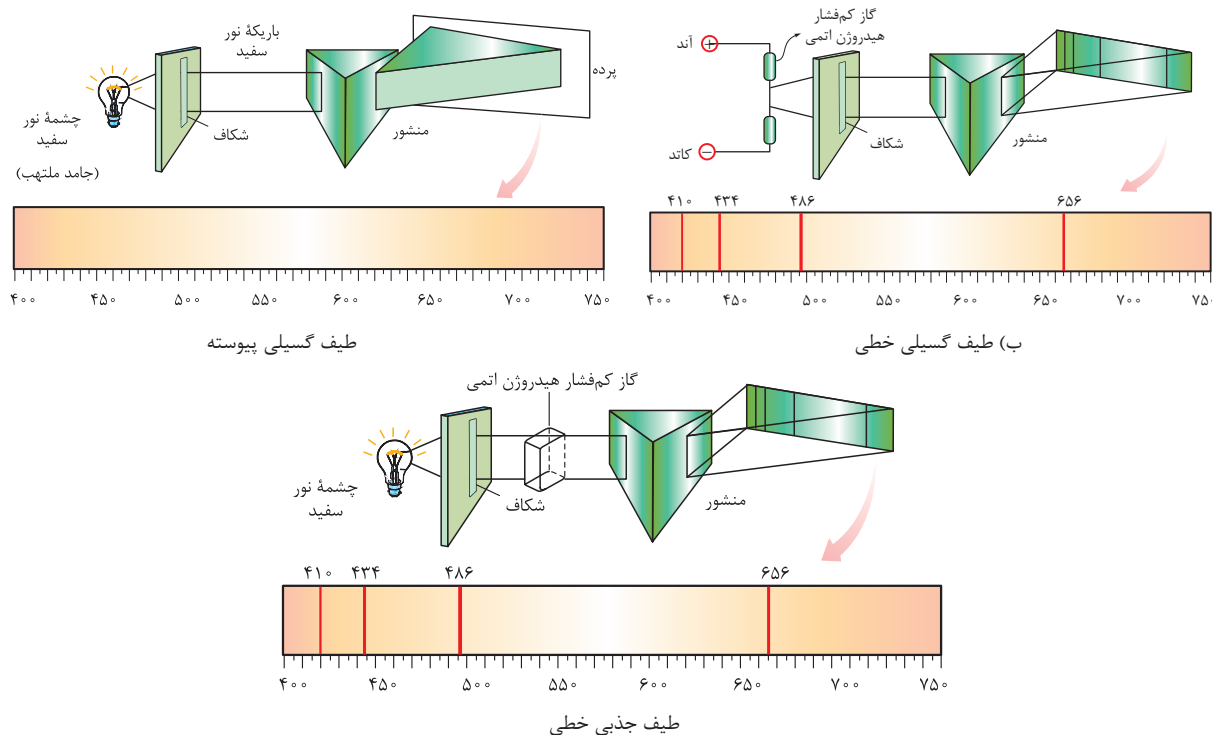
نتیجه آزمایش	فیزیک جدید (نظریه اینشتین)	فیزیک کلاسیک
تأیید فیزیک جدید	فوتوالکتریک در بسامدهای بیشتر از بسامد آستانه یا برابر با آن رخ می‌دهد.	فوتوالکتریک با هر بسامدی رخ می‌دهد.
تأیید فیزیک جدید	بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریکها مستقل از شدت نور تابشی است.	بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریکها به شدت نور وابسته است.

نکته

انرژی فوتون	بسامد نور تابشی	طول موج نور تابشی	اثر فوتوالکتریک	افزایش شدت تابش نور	بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک آزاد شده
$E > W_0$	$f > f_0$	$\lambda < \lambda_0$	رخ می‌دهد.	باعث افزایش فوتونهای تابشی و افزایش فوتوالکتریکها می‌شود.	$K_{\max} > 0$
$E = W_0$	$f = f_0$	$\lambda = \lambda_0$	رخ می‌دهد.	باعث افزایش فوتونهای تابشی و افزایش فوتوالکتریکها می‌شود.	$K_{\max} = 0$
$E < W_0$	$f < f_0$	$\lambda > \lambda_0$	رخ نمی‌دهد.	تأثیری ندارد و الکترون جدا نمی‌شود.	—

