

منبع: کنکور سراسری

گزینه ۴

۱

باتوجه به رابطه زیر داریم:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{-E_R}{n_2^2}}{\frac{-E_R}{n_1^2}} = \frac{n_1^2}{n_2^2} = \left(\frac{2}{1}\right)^2 = 4$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۴

گزینه ۱

۲

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۵

گام اول

الکترون از مدار $n = 3$ به مدار $n = 4$ می‌رود. شعاع مدار و انرژی آن به ترتیب چندبرابر می‌شود؟
 $n = 3 \Rightarrow n = 4 : \frac{r_4}{r_3} = ? , \frac{E_4}{E_3} = ? \leftarrow$

گام دوم

با استفاده از معادله‌های $r_n = n^2 r_1$ و $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ نسبت شعاع مدارها و نسبت انرژی‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\frac{r_4}{r_3} = \frac{(4)^2 r_1}{(3)^2 r_1} = \frac{16}{9}$$

$$\frac{E_4}{E_3} = \frac{-\frac{E_R}{(4)^2}}{-\frac{E_R}{(3)^2}} = \frac{9}{16}$$

گام اول

- الف) تعداد هسته‌های اولیه یک ماده رادیواکتیو ۱۶۰۰ است $\leftarrow N_0 = 1600$
- ب) اگر نیمه‌عمر این ماده ۶ ساعت باشد $\leftarrow T_{\frac{1}{2}} = 6 \text{ h}$
- ج) بعد از چند ساعت ۲۰۰ هسته آن فعال باقی می‌ماند؟ $\leftarrow N = 200, t = ? (\text{h})$

گام دوم

باتوجه به رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ ، n را محاسبه کرده و در رابطه $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ جایگذاری می‌کنیم تا t را به دست آوریم:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{1600}{2^n} = 200 \Rightarrow n = 3$$

در نتیجه t برابر است با:

$$t = nT_{\frac{1}{2}} \Rightarrow t = 18 \text{ h}$$

شکل مربوط به پدیده فوتوالکتریک است.
پدیده فوتوالکتریک: خروج الکترون از سطح فلز توسط تاباندن نور با بسامد مناسب به آن.

باتوجه به رابطه زیر داریم:

$$n_1 = 1 \Rightarrow n_2 = 5$$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \quad \text{واحد انرژی ریذبرگ}$$

$$E_5 - E_1 = -\frac{E_R}{5^2} - \left(-\frac{E_R}{1^2}\right) = E_R - \frac{E_R}{25} = \frac{24}{25}E_R = 0.96E_R$$

تعداد هسته‌های باقی‌مانده از یک ماده پرتوزا پس از n نیمه‌عمر مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{n=5} N = \frac{N_0}{2^5} = \frac{N_0}{32}$$

در نتیجه درصد هسته‌های واپاشیده برابر است با:

$$\text{هسته‌های باقی‌مانده} - \text{هسته‌های اولیه} = N_0 - \frac{1}{32}N_0 = \frac{31}{32}N_0 = 96.875\% N_0$$

$$\Rightarrow \text{درصد هسته‌های واپاشیده} = 100 - 96.875 = 3.125\%$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۱

نیروی هسته‌ای بین ذرات به نوع آن‌ها (پروتون و نوترون بودن) بستگی ندارد و علت نامیدن پروتون و نوترون با نام عام نوکلئون همین است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

از روی شکل می‌توان متوجه شد که روی محور x عدد $50\mu\text{m}$ برابر با 2λ است:

$$\lambda = 25\mu\text{m} = 25 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{25 \times 10^{-6}} = 4.8 \times 10^{-2} \text{ eV}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

ابتدا به کمک رابطه $E = \frac{hc}{\lambda}$ ، انرژی طول موج مطرح شده را به دست می‌آوریم (این انرژی معادل اختلاف انرژی دو تراز خواهد بود)، سپس گذار مربوط به این انرژی را مشخص می‌کنیم.
($\lambda = 660 \text{ nm}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, $h = 4/136 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$)

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4/136 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{660 \times 10^{-9}} \approx 1/88 \text{ eV}$$

باتوجه به گزینه‌ها، تنها اختلاف ترازهای ۳ و ۲ می‌تواند فوتونی با این طول موج را گسیل کند.

$$E_3 - E_2 = (-1/51) - (-3/39) = 1/88 \text{ eV}$$

نکته: باتوجه به طول موج ذکر شده $\lambda = 660 \text{ nm}$ مشخص می‌شود که در محدوده طول موج‌های مرئی است پس تراز مقصد رشته بالمر یعنی $n = 2$ می‌باشد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۹

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۰

گام اول

هنگام گذار الکترون از مدار n_2 به n_1 فوتونی با انرژی $12/75$ الکترون‌ولت تابش می‌شود، n_1 و n_2 کدام‌اند؟
 $\Delta E = 12/75 \text{ eV}$, $n_2 = ?$, $n_1 = ? \leftarrow$

گام دوم

به کمک رابطه $\Delta E = -\frac{E_R}{n_2^2} - \frac{-E_R}{n_1^2}$ ، ΔE و n_1 و n_2 را تعیین می‌کنیم:

$$\Delta E = -\frac{E_R}{n_2^2} - \frac{E_R}{n_1^2} \Rightarrow 12/75 = -13/6 \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} = \frac{15}{16} \Rightarrow \begin{cases} n_1 = 1 \\ n_2 = 4 \end{cases}$$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} 1 \rightarrow 3 : \Delta E = E_R \left(1 - \frac{1}{9} \right) = \frac{8}{9} E_R \\ 4 \rightarrow 6 : \Delta E' = E_R \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{36} \right) = \frac{5}{144} E_R \end{cases}$$

$$\frac{\Delta E}{\Delta E'} = \frac{\frac{8}{9} E_R}{\frac{5}{144} E_R} = 25/6$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

گام اول

الف) انرژی الکترون در مدار اول (E_1) برابر $-۱۳/۶$ الکترون‌ولت $\leftarrow E_1 = -۱۳/۶ \text{ eV}$
 ب) انرژی الکترون در مدار دوم (E_2) چند الکترون‌ولت؟ $\leftarrow E_2 = ? \text{ eV}$

گام دوم

با استفاده از رابطه $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ ، نسبت $\frac{E_2}{E_1}$ را نوشته و انرژی الکترون در مدار دوم را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{-\frac{E_R}{2^2}}{-\frac{E_R}{1^2}} \Rightarrow \frac{E_2}{-۱۳/۶} = \frac{1}{۴} \Rightarrow E_2 = -۳/۴ \text{ eV}$$

گزینه ۴

گام اول: پنجمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = ۲$) در گذار الکترون از $n = n' + ۵ = ۷$ به $n' = ۲$ رخ می‌دهد. طبق رابطه $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ ، طول موج این خط برابر است با:

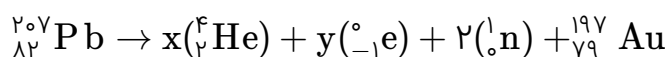
$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{11}{1000}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{7^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{11}{1000}\left(\frac{45}{4 \times 49}\right) \Rightarrow \lambda \simeq 396 \text{ nm}$$

گام دوم: طول موج خطوط چهارم، پنجم و ... در رشته بالمر در ناحیه فرابنفش قرار دارند.

