

منبع: کنکور سراسری

زمان ۳۳ دقیقه

پایه دوازدهم تجربی

مدرسه گروه آموزشی بیوگراوند

شماره آزمون سری اول (سوالات کنکور)

مبحث فصل ۴ دوازدهم (آشنایی با فیزیک اتمی و هسته ای)

درس فیزیک

گزینه ۴

۱

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

گزینه ۴

۲

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.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۴

گزینه ۱

۳

در واپاشی گاما تعداد نوکلئون‌ها ثابت می‌ماند. عدد اتمی و عدد جرمی تغییر نمی‌کند و هسته که در حالت برانگیخته است، با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می‌رسد.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۴

باتوجه به اینکه طول موج فوتون، $112/5$ نانومتر است و این عدد، در گستره طول موج امواج فرابنفش است، مربوط به رشته لیمان است و $n' = 1$ است؛ پس:

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

$$\Rightarrow \frac{1}{112/5} = 0.01 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{200}{225} = 1 - \frac{1}{n^2}$$

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

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

وایشی به صورت زیر انجام می‌گیرد:

$${}^A_Z X \rightarrow {}^{208}_{81} Tl + {}^4_2 \alpha + {}^0_{-1} \beta^+$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = 208 + 4 + 0 \\ Z = 81 + 2 - 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 212 \\ Z = 84 \end{cases}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

$${}^1_0 n + {}^{235}_{92} u \Rightarrow {}^{141}_{56} Ba + {}^A_Z X + {}^3_0 n$$

عدد جرمی $1 + 235 = 141 + A + 3 \Rightarrow A = 92$

عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) $0 + 92 = 56 + Z + 0 \Rightarrow Z = 36$

$56 = 92 - 36 =$ عدد جرمی - عدد اتمی = تعداد نوترون‌ها

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۶

$$1 \text{ eV} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} = 4 \times 10^{-15} \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

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

فبسامد

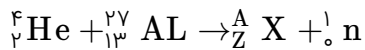
$$\Rightarrow n = \frac{\cancel{4/1} \times 10^4 \times 1}{(4 \times 10^{-15} \times \cancel{1/6} \times 10^{-19}) \times (75 \times 10^6)} = \frac{3 \times 10^4}{\underbrace{(4 \times 75)}_{=300} \times 10^{-34} \times 10^6} = \frac{3 \times 10^4}{3 \times 10^{-26}} = 10^{30}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

در واکنش‌های هسته‌ای دو اصل برقرار است:

۱- مجموع عدد جرمی ذرات و هسته‌های موجود در دو طرف واکنش برابر است.

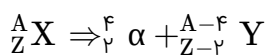
۲- مجموع عدد اتمی ذرات و هسته‌های موجود در دو طرف واکنش برابر است.



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

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

با واپاشی آلفا، عدد اتمی ۲ واحد کاهش می‌یابد.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

از روی نمودار می‌توان نتیجه گرفت که پس از ۱۶ روز $\frac{1}{16}$ تعداد هسته‌های اولیه ماده پرتوزا باقی مانده است؛ بنابراین می‌توان نیمه‌عمر این ماده را محاسبه نمود:

$$N = \frac{\overset{\text{تعداد هسته‌های اولیه}}{N_0}}{2^n}$$

تعداد هسته‌های باقی مانده : $N = \frac{N_0}{2^n}$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{16} N_0 &= \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 4 \\ n &= \frac{t}{T} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 4 = \frac{16}{T} \Rightarrow T = 4 \text{ روز}$$

پس از گذشت ۸ روز داریم:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{n=\frac{8}{4}=2} N = \frac{N_0}{2^2} = \frac{1}{4} N_0 \times 100 = 25\% N_0$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۷

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

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

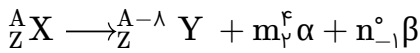
این طول موج مربوط به رشته لیمان است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

گزینه "۲" صحیح است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

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

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

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

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

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

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

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

گام اول: طول موج فوتون مورد نظر 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

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

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

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

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

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

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

$$\frac{1}{\lambda_{\text{min}}} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{\mu^2} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_{\text{min}} = 900 \text{ nm} \Rightarrow \lambda_{\text{min}} = 0/9 \mu\text{m}$$

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

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

در رشته لیمان $n' = 1$ است.