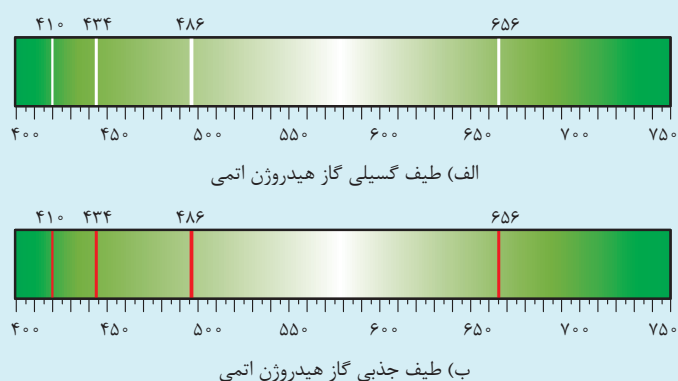
طیف‌های اتمی -

نوع طیف	عامل تولید	علت تشکیل	ویژگی‌های طیف
گسیلی پیوسته	جامدهای ملتهب	برهم‌کنش قوی بین اتم‌ها	<ul style="list-style-type: none"> به دما بستگی دارد اما به جنس جامد بستگی ندارد. گسسته‌اند (تعداد محدود طول موج) شدت نور خط‌ها یکسان نیست.
گسیلی خطی	گازهای رقیق و کم‌فشار برانگیخته	جهش الکترون‌ها از ترازهای بالا به پایین	برای هر گاز منحصر به فرد است.
جذبی خطی	عبور نور سفید از یک گاز رقیق و کم‌فشار	جهش الکترون‌ها از ترازهای پایین به بالا	<ul style="list-style-type: none"> برای هر گاز منحصر به فرد است. گسسته‌اند (تعداد محدود طول موج)



نکته

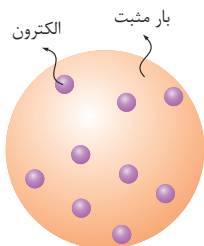
مقایسه طیف گسیلی خطی و طیف جذبی خطی



طول موج‌های گسیل شده و جذب شده کاملاً بر هم منطبق هستند.



– مدل‌های اتمی –



معروف به کیک کشمش

کاشف الکترون

الکترون‌ها با بسامد معین حول وضع تعادل خود نوسان می‌کنند.

نسبت بار به جرم الکترون را به دست آورد.

(۱) نمی‌توانست طیف خطی عناصر را توجیه کند.

(۲) بسامد امواج الکترومغناطیسی گسیلی را به درستی پیش‌بینی نکرد.

الف) مدل اتمی تامسون

علت ناکامی

● بار مثبت به صورت همگن در اتم پخش است.

● الکترون‌ها در فضای اتم پراکنده هستند.

معروف به مدل اتم هسته‌ای

اتم، هسته‌ای با چگالی بالا دارد و بار هسته مثبت است.

بیشتر جرم اتم در هسته است.

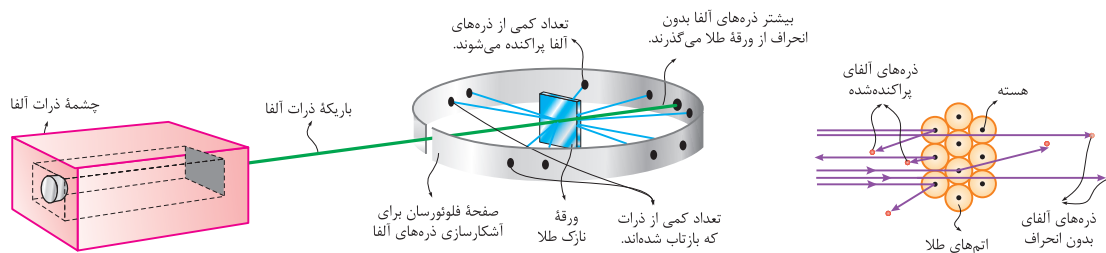
بیشتر فضای اتم خالی است.

