



گزینه ۳

۱

کوتاه‌ترین طول موج، با $n = \infty$ متناظر است. در این صورت با استفاده از معادلهٔ ریدبرگ $\left(\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)\right)$ برای رشتهٔ بالمر داریم:

$$\frac{1}{\lambda_1} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow{n=\infty} \frac{1}{\lambda_{\min}} = R \times \frac{1}{4} \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{4}{R} \quad (1)$$

بلندترین طول موج رشتهٔ براکت متناظر است با $n = 5$ ، طبق معادلهٔ ریدبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda_2} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow{n=5} \frac{1}{\lambda_{\max}} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = R\left(\frac{9}{100}\right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{100}{9R} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \lambda_{\max} - \lambda_{\min} = \frac{100}{9R} - \frac{4 \times 9}{9R} = \frac{364}{9R}$$

گزینه ۲

۲

عبارت مربوط به گزینهٔ "۲" نادرست است.

گزینه ۴

۳

برای آنکه مدار الکترون تغییر کند، باید فوتون جذب الکترون شود. در این صورت باید انرژی فوتون برابر با اختلاف بین انرژی‌های دو تراز باشد. در این صورت می‌توان نوشت:

$$hf = E_U - E_L = E_R\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right)$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^{-15} \times 12 \times 10^{13} = 13/5 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n_U^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{48 \times 10^{-2}}{13/5} = \frac{1}{4} - \frac{1}{n_U^2} \Rightarrow 3/55 \times 10^{-2} = \frac{1}{4} - \frac{1}{n_U^2} \Rightarrow \frac{1}{n_U^2} = \frac{1}{4} - 3/55 \times 10^{-2}$$

با حل معادله مشخص می‌شود که عدد صحیح برای n_U به دست نمی‌آید؛ یعنی الکترون مکان خود را ترک نمی‌کند.

توان لامپ، مشخص‌کننده انرژی تابش‌شده توسط آن در هر ثانیه است. ازطرفی می‌دانیم انرژی موج متناسب با تعداد فوتون‌ها است؛ یعنی می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{array}{l} P \propto E \\ E = nhf \end{array} \right\} \Rightarrow P \propto n \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{25}{100} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{4}$$

یعنی در این حالت تعداد فوتون‌های تابشی $\frac{1}{4}$ برابر شده و در این صورت تعداد فوتوالکتردها نیز $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود؛ پس جریان ناشی از فوتوالکتردها نیز $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود.

گام اول: ابتدا انرژی فوتون‌های خروجی در مدت ۱ دقیقه را به دست می‌آوریم.

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow 200 = \frac{E}{60} \Rightarrow E = 12 \times 10^3 \text{ J}$$

گام دوم: انرژی فوتون‌های خروجی را برابر با nhf قرار می‌دهیم.

$$E = nhf \Rightarrow E = n \frac{hc}{\lambda} \\ \Rightarrow 12 \times 10^3 = n \times \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{620 \text{ nm}} \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 3/75 \times 10^{22}$$

چون طول موج آستانه برای فلز B بیشتر است، پس اگر نوری باعث جدا شدن الکترون در فلز B شود ممکن است در فلز A الکترون از سطح فلز جدا شود ولی قطعی نیست.

در واپاشی آلفا، عنصر در جدول تناوبی دوخانه عقب می‌رود و در نمودار $N - Z$ به موازات نیمساز به سمت مرکز نمودار حرکت می‌کند.

در واپاشی الکترون، عنصر در جدول تناوبی یک خانه جلو می‌افتد و در نمودار $N - Z$ به موازات خط‌های دارای عدد جرمی یکسان، به سمت نیمساز (خط پایداری) می‌لغزد.