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

$$\Rightarrow \frac{\lambda}{\mu} \times 10^{15} \text{ Hz} = (3 \times 10^8 \text{ nm/s}) \left(\frac{1}{100 \text{ nm}} \right) \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$$

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

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

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

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

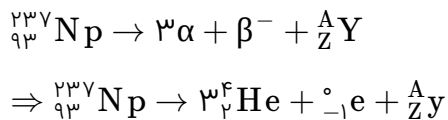
$$\Rightarrow E = \frac{13/6 \times 9}{16 \times 25} \text{ eV}$$

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



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

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

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{-13/6}{1^2} = -13/6 \text{ eV} \\ E_2 = \frac{-13/6}{2^2} = -3/4 \text{ eV} \\ E_3 = \frac{-13/6}{3^2} = -1/51 \text{ eV} \\ E_4 = \frac{-13/6}{4^2} = -5/85 \text{ eV} \end{cases}$$

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:

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

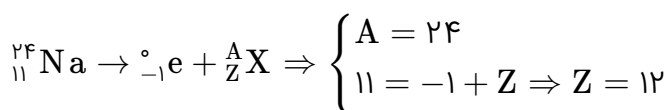
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

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

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

ابتدا طول موج تابش شده را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2/25 \times 10^{15}} = \frac{4}{3} \times 10^{-7} \text{ m} = \frac{400}{3} \text{ nm}$$

حالا از رابطه ریبرگ استفاده می‌کنیم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{3}{400} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} = \frac{3}{4}$$

با کمی دقت مشخص است که $n = 2$ و $n' = 1$ است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

دومین خط رشته براکت یعنی گذار الکترون از $n = 6$ به $n' = 4$ بنابراین می‌توان نوشت:

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

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{36} \right) \Rightarrow \lambda = \frac{16 \times 36}{20R}$$

برای چهارمین خط رشته بالمر ($6 \Rightarrow 2$) می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda'} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36} \right) \Rightarrow \lambda' = \frac{4 \times 36}{32R}$$

$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{\frac{16 \times 36}{20R}}{\frac{4 \times 36}{32R}} = \frac{32 \times 16}{20 \times 4} = \frac{32}{5}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

هنگامی که الکترون در مدار $n = 1$ باشد، در حالت پایه و هنگامی که در دومین حالت برانگیخته است در مدار $n = 3$ است. از طرفی انرژی الکترون از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{E_3}{E_1} = \frac{-\frac{E_R}{9}}{-\frac{E_R}{1}} = \frac{1}{9}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

برای محاسبه کمترین بسامد $n = ۴$ و بیشترین بسامد $n = \infty$ را در نظر می‌گیریم. در این صورت داریم:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{f}{c} \times 10^{-9} \Rightarrow f_1 \\ &= ۳ \times 10^8 \times 10^9 \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{۱۶} \right) = \frac{۷}{۴۸} \times 10^{1۵} \text{ Hz} \\ f_2 &= ۳ \times 10^{1۵} \left(\frac{1}{9} - 0 \right) = \frac{1}{۳} \times 10^{1۵} \text{ Hz} \\ \Delta f &= f_2 - f_1 = \left(\frac{۷}{۴۸} - \frac{1}{۳} \right) \times 10^{1۵} = 1/۸۷۵ \times 10^{1۴} \text{ Hz} \end{aligned}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

باتوجه به رابطه محاسبه انرژی فوتون تابش شده می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} E &= E_U - E_L \Rightarrow \frac{۴/۰۸ \times 10^{-1۹}}{1/۶ \times 10^{-1۹}} = \frac{-۱۳/۶}{n^2} - \left(\frac{-۱۳/۶}{n'^2} \right) \\ \Rightarrow ۲/۵۵ &= ۱۳/۶ \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{۲/۵۵}{۱۳/۶} = \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \\ \Rightarrow \begin{cases} n' = ۲ \\ n = ۴ \end{cases} \end{aligned}$$

اکنون باتوجه به رابطه بین شعاع مدار و شماره مدار داریم:

$$r_n = a_0 n^2 \Rightarrow \frac{r_n}{a_0} = n^2 = (۴)^2 = ۱۶$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

باتوجه به معادله واپاشی انجام شده می‌توان نوشت:

$${}^A_Z X \rightarrow {}^f_p \alpha + {}^{۲۰}_8 P b \Rightarrow \begin{cases} A = ۲۱۱ \\ Z = ۸۴ \end{cases}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