ب) مدل اتمی رادرفورد

علت ناکامی

(۱) به چگونگی قرار گرفتن الکترون در اتم و هم‌چنین ساکن یا متحرک بودن آن‌ها اشاره‌ای نکرد.

(۲) قادر به توجیه‌کردن طیف گسسته اتمی نیست.



نکته

انرژی الکترون	شعاع مدار الکترون	بسامد حرکت الکترون	بسامد موج الکترومغناطیسی گسیلی	طول موج موج الکترومغناطیسی گسیلی	نیروی الکتریکی وارد بر الکترون
کاهش	کاهش	افزایش	افزایش	کاهش	افزایش

پ) مدل اتمی بور

ناپایداری اتم در مدل رادفورد را حل کرد.

معادله ریدبرگ برای طیف خطی اتم هیدروژن نتیجه داد.

۱) مدارها و انرژی‌های الکترون در هر اتم کوانتیده است.

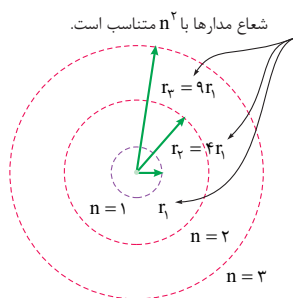
شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن:

شماره مدار

$$r_n = a_0 \cdot n^2$$

↓

$a_0 = 5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$ (کوچکترین شعاع مدار (n=1) (شعاع بور)



انرژی الکترون در اتم هیدروژن:

$$E_n = -\frac{13.6 \text{ eV}}{n^2} = -\frac{E_R}{n^2}$$

$$E_1 = -13.6 \text{ eV} \Rightarrow (E_R) \text{ یک ریدبرگ}$$

$$\frac{E_{n'}}{E_n} = \frac{r_n}{r_{n'}} = \left(\frac{n}{n'}\right)^2$$

فرضیه‌های مدل اتمی بور

۲) وقتی الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ‌گونه تابش الکترومغناطیسی ندارد، در این حالت

می‌گوییم الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

۳) الکترون می‌تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود.

انرژی فوتون تابش شده

$$E_U - E_L = hf$$

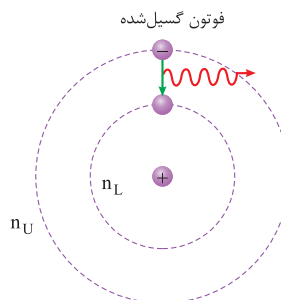
↓

حالت مانا با انرژی کمتر

↑

حالت مانا با انرژی بیشتر

$$hf = E_R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) \quad (\text{معادله گسیل فوتون از اتم})$$



۱) برای اتم‌هایی با بیشتر از یک الکترون کارایی ندارد.

۲) نمی‌تواند شدت نور خط‌های طیف گسیلی را توجیه کند.

نکته

نمودار ترازهای انرژی الکترون برای اتم هیدروژن:





توجه در دمای اتاق، الکترون بیشترین زمان را در حالت پایه دارد.

نکته

طیف خطی هیدروژن شامل ۴ خط در گستره نور مرئی است.

معادله ریدبرگ -

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) (n' < n)$$

→ ثابت ریدبرگ: $10967758 \text{ (nm)}^{-1}$

$$\rightarrow R = \frac{E_R}{hc}$$

نکته

$$\text{الف) اگر } \Delta n = 1 \Rightarrow \lambda = \lambda_{\max} \xrightarrow{E = \frac{hc}{\lambda_{\max}}} E = E_{\min}$$

$$\text{ب) اگر } \Delta n = \infty \Rightarrow \lambda = \lambda_{\min} \xrightarrow{E = \frac{hc}{\lambda_{\min}}} E = E_{\max}$$

نکته

تعداد فوتون‌های تابشی در اتم هیدروژن:

خط طیفی nام

$$N = \frac{n(n-1)}{2}$$

نام‌گذاری رشته‌های طیف خطی هیدروژن:

نام طیف	شماره مدار پایین‌تر (n') (مدار مقصد)	رابطه ریدبرگ مربوط به رشته	شماره مدار بالاتر (n)	ناحیه طیف
لیمان	۱	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۲, ۳, ۴, ...	فرابنفش
بالمر	۲	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۳, ۴, ۵, ...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۴, ۵, ۶, ...	فروسرخ
براکت	۴	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۵, ۶, ۷, ...	فروسرخ
پفوند	۵	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۶, ۷, ۸, ...	فروسرخ

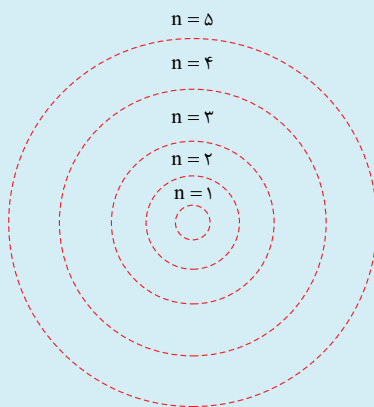
نکته

$$n = n' + k \Leftarrow n' \text{ کلام رشته}$$

● انرژی یونش: کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه و بردن آن به بالاترین حالت برانگیخته

نکته

با افزایش n در اتم هیدروژن، اختلاف فاصله در مدارهای کنار هم بیشتر می‌شود.



$$r_n = n^2 a_0$$

$$\left. \begin{aligned} r_1 &= a_0 \\ r_2 &= 4a_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow r_2 - r_1 = 3a_0$$

$$\left. \begin{aligned} r_3 &= 9a_0 \\ r_4 &= 16a_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow r_4 - r_3 = 7a_0$$

$$\Rightarrow r_4 - r_3 > r_2 - r_1$$

- لیزر -

الکترون از تراز انرژی بالا به تراز انرژی پایین گذر کند، یک فوتون گسیل می‌شود.

گسیل القایی	گسیل خودبه‌خودی
با فوتون ورودی، الکترون برانگیخته تحریک می‌شود تا به تراز انرژی پایین‌تر برود. $E_U - E_L = \text{انرژی فوتون ورودی}$	فوتون در جهت کاتوره‌ای گسیل می‌شود. $E_U - E_L = hf$ (انرژی فوتون تابش شده)

هر فوتون ورودی می‌تواند دو فوتون خارج کند.

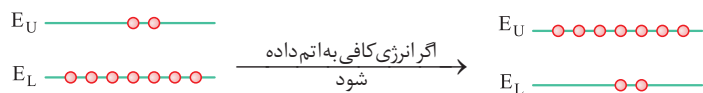
نکات گسیل القایی: فوتون ورودی و فوتون گسیل شده هم‌سامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

● لیزر: چشمه نوری که تمامی پرتوهای خروجی از آن با تقریب خوبی با هم موازی هستند.

اساس کار لیزر، گسیل القایی است.



● وارونی جمعیت:



بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند.

الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد.

$$10^{-8} \text{ s} \xrightarrow[\text{پایدار در لیزرها}]{\text{استفاده از ترازهای شبه}} 10^{-3} \text{ s}$$

زمان محدودی الکترون‌ها در حالت برانگیخته به کمک شبه‌ترازها
زمان محدودی الکترون‌ها در حالت برانگیخته

فصل ۶: آشنایی با فیزیک هسته‌ای

– ساختار هسته –

ذره	بار الکتریکی (C)	جرم	
		یکای جرم اتمی (u)	کیلوگرم (kg)
پروتون	$+1/6 \times 10^{-19}$	1/007276	$1/672622 \times 10^{-27}$
نوترون	۰	1/008664	$1/674929 \times 10^{-27}$
الکترون	$-1/6 \times 10^{-19}$	$5/4858 \times 10^{-4}$	$9/109389 \times 10^{-31}$

نکته

شعاع هسته $\frac{1}{10^5}$ برابر شعاع اتم و $\frac{1}{10^{15}}$ از کل حجم اتم را هسته اشغال کرده است.

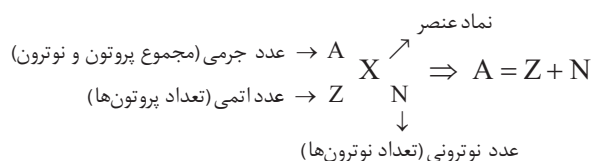
نکته

چگالی هسته بسیار زیاد و از مرتبه 10^{14} g/cm^3 است.