گزینه ۱

معادله واپاشی عنصر سرب را که به عنصر طلا تبدیل می‌شود نوشته و باتوجه به ماهیت ذره‌های آلفا (${}^4_2\text{He}$) و بتا (${}^0_{-1}\text{e}$) و دو نوترون (${}^1_0\text{n}$)، تعداد ذرات α و β گسیلی را می‌یابیم:



$$\Rightarrow \begin{cases} 207 = (4x) + (\cancel{0 \times y}) + (2 \times 1) + 197 \Rightarrow 4x = 8 \Rightarrow x = 2 \quad (*) \\ 82 = (2x) + (-1 \times y) + (\cancel{2 \times 0}) + 79 \Rightarrow 2x - y = 3 \xrightarrow{(*)} y = 1 \end{cases}$$

(تعداد ذرات آلفا) (*)

(تعداد ذرات بتا) (*)

معادله واپاشی عنصر $^{11}_6\text{C}$ را که از خود یک پوزیترون تابش می‌کند می‌نویسیم:

$$^{11}_6\text{C} \rightarrow ^A_Z\text{X} + ^0_{+1}\text{e}^+ \Rightarrow \begin{cases} A + 0 = 11 \Rightarrow A = 11 \\ Z + 1 = 6 \Rightarrow Z = 5 \end{cases} \Rightarrow ^A_Z\text{X} = ^{11}_5\text{B}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۲

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۷

گام اول

الکترون روی تراز $n = 4$ ، پرانرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند تابش کند چند ریدبرگ است؟
 ← (ریدبرگ) $= ? \frac{\Delta E}{E_R} : n = 4 \Rightarrow n' = 1$

گام دوم

باتوجه به اینکه پرانرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند تابش کند در حالتی است که به مدار $n' = 1$ برود و با استفاده از معادله $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ ، انرژی موردنظر سؤال را محاسبه می‌کنیم $(\frac{\Delta E}{E_R})$:

$$\Delta E = E_4 - E_1 \Rightarrow \Delta E = \left(-\frac{E_R}{16}\right) - \left(-\frac{E_R}{1}\right) = \frac{15}{16}E_R \Rightarrow \frac{\Delta E}{E_R} = \frac{15}{16}$$

گام اول: طول موج فوتون موردنظر را به دست می‌آوریم. باتوجه به اینکه انرژی فوتون برحسب الکترون‌ولت داده شده از رابطه $hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$ استفاده می‌کنیم:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{4 \times 10^{-7} \text{ eV}} \Rightarrow \lambda = 310 \times 10^7 \text{ nm} = 3/1 \text{ m}$$

طول موج به دست آمده در ناحیه امواج رادیویی است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

در هسته یک اتم، نیروی هسته‌ای قوی، نیروی جاذبه‌ای (ربایش) است که بین نوکلئون‌ها وجود دارد و هر نوکلئون فقط به نوکلئون‌های مجاور خود وارد می‌کند.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۹

گام اول: از رابطه $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ شماره ترازها را به دست می‌آوریم:

$$-0.85 = -\frac{13/6}{n_1^2} \Rightarrow n_1 = 4$$

$$-0.544 = -\frac{13/6}{n_2^2} \Rightarrow n_2 = 5$$

گام دوم: K آمین حالت برانگیخته را می‌توانیم از رابطه $K = n - 1$ به دست آوریم:

$$K_1 = n_1 - 1 = 4 - 1 = 3 \Rightarrow K = 3$$

$$K_2 = n_2 - 1 = 5 - 1 = 4 \Rightarrow L = 4$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

کم انرژی‌ترین فوتون، فوتونی است که از گذار الکترون از تراز $n = 5$ به $n' = 4$ گسیل می‌شود.

$$E = E_R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow E = 13/6 \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25} \right)$$

$$\Rightarrow E = \frac{13/6 \times 9}{16 \times 25} \text{ eV}$$

حال بسامد فوتون را محاسبه می‌کنیم:

$$E = hf \Rightarrow \frac{13/6 \times 9}{16 \times 25} = 4 \times 10^{-15} \times f$$

$$\Rightarrow f = 76/5 \times 10^{12} \text{ Hz} = 76/5 \text{ THz}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

با گسیل ذره بتا (${}_{-1}^0e$)، عدد جرمی ثابت و عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد، پس گزینه ۲ صحیح است.

رد گزینه ۱: "نیمه‌عمر عنصر پرتوزا همواره ثابت است.

رد گزینه ۳: هرچه انرژی بستگی هسته بیشتر باشد، هسته پایدارتر است.

رد گزینه ۴: باتوجه به ماهیت ذره آلفا (${}^4_2\text{He}$)، هنگامی که از هسته‌ای فقط ذره آلفا گسیل می‌شود، عدد جرمی آن چهار واحد کاهش می‌یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۴

باتوجه به اینکه طول موج فوتون، $۱۱۲/۵$ نانومتر است و این عدد، در گستره طول موج امواج فرابنفش است، مربوط به رشته لیمان است و $n' = ۱$ است؛ پس:

$$\begin{aligned}\frac{1}{\lambda} &= R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \\ \Rightarrow \frac{1}{112/5} &= 0.01 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{5}{224} = 1 - \frac{1}{n^2} \\ \Rightarrow \frac{1}{n^2} &= \frac{1}{9} \Rightarrow n = 3\end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \lambda = 100 \text{ nm}$$

این طول موج مربوط به رشته لیمان است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۲

گام اول

بلندترین طول موجی که جذب اتم هیدروژن در حالت پایه می‌شود، چند نانومتر؟
 $\leftarrow (nm) \lambda_{\max} = ?$, $n = 2$, $n' = 1$ (زیرا باید کمترین انرژی ممکن را داشته باشد)

گام دوم

با استفاده از رابطه ریذبرگ، طول موج موردنظر را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned}n' = 1, \quad n = 2, \quad R_H &= 0.01 (nm)^{-1} \\ \frac{1}{\lambda} &= R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{400}{3} \text{ nm}\end{aligned}$$

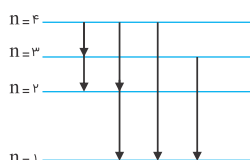
مدل بور به رغم موفقیت‌هایی که اشاره شد، نارسایی‌هایی نیز دارد که تنها به دو مورد از آن‌ها اشاره می‌کنیم. این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد به کار نمی‌رود، زیرا در مدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است. همچنین این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل بور نمی‌تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

با استفاده از رابطه ریاضی: $\frac{n(n-1)}{2} = \text{تعداد گذارها و شکل زیر تعداد گذارهای ممکن را به دست می‌آوریم:}$

$n = ۴$ = شماره تراز که الکترون در آن قرار دارد

$$\text{تعداد گذارها} = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{۴(۴-۱)}{2} = ۶$$



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۶

$$۱\text{ eV} = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \text{ J} \Rightarrow h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \text{ eV.s} = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \text{ J}$$

$$P = \frac{E}{t} \xrightarrow[\text{تعداد فوتون‌ها}]{E=nhf} P = \frac{nhf}{t} \Rightarrow n = \frac{P \cdot t}{hf}$$

f بسامد

$$\Rightarrow n = \frac{\cancel{۴/۸}^۳ \times ۱۰^۴ \times ۱}{(۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times \cancel{۱/۶} \times ۱۰^{-۱۹}) \times (۷۵ \times ۱۰^۶)} = \frac{۳ \times ۱۰^۴}{\underbrace{(۴ \times ۷۵)}_{=۳۰۰} \times ۱۰^{-۳۴} \times ۱۰^۶} = \frac{۳ \times ۱۰^۴}{۳ \times ۱۰^{-۲۶}} = ۱۰^{۳۰}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی یکسان (تعداد پروتون) و جرم‌های متفاوت‌اند.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۵

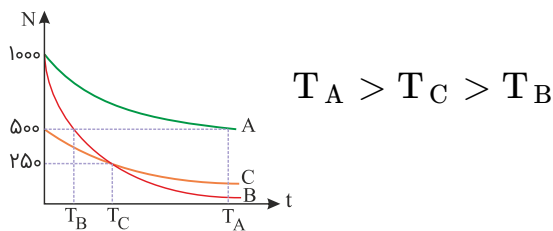
با استفاده از رابطه ریدبرگ طول موج موردنظر را می‌یابیم:

$$n = ۳, \quad n' = ۲, \quad R_H = ۰/۰۱ (nm)^{-1}$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = \frac{1}{۱۰۰} \times \left(\frac{1}{۴} - \frac{1}{۹} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = ۷۲۰ \text{ nm}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۲

باتوجه به نمودار زیر می‌توان نتیجه گرفت:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

در اتم هیدروژن، انرژی الکترون در تراز n م برابر است با:

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

بنابراین در حالت اولیه داریم:

$$-\frac{E_R}{n^2} = -\frac{E_R}{۱۶} \Rightarrow n^2 = ۱۶ \Rightarrow n = ۴$$

طبق رابطه ریدبرگ برای فوتون تابش شده، خواهیم داشت:

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

$$\Rightarrow \frac{1}{\frac{۱۶۰۰}{۱۵}} = \frac{1}{۱۰۰} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{۱۶} \right) \Rightarrow \frac{۱۵}{۱۶۰۰} = \frac{1}{۱۰۰} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{۱۶} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{۱۵}{۱۶} = \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{۱۶} \right) \Rightarrow \frac{۱۵}{۱۶} + \frac{1}{۱۶} = \frac{1}{n'^2} \Rightarrow \frac{۱۶}{۱۶} = \frac{1}{n'^2} \Rightarrow n'^2 = ۱ \Rightarrow n' = ۱$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

