

آزمون حضوری  
شماره دوازده



رشته تجربی  
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 ۴ - صفحه ۹۵ تا ۱۲۵	۲	۱۳	امین امینی - داوود پاشا	نرجس تیمناک



## فصل ۴: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

### 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

توان چند لامپ تک‌فام (تابشگر فوتون‌های هم‌بسامد):

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t}$$

$\downarrow$  (W)                       $\downarrow$  (n) فوتون (s) زمان تابش

$$\text{الکترون‌ولت (eV)}$$

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

$$\Rightarrow 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

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

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

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{n_2}{n_1} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{t_1}{t_2} \quad \text{یا} \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{n_2}{n_1} \times \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \times \frac{t_1}{t_2}$$

روابط نسبیتی:

### شدت تابشی نور:

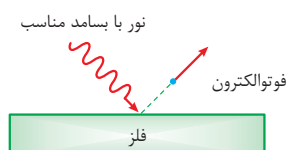
$$I = \frac{E}{At}$$

$\uparrow$  انرژی فوتون‌های رسیده به سطح (J)  
 $\swarrow \searrow$   
 مساحت سطح (m<sup>2</sup>)      زمان اندازه‌گیری (s)

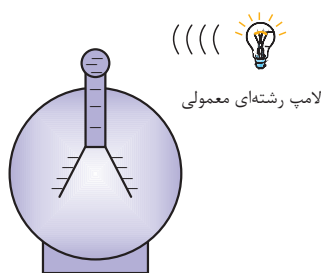
### اثر فوتوالکتریک -

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

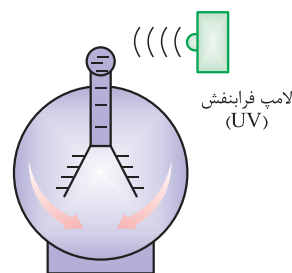
به الکترون‌های گسیل‌شده، فوتوالکترون می‌گویند.