نکته

به پروتون یا نوترون، نوکلئون می‌گویند.

نمایش هسته



ایزوتوپ

- هسته‌هایی که عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوتی دارند. (تعداد پروتون‌ها \neq تعداد نوترون‌ها)
- ویژگی‌ها
 - خواص شیمیایی یکسان $\xleftarrow{\text{علت}}$ عدد اتمی یکسان
 - جایگاه برابری در جدول تناوبی دارند.
 - خواص شیمیایی یکسان اما خواص فیزیکی متفاوتی دارند.

نکته

جرم اتمی هر عنصر، میانگین جرم‌های اتمی ایزوتوپ‌های آن است.

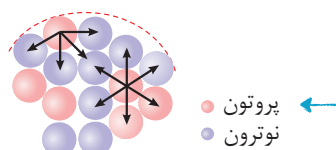
نکته

ایزوتوپ‌های هیدروژن و کربن

نام عنصر	نماد	Z	N	درصد فراوانی در طبیعت	نام عنصر	نماد	Z	N	درصد فراوانی در طبیعت
هیدروژن-۱	H	۱	۰	۹۹/۹۸۸۵	کربن-۱۲	^{12}C	۶	۶	۹۸/۹۳
دوتریم (هیدروژن-۲، ^2H)	D	۱	۱	۰/۰۱۱۵	کربن-۱۳	^{13}C	۶	۷	۱/۰۷
تریتم (هیدروژن-۳، ^3H)	T	۱	۲	بسیار نادر	کربن-۱۴	^{14}C	۶	۸	یافت نمی‌شود.

پایداری هسته

- نیروی گرانشی: نیرویی ناچیز به دلیل جرم کم نوکلئون‌ها
- نیروی دافعه الکتروستاتیکی: نیروی دافعه بین پروتون‌های هسته (عامل ناپایداری)
- نیروی دافعه بین نوکلئون‌ها
 - نیروی هسته‌ای: نیرویی که باعث پایداری هسته شده است.
 - بین دو پروتون، دو نوترون و یک پروتون و نوترون وجود دارند.
 - اندازه نیروی بین نوکلئون‌ها با هم برابر است.
 - نیرویی کوتاه‌برد است. دو نوکلئون غیرمجاور عملاً نیروی هسته‌ای ندارند.
 - نیرویی ربایشی است.
 - از دو نیروی دیگر قوی‌تر است.



توجه نیروی الکتروستاتیکی برخلاف نیروی هسته‌ای نیرویی بلندبرد است.

ناپایداری هسته‌های سنگین

هسته به حالت ناپایدار درمی‌آید \rightarrow افزایش نیروی دافعه الکتروستاتیکی بیشتر از افزایش نیروی هسته‌ای می‌شود \rightarrow افزایش تعداد پروتون‌های هسته

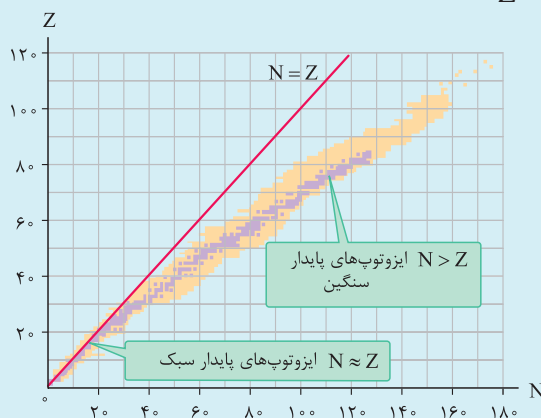
نکات مهم

- هسته‌هایی با عدد اتمی بالاتر از ۸۳ ناپایدارند.
- $^{209}_{83}\text{Bi}$ (بیس‌موت)، هسته پایدار با بیشترین عدد اتمی
- توریم ($Z=90$) و اورانیوم ($Z=92$) تنها هسته‌های ناپایدار موجود در طبیعت هستند $\xleftarrow{\text{علت}}$ واپاشی بسیار کند.