در اتم هیدروژن تابش‌های رشته‌های پاشن، براکت و پفوند در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارند.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۸

راه حل اول:

باتوجه به رابطهٔ زیر داریم:

$$m = \frac{m_o}{\gamma^{\frac{1}{\beta}}} = \frac{m_o}{\gamma^n}$$

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{\frac{m_o}{\gamma^{n_A}}}{\frac{m_o}{\gamma^{n_B}}} = \frac{1}{4} \Rightarrow \gamma^{n_B - n_A} = \frac{1}{4} = \gamma^2 \Rightarrow n_B - n_A = 2$$

راه حل دوم:

باتوجه به مدت زمان یکسان Δt ، داریم:

$$A \longrightarrow \frac{A}{2} \longrightarrow \frac{A}{4} : n_A = 2$$

$$B \rightarrow \frac{B}{2} \rightarrow \frac{B}{4} \rightarrow \frac{B}{8} \rightarrow \frac{B}{16} : n_B = 4$$

$$n_B - n_A = 4 - 2 = 2$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۶

باتوجه به ${}^4_2\text{H}$ ، X را تعیین می‌کنیم:

$${}^{30}_{15}\text{P} + {}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \Rightarrow \begin{cases} 27 + 4 = A + 30 \Rightarrow A = 1 \\ 13 + 2 = Z + 15 \Rightarrow Z = 0 \end{cases} \Rightarrow {}^1_0\text{X}$$

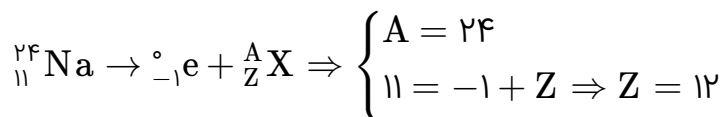
باتوجه به فرمول شیمیایی فوق، می‌یابیم که X نوترون است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۰

پرتوهای فروسرخ در رشته‌های پاشن، براکت، پفوند تابش می‌شوند.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۳

معادله واپاشی را می‌نویسیم تا عدد اتمی و عدد جرمی هسته جدید به دست بیاید.



پس هسته جدید $Z = 12$ پروتون و $N = A - Z = 12$ نوترون دارد.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۸

گام اول

الف) در هسته‌های اولیه ماده پرتوزا پس از ۹ سال $\frac{12}{5}$ درصد باقی می‌ماند $\leftarrow \frac{N}{N_0} = 0/125$, سال $t = 9$
 ب) نیمه‌عمر ماده چند سال؟ $\leftarrow T_{\frac{1}{2}} = ?$

گام دوم

ابتدا به کمک رابطه $\lambda^n = \frac{N_0}{N}$, n را محاسبه کرده و در رابطه $t = nT_{\frac{1}{2}}$ قرار می‌دهیم تا نیمه‌عمر به دست آید:

$$\lambda^n = \frac{N_0}{N} \Rightarrow \lambda^n = \frac{1}{0/125} = 8 \Rightarrow n = 3$$

$$t = nT_{\frac{1}{2}} \Rightarrow 9 = 3 \times T_{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 3 \text{ سال (نیمه‌عمر)}$$

ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسان و بار هسته یکسان دارند و تعداد نوکلئون‌هایشان نابرابر است. پس انرژی بستگی هسته‌شان به دلیل تفاوت در تعداد نوکلئون باهم متفاوت است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۹

اگر از سبک‌ترین اتم‌ها به سنگین‌ترین آن‌ها برویم، عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) افزایش می‌یابد و با افزایش عدد اتمی نیروی رانشی الکتریکی بین آن‌ها افزایش یافته و سبب ناپایداری هسته می‌شود. پس به تعداد نوترون‌های بیشتری نیاز است تا نیروی ربایش هسته‌ای را افزایش دهند، بنابراین نسبت $\frac{N}{Z}$ افزایش می‌یابد.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۸

در واپاشی β^- یک نوترون به یک الکترون و یک پروتون تبدیل می‌شود که الکترون از هسته خارج می‌شود ولی پروتون در هسته باقی می‌ماند:

عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) یک واحد افزایش می‌یابد $\Rightarrow Z' = Z + 1$: عدد اتمی
 عدد جرمی (مجموع نوکلئون‌ها) ثابت می‌ماند $\Rightarrow A' = Z' + N' \Rightarrow A' = Z + 1 + N - 1 = Z + N \Rightarrow A' = A$
 عدد جرمی (مجموع نوکلئون‌ها) ثابت می‌ماند

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۵

با استفاده از معادله واپاشی هسته ${}_{91}^{231}\text{Pa}$ و ماهیت ذره α (${}^4_2\text{He}$)، تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته حاصل را به دست می‌آوریم:

$${}_{91}^{231}\text{Pa} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^A_Z\text{X} \Rightarrow \begin{cases} A + 4 = 231 \Rightarrow A = 227 \\ Z + 2 = 91 \Rightarrow Z = 89 \end{cases} \quad (\text{تعداد پروتون‌ها})$$

$$\begin{cases} A = N + Z = 227 \\ Z = 89 \end{cases} \Rightarrow N + 89 = 227 \Rightarrow N = 138 \quad (\text{تعداد نوترون‌ها})$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۲

گام اول

الف) نیمه عمر Sr برابر ۲۸ سال $\leftarrow T_{\frac{1}{2}} = 28$ سال
 ب) چند سال طول می کشد تا ۲ میلی گرم از این عنصر به ۱۲۵ میکروگرم کاهش یابد؟
 $\leftarrow$ (سال) $t = ?$, $m = 125 \text{ mg} = 125 \times 10^{-6} \text{ kg}$, $m_0 = 2 \text{ mg} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$

گام دوم

ابتدا تعداد نیمه عمرهای سپری شده را با استفاده از رابطه $N^n = \frac{N_0}{2^n}$ به دست می آوریم و در رابطه $t = nT_{\frac{1}{2}}$ جایگذاری کرده تا زمان مورد نظر را تعیین کنیم.

$$N^n = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m}} N^n = \frac{2 \times 10^{-3}}{125 \times 10^{-6}} \Rightarrow N^n = 16 \Rightarrow n = 4$$

$$t = nT_{\frac{1}{2}} \Rightarrow t = 4 \times 28 = 112 \text{ سال}$$

* نکته: نسبت تعداد هسته های پرتوزای یک ماده، قبل و بعد از پرتوزایی، با نسبت جرم های آن ماده در این حالت ها، برابر

$$\text{است: } \frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m}$$

گزینه ۳

رشته خط های طیف بالمر به ازای گذارهای الکترون از ترازهای با $n > 2$ به تراز $n' = 2$ ایجاد می شود. کمترین بسامد مربوط به فوتون گسیل شده با کمترین انرژی است. انرژی فوتون گسیلی برابر با اختلاف انرژی دو تراز است. کمترین انرژی این رشته مربوط به گذار الکترون از تراز $n = 3$ به تراز $n' = 2$ است.
 حال با توجه به رابطه $hf = E_{n_1} - E_{n_2}$ ، کمترین بسامد مربوط به رشته بالمر را محاسبه می کنیم:

$$\begin{cases} hf = E_{n_1} - E_{n_2} \\ E_n = \frac{-E_R}{n^2} \end{cases} \xrightarrow[n_2=2]{n_1=3} hf = \frac{-E_R}{9} + \frac{E_R}{4}$$

$$\Rightarrow f = \frac{5E_R}{36h} \Rightarrow f = \frac{5 \times 13.6}{36 \times 4 \times 10^{-19}} = \frac{7}{16} \times 10^{15} \text{ Hz}$$

گزینه ۱

در واپاشی گاما از تعداد نوکلئون ها ثابت می ماند. عدد اتمی و عدد جرمی تغییر نمی کند و هسته که در حالت برانگیخته است، با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می رسد.

حالت پایه: $n = 1$ و اولین حالت: $n = 2$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{-ER}{2^2} - \left(\frac{-ER}{1^2} \right) = \frac{-ER}{4} + ER = \frac{3}{4}ER$$

$$\Delta E = \frac{3}{4} \times 13/6 \text{ eV} \xrightarrow{\times e} \Delta E = \frac{3}{4} \times 13/6 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} = 1/632 \times 10^{-18}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

راه حل اول:

اگر مقدار اولیه ماده را ۱۰۰٪ فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$100\% \xrightarrow{T} 50\% \xrightarrow{T} 25\% \xrightarrow{T} 12/5\%$$

یعنی بعد از گذشت ۳ نیمه عمر ۱۲/۵٪ از ماده اولیه باقی مانده و ۸۷/۵٪ متلاشی شده است.

$$t = nT \Rightarrow 24 = 3T \Rightarrow T = 8 \text{ ساعت}$$

راه حل دوم:

۸۷/۵٪ از هسته های ماده رادیواکتیو واپاشیده شده است یعنی هنوز ۱۲/۵٪ از این ماده باقی مانده است.

