گنجینه سوال رایـگان

+پاسخ تشریحی

یاوران دانش

راه های ارتباطی با ما:

www.Dyavari.com

۰۲۱-۷۶۷۰۳۸۵۸

۰۹۱۲-۳۴ ۹۴ ۱۳۴

پاسخ کلیدی سوالات تستی (گردآوری)

فیزیک ۱۲ - فصل ٤

	۱	۲	۳	۴
۱ -	○	○	●	○
۲ -	●	○	○	○
۳ -	○	○	●	○
۴ -	○	○	●	○
۵ -	○	○	○	●
۶ -	○	○	●	○
۷ -	●	○	○	○
۸ -	○	●	○	○
۹ -	○	○	○	●
۱۰ -	○	○	○	●
۱۱ -	○	●	○	○
۱۲ -	○	○	○	●
۱۳ -	○	●	○	○
۱۴ -	○	●	○	○
۱۵ -	○	○	●	○
۱۶ -	○	○	○	●
۱۷ -	○	○	●	○
۱۸ -	○	○	●	○
۱۹ -	○	●	○	○
۲۰ -	○	○	●	○
۲۱ -	○	●	○	○
۲۲ -	●	○	○	○
۲۳ -	○	○	○	●
۲۴ -	○	○	●	○
۲۵ -	○	●	○	○
۲۶ -	○	○	●	○
۲۷ -	○	●	○	○
۲۸ -	○	●	○	○
۲۹ -	○	○	●	○
۳۰ -	○	○	○	●
۳۱ -	●	○	○	○
۳۲ -	○	○	○	●
۳۳ -	○	○	●	○
۳۴ -	○	○	○	●
۳۵ -	○	○	●	○
۳۶ -	●	○	○	○
۳۷ -	○	○	○	●
۳۸ -	○	○	○	●
۳۹ -	○	○	●	○
۴۰ -	●	○	○	○

۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.
ابتدا فرض می‌کنیم β منفی تابش کرده است و اگر تعداد مثبت شد یعنی فرض صحیح بوده و اگر منفی شد یعنی باید نوع β عوض شود:

$$^{۱۰۰}_{۵۰}X \longrightarrow ^{۷۲}_{۳۴}Y + m\,^{۴}_{۲}\alpha + n\,^{۰}_{-۱}\beta^{-}$$

موازنه‌ی عدد جرمی:

$$۱۰۰ = ۷۲ + ۴m \Rightarrow m = ۷ \quad \alpha \text{ ذره}$$

موازنه‌ی عدد اتمی:

$$۵۰ = ۳۴ + ۲m - n \Rightarrow ۵۰ = ۳۴ + ۱۴ - n \Rightarrow n = -۲$$

علامت منفی در تعداد یعنی: ۲ ذره‌ی β^{+} تابش شده است.

۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$m_{۰} \xrightarrow{\text{۴ روز اول}} \underset{(۱)}{\frac{m_{۰}}{۲}} \xrightarrow{\text{۴ روز دوم}} \underset{(۲)}{\frac{m_{۰}}{۴}} \xrightarrow{\text{۴ روز سوم}} \underset{(۳)}{\frac{m_{۰}}{۸}} \xrightarrow{\text{۴ روز چهارم}} \underset{(۴)}{\frac{m_{۰}}{۱۶}}$$

$$m = m_{۲} - m_{۳} = \frac{m_{۰}}{۴} - \frac{۱}{۸}m_{۰} = \frac{m_{۰}}{۸}$$

$$m - m' = \frac{m_{۰}}{۸} - \frac{m_{۰}}{۱۶} \Rightarrow \frac{m_{۰}}{۱۶} = ۴۰۰ \Rightarrow m_{۰} = ۶۴۰۰g$$

۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{۲۱۱}_{۸۴}PO + ^{۴}_{۲}\alpha + ۲\left(^{۰}_{-۱}\beta^{-۱}\right)$$

$$A = ۲۱۱ + ۴ \Rightarrow A = ۲۱۵$$

$$Z = ۸۴ + ۲ + (۲ \times (-۱)) \Rightarrow Z = ۸۴$$

۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.
اختلاف بین ترازهای انرژی توکلئون‌ها در هسته‌ها از مرتبه KeV تا مرتبه MeV است ولی اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون در اتم از مرتبه eV است. پس هسته‌های سنگین و سبک در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شود.

۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$E_{n} = -\frac{E_{R}}{n^{۲}} \Rightarrow n^{۲}_{۱} = \frac{۱۳/۶}{۳/۴} = ۴ \Rightarrow n_{۱} = ۲$$

$$\Rightarrow n^{۲}_{۲} = \frac{۱۳/۶}{۰/۵۴۴} = ۲۵ \Rightarrow n_{۲} = ۵$$

$$r_{n} = n^{۲}a_{۰} \Rightarrow \begin{cases} r_{۱} = ۴a_{۰} \\ r_{۲} = ۲۵a_{۰} \end{cases} \Rightarrow r_{۲} - r_{۱} = ۲۱a_{۰}$$ افزایش می‌یابد.

۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$W_{۰} = \frac{hc}{\lambda_{۰}} = \frac{۱۲۴۰}{۳۱۰} = ۴eV$$

$$K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - W_{۰} \Rightarrow ۶ = \frac{۱۲۴۰}{\lambda} \Rightarrow \lambda = ۱۲۴nm$$

۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

کوتاه‌ترین طول موج سری بالمر یعنی بیش‌ترین انرژی که برای فرود الکترون به تراز ۲ لازم است. طبیعی است که از تراز ∞ خواهد بود.

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۲^{۲}} - \frac{۱}{\infty}\right) = \frac{R}{۴}$$

خط سوم سری پاشن یعنی فرود به ۳ و خط سوم یعنی از تراز ششم، پس خواهیم داشت:

$$\frac{۱}{\lambda'} = R\left(\frac{۱}{۳^{۲}} - \frac{۱}{۶^{۲}}\right) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda'} = R\left(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۳۶}\right) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda'} = \frac{۳R}{۳۶}$$

$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{\frac{۳R}{۳۶}}{\frac{R}{۴}} = \frac{۳}{۹} = \frac{۱}{۳}$$

۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$E = Pt = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{nhc}{Pt} = \frac{۱۰^{۲۳} \times ۶/۴ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۴۰ \times ۶۰}$$

$$= ۵۰۰ \times ۱۰^{-۹} m = ۵۰۰nm$$

۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$T_A = ۲T_B$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow n_A = \frac{۱}{۲} n_B$$

$$m_{۰A} = m_{۰B}$$

$$m_A = ۸m_B$$

$$\frac{m_{۰A}}{۲^{n_A}} = ۸\frac{m_{۰B}}{۲^{n_B}} \Rightarrow ۲^{n_A + ۳} = ۲^{n_B}$$

$$\Rightarrow n_A + ۳ = n_B \Rightarrow \frac{۱}{۲} n_B + ۳ = n_B \Rightarrow n_B = ۶$$

۱۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$E = mc^{۲} = (۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{-۳}) \times (۳ \times ۱۰^{۸})^{۲} = ۱۸ \times ۱۰^{۱۰} J$$

انرژی الکتریکی $U = ۱۸ \times ۱۰^{۱۰} \times \frac{۴۰}{۱۰۰} = ۷/۲ \times ۱۰^{۱۰} J$

$$۱MWh = ۱۰^{۶} W \times ۱h = ۱۰^{۶} W \times ۳۶۰۰s = ۳/۶ \times ۱۰^{۹} J$$

$$U = \frac{۷/۲ \times ۱۰^{۱۰}}{۳/۶ \times ۱۰^{۹}} = ۲۰MWh$$

۱۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

عدداتمی و عدد جرمی دو طرف واکنش هسته‌ای باید موازنه شوند.

$$۴\,{}_{۱}^{۱}H\ {}_{۲}^{۴}He + {}_{Z}^{A}X \Rightarrow ۴ \times ۱ = ۴ + A \Rightarrow A = ۰$$

$$(۴ \times ۱) = ۲ + Z \Rightarrow Z = ۲$$

$${}_{۲}^{۰}X \equiv ۲\,{}_{+}^{۰}e \text{ (دو پوزیترون)}$$

$${}_{۹۲}^{۲۳۵}U + {}_{۰}^{۱}n \Rightarrow {}_{۹۲}^{۲۳۶}U \Rightarrow {}_{۵۴}^{۱۴۰}Xe + {}_{۳۸}^{۹۴}Sr + {}_{Z}^{A}X$$

$$۲۳۶ = ۱۴۰ + ۹۴ + A \Rightarrow A = ۲$$

$$۹۲ = ۵۴ + ۳۸ + Z \Rightarrow Z = ۰$$

$${}_{۰}^{۲}X \equiv ۲\,{}_{۰}^{۱}n \text{ (دو نوترون)}$$

۱۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

تغییر انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون جداشده از سطح فلز A هنگام رسیدن به سطح فلز B برابر ۱۲eV است.