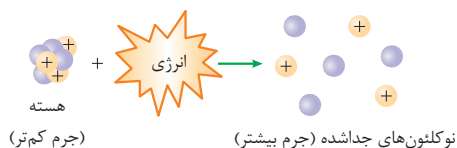
نکته

(۱) هر چه هسته سنگین تر شود، نسبت $\frac{N}{Z}$ افزایش می‌یابد.



نمودار تغییرات Z بر حسب N برای هسته‌های پایدار و پرتوزا

(۲) ایزوتوپ‌ها روی یک خط افقی قرار دارند.



انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های هسته

کاستی جرم هسته: جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده آن کمتر است؛ به این اختلاف کاستی جرم هسته می‌گویند.

انرژی بستگی هسته‌ای

انرژی بستگی هسته (J)

$$E = mc^2 \rightarrow (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2$$

کاستی جرم هسته (kg)

محاسبه انرژی بستگی هسته‌ای:

تراز انرژی: انرژی الکترون‌ها و نوکلئون‌ها کوانتیده است. (هر مقدار دلخواهی نمی‌توانند داشته باشند).

نکته

(۱) اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌ها از مرتبه 10^6 eV است.

(۲) اختلاف انرژی ترازهای الکترون‌ها از مرتبه 1 eV است.

(۳) هسته برانگیخته به حالت پایه برود \leftarrow گسیل فوتون با انرژی بسیار بالا
الکترون از تراز بالا به تراز پایین برود \leftarrow گسیل فوتون با انرژی بسیار کم‌تر از هسته

توجه نماد هسته برانگیخته ${}^A_Z X^*$

نکته

هسته‌ها با واکنش شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.



- پرتوزایی -

آزادسازی فوتون‌های پرانرژی یا ذراتی معین توسط هسته‌های ناپایدار

نام واپاشی	ذره یا پرتوی تابش شده	هسته مادر	هسته دختر	تغییر مکان در جدول تناوبی عنصرها	معادله واکنش
α	${}^4_2\text{He}$	${}_Z^AX$	${}_{Z-2}^{A-4}Y$	دو خانه به عقب	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + \alpha$
β^-	${}_{-1}^0e^-$	${}_Z^AX$	${}_{Z+1}^AY$	یک خانه به جلو	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + \beta^-$
β^+	${}_{+1}^0e^+$	${}_Z^AX$	${}_{Z-1}^AY$	یک خانه به عقب	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + \beta^+$
γ	${}^0_0\gamma$	${}_Z^AX$	${}_Z^AX$	بدون تغییر	${}_Z^AX \rightarrow {}_Z^AX + \gamma$

- نکات تکمیلی -

(الف)

ذره آلفا (α)	ذرات β^+ و β^-	ذره گاما (γ)
(۱) ذره‌ای سنگین با جرمی ۴ برابر پروتون (۲) بار این ذره برابر ۲ پروتون است. (۳) برد کوتاه پس از گسیل (۴) نفوذپذیری کم (۵) در آشکارسازهای دود کاربرد دارد.	(۱) واپاشی β^+ پوزیترون نام دارد. (۲) تبدیل نوترون به پروتون و الکترون: β^- ${}_1^1N \rightarrow {}_1^1P + {}_{-1}^0e$ (۳) تبدیل پروتون به نوترون و الکترون: β^+ ${}_1^1P \rightarrow {}_1^1N + {}_{+1}^0e$ (۴) جرم کمی دارند.	(۱) حاصل تغییر تراز انرژی نوکلئون‌های هسته (۲) نفوذپذیری بالا (۳) از نظر بارداری بودن، خنثی هستند.

(ب) در تمام واپاشی‌ها، مجموع عدد جرمی و مجموع عدد اتمی در دو طرف واکنش برابر است.

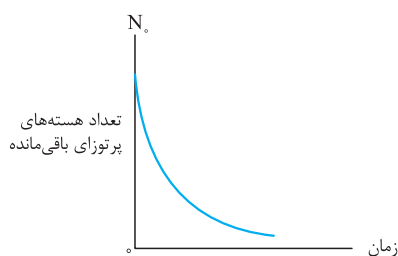
(پ) نفوذپذیری $\alpha > \beta > \gamma$ نفوذپذیری

- نیمه عمر -

مدت زمانی که طول می‌کشد تعداد هسته‌های یک ایزوتوپ ناپایدار نصف شود.

زمان	0	$T_{\frac{1}{2}}$	$2T_{\frac{1}{2}}$	$3T_{\frac{1}{2}}$	\dots
تعداد هسته‌های باقی‌مانده	N_0	$\frac{N_0}{2}$	$\frac{N_0}{4}$	$\frac{N_0}{8}$	\dots

روابط نیمه عمر



مدت زمان سپری شده

تعداد هسته‌های اولیه

تعداد هسته‌های باقی‌مانده

تعداد نیمه‌عمر $(n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}})$

(الف) $N = N_0 \times (\frac{1}{2})^n$

جرم اولیه

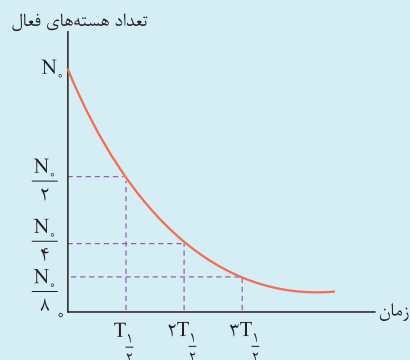
جرم باقی‌مانده

(ب) $m = m_0 (\frac{1}{2})^n$



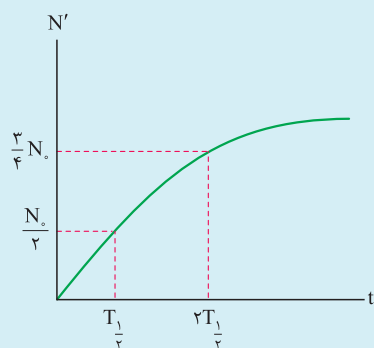
نکته

نمودار هسته باقی مانده بر حسب زمان:



نکته

نمودار تعداد هسته واپاشی شده بر حسب زمان:

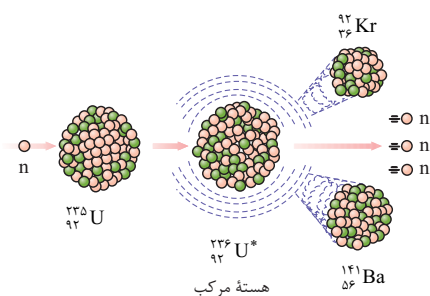


شکاف هسته‌ای -

تقسیم شدن هسته سنگین به دو هسته با جرم کم تر

مراحل شکافت هسته‌ای ^{235}U :

از بین رفتن توازن نیروی هسته‌ای و الکتروستاتیکی \rightarrow به ارتعاش درآمدن هسته $^{236}\text{U}^*$ \rightarrow جذب یک نوترون و ناپایدار شدن هسته شکافت هسته $^{236}\text{U}^*$ و تبدیل شدن به دو هسته سبک و تعدادی نوترون \rightarrow



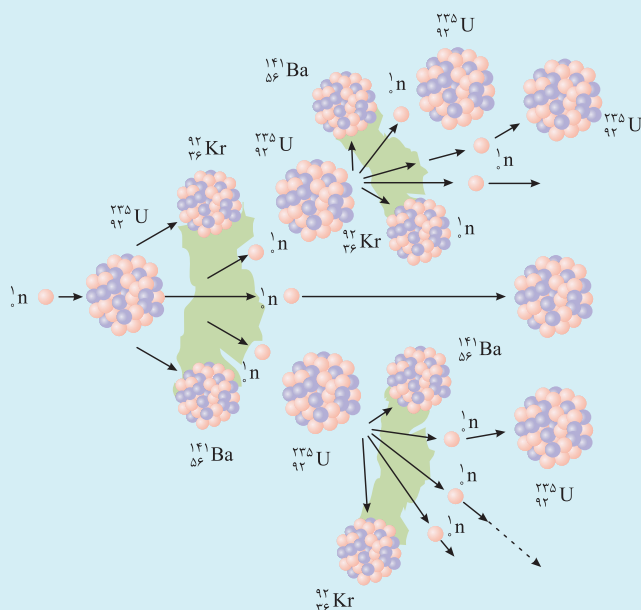
نکته

انرژی شکافت هسته‌ای از رابطه $E = mc^2$ قابل محاسبه است و مقدار بسیار بالایی دارد.

نکته

واکنش زنجیره‌ای

نوترون‌های آزاد شده از شکافت یک اتم ^{235}U ممکن است جذب اتم‌های ^{235}U دیگری شود و شکافت هسته‌ای به صورت زنجیره‌ای رخ دهد.



نکته

تمام نوترون‌های آزاد شده لزوماً باعث شکافت نمی‌شوند.

نکته

ایزوتوپ‌های ^{235}U و ^{238}U

(۱) فراوانی ایزوتوپ‌های ^{235}U حدود ۰/۷۲ درصد و ^{238}U حدود ۹۹/۲۸ درصد است.

(۲) ^{238}U با دریافت نوترون دچار شکافت نمی‌شود.

نکته

غنی‌سازی اورانیوم



فرایند افزایش هسته ایزوتوپ ^{235}U در یک نمونه اورانیوم

هنگامی که واکنش زنجیره‌ای شکافت کنترل شده رخ می‌دهد.

قلب راکتور: مکانی که واکنش زنجیره‌ای رخ می‌دهد.

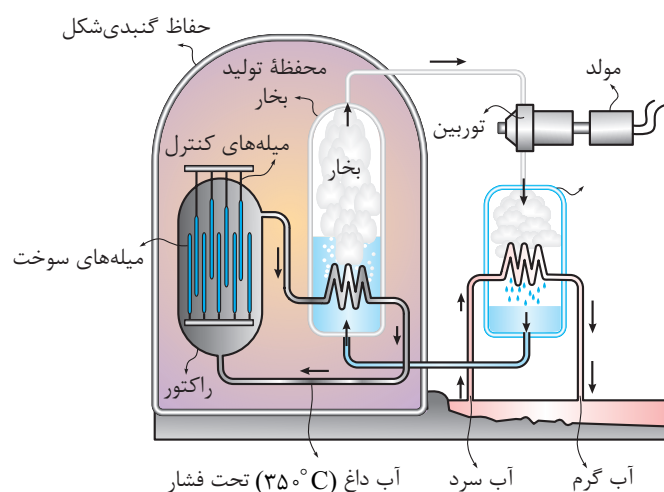
مواد کندساز: موادی که سرعت نوترون‌های آزاد شده را کم‌تر می‌کند تا جذب ^{235}U شوند نه ^{238}U

آب معمولی (H_2O) و آب سنگین (D_2O) و گرافیت مواد کندساز هستند.

کنترل‌کننده: جذب نوترون‌های اضافی تا زنجیره کنترل شود. میله‌های کنترل‌کننده از جنس کادمیم و بور هستند.

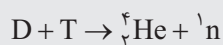
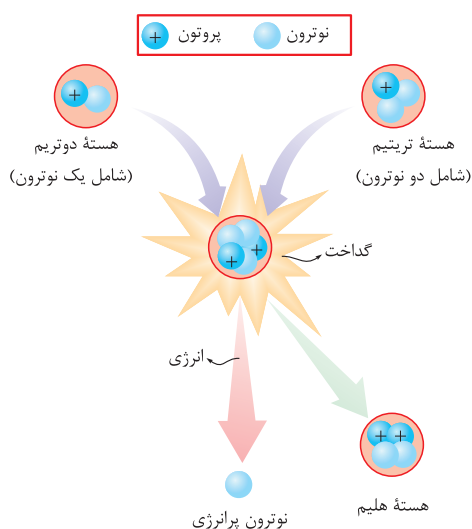
راکتور هسته‌ای

ساختر راکتور



گداخت هسته‌ای -

ترکیب دو هسته سبک با هم و تشکیل هسته سنگین‌تر



نکات مهم

- (۱) جرم محصولات گداخت از جرم اولیه هسته‌ها کمتر است.
- (۲) شرایط گداخت دما و فشار بالا است (مثلاً در ستاره‌ها).