باتوجه به رابطه بین تعداد هسته های اولیه (N_0) و تعداد هسته های سالم (N) بعد از مدت زمان t ، داریم:

$$N = \frac{N_0}{2^{t/T}} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^{t/T}} \Rightarrow \frac{12/5}{100} = \frac{1}{2^{t/T}} \\ \Rightarrow 2^{t/T} = 8 = 2^3 \Rightarrow \frac{24}{T} = 3 \Rightarrow T = 8 \text{ ساعت}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

گام اول

الف) پس از واپاشی در مدت ۴ نیمه عمر $n = 4 \leftarrow$

ب) چند درصد از هسته به صورت فعال باقی می ماند؟ $\leftarrow ? = \frac{N}{N_0} \times 100$

گام دوم

به کمک رابطه $\lambda^n = \frac{N_0}{N}$ ، مقدار درصد هسته فعال باقی مانده را به دست می آوریم:

$$\lambda^n = \frac{N_0}{N} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^4} = \frac{1}{16} \quad (*)$$

$$\text{درصد هسته فعال باقی مانده} : \frac{N}{N_0} \times 100 \stackrel{(*)}{=} \frac{1}{16} \times 100 = 6/25\%$$

گزینه ۱

گام اول

الف) نیمه عمر ماده پرتوزا ۱۰ ساعت $T_{\frac{1}{2}} = 10 \text{ h} \leftarrow$

ب) پس از ۴۰ ساعت، ۱۵ گرم از این ماده واپاشیده شود $\leftarrow m_0 - m = 15 \text{ g}$ ، $t = 40 \text{ h}$

ج) جرم اولیه آن چند گرم؟ $\leftarrow m_0 = ? (g)$

گام دوم

ابتدا به کمک رابطه $t = nT_{\frac{1}{2}}$ ، n را محاسبه کرده و در رابطه $\lambda^n = \frac{N_0}{N}$ قرار داده و با استفاده از داده های مسئله، جرم اولیه را به دست می آوریم:

$$t = nT_{\frac{1}{2}} \Rightarrow 40 = n \times 10 \Rightarrow n = 4$$

$$m_0 - m = 15 \text{ g} \Rightarrow m = m_0 - 15$$

$$\lambda^n = \frac{N_0}{N} \xrightarrow{\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m}} \lambda^n = \frac{m_0}{m} \Rightarrow \lambda^4 = \frac{m_0}{m_0 - 15} \Rightarrow 16m_0 - 240 = m_0 \Rightarrow m_0 = 16 \text{ g}$$

* نکته: نسبت تعداد هسته های پرتوزای یک ماده، قبل و بعد از پرتوزایی، با نسبت جرم های آن ماده در این حالت ها،

$$\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m} \text{ برابر است:}$$

گام اول

الف) نیمه عمر ماده پرتوزا t ثانیه $\leftarrow T_{\frac{1}{2}} = t(s)$

ب) پس از $3t$ ثانیه، نسبت جرم واپاشیده به جرم باقی مانده کدام است؟

$$t = 3t(s) \Rightarrow \frac{\text{جرم واپاشیده}}{\text{جرم باقی مانده}} = \frac{m_0 - m}{m} = ? \leftarrow$$

گام دوم

ابتدا به کمک رابطه $n, N = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ را حساب کرده و در معادله $N^n = \frac{N_0}{N}$ جایگذاری می کنیم تا در نهایت جرم باقی مانده

را بر حسب جرم اولیه به دست آوریم و نسبت جرم واپاشیده شده به جرم باقی مانده را تعیین می کنیم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow n = \frac{3t}{t} = 3$$

$$N^n = \frac{N_0}{N} \xrightarrow{\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m}} N^3 = \frac{m_0}{m} \Rightarrow m = \frac{m_0}{N^3} = \frac{m_0}{8} \quad (*)$$

$$\frac{\text{جرم واپاشیده}}{\text{جرم باقی مانده}} = \frac{m_0 - m}{m} \stackrel{(*)}{=} \frac{m_0 - \frac{m_0}{8}}{\frac{m_0}{8}} = 7$$

* نکته: نسبت تعداد هسته های پرتوزای یک ماده، قبل و بعد از پرتوزایی، با نسبت جرم های آن ماده در این حالت ها،

$$\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m} \text{ برابر است:}$$

گام اول

الف) نیمه‌عمر یک ماده پرتوزا ۸ روز است $\leftarrow$ روز $T = 8$

ب) پس از ۳۲ روز $\leftarrow$ روز $t = 32$

ج) چند درصد از هسته‌های آن ماده دچار واپاشی می‌شوند؟ $\leftarrow$ ؟ = درصد واپاشی

گام دوم

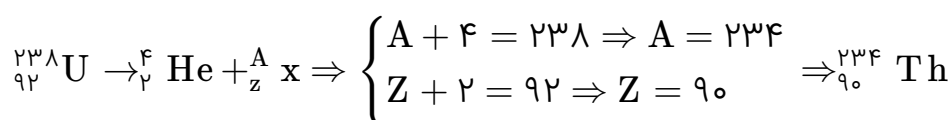
با استفاده از رابطه $N = N_0 \cdot 2^n$ داریم:

$$\frac{N_0}{N} = 2^n \Rightarrow \text{درصد واپاشی} = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100 = \left(1 - \frac{1}{2^n}\right) \times 100$$

با استفاده از رابطه $n = \frac{t}{T}$ و $\text{درصد واپاشی} = \left(1 - \frac{1}{2^n}\right) \times 100$ داریم:

$$\text{درصد واپاشی} = \left(1 - \frac{1}{2^{\frac{t}{T}}}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{1}{2^{\frac{32}{8}}}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{1}{16}\right) \times 100 = \frac{15}{16} \times 100 = 93.75\%$$

باتوجه به ماهیت ذره α (${}^4_2\text{He}$)، معادله واپاشی اورانیوم را نوشته و عنصر موردنظر را پیدا می‌کنیم:



باتوجه به شکل و اینکه در رشته طیف اتمی هیدروژن، الکترون بین دو مدار متوالی و دورتر از هسته، انرژی کمتر (طول موج بلندتر) دارد، گسیل D دارای طول موج بلندتری است.

گام اول

- الف) نیمه‌عمر ماده پرتوزا ۵ شبانه‌روز $\leftarrow T_{\frac{1}{2}} = 5$ شبانه‌روز ۵
 ب) اگر پس از ۲۰ شبانه‌روز مقدار ۷۵ گرم آن واپاشیده شود $\leftarrow m_0 - m_1 = 75 \text{ g}$ ، شبانه‌روز ۲۰ $t_1 = 20$
 ج) پس از چند شبانه‌روز تنها ۲/۵ گرم از آن باقی می‌ماند؟ $\leftarrow t_2 = ?$ ، $m_2 = 2/5 \text{ g}$

گام دوم

* نکته: نسبت تعداد هسته‌های پرتوزای یک ماده، قبل و بعد از پرتوزایی، با نسبت جرم‌های آن ماده در این حالت‌ها، برابر است: $\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m}$
 باتوجه به این نکته به حل سؤال می‌پردازیم:

ابتدا به کمک رابطه $t = nT_{\frac{1}{2}}$ (برای ۲۰ شبانه‌روز مقدار)، مقدار n را محاسبه کرده و در رابطه $\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m}$ قرار می‌دهیم تا جرم اولیه عنصر پرتوزا به دست آید:

$$t_1 = n_1 T_{\frac{1}{2}} \Rightarrow n_1 = \frac{20}{5} = 4$$

$$m_0 - m_1 = 75 \text{ g} \Rightarrow m_1 = m_0 - 75$$

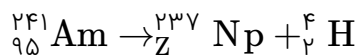
$$\frac{m_0}{m_1} = \frac{m_0}{m_0 - 75} \Rightarrow \frac{m_0}{m_1} = \frac{m_0}{m_0 - 75} \Rightarrow m_0 = 10 \text{ g}$$