بنابراین در حالت اول باید $K_{max} = ۰$ باشد.

$$K_m = hf - W_۰ \Rightarrow ۰ = hf - W_۰ \Rightarrow W_۰ = ۴eV$$

بر طبق رابطه $hf = \frac{hc}{\lambda}$ با $\frac{۱}{۳}$ برابر شدن طول موج نور تابیده شده انرژی هر فوتون نور سه برابر خواهد شد یعنی برابر ۱۲eV می‌شود.

$$K_m = ۲hf - W_۰ = ۲W_۰ = ۸eV$$

$$\Delta K = ۱۲eV \Rightarrow K_B - K_A = ۱۲eV \Rightarrow K_B = ۸ + ۱۲ = ۲۰eV$$

«بانک سوال موسسه یاوران دانش»

۱۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

طبق رابطه‌ی $|E_n| = \frac{E_R}{n^{۲}}$ هرچه شماره‌ی تراز بیشتر باشد، اندازه‌ی انرژی الکترون کمتر است و با توجه به رابطه‌ی $E_n = -\frac{E_R}{n^{۲}}$ ، به خاطر علامت منفی، انرژی در ترازهای بالاتر بیشتر است.

۱۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.
کوتاه‌ترین طول موج تابشی مربوط به فوتونی با بیش‌ترین انرژی است.

$$hf = \frac{hc}{\lambda}$$

بنابراین باید گذار $n' = ۱$ به $n = \infty$ (سری لیمان) درنظر بگیریم.

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{\infty}\right) = R \Rightarrow \lambda = \frac{۱}{R} = \frac{۱}{۰/۰۱} = ۱۰۰nm$$

بلندترین طول موج مرئی مربوط به گذار $n = ۳ \rightarrow n' = ۲$ است. (خط اول سری بالمر)

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{۲^{۲}} - \frac{۱}{۳^{۲}}\right) = R\left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}\right)$$

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۵}{۳۶}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{۳۶}{۵} \times \frac{۱}{R}$$

$$\lambda = \frac{۳۶}{۵} \times ۱۰۰ = ۷۲۰nm$$

۱۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.
کم‌انرژی‌ترین فوتون فرابنفش مربوط به گذار الکترون از تراز $n = ۷$ به تراز $n = ۲$ در رشته‌ی بالمر است.

$$\Delta E = E_{۷} - E_{۲} = -\frac{E_R}{۴۹} + \frac{E_R}{۴} = \frac{۴۵E_R}{۱۹۶} \approx ۰/۲۳E_R$$ ریدبرگ

۱۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.
در وارونی جمعیت، تعداد الکترون‌ها در ترازهای بالاتر (شبه پایدار)، بسیار بیشتر از حالت پایه است و مدت زمان حضور الکترون‌ها در تراز شبه پایدار بسیار بیشتر از حالت برانگیخته است.

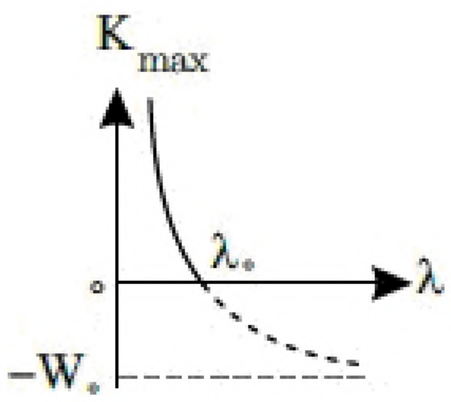
«بانک سوال موسسه یاوران دانش»

۱۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$E = nh\frac{c}{\lambda} \xrightarrow{E = Pt} ۱۰ \times ۳۲ = n \times \frac{۱۲۴۰(eV.nm) \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۶۲۰(nm)}$$

$$n = ۱۰^{۲۱}$$

۱۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



براساس رابطه‌ی $K_{max} = hf - W_{۰}$ می‌توان نوشت، $K_m = \frac{hc}{\lambda} - W_{۰}$ بنابراین رابطه‌ی λ, K_m عکس است و در طول موج $\lambda < \lambda_{۰}$ این پدیده رخ نمی‌دهد.

۱۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{۱}{\lambda}=R_H\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

رشته بالمر : $n'=۲$

$$\Rightarrow\begin{cases} n=۳\Rightarrow\frac{۱}{\lambda_{max}}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۳^{۲}}\right)\Rightarrow\lambda_{max}=۷۲۰\,nm \\ n=\infty\Rightarrow\frac{۱}{\lambda_{min}}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{\infty}\right)\Rightarrow\lambda_{min}=۴۰۰\,nm \end{cases}$$

$$\Rightarrow\lambda_{max}-\lambda_{min}=۳۲۰\,nm$$

۲۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

تمام گذارهایی که به مقصد تراز $n'=۱$ انجام شود باعث گسیل پرتوی فرابنفش می‌شود. پس الکترون برانگیخته باید در $n=۵$ قرار داشته باشد. طول موج‌های فرابنفش عبارت‌اند از:

$۵\rightarrow۱$

$۴\rightarrow۱$

$۳\rightarrow۱$

$۲\rightarrow۱$

۲۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

پر انرژی‌ترین فوتون زمانی گسیل می‌شود که الکترون از تراز $n=۲$ به $n'=۱$ گذار کند.

$$\text{فوتون } E=E_R\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)=۱۳/۶\times\left(\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{۲^{۲}}\right)=۱۰/۲eV$$

این فوتون از سطح فلزهایی می‌تواند الکترون جدا کند که تابع کار آن‌ها کمتر از $۱۰/۲eV$ باشد. پس می‌تواند از سطح فلز A و B الکترون جدا کند.

۲۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\text{انرژی فوتون تابشی}=E=\frac{hc}{\lambda}=\frac{۱۲۴۰}{۱۰۰}=۱۲/۴eV$$

چون انرژی فوتون تابشی برابر اختلاف انرژی تراز $n=۱$ با هیچ‌کدام از ترازهای بالاتر نیست، هیچ اتفاقی رخ نمی‌دهد.

۲۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

به ازای $n=۱$، حالت پایه و به ازای $n=۲$ و $n=۳$ و ... به ترتیب الکترون در اولین، دومین و ... حالت برانگیخته قرار می‌گیرد. بنابر رابطه‌ی $E_n=-\frac{E_R}{n^{۲}}$، دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن را به ازای $n=۳$ حساب می‌کنیم:

$$E_n=\frac{-۱۳/۶}{۳^{۲}}=-۱/۵۱\ eV$$

۲۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گزینه‌ی (۱): بنابر نظریه‌ی انیشتین، در بسامد معین با افزایش شدت پرتو، تعداد الکترون‌های جداشده افزایش می‌یابد نه انرژی جنبشی آنها.

گزینه‌ی (۲): نظریه‌ی کلاسیک، وجود حداقلی از بسامد برای جداکردن الکترون از سطح فلز را توجیه نمی‌کند.

گزینه‌ی (۳): درست است.

گزینه‌ی (۴): بنابر نظریه‌ی کلاسیک، اگر بسامد پرتو کافی نباشد با افزایش شدت پرتو، می‌توان انرژی لازم را از سطح هر فلز دلخواهی را فراهم کرد.

۲۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا توان مصرفی لامپ را می‌یابیم:

$$P = \frac{V^{۲}}{R} \xrightarrow{R = \text{ثابت}} \frac{P_{\text{مصرفی}}}{P_{\text{اسمی}}} = \left(\frac{V_{\text{باتری}}}{V_{\text{اسمی}}}\right)^{۲}$$

$$\xrightarrow[V_{\text{باتری}} = ۱۱۰V]{P_{\text{اسمی}} = ۶۰۰W \ , \ V_{\text{اسمی}} = ۲۲۰V} \frac{P_{\text{مصرفی}}}{۶۰۰} = \left(\frac{۱۱۰}{۲۲۰}\right)^{۲} \Rightarrow P_{\text{مصرفی}} = ۱۵۰W$$

اکنون به‌صورت زیر، تعداد فوتون‌های تابشی را پیدا می‌کنیم:

$$E = P_{\text{مصرفی}}\, t \xrightarrow{\lambda E = \frac{nhc}{\lambda}} \frac{nhc}{\lambda} = P_{\text{مصرفی}} t$$

$$\Rightarrow n = \frac{Pt\lambda}{hc} \xrightarrow[h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}\ J.s \ , \ c = ۳ \times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}]{t = ۶۰s \ , \ \lambda = ۶۶۰\ nm = ۶۶۰ \times ۱۰^{-۹}\ m} n = \frac{۱۵۰ \times ۶۰ \times ۶۶۰ \times ۱۰^{-۹}}{۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}} = ۳ \times ۱۰^{۲۲}$$

۲۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا به صورت زیر شماره تراز الکترون را می‌یابیم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^{۲}} \xrightarrow[E_n = -۰/۰۳۴eV]{E_R = ۱۳/۶eV} -۰/۰۳۴ = \frac{۱۳/۶}{n^{۲}} \Rightarrow n^{۲} = ۴۰۰ \Rightarrow n = ۲۰$$

اکنون تعداد فوتون‌های گسیلی رشته‌های براکت $(n' = ۴)$ و بالمر $(n' = ۲)$ را پیدا می‌کنیم. چون الکترون در تراز $n = ۲۰$ قرار دارد برای رشتهٔ براکت حداکثر $N_{\text{براکت}} = ۲۰ - ۴ = ۱۶$ فوتون و برای رشتهٔ بالمر، حداکثر $N_{\text{بالمر}} = ۲۰ - ۲ = ۱۸$ فوتون گسیل خواهد شد. بنابراین داریم:

$$\frac{N_{\text{براکت}}}{N_{\text{بالمر}}} = \frac{۱۶}{۱۸} = \frac{۸}{۹}$$

۲۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گزینه‌ی ۲ صحیح است.

۲۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا انرژی فوتون را به دست می‌آوریم:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda} \xrightarrow[h = ۴/۲\times۱۰^{-۱۵}eV.s\ ,\ c = ۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}]{\lambda = ۱۱۲۰\,nm = ۱۱۲۰\times۱۰^{-۹}m}$$

$$E = \frac{۴/۲\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{۱۱۲۰\times۱۰^{-۹}} = \frac{۱۲۶}{۱۱۲} \Rightarrow E = \frac{۹}{۸}eV$$

از طرف دیگر، چون طول موج $\lambda = ۱۱۲۰\,nm$ مربوط به طیف امواج فروسرخ است، لذا گسیل یا جذب الکترون باید به مدار $n > ۲$ ختم شود. در این حالت الکترون نمی‌تواند از تراز $n = ۳$ به تراز $n = ۱$ یا تراز $n = ۲$ برود. بنابراین گزینه‌های ۳ و ۴ حذف می‌شوند. برای یافتن گزینهٔ درست، باید مشخص کنیم در کدام حالت انرژی فوتون برابر $\frac{۹}{۸}eV$ می‌شود:

گزینهٔ ۱:

$$\Delta E = E_{۴} - E_{۳} \xrightarrow{E = -\frac{E_R}{n^{۲}}} \Delta E = -\frac{E_R}{۱۶} - \left(-\frac{E_R}{۹}\right) = \frac{۷\times E_R}{۱۶\times۹}$$

$$\xrightarrow{E_R = ۱۳/۵eV} \Delta E = \frac{۷\times۱۳/۵}{۱۴۴} \neq \frac{۹}{۸}eV$$

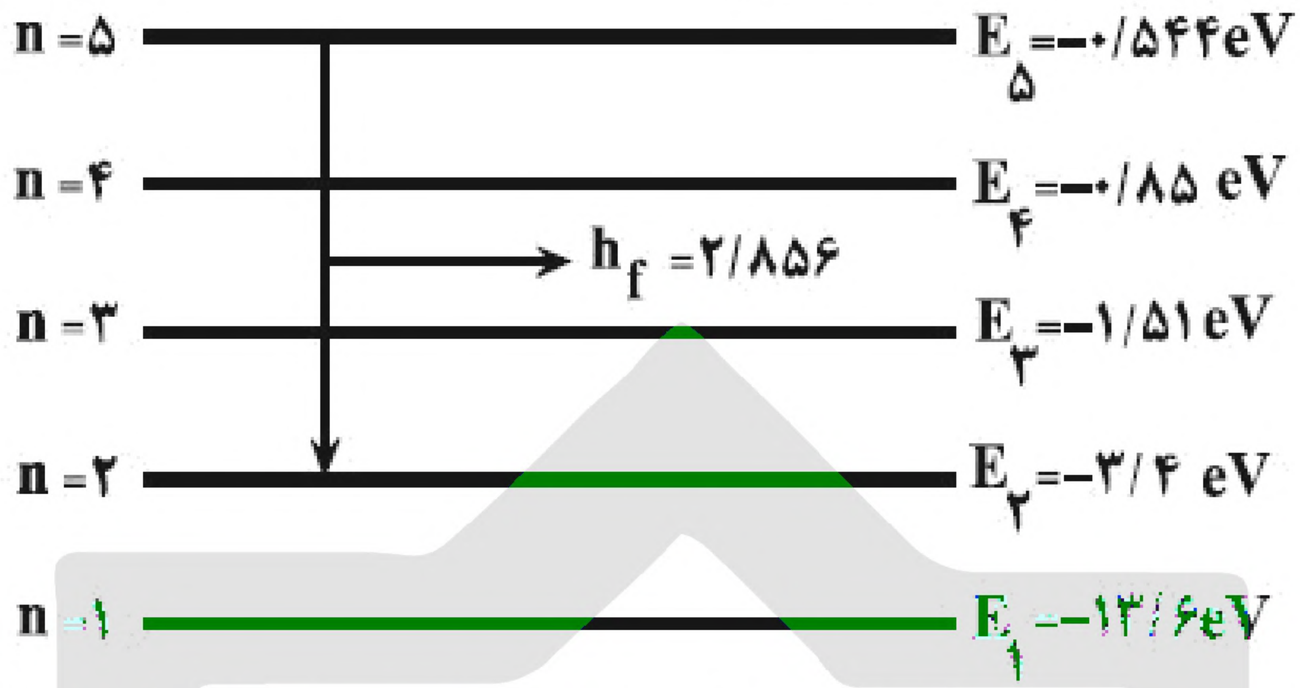
گزینهٔ ۲:

$$\Delta E = E_{۶} - E_{۳} \Rightarrow \Delta E = -\frac{E_R}{۳۶} - \left(-\frac{E_R}{۹}\right) = \frac{۳E_R}{۳۶} \Rightarrow \Delta E = \frac{۳\times۱۳/۵}{۳۶} = \frac{۱۳/۵}{۱۲} \Rightarrow \Delta E = \frac{۹}{۸}eV$$

می‌بینیم، الکترون در تراز $n = ۳$، با جذب $\frac{۹}{۸}eV$ انرژی به تراز $n = ۶$ می‌رود.

دقت کنید، الکترون در رفتن از تراز n' به n همان قدر انرژی جذب می‌کند، که وقتی از تراز n به n' می‌رود آزاد می‌کند.

۲۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک رابطهٔ $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ و جایگذاری مقادیر $n = ۱ , ۲ , ۳ , ۴ , ۵$ در این رابطه، ابتدا انرژی الکترون در ۵ مدار را به دست آوریم:



اکنون با کمی دقت متوجه می‌شویم که اگر الکترون از مدار $n = ۵$ به مدار $n' = ۲$ سقوط کند، فوتونی با انرژی $۲/۸۵۶ eV$ گسیل می‌کند.

دقت کنید، حالت $n = ۱$ را حالت پایه و حالت‌های $n \geq ۲$ را حالت‌های برانگیخته می‌گوییم. بنابراین، مدار $n = ۵$ چهارمین حالت برانگیخته است.

۳۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در واپاشی اول که مربوط به واپاشی α است، داریم:

$$^{A}_{Z}Y \rightarrow {}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb + {}^{۴}_{۲}\alpha$$

با توجه به واپاشی داریم:

$$A = ۲۱۱ , Z = ۸۴$$

بنابراین تعداد نوترون‌های هسته مادر برابر است با:

$$A - Z = ۱۲۷$$

در واپاشی دوم که مربوط به واپاشی β^- است، داریم:

$$^{A'}_{Z'}X \rightarrow {}^{۲۰۷}_{۸۲} + {}^{۰}_{-۱}\beta^-$$

در نتیجه داریم:

$$A' = ۲۰۷ , Z' = ۸۱$$

بنابراین تعداد نوترون‌های هسته‌ی مادر برابر است با:

$$A' - Z' = ۱۲۶$$

پس اختلاف تعداد نوترون‌های هسته‌ی مادر در این دو فرایند برابر با یک است.

۳۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای تعیین مدت زمان واپاشی از رابطهٔ $N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n$ استفاده می‌کنیم که در آن $n = \frac{t}{T_1}$ است:

$N_0 - N = ۳۸۷۵ \Rightarrow ۴۰۰۰ - N = ۳۸۷۵ \Rightarrow N = ۱۲۵$ تعداد هسته‌های باقی مانده

$$N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow ۱۲۵ = ۴۰۰۰\left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{32} \Rightarrow n = ۵$$

$$\Rightarrow n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow ۵ = \frac{t}{۸} \Rightarrow t = ۴۰ \text{ روز}$$

«بانک سوال موسسه یاوران دانش»

۳۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

ابتدا، انرژی فوتون را بر حسب ژول به‌دست می‌آوریم، سپس با استفاده از رابطه‌ی $E = h\frac{c}{\lambda}$، طول موج هر فوتون را می‌یابیم و در آخر مشخص می‌کنیم که در کدام ناحیه از امواج الکترومغناطیسی قرار دارد.

$$E = ۲ \times ۱۰^{-۸}\ eV \xrightarrow{۱eV = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J} E = ۲ \times ۱۰^{-۸} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J \Rightarrow E = ۳/۲ \times ۱۰^{-۲۷} J$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۳/۲ \times ۱۰^{-۲۷}} \approx ۶۲\ m$$

این طول موج، مربوط به فوتون‌های ناحیه‌ی رادیویی امواج الکترومغناطیسی می‌باشد.

۳۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار پرتوزایی مادهٔ A می‌توان نوشت:

$$N = N_{\circ}\left(\frac{۱}{۲}\right)^{n} \Rightarrow ۲/۵\times ۱۰^{۳} = ۲\times ۱۰^{۴}\left(\frac{۱}{۲}\right)^{n} \Rightarrow \left(\frac{۱}{۲}\right)^{n} = ۱/۲۵\times ۱۰^{-۱} \Rightarrow ۲^{n} = ۸ = ۲^{۳} \Rightarrow n = ۳$$

$$n = \frac{t}{(T_{\frac{۱}{۲}})_A} \Rightarrow \frac{۱۲}{(T_{\frac{۱}{۲}})_A} = ۳ \Rightarrow (T_{\frac{۱}{۲}})_A = ۴ \text{ روز} \Rightarrow \frac{۵}{۸}\times ۱۰^{۳} = ۲\times ۱۰^{۴}\left(\frac{۱}{۲}\right)^{n'}$$

$$\Rightarrow ۲^{n'} = ۳۲ = ۲^{۵} \Rightarrow n' = ۵$$

$$n' = \frac{t'}{(T_{\frac{۱}{۲}})_A} \Rightarrow ۵ = \frac{t'}{۴} \Rightarrow t' = ۲۰ \text{ روز}$$

تعداد هسته‌های مادر اولیهٔ مادهٔ B را $N_{\circ B}$ فرض می‌کنیم و طبق نمودار، این ماده نیز پس از ۲۰ روز تعداد هسته‌هایش به $\frac{۵}{۸}\times ۱۰^{۳}$ عدد رسیده است. بنابراین:

$$n'' = \frac{t'}{(T_{\frac{۱}{۲}})_B} \Rightarrow \frac{۲۰}{۵} = ۴$$

$$N_B = N_{\circ B}\left(\frac{۱}{۲}\right)^{n''} \Rightarrow \frac{۵}{۸}\times ۱۰^{۳} = N_{\circ B}\times\left(\frac{۱}{۲}\right)^{۴} \Rightarrow N_{\circ B} = ۱۰^{۴}$$

۳۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

الف) درست ب) درست پ) درست

ت) درست - در ترازهای شبه‌پایدار، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری $(۱۰^{-۳}\,s)$ نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی $(۱۰^{-۸}\,s)$ باقی می‌مانند. یعنی $\frac{۱۰^{-۳}}{۱۰^{-۸}} = ۱۰^{۵}$ برابر.

۳۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

با استفاده از رابطه‌ی اثر فوتوالکتریک، ابتدا انرژی جنبشی بیشینه‌ی فوتوالکترون‌ها را محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$K_{max} = hf - W_{۰} = h\frac{c}{\lambda} - g\frac{c}{\lambda_{۰}} = hc\left(\frac{۱}{\lambda} - \frac{۱}{\lambda_{۰}}\right)$$

$$\Rightarrow K_{max} = ۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۸}\times\left(\frac{۱}{۲\times ۱۰^{-۷}} - \frac{۱}{۳\times ۱۰^{-۷}}\right) \Rightarrow K_{max} = ۱۲\times\frac{۱}{۶} = ۲eV$$

اکنون K_{max} را برحسب ژول به‌دست می‌آوریم و در رابطه‌ی $K_{max} = \frac{۱}{۲}mv^{۲}_{max}$ جای‌گذاری می‌کنیم:

$$K_{max} = ۲eV = ۲\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\ J = ۳/۲\times ۱۰^{-۱۹}\ J$$

$$K_{max} = \frac{۱}{۲}mv^{۲}_{max} \Rightarrow ۳/۲\times ۱۰^{-۱۹} = \frac{۱}{۲}\times ۱۰^{-۳۰}\times v^{۲}_{max}$$

$$\Rightarrow v^{۲}_{max} = ۶۴\times ۱۰^{۱۰} \Rightarrow v_{max} = ۸\times ۱۰^{۵}\ \frac{m}{s}$$

۳۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا جرم اولیهٔ مادهٔ پرتوزا را می‌یابیم. دقت کنید، چون ۱۵۰ g از مادهٔ پرتوزا متلاشی شده است، جرم باقی‌ماندهٔ آن در مدت ۴ نیمه‌عمر برابر $m = m_{۰} - ۱۵۰$ است.

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \xrightarrow{t = ۴T_{\frac{۱}{۲}}} n = \frac{۴T_{\frac{۱}{۲}}}{T_{\frac{۱}{۲}}} = ۴$$

$$m = \frac{m_{۰}}{۲^{n}} \xrightarrow{m = m_{۰} - ۱۵۰} m_{۰} - ۱۵۰ = \frac{m_{۰}}{۲^{۴}} \Rightarrow ۱۶m_{۰} - ۱۶\times ۱۵۰ = m_{۰}$$

$$\Rightarrow ۱۵m_{۰} = ۱۶\times ۱۵۰ \Rightarrow m_{۰} = ۱۶۰\ g$$

اکنون تعداد نیمه‌عمرهای لازم برای باقی مانده ۵ گرم را می‌یابیم:

$$m = \frac{m_{۰}}{۲^{n}} \xrightarrow{m = ۵g} ۵ = \frac{۱۶۰}{۲^{n}} \Rightarrow ۲^{n} = ۳۲ = ۲^{۵} \Rightarrow n = ۵$$

چون برای واپاشی ۱۵۰ g تعداد ۴ نیمه‌عمر و برای باقی ماندن ۵g تعداد ۵ نیمه‌عمر لازم است، بنابراین پس از واپاشی ۱۵۰ g، تنها یک نیمه‌عمر دیگر باید بگذرد تا تنها ۵ گرم آن باقی بماند.

۳۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مدل بور برای وقتی‌که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد و هم‌چنین، توجیه شدت خط های طیف گسیلی مختلف کاربرد ندارد.

۳۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. سه رشته‌ی پاشن ($n' = ۳$)، براکت ($n' = ۴$) و پفوند ($n' = ۵$) در ناحیه‌ی فروسرخ قرار دارند. کوتاه‌ترین طول‌موج مربوط به گذار از تراز $n = \infty$ به تراز $n' = ۳$ است.

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}} = \frac{۱}{۱۰۰} \times \left(\frac{۱}{۳^{۲}} - \frac{۱}{\infty}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = ۹۰\ nm$$

۳۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم طول‌موج مرئی طیف اتم هیدروژن مربوط به رشتهٔ بالمر ($n' = ۲$) می‌باشد و فقط چهار خط اول این رشته به ازای ($n = ۳ , ۴ , ۵ , ۶$) مرئی هستند.
از طرفی بلندترین طول‌موج هر رشته، از گذار از نزدیکترین تراز ($n = n' + ۱$) و کوتاه‌ترین طول‌موج هر رشته، از گذار از دورترین تراز هر رشته ($n = \infty$) به دست می‌آید که در این مورد خاص که مربوط به نور مرئی است ($n = ۶$) خواهد بود.

$$\xrightarrow[n = ۳]{n' = ۲} \frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) = \frac{۱}{۱۰۰} \times \left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = ۷۲۰\ nm$$

$$\xrightarrow[n = ۶]{n' = ۲} \frac{۱}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) = \frac{۱}{۱۰۰} \times \left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۳۶}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = ۴۵۰\ nm$$

بنابراین:

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{۷۲۰}{۴۵۰} = \frac{۸}{۵}$$

۴۰- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. به بررسی عبارات می‌پردازیم:
الف) نادرست. جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده‌اش اندکی کمتر است. به این اختلاف جرم کاستی جرم هسته گفته می‌شود.
ب) نادرست. در میان عناصر ناپایدار با عدد اتمی $Z > ۸۳$، توریم ($Z = ۹۰$) و اورانیوم ($Z = ