



گزینه ۳

۱

$$\frac{\lambda_{\min}^{\text{فرابنفش}}}{\lambda_{\min}^{\text{فروسرخ}}} = \frac{\frac{1}{\lambda_{\min}^{\text{فروسرخ}}}}{\frac{1}{\lambda_{\min}^{\text{فرابنفش}}}} = \frac{R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty})}{R(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty})} = \frac{1}{9}$$

کوته‌ترین طول موج فروسرخ $\Leftarrow$ رشته پاشن $\left. \begin{matrix} n' = 3 \\ n = \infty \end{matrix} \right\}$

کوته‌ترین طول موج فرابنفش $\Leftarrow$ رشته لیمان $\left. \begin{matrix} n' = 1 \\ n = \infty \end{matrix} \right\}$

گزینه ۴

۲

اختلاف بیشترین و کمترین طول موج یک رشته، گستره آن رشته نامیده می‌شود. بنابراین ابتدا بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج رشته بالمر را تعیین می‌کنیم:

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}) \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{\lambda_{\max}} = \frac{1}{100}(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}) \Rightarrow \lambda_{\max} = 720 \text{ nm} \\ \frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{1}{100}(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}) \Rightarrow \lambda_{\min} = 400 \text{ nm} \end{cases}$$

باتوجه به مقادیر به دست آمده، گستره طول موج این رشته $720 - 400 = 320 \text{ nm}$ است.

گزینه ۳

۳

تمام طیف مرئی گسیلی گاز هیدروژن اتمی متعلق به رشته بالمر است ($n' = 2$). با قرار دادن $n = 3$ در فرمول ریدبرگ، بلندترین طول موج به دست می‌آید و بقیه طول موج‌ها در سمت چپ شکل پدید می‌آید.

کوتاه‌ترین طول‌موج در ناحیه فرابنفش متعلق به رشته لیمان و به ازای $n = \infty$ رخ می‌دهد که آن را با λ_1 نشان می‌دهیم.

کوتاه‌ترین طول‌موج در ناحیه فروسرخ متعلق به رشته پاشن و به ازای $n = \infty$ رخ می‌دهد که آن را با λ_2 نشان می‌دهیم.

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{1}{\lambda_2}}{\frac{1}{\lambda_1}} = \frac{R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty})}{R(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty})} = \frac{1}{9}$$

بلندترین طول موج براکت مربوط به جهش الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n' = 4$ است، که برابر است با:

$$\frac{1}{\lambda_1} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}) = R(\frac{1}{16} - \frac{1}{25}) \Rightarrow \lambda_1 = \frac{400}{9R}$$

دومین خط رشته بالمر، مربوط به جهش الکترون از $n' + 2 = 4$ به $n' = 2$ است، که برابر است با:

$$\frac{1}{\lambda_2} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}) = R(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}) \Rightarrow \lambda_2 = \frac{16}{3R}$$

حالا نسبت خواسته شده را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{400}{9R}}{\frac{16}{3R}} = \frac{400 \times 3R}{16 \times 9R} = \frac{25}{3}$$

کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی ممکن در رشته لیمان و در محدوده طیف فرابنفش واقع شده است. طول‌موج‌های گسیلی در ناحیه فروسرخ نیز در رشته‌های پاشن و براکت و پفوند واقع شده که کمترین طول‌موج در رشته پاشن است.

بلندترین طول‌موجی که در رشته پاشن از اتم هیدروژن گسیل می‌شود، مربوط به حالتی است که الکترون از تراز چهارم به تراز سوم برود؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}) = 0.01(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}) = \frac{7}{16 \times 9 \times 100} \Rightarrow \lambda_{\max} \simeq 2057 \text{ nm}$$

برای به دست آوردن خطوط رشته پاشن ($n' = ۳$) باید اعداد $n = ۴, ۵, \dots, \infty$ قرار داده شود. پربسامدترین خط گسیلی یعنی بلندترین گذار الکترون و به عبارت ساده‌تر یعنی گذار الکترون از $n = \infty$ به $n' = ۳$. ابتدا طول موج را از رابطه ریدبرگ به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{1}{900} \Rightarrow \lambda = 900 \text{ nm}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{900 \times 10^{-9}} = \frac{1}{3} \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \text{کوتاه‌ترین طول موج در ناحیه فروسرخ و } n = \infty \text{ و رشته پاشن}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \text{کوتاه‌ترین طول موج در ناحیه فرابنفش و } n = \infty \text{ و رشته لیمن}$$

$$\Rightarrow \lambda_1 = \frac{9}{R}, \quad \lambda_2 = \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 9$$

کوتاه‌ترین طول موج در ناحیه فروسرخ متعلق به رشته پاشن است.

$$n' = ۳, n = \infty \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right) = R \left(\frac{1}{9} \right) \Rightarrow \lambda_1 = \frac{9}{R}$$

کوتاه‌ترین طول موج در ناحیه فرابنفش متعلق به رشته لیمن است.

$$n' = ۱, n = \infty \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty} \right) = R \Rightarrow \lambda_2 = \frac{1}{R}$$

اختلاف طول موج‌ها برابر است با:

$$\Delta\lambda = \frac{9}{R} - \frac{1}{R} = \frac{8}{R}$$

بلندترین طول موج رشته لیمان مربوط به گذار الکترون از تراز $n' + 1 = 2$ به $n' = 1$ است و برابر است با:

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

چهار برابر طول موج به دست آمده را در فرمول طول موج رشته بالمر ($n' = 2$) قرار می دهیم؛ بنابراین:

$$\lambda' = 4\lambda = \frac{16}{3R}$$

$$\frac{1}{\lambda'} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{3R}{16} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{3}{16} = \frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \Rightarrow n = 4$$

$n = 4$ ، دومین خط رشته بالمر است.

با توجه به صورت سؤال و این که فوتون تابشی در این گذار مرئی بوده است، پس این گذار مربوط به سری بالمر بوده و مدار مقصد در این حالت $n' = 2$ می باشد، بنابراین داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) = R \times \frac{3}{16}$$

$$\Rightarrow \text{طول موج: } \lambda = \frac{16}{3R} = \frac{16}{3 \times 0.01} \simeq 533/3 \text{ (nm)}$$

طول موج های گسیلی در ناحیه مرئی متعلق به رشته بالمر ($n' = 2$) است.

به ازای $n = 3, 4, 5, 6$ طول موج های ناحیه مرئی ایجاد می شوند که $n = 3$ بلندترین طول موج و $n = 6$ کوتاه ترین طول موج را در فرمول ریذبرگ محاسبه می کند؛ پس داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = R \left(\frac{5}{36} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{36}{5R}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2} \right) = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36} \right) = R \left(\frac{8}{36} \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{36}{8R}$$

$$\text{درصد تغییر} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{36}{5R} - \frac{36}{8R}}{\frac{36}{8R}} = \frac{\frac{1}{5} - \frac{1}{8}}{\frac{1}{8}} = \frac{\frac{3}{40}}{\frac{1}{8}} = 0/6$$

در فرمول ریذبرگ برای به دست آوردن طول موج‌های رشته بالمر باید به جای n' عدد ۲ و به جای n اعداد $3, 4, \dots, \infty$ را قرار داد که به ازای $n = 3$ حداکثر طول موج و به ازای $n = \infty$ حداقل طول موج به دست خواهد آمد:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\lambda_{\max}} &= R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty} \right) = R \left(\frac{1}{4} - 0 \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{5}{36} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = 720 \text{ nm} \quad (\text{I}) \\ \frac{1}{\lambda_{\min}} &= R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty} \right) = R \left(\frac{1}{4} \right) = \frac{1}{100} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{400} \Rightarrow \lambda_{\min} = 400 \text{ nm} \quad (\text{II}) \end{aligned} \right\}$$

$$\xrightarrow{\text{I-II}} \lambda_{\max} - \lambda_{\min} = 720 - 400 = 320 \text{ nm} = 3200 \text{ \AA}$$

در رشته برکت $n' = 4$ و برای دومین خط آن $n = 4 + 2 = 6$ است. در نتیجه:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{1}{100} \times \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{36} \right) = \frac{1}{100} \times \left(\frac{20}{16 \times 36} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{2880} \Rightarrow \lambda = 2880 \text{ nm}$$