حال دوباره با استفاده از رابطه $\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m}$ زمان سپری‌شده تا ۲/۵ گرم از عنصر باقی بماند را به دست می‌آوریم:

$$\frac{m_0}{m_2} = \frac{m_0}{m_2} \Rightarrow \frac{m_0}{m_2} = \frac{10}{2/5} = 25 \Rightarrow n_2 = 5$$

$$t_2 = n_2 T_{\frac{1}{2}} \Rightarrow t_2 = 5 \times 5 = 25 \text{ شبانه‌روز}$$

باتوجه به ماهیت ذره آلفا، معادله واپاشی هسته آمرسیم را نوشته و تعداد نوترون‌های آن را می‌یابیم:



از معادله واپاشی فوق نتیجه می‌گیریم:

$$Z + 2 = 95 \Rightarrow Z = 93$$

در نهایت تعداد نوترون‌های پنتونیم را به دست می‌آوریم:

$$\text{Np} : \begin{cases} N + Z = 237 \\ Z = 93 \end{cases} \Rightarrow N = 144$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۱

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۸

گام اول

الف) الکترون در تراز $n = 3 \leftarrow n = 3$

ب) اگر این اتم موجی در سری بالمر را تابش کند $n' = 2 \leftarrow$

ج) مقدار طول موج؟ $\leftarrow \lambda = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه ریدبرگ، طول موج مدنظر سؤال را محاسبه می‌کنیم:

$$n = 3, \quad n' = 2, \quad R_H = 1.097 \times 10^7 (\text{nm})^{-1}$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1097} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \Rightarrow \lambda = 656.3 \text{ nm} = 6.563 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\left. \begin{aligned} E &= nhf \\ P &= \frac{E}{t} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P \cdot t = nhf$$

$$33 \times 60 = n \times 6/6 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14} \Rightarrow n = 5 \times 10^{21}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

گام اول

طول موج پرانرژی‌ترین فوتون مربوط به رشته بالمر تقریباً چند نانومتر؟ $\leftarrow \lambda = ?$, $n = \infty$, $n' = 2$

گام دوم

با استفاده از رابطه ریدبرگ، طول موج موردنظر را به دست می‌آوریم:

$$n = \infty, \quad n' = 2, \quad R_H = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{4} - 0 \right) \Rightarrow \lambda = 400 \text{ nm}$$

انرژی فوتون A، $2/5$ برابر انرژی فوتون B است. از رابطه $E = hf$ می‌توانیم نتیجه بگیریم که بسامد فوتون A نیز $2/5$ برابر انرژی فوتون B است:

$$f_A = 2/5 f_B$$

$$f_A - f_B = 9 \times 10^{14} \Rightarrow \frac{3}{5} f_B = 9 \times 10^{14} \Rightarrow f_B = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow f_A = 12 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

حالا طول موج فوتون A را از رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$ به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{12 \times 10^{14}} = 0.25 \times 10^{-6} = 0.25 \mu\text{m}$$

$$n = n' + 1 = 4 \Rightarrow \lambda_{\max}$$

$$n = \infty \Rightarrow \lambda_{\min}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = 900 \text{ nm} \Rightarrow \lambda_{\min} = 0.9 \mu\text{m}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} \simeq 2000 \text{ nm} \Rightarrow \lambda_{\max} \simeq 2 \mu\text{m}$$

گام اول

الف) الکترون از تراز $n = ۱$ به تراز $n = ۳$ می‌رود $\leftarrow n = ۳ \Rightarrow n_۲ = ۳ \Rightarrow n_۱ = ۱$

ب) شعاع مدار و انرژی الکترون نسبت به حالت قبل به ترتیب چندبرابر می‌شوند؟ $\leftarrow \frac{r_{n_۲}}{r_{n_۱}} = ?$, $\frac{E_۳}{E_۱} = ?$

گام دوم

شعاع مدار پایه را $a_۰$ در نظر می‌گیریم و طبق رابطه $r_n = n^۲ a_۰$ نسبت $\frac{r_{n_۲}}{r_{n_۱}}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$r_n = n^۲ a_۰ \Rightarrow \begin{cases} n_۱ = ۱ \Rightarrow r_{n_۱} = a_۰ \\ n_۲ = ۳ \Rightarrow r_{n_۲} = ۹a_۰ \end{cases} \Rightarrow \frac{r_{n_۲}}{r_{n_۱}} = ۹$$

برای به دست آوردن نسبت $\frac{E_۳}{E_۱}$ از رابطه $E_n = -\frac{E_R}{n^۲}$ استفاده می‌کنیم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow \begin{cases} n_۱ = ۱ \Rightarrow E_۱ = -E_R \\ n_۲ = ۳ \Rightarrow E_۳ = -\frac{E_R}{۹} \end{cases} \Rightarrow \frac{E_۳}{E_۱} = \frac{۱}{۹}$$

گزینه ۳

از روی نمودار می‌توان نتیجه گرفت که پس از ۱۶ روز $\frac{۱}{۱۶}$ تعداد هسته‌های اولیه ماده پرتوزا باقی مانده است؛ بنابراین می‌توان نیمه‌عمر این ماده را محاسبه نمود:

$$N = \frac{\overset{\text{تعداد هسته‌های اولیه}}{\uparrow} N_۰}{۲^n}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{۱}{۱۶} N_۰ &= \frac{N_۰}{۲^n} \Rightarrow n = ۴ \\ n &= \frac{t}{T} \end{aligned} \right\} \Rightarrow ۴ = \frac{۱۶}{T} \Rightarrow T = ۴ \text{ روز}$$

پس از گذشت ۸ روز داریم:

$$N = \frac{N_۰}{۲^n} \xrightarrow{n=\frac{۸}{۴}=۲} N = \frac{N_۰}{۲^۲} = \frac{۱}{۴} N_۰ \times ۱۰۰ = ۲۵\% N_۰$$

گسیل القایی هنگامی رخ می‌دهد که یک فوتون، اتم برانگیخته را وادار می‌کند تا با گسیل یک فوتون دیگر با همین بسامد به حالت پایین‌تر یا حالت پایه برود.

$$۲ \text{ فوتون} + \text{اتم} \Rightarrow \text{فوتون} + \text{اتم}^*$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۸

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n' = 3, n = 5, n = 6$$

$$\text{دومین طول موج} \quad \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{25 - 9}{9 \times 25} \right)$$

$$\text{سومین طول موج} \quad \frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{36 - 9}{9 \times 36} \right)$$

$$\Delta\lambda = 100 \times 9 \left(\frac{25}{16} - \frac{36}{27} \right) = \frac{825}{4}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

جرم نوترون و پروتون ($ZM_p + NM_n$) از جرم اتم (M_x) بیشتر است و هرچه این اختلاف جرم بیشتر باشد، طبق رابطه $\Delta E = \Delta(Mc)$ ، نشان‌دهنده بزرگی انرژی بستگی هسته است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۸

در رشته لیمان $n' = 1$ است.

$$\left. \begin{aligned} f &= \frac{c}{\lambda} \\ \frac{1}{\lambda} &= R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \end{aligned} \right\} \Rightarrow f = cR \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda}{3} \times 10^{15} \text{ Hz} = (3 \times 10^{17} \text{ nm/s}) \left(\frac{1}{100 \text{ nm}} \right) \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda}{9} = 1 - \frac{1}{n^2} \Rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{1}{9} \Rightarrow n = 3$$

اولین خط برای گذار الکترون از $n = 2$ به $n' = 1$ و دومین خط برای گذار الکترون از $n = 3$ به $n' = 1$ است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

ابتدا با استفاده از رابطه $E_n = \frac{-E_R}{n^2}$ شماره تراز n و در ادامه انرژی لازم برای آنکه الکترون از تراز n به تراز $n + 1$ برود را محاسبه می‌کنیم:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow -0.85 = \frac{-13.6}{n^2} \Rightarrow n^2 = 16 \Rightarrow n = 4, n + 1 = 5$$

$$\frac{E_5}{E_4} = \left(\frac{4}{5}\right)^2 \Rightarrow E_5 = -0.85 \times \frac{16}{25}$$

$$\Delta E = E_5 - E_4 = \left(-0.85 \times \frac{16}{25}\right) - (-0.85) = 0.85 \left(\frac{-16}{25} + 1\right) = 0.85 \times \frac{9}{25} = 0.306 \text{ eV}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۴

با استفاده از معادله $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ نسبت انرژی $\frac{E_3}{E_2}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{E_3}{E_2} = \frac{-\frac{E_R}{3^2}}{-\frac{E_R}{2^2}} = \frac{4}{9}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۵

گام اول

الف) نیمه‌عمر ماده پرتوزایی ۵ روز $\leftarrow T = 5$ روز

ب) بعد از چند روز تعداد هسته‌های واپاشیده شده $\frac{\gamma}{\lambda}$ تعداد هسته‌های اولیه خواهد بود؟
 $\leftarrow$ (روز) $t = ?$, $\frac{N_0 - N}{N_0} = \frac{\gamma}{\lambda}$, $t = ?$ (روز) $\leftarrow$ $\frac{\text{تعداد هسته‌های واپاشیده شده}}{\text{تعداد هسته‌های اولیه}}$

گام دوم

ابتدا به کمک رابطه $\gamma^n = \frac{N_0}{N}$ و $\frac{N_0 - N}{N_0} = \frac{\gamma}{\lambda}$ مقدار n را محاسبه کرده و در رابطه $t = nT$ قرار می‌دهیم تا مدت‌زمان خواسته‌شده به دست آید:

$$\frac{N_0 - N}{N_0} = \frac{\gamma}{\lambda} \Rightarrow 1 - \frac{N}{N_0} = \frac{\gamma}{\lambda} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{\lambda}{\lambda} \Rightarrow \frac{N_0}{N} = \lambda \quad (*)$$

$$\gamma^n = \frac{N_0}{N} \xrightarrow{(*)} \gamma^n = \lambda \Rightarrow n = 3$$

$$t = nT \Rightarrow t = 3 \times 5 = 15 \text{ روز}$$

گام اول

الف) انرژی الکترون در تراز $n = 2$ برابر E_2 است $\leftarrow E_2 = ?$

ب) انرژی الکترون در تراز $n = 3$ برابر E_3 است $\leftarrow E_3 = ?$

گام دوم

انرژی الکترون در تراز n ام از رابطه $E_n = \frac{-E_R}{n^2}$ به دست می‌آید ($E_R =$ یک ریذبرگ).
 بنابراین به ترتیب E_2 و E_3 برابرند با:

$$n = 2 \Rightarrow E_2 = -\frac{1}{4}(E_R)$$

$$n = 3 \Rightarrow E_3 = -\frac{1}{9}(E_R)$$

معادله واپاشی اورانیوم (${}_{92}^{238}\text{U}$) را نوشته و باتوجه به ماهیت ذره α (${}_{2}^4\text{He}$)، تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های عنصر ایجادشده را به دست می‌آوریم:

$${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{2}^4\text{He} + {}_Z^AX \Rightarrow \begin{cases} A + 4 = 238 \Rightarrow A = 234 \\ Z + 2 = 92 \Rightarrow Z = 90 \end{cases} \text{ (تعداد پروتون)}$$

$$\begin{cases} A = N + Z = 234 \\ Z = 90 \end{cases} \Rightarrow N + 90 = 234 \Rightarrow N = 144 \text{ (تعداد نوترون‌ها)}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۵

طبق رابطه $\Delta E = \Delta Mc^2$ هرچه اختلاف جرم مجموع نوترون‌ها و پروتون‌ها (نوکلئون‌ها) از هسته بیشتر باشد، انرژی بستگی هسته بیشتر است و آن هسته پایدارتر است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۸

سومین خط رشته n' یعنی گذار الکترون از $n' + 3$ به n' . طول موج این رشته برابر است با:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n' + 3)^2} \right) \xrightarrow{\lambda = \frac{c}{f}} \frac{f}{c} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n' + 3)^2} \right) \\ \Rightarrow \frac{2/5 \times 10^{14}}{3 \times 10^8} &= \frac{1}{100} \times 10^9 \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n' + 3)^2} \right) \\ \Rightarrow \frac{1}{12} &= \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n' + 3)^2} \Rightarrow n' = 3 \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

گزینه "۲" صحیح است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

اندازه‌گیری‌های دقیق نشان می‌دهد که مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های هسته (نوکلئون‌ها) از جرم هسته اندکی بزرگ‌تر است و این اختلاف جرم در موقع تشکیل هسته ایجاد می‌شود.

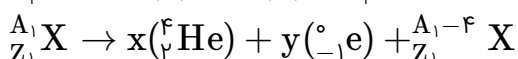
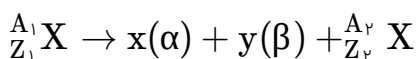
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۱

گام اول

الف) بدون تغییر عدد اتمی $Z_1 = Z_2 \leftarrow$ ب) عدد جرمی آن ۴ واحد کم شود $A_2 = A_1 - 4 \leftarrow$

گام دوم

معادله واپاشی عنصر فرضی را نوشته و تعداد ذره‌های گسیلی را مطابق شرایط خواسته شده به دست می‌آوریم: (ذره آلفا: ${}^4_2\text{He}$ و ذره بتا: ${}^0_{-1}\text{e}$)



$$\Rightarrow \begin{cases} A_1 = 4(x) + \cancel{(0 \times y)} + A_1 - 4 \Rightarrow x = 1 \quad (*) \\ Z_1 = (2x) + (-1 \times y) + Z_1 \Rightarrow 2x - y = 0 \xrightarrow{(*)} y = 2 \end{cases}$$

(تعداد ذرات آلفا) (*) (تعداد ذرات بتا)

گام اول

الف) نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو ۲ ساعت است $T_{\frac{1}{2}} = 2\text{h} \leftarrow$ ب) پس از چند ساعت، $\frac{1}{128}$ هسته‌های اولیه، فعال باقی می‌ماند؟ $\leftarrow t = ? (\text{h})$ $N = \frac{1}{128} N_0$

گام دوم

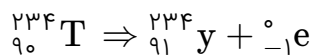
باتوجه به روابط $N = \frac{N_0}{2^n}$ و اینکه $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ مدت t را محاسبه می‌کنیم.

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{128} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow n = 7$$

حال n و $T_{\frac{1}{2}}$ را در رابطه $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ جایگذاری کرده و t را به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow t = 7 \times 2 = 14\text{ h}$$

در واپاشی β^- یک نوترون داخل هسته به یک الکترون و یک پروتون تبدیل می‌شود.

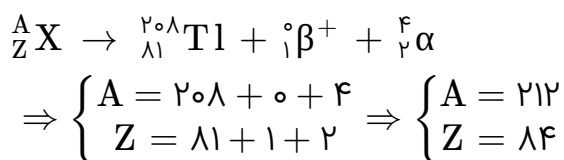


عدد اتمی هسته دختر ۹۱ و عدد نوترونی آن $N = 234 - 91 = 143$ است پس داریم:

$$\frac{Z}{N} = \frac{91}{143}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

واپاشی به صورت زیر انجام می‌گیرد:



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

با استفاده از رابطه $E = hf = h\frac{c}{\lambda}$ ، طول موج این فوتون را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} E = h\frac{c}{\lambda} \\ E = 2\text{keV} = 2000\text{eV} \\ h = 4 \times 10^{-15}\text{eV} \cdot \text{s} \\ c = 3 \times 10^8\text{km/s} = 3 \times 10^8\text{m/s} \end{cases} \Rightarrow 2000 = 4 \times 10^{-15} \times \frac{3 \times 10^8}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 6 \times 10^{-10}\text{m} = 0.6\text{nm}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۵

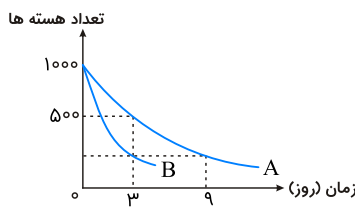
$$n = \frac{t}{T} = \frac{22920}{5730} = 4 \Rightarrow \text{کسر باقی مانده} = \frac{1}{2^4} = \frac{1}{16} = 6.25\%$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

مطابق نمودار مشاهده می‌شود تعداد هسته‌های ماده A پس از ۳ روز از ۱۰۰۰ هسته به ۵۰۰ هسته می‌رسد و این یعنی نیمه‌عمر ماده پرتوزای A، ۳ روز است. حال با استفاده از رابطه نیمه‌عمر، تعداد هسته‌های ماده A را پس از ۹ روز محاسبه می‌کنیم:

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{n}}} = \frac{1000}{2^{\frac{9}{3}}} = 125$$

به این ترتیب با توجه به نمودار مشاهده می‌شود تعداد هسته‌های ماده پرتوزای B، پس از ۳ روز از ۱۰۰۰ هسته به ۱۲۵ هسته رسیده است:



$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{n}}} \Rightarrow 125 = \frac{1000}{2^{\frac{3}{n}}} \Rightarrow 2^{\frac{3}{n}} = 8 \Rightarrow 2^{\frac{3}{n}} = 2^3 \Rightarrow \frac{3}{n} = 3 \Rightarrow n = 1$$

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{n}}} \Rightarrow \frac{1}{32} N_0 = \frac{N_0}{2^t} \Rightarrow t = 5 \text{ روز}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۵

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۱

گام اول

الف) پس از گذشت ۵ نیمه‌عمر $\leftarrow n = 5$

ب) چند درصد از هسته واپاشیده می‌شود؟ $\leftarrow \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100 = ?$

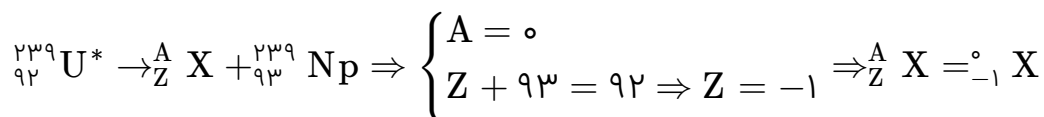
گام دوم

ابتدا با استفاده از رابطه $N, 2^n = \frac{N_0}{N}$ را برحسب N_0 محاسبه کرده و در رابطه $\frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$ جایگذاری می‌کنیم تا درصد واپاشیده شدن هسته به دست آید:

$$2^n = \frac{N_0}{N} \Rightarrow N = \frac{N_0}{2^5} = \frac{1}{32} N_0 \quad (*)$$

$$\text{درصد واپاشی هسته} : \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100 \stackrel{(*)}{=} \frac{N_0 - \frac{1}{32} N_0}{N_0} \times 100 = \left(1 - \frac{1}{32}\right) \times 100 \approx 97\%$$

واکنش مسئله را کامل کرده و X را مشخص می‌کنیم:



در نتیجه ${}_{-1}^0\text{X}$ ، الکترون است.

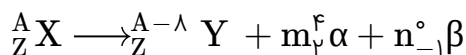
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۹

باتوجه به اینکه فلز گداخته موج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند، طیف نشری است نه جذبی. ازطرفی طیفی که از جامدها و یا مایع‌های مذاب گسیل می‌شود، پیوسته است؛ یعنی بین طول موج‌های مختلف آن فاصله‌ای وجود ندارد؛ پس طیف فلز گداخته، طیف نشری پیوسته است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۸

روش تستی: اگر در یک واکنش هسته‌ای عدد اتمی هسته مادر و هسته دختر مساوی باشند، تعداد ذرات بتا دو برابر تعداد ذرات آلفا خواهد بود؛ بنابراین تنها گزینه "۲" صحیح است.

روش محاسباتی:



$$A = A - \lambda + m \times 4 + n \times 0 \Rightarrow m = 2 \text{ آلفا}$$

$$Z = Z + m \times 2 + n \times (-1) \xrightarrow{m=2} n = 4 \text{ بتا}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

نیروی هسته‌ای گرچه بسیار قوی است اما کوتاه‌برد است؛ بنابراین هر نوکلئون فقط به نوکلئون‌های مجاور خود نیروی هسته‌ای وارد می‌کند. نیروی کولنی در مقایسه با نیروی هسته‌ای، گرچه دارای شدت کمتری است اما بلندبرد است و هر پروتون به تمام پروتون‌های موجود در هسته نیروی رانشی وارد می‌سازد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۸۷

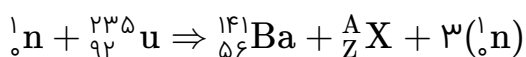
گام اول

الف) بعد از مدتی معادل ۳ نیمه‌عمر $n = 3$ ب) چند درصد از هسته واپاشی نشده باقی می‌ماند؟ $\leftarrow \frac{N}{N_0} \times 100 = ?$

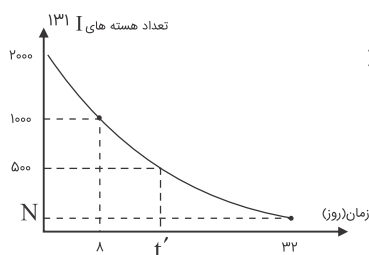
گام دوم

به کمک رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ ، درصدی از هسته که واپاشی نشده را محاسبه می‌کنیم:

$$2^n = \frac{N_0}{N} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8} \quad (*)$$

درصد واپاشی نشده هسته: $\frac{N}{N_0} \times 100 \stackrel{(*)}{=} \frac{1}{8} \times 100 = 12.5\%$ عدد جرمی $1 + 235 = 141 + A + 3 \Rightarrow A = 92$ عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) $0 + 92 = 56 + Z + 0 \Rightarrow Z = 36$ تعداد نوترون‌ها $= \text{عدد جرمی} - \text{عدد اتمی} = 92 - 36 = 56$

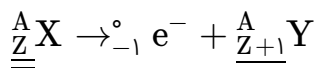
باتوجه به نمودار زیر، پس از گذشت ۸ روز، تعداد هسته‌های ید نصف می‌شود؛ پس نیمه‌عمر ۸ روز است: $T = 8$.
 مطابق نمودار با گذشت دو نیمه‌عمر تعداد هسته‌ها به ۵۰۰ عدد می‌رسد، بنابراین: روز $t' = 16$.
 حال برای تعیین تعداد هسته‌ها پس از ۳۲ روز از رابطه‌های زیر استفاده می‌کنیم:



$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow{T=8 \text{ روز}, t=32 \text{ روز}} n = \frac{32}{8} = 4$$

$$2^n = \frac{N_0}{N} \xrightarrow{N_0=2000, N=500} N = \frac{2000}{2^4} = 125$$

باتوجه به شکل مسئله، واپاشی بتازا داریم که طی آن در هسته، یک نوترون با گسیل الکترون به پروتون تبدیل می‌شود:



پس تعداد پروتون‌های هسته یک واحد افزایش می‌یابد و تعداد نوترون‌های آن یک واحد کاهش می‌یابد.

$$\begin{cases} Z_2 = Z_1 + 1 \\ A_2 = A_1 \Rightarrow Z_2 + N_2 = Z_1 + N_1 \Rightarrow Z_1 + 1 + N_2 = Z_1 + N_1 \Rightarrow N_2 = N_1 - 1 \end{cases}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۲

باتوجه به رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$ و $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ خواهیم داشت:

$$\frac{f}{c} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{f = 562/5 \times 10^{12} \text{ Hz}}{R_H = 0.01 \text{ nm}^{-1}, c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}} \rightarrow \frac{562/5 \times 10^{12}}{3 \times 10^8} = 10^{-7} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Rightarrow 0.1875 = \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

باتوجه به گزینه‌ها و قرار دادن آن‌ها در رابطه بالا، گزینه "۳" در آن صدق می‌کند و صحیح است یعنی:

$$n = 4 \text{ و } n' = 2$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۶

می‌دانیم که بسامد گستره نور مرئی حدوداً از $4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ تا $7/5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ است، بسامد $4/75 \times 10^{14} \text{ Hz}$ در گستره نور مرئی قرار دارد. تنها رشته‌ای که بسامد نور مرئی دارد رشته بالمر است یعنی تراز مقصد الکترون $n = 2$ است بنابراین گزینه‌های (۲) و (۴) نمی‌توانند درست باشند. حالا یکی از گزینه‌های (۱) یا (۳) را امتحان می‌کنیم، اگر پاسخ معادله درست بود، گزینه درست همان گزینه‌ای است که انتخاب کرده‌ایم در غیر این صورت گزینه درست، گزینه بعدی است. گزینه ۳ را امتحان می‌کنیم:

$$\Delta E = hf \Rightarrow |E_2| - |E_4| = hf$$

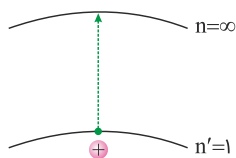
$$3/4 - 0.1875 = 4 \times 10^{-15} f \Rightarrow f = 6/375 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

بنابراین گزینه (۱) گزینه درست است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

- گزینه ۲: نیروی کولنی گرچه دارای شدت کمتری است اما بلندبُرد است.
- گزینه ۳: جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده‌اش اندکی کمتر است.
- گزینه ۴: نسبت تعداد نوترون به پروتون، از ۱ به ۱ تا ۱ به ۱/۳ است؛ بنابراین دقیقاً یکسان نیست.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۴



$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda = 100 \text{ nm}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

- در واکنش‌های هسته‌ای دو اصل برقرار است:
- ۱- مجموع عدد جرمی ذرات و هسته‌های موجود در دو طرف واکنش برابر است.
- ۲- مجموع عدد اتمی ذرات و هسته‌های موجود در دو طرف واکنش برابر است.



$$\begin{cases} 4 + 27 = A + 1 \Rightarrow A = 31 - 1 = 30 \Rightarrow A = 30 \\ 2 + 13 = Z \Rightarrow Z = 15 \end{cases}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

باتوجه به اینکه n شماره تراز مبدأ و n' شماره تراز مقصد الکترون است، از رابطه بالا داریم:

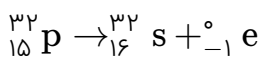
$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{1}{1200} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{1}{9} - \frac{1}{n^2} \Rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{3}{9 \times 12}$$

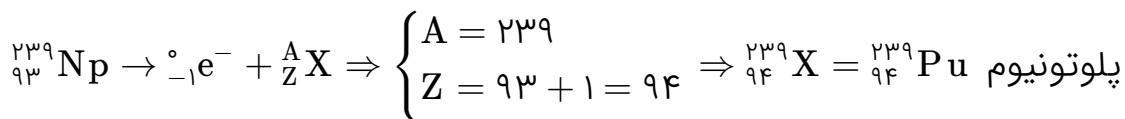
$$\Rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{1}{9 \times 4} \Rightarrow n = 6$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

واکنش هسته‌ای (مطابق زیر)، با ذره بتای منفی کامل می‌شود.



کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۵



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۵

باتوجه به اینکه α هسته اتم هلیوم است $\alpha \equiv {}_2^4\text{H}^{2+}$ ؛ وقتی از یک هسته، ذره α گسیل می‌شود عدد جرمی هسته به اندازه عدد جرمی هلیوم کاهش می‌یابد.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۶

گام اول

الف) اگر ضریب ثابت پلانک $6/6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ ژول ثانیه باشد $h = 6/6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

ب) این ضریب چند الکترون ولت ثانیه است؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$ $h = ? (\text{eV.s})$

گام دوم

برای تبدیل ژول ثانیه به الکترون ولت ثانیه به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

$$h = 6/6 \times 10^{-34} \text{ J.s} \xrightarrow{(1\text{J} = \frac{1}{1/6 \times 10^{-19}} \text{ eV})} h = 6/6 \times 10^{-34} \times \frac{1}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{33}{1} \times 10^{-15} \text{ eV.s}$$

$$\begin{aligned} \text{بالمَر} \\ (n' = 2) \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \lambda_{\text{بلندترین}}: n = 3 &\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\text{max}}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \\ &= \frac{1}{100} \times \frac{5}{36} \\ \lambda_{\text{کوتاهترین}}: n = \infty &\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\text{min}}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{4} \right) \end{aligned} \right. \\ \left. \begin{aligned} \lambda_{\text{max}} &= \frac{3600}{5} = 720 \text{ nm} \\ \lambda_{\text{min}} &= 400 \text{ nm} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda_{\text{max}} - \lambda_{\text{min}} = 320 \text{ nm} \end{aligned}$$

طبق رابطه انرژی الکترون در هر لایه، انرژی الکترون در لایه‌های مختلف را به دست می‌آوریم.

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{-13/6}{1^2} = -13/6 \text{ eV} \\ E_2 = \frac{-13/6}{2^2} = -13/4 \text{ eV} \\ E_3 = \frac{-13/6}{3^2} = -1/51 \text{ eV} \\ E_4 = \frac{-13/6}{4^2} = -5/84 \text{ eV} \end{cases}$$

باتوجه به اعداد به دست آمده و این که انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی دو تراز است، الکترون از تراز ۴ به تراز ۲ آمده است.

شعاع مدار n ام از رابطه $r = a_0 n^2$ به دست می‌آید. پس:

$$r = a_0 n^2 = a_0 (4)^2 = 16a_0, \quad r' = a_0 n'^2 = a_0 (2)^2 = 4a_0$$

پس خواسته سؤال برابر است با:

$$r - r' = 16a_0 - 4a_0 = 12a_0$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

معادله واپاشی هسته عنصر ${}^6_3\text{Li}$ که از خود ذره آلفا (${}^4_2\text{He}$) و ذره بتا (${}^0_{-1}\text{e}$) گسیل می‌کند، نوشته و عنصر تشکیل شده را مشخص می‌کنیم:

$${}^6_3\text{Li} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e} + {}^A_Z\text{X} \Rightarrow \begin{cases} A + 0 + 4 = 6 \Rightarrow A = 2 \\ Z - 1 + 2 = 3 \Rightarrow Z = 2 \end{cases} \Rightarrow {}^A_Z\text{X} = {}^2_2\text{He}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۰

درستی یا نادرستی جمله‌ها را بررسی می‌کنیم:

الف) پرتوهای α کوتاه برد هستند پس (الف) نادرست است.

ب) درست است.

پ) درست است.

ت) واپاشی α فقط در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد پس ت نادرست است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

معادله واکنش هسته‌ای را کامل کرده و X را تعیین می‌کنیم:

$${}_0^1\text{n} + {}_5^{10}\text{B} \rightarrow {}_3^7\text{Li} + {}_Z^AX \Rightarrow \begin{cases} A + 7 = 10 + 1 \Rightarrow A = 4 \\ Z + 3 = 5 + 0 \Rightarrow Z = 2 \end{cases} \Rightarrow {}_Z^AX = {}_2^4\text{He}$$

باتوجه به اینکه ${}_2^4\text{He}$ همان ذره α است، گزینه "۱" صحیح است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۹

$${}_{93}^{237}\text{Np} \rightarrow {}_2^4\alpha + {}_{-1}^0\beta^- + {}_Z^AY$$

$$\Rightarrow {}_{93}^{237}\text{Np} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{-1}^0\text{e} + {}_Z^AY$$

مجموع نوکلئون‌ها و بار الکتریکی هر دو سمت واکنش باید یکسان باشد:

$$237 = 4 + A \Rightarrow A = 225$$

$$93 = 2 - 1 + Z \Rightarrow Z = 88$$

از رابطه $A = N + Z$ تعداد نوترون‌ها را هم محاسبه می‌کنیم:

$$A = Z + N \Rightarrow N = 225 - 88 = 137$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

گام اول

کوتاه‌ترین و بلندترین طول موجی که در رشته پاشن گسیل می‌شوند، چند نانومتر؟ و در چه ناحیه‌ای از طیف موج

$$\begin{cases} \lambda_{\min} = ? \text{ (nm)} : n' = 3, n = \infty \\ \lambda_{\max} = ? \text{ (nm)} : n' = 3, n = 4 \end{cases} \text{ الکترومغناطیسی؟}$$

گام دوم

در رشته پاشن گستره طول موج‌ها در ناحیه فروسرخ است.

با استفاده از رابطه ریدبرگ طول موج‌های خواسته شده را محاسبه می‌کنیم:

کوتاه‌ترین طول موج:

$$n = \infty, \quad n' = 3, \quad R_H = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - 0 \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = 900 \text{ nm}$$

بلندترین طول موج:

$$n = 4, \quad n' = 3, \quad R_H = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} \approx 2057 \text{ nm}$$

الف: درست، ب: درست، پ: نادرست، ت: نادرست

نکته: در نوعی دیگر از فرایند واپاشی بتا، ذره گسیل شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد، ولی به جای بار $-e$ حامل بار $+e$ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با β^+ یا e^+ نمایش داده می‌شود. درواقع آنچه در این واپاشی رخ می‌دهد این است که یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و سپس این پوزیترون از هسته گسیل می‌شود.

اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند.

$$\begin{cases} f_0 = \frac{\omega}{\lambda} \times 10^{15} \text{ Hz} \\ hf = 4/125 \times 10^{-19} \text{ J} \\ v_{\max} = ? \end{cases}$$

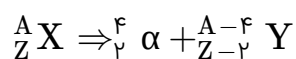
$$K_{\max} = hf - hf_0 = 4/125 \times 10^{-19} - 4 \times 10^{-15} \times \frac{\omega}{\lambda} \times 10^{15} \times 1/6 \times 10^{-19} = 0/125 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 0/125 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times v^2$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{0/25}{9} \times 10^{12} \xrightarrow{\text{جذر}} v = \frac{0/5}{3} \times 10^6 = \frac{1}{6} \times 10^6$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

با واپاشی آلفا، عدد اتمی ۲ واحد کاهش می‌یابد.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