ابتدا انرژی آزادشده را حساب می‌کنیم.

$$E = mc^2 = 1 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow E = 9 \times 10^{10} \text{ J}$$

اکنون توان خروجی را حساب می‌کنیم.

$$Ra = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow \frac{\lambda_0}{100} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{\frac{E}{\Delta t}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{خروجی}} = \frac{\lambda_0}{100} \times \frac{9 \times 10^{10}}{3} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 24 \times 10^9 \text{ W}$$

برای محاسبه تعداد لامپ‌ها می‌توان نوشت:

$$n = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{لامپ}}} = \frac{24 \times 10^9}{\lambda_0} = 3 \times 10^8$$

در طیف لیمان رشته خط سوم $n = 4$ است. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \frac{15R}{16} \Rightarrow \lambda = \frac{16}{15R}$$

در طیف بالمر برای داشتن کوتاه‌ترین طول موج $n = \infty$ را انتخاب می‌کنیم. در این صورت داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{R}{4} \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{4}{R}$$

بنابراین خواهیم داشت:

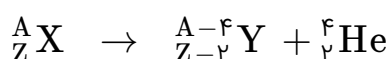
$$\frac{\lambda}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{16}{15R}}{\frac{4}{R}} = \frac{4}{15}$$

پس از گذشت ۳۲ روز، ۱۲۵ اتم از ۲۰۰۰ اتم اولیه ماده باقی مانده است در نتیجه می توان نیمه عمر را به دست آورد:

$$\text{کسر باقی مانده} = \frac{125}{2000} = \frac{1}{16} = \frac{1}{2^4} \Rightarrow 4T = 32 \Rightarrow T = 8 \text{ روز}$$

$$\frac{N}{N'} = \frac{\frac{N_0}{2^1}}{\frac{N_0}{2^2}} = 2$$

ذره آلفا همان ذره ${}^4_2\text{He}^{2+}$ است پس با واپاشی ذره آلفا داریم:



کم انرژی ترین فوتون بالمر دارای بلندترین طول موج است و هنگامی است که الکترون از $n = 3$ به $n' = 2$ می رود.

$$\frac{1}{\lambda_1} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = R\left(\frac{5}{36}\right) \Rightarrow \lambda_1 = \frac{36}{5R}$$

پرانرژی ترین فوتون پاشن دارای کوتاهترین طول موج است و هنگامی است که الکترون از $n = \infty$ به $n' = 3$ می رود.

$$\frac{1}{\lambda_2} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{R}{9} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{9}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{E_{\text{بالمر}}}{E_{\text{پاشن}}} = \frac{\frac{hc}{\lambda_1}}{\frac{hc}{\lambda_2}} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{9}{R}}{\frac{36}{5R}} = \frac{9 \times 5}{36} = \frac{5}{4}$$

ابتدا انرژی هر فوتون را حساب می‌کنیم:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} = 2 \text{ eV}$$

انرژی جنبشی هر الکترون با انرژی هر فوتون برابر است. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{|\Delta K|}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{2 \text{ eV}}{1e} \Rightarrow \Delta V = 2 \text{ V}$$

علت به وجود آمدن ذره β^- ، تبدیل یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون است. بنابراین با تابش β^- عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد و عدد جرمی ثابت باقی می‌ماند به عبارت دیگر، با تابش β^- یکی از نوترون‌های هسته کم شده و یکی به پروتون‌های آن اضافه می‌شود.

جرم هسته یک اتم از مجموع جرم نوکلئون‌هایش کوچک‌تر است زیرا حین تشکیل هسته اتم مقداری از جرم آن تبدیل به انرژی شده است.

تنها گزاره "ت" غلط است؛ با نزدیک شدن الکترون به دور هسته، بسامد موج الکترومغناطیسی تابشی طبق مدل رادفورد باید افزایش یابد.

هنگامی کوتاه‌ترین طول موج تابش می‌شود که بیشترین فاصله بین ترازهای انرژی ایجاد شده باشد؛ یعنی در این حالت گذار الکترون از $n = 6$ به $n = 1$ انجام شود. با استفاده از رابطه ریدبرگ می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{36} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{35}{36} \right) \Rightarrow \lambda = \frac{3600}{35} \text{ nm}$$

روی خطچین نیمساز نشان داده شده در شکل، اعداد اتمی و نوترونی باهم برابرند ($N = Z$) و این خطچین، صفحه را به دو قسمت $Z > N$ در بالای خطچین و $N > Z$ در پایین خطچین تقسیم می‌کند که عنصر X در آن واقع شده است:

یک بار به طرفین نامساوی عدد Z را می‌افزاییم $N > Z$

$$N + Z > 2Z$$

$$A > 2Z$$

بار دیگر به طرفین نامساوی عدد N را می‌افزاییم $N > Z$

$$N + N > Z + N$$

$$2N > A$$

$$\frac{1}{\lambda_1} = R\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right) = R\left(\frac{5}{36}\right) \Rightarrow \lambda_1 = \frac{36}{5R} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{36}{5R}}{\frac{8}{9R}} = \frac{36 \times 9}{5 \times 8} = 6/4$$

$$\frac{1}{\lambda_2} = R\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3}\right) = R\left(\frac{8}{9}\right) \Rightarrow \lambda_2 = \frac{9}{8R}$$

$$A = 6a^2 = 6 \times 20 \times 20 \times 10^{-4} = 24 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$E = IAt = 66 \times 10^{-6} \times 24 \times 10^{-2} \times 60 = 66 \times 24 \times 6 \times 10^{-7}$$

$$E = nhf \Rightarrow n = \frac{E}{hf} = \frac{66 \times 24 \times 6 \times 10^{-7}}{6/6 \times 10^{-34} \times 8 \times 10^{14}} = 18 \times 10^{14}$$

باتوجه به اینکه $\frac{255}{256}$ از تعداد هسته های اولیه واپاشیده شده است. پس $\frac{1}{256}$ از تعداد هسته های اولیه فعال باقی مانده است بنابراین می توان نوشت:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{256} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow 2^n = 256 \Rightarrow n = 8 \xrightarrow{n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} 8 = \frac{t}{3} \Rightarrow t = 24 \text{ روز}$$

طبق متن کتاب درسی گزینه ۳ درست است.

$$n = ۳ \rightarrow \lambda_1 = ۶۵۶/۲۰ \text{ nm} \quad (\text{خط قرمز})$$

$$n = ۴ \rightarrow \lambda_۲ = ۴۸۶/۰۸ \text{ nm} \quad (\text{خط آبی})$$

$$n = ۵ \rightarrow \lambda_۳ = ۴۳۴/۰۰ \text{ nm} \quad (\text{خط نیلی})$$

$$n = ۶ \rightarrow \lambda_۴ = ۴۱۰/۱۳ \text{ nm} \quad (\text{خط بنفش})$$

$$\frac{hc}{\lambda_1} = E_۳ - E_1 = E_R \left(1 - \frac{1}{9}\right) = \frac{8}{9} E_R$$

$$\frac{hc}{\lambda_۲} = E_۴ - E_1 = E_R \left(1 - \frac{1}{۱۶}\right) = \frac{۱۵}{۱۶} E_R$$

$$\frac{hc}{\lambda_۳} = E_۳ - E_۲ = E_R \left(\frac{1}{۴} - \frac{1}{9}\right) = \frac{۵}{۳۶} E_R$$

باتوجه به انرژی‌های فوتون‌ها، داریم:

$$\frac{۱۵}{۱۶} E_R + \frac{۵}{۳۶} E_R = \frac{8}{9} E_R \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_۲} + \frac{hc}{\lambda_۳} = \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_۲} + \frac{1}{\lambda_۳} = \frac{1}{\lambda_1}$$

انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته نیز مانند انرژی الکترون‌های وابسته به اتم، کوانتیده‌اند و نوکلئون‌های درون هسته نمی‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند. همچنین، همان‌طور که الکترون‌های اتم می‌توانند با جذب انرژی از تراز پایه به تراز برانگیخته بروند، نوکلئون‌ها نیز می‌توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و در نتیجه هسته برانگیخته شود. هسته برانگیخته با گسیل فوتون به تراز پایه برمی‌گردد. انرژی فوتون گسیل‌شده، با اختلاف انرژی بین تراز برانگیخته و تراز پایه برابر است. هسته برانگیخته را با گذاشتن ستاره روی نماد ${}^A_Z X$ به صورت ${}^A_Z X^*$ مشخص می‌کنند. نکته قابل‌توجه آن است که اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه keV تا مرتبه MeV است، در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبه eV است. از این‌رو، هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند. بنابراین تمام گزینه‌ها صحیح هستند.

اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه keV تا مرتبه MeV است، در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبه eV است. از این‌رو، هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.