### آزمایش اثر 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.

### 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.

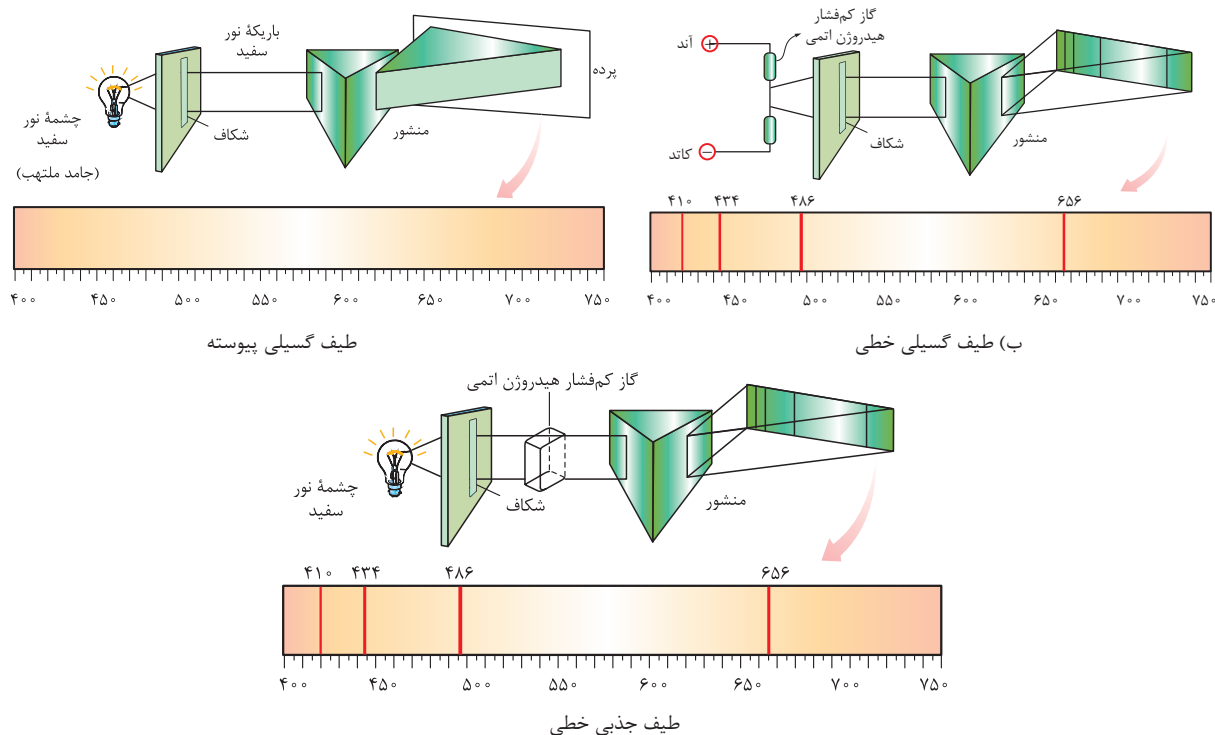
### نکته

بسامد نور تابشی	طول موج نور تابشی	اثر فوتوالکتریک	افزایش شدت تابش نور
$f > f_0$	$\lambda < \lambda_0$	رخ می‌دهد.	باعث افزایش فوتون‌های تابشی و افزایش فوتوالکتریک‌ها می‌شود.
$f = f_0$	$\lambda = \lambda_0$	رخ می‌دهد.	باعث افزایش فوتون‌های تابشی و افزایش فوتوالکتریک‌ها می‌شود.
$f < f_0$	$\lambda > \lambda_0$	رخ نمی‌دهد.	تأثیری ندارد و الکترون جدا نمی‌شود.



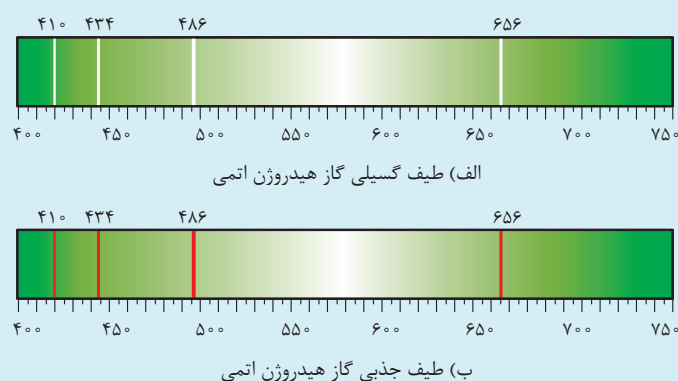
## طیف‌های اتمی -

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



## نکته

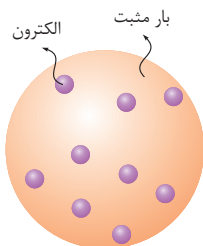
مقایسه طیف گسیلی خطی و طیف جذبی خطی



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



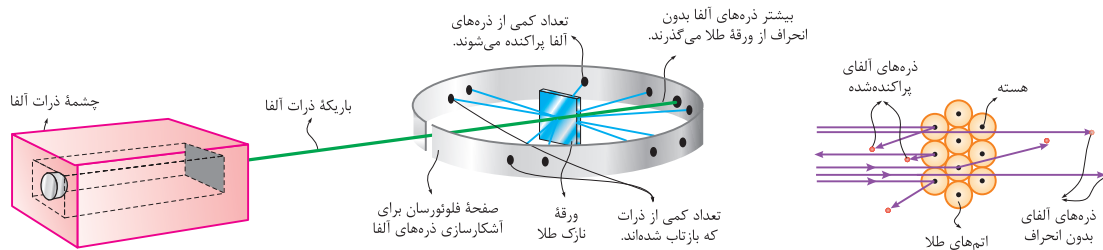
## - مدل های اتمی -



- الف) مدل اتمی تامسون
- معروف به کیک کشمش
  - کاشف الکترون
  - الکترون ها با بسامد معین حول وضع تعادل خود نوسان می کنند.
  - نسبت بار به جرم الکترون را به دست آورد.
  - علت ناکامی
    - (۱) نمی توانست طیف خطی عناصر را توجیه کند.
    - (۲) بسامد امواج الکترومغناطیسی گسیلی را به درستی پیش بینی نکرد.

- بار مثبت به صورت همگن در اتم پخش است.
- الکترون ها در فضای اتم پراکنده هستند.

- ب) مدل اتمی رادرفورد
- معروف به مدل اتم هسته ای
  - اتم، هسته ای با چگالی بالا دارد و بار هسته مثبت است.
  - بیشتر جرم اتم در هسته است.
  - بیشتر فضای اتم خالی است.



- علت ناکامی
- (۱) به چگونگی قرار گرفتن الکترون در اتم و همچنین ساکن یا متحرک بودن آن ها اشاره ای نکرد.
  - (۲) قادر به توجیه کردن طیف گسسته اتمی نیست.

## نکته

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



(پ) مدل اتمی بور

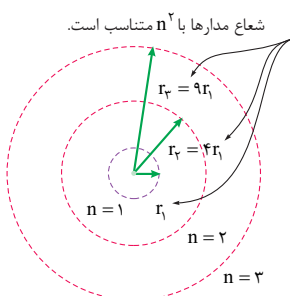
ناپایداری اتم در مدل رادرفورد را حل کرد.

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  
↑  
 $r_n = a_0 \cdot n^2$   
↓  
 $a_0 = r_1 = 5/29 \times 10^{-11} \text{ m}$  (کوچک‌ترین شعاع مدار (n=1)  
(شعاع بور)



انرژی الکترون در اتم هیدروژن:

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

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

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

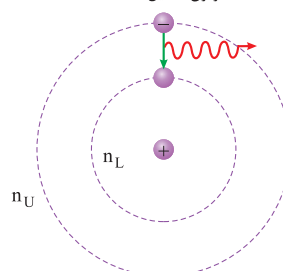
فرضیه‌های مدل اتمی بور

(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.

فوتون گسیل شده



انرژی فوتون تابش شده

$$E_U - E_L = hf \quad \left( hf = E_R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \right) \text{ (معادله گسیل فوتون از اتم)}$$

حالت مانا  
↓  
حالت مانا  
با انرژی کمتر با انرژی بیشتر

نارسایی‌های مدل اتمی بور

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

(۲) نمی‌تواند شدت نور خط‌های طیف گسیلی را توضیح 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:  $1.097 \times 10^7 \text{ (nm)}^{-1}$

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

### نکته

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

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 پایین تر ( $n'$ ) (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





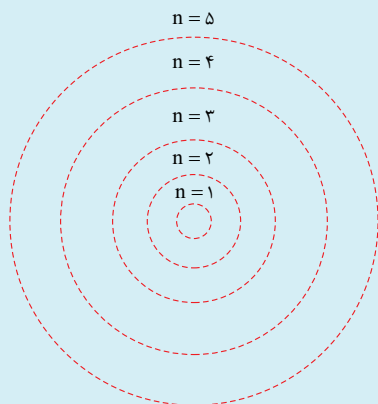
## نکته

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

● 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.



$$r_n = n^2 a_0$$

$$\left. \begin{array}{l} r_1 = a_0 \\ r_2 = 4a_0 \\ r_3 = 9a_0 \end{array} \right\} \Rightarrow r_3 - r_1 = 8a_0$$

$$\left. \begin{array}{l} r_2 = 4a_0 \\ r_3 = 9a_0 \end{array} \right\} \Rightarrow r_3 - r_2 = 5a_0$$

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

## 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 هم‌بسامد، 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.

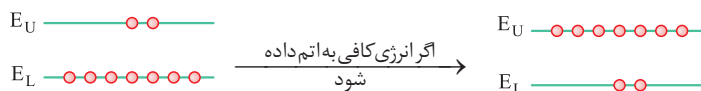




# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

## فیزیک

● 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

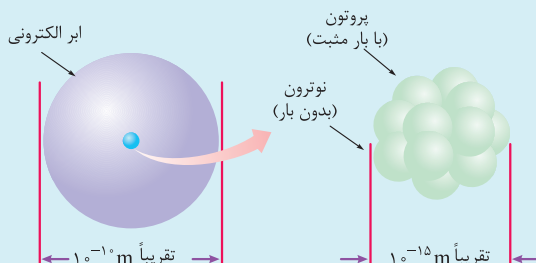
## فصل ۶: آشنایی با فیزیک هسته‌ای

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



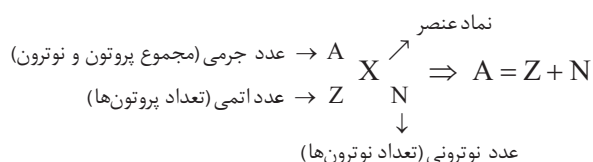
### نکته

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

### نکته

به پروتون یا نوترون، نوکلئون می‌گویند.

### نمایش اتم





## ایزوتوپ

هسته‌هایی که عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوتی دارند. (تعداد پروتون‌ها  $\neq$  تعداد نوترون‌ها)

- ویژگی‌ها
  - خواص شیمیایی یکسان  $\leftarrow$  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.

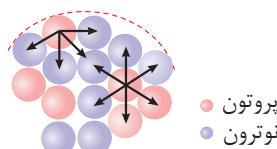
## نکته

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	$^{12}\text{C}$	۶	۶	۹۸/۹۳
دوتریم (هیدروژن - ۲، $^2\text{H}$ )	D	۱	۱	۰/۰۱۱۵	کربن - ۱۳	$^{13}\text{C}$	۶	۷	۱/۰۷
تریتیم (هیدروژن - ۳، $^3\text{H}$ )	T	۱	۲	بسیار نادر	کربن - ۱۴	$^{14}\text{C}$	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)
- نیروهای 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.
  - نیروی کوتاه‌برد است. دو نوکلئون غیرمجاور عملاً نیروی هسته‌ای ندارند.
  - نیروی رانشی است.
  - از دو نیروی دیگر قوی‌تر است.



**توجه** نیروی الکتروستاتیکی برخلاف نیروی هسته‌ای نیرویی بلندبرد است.

## ناپایداری هسته‌های سنگین

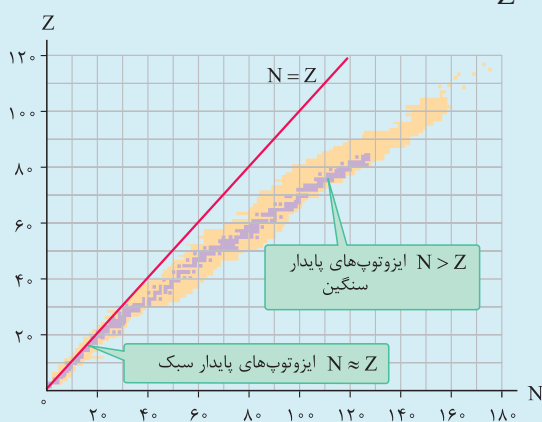
هسته به حالت ناپایدار درمی آید → افزایش نیروی دافعه الکتروستاتیکی بیشتر از افزایش نیروی هسته‌ای می‌شود → افزایش تعداد پروتون‌های هسته

### نکات مهم

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

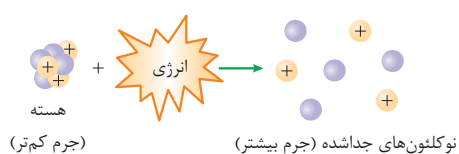
### نکته

- (۱) هر چه هسته سنگین‌تر 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 نمی‌تواند داشته باشند).



## نکته

- (۱) اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌ها از مرتبه  $10^6 \text{ eV}$  است.
- (۲) اختلاف انرژی ترازهای الکترون‌ها از مرتبه  $1 \text{ eV}$  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 عناصر	معادله واکنش
$\alpha$	${}^4_2\text{He}$	${}^A_Z X$	${}^{A-4}_{Z-2} Y$	دو خانه به عقب	${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + \alpha$
$\beta^-$	${}^0_{-1}e^-$	${}^A_Z X$	${}^A_{Z+1} Y$	یک خانه به جلو	${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + \beta^-$
$\beta^+$	${}^0_{+1}e^+$	${}^A_Z X$	${}^A_{Z-1} Y$	یک خانه به عقب	${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + \beta^+$
$\gamma$	${}^0_0\gamma$	${}^A_Z X$	${}^A_Z X$	بدون تغییر	${}^A_Z X \rightarrow {}^A_Z X + \gamma$

## نکات تکمیلی -

(الف)

ذره آلفا ( $\alpha$ )	ذرات $\beta^+$ و $\beta^-$	ذره گاما ( $\gamma$ )
(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 $\beta^+$ پوزیترون نام دارد. (۲) تبدیل نوترون به پروتون و الکترون: $\beta^-$ ${}^1_0\text{N} \rightarrow {}^1_1\text{P} + {}^0_{-1}e$ (۳) تبدیل پروتون به نوترون و الکترون: $\beta^+$ ${}^1_1\text{P} \rightarrow {}^1_0\text{N} + {}^0_{+1}e$ (۴) جرم کمی دارند.	(۱) حاصل تغییر تراز انرژی نوکلئون‌های هسته (۲) نفوذپذیری بالا (۳) از نظر باردار 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

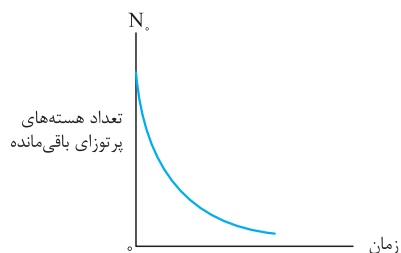


# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

## فیزیک

### – نیمه عمر –

مدت زمانی که طول می کشد تعداد هسته های یک ایزوتوپ ناپایدار نصف شود.



زمان	°	$T_{\frac{1}{2}}$	$2T_{\frac{1}{2}}$	$3T_{\frac{1}{2}}$	...
تعداد هسته های باقی مانده	$N_0$	$\frac{N_0}{2}$	$\frac{N_0}{4}$	$\frac{N_0}{8}$	...

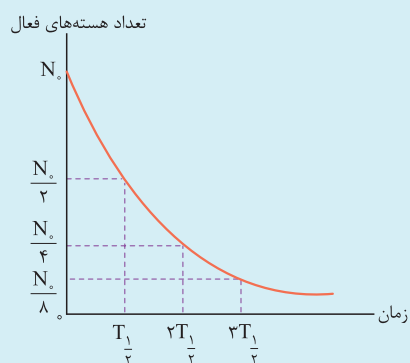
روابط نیمه عمر

مدت زمان سپری شده  
 $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$   
 تعداد نیمه عمر  
 تعداد هسته های اولیه  
 (الف)  $N = N_0 \times \left(\frac{1}{2}\right)^n$   
 تعداد هسته های باقی مانده

جرم اولیه  
 (ب)  $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$   
 جرم باقی مانده

### نکته

نمودار هسته باقی مانده بر حسب زمان:



### نکته

نمودار تعداد هسته واپاشی شده بر حسب زمان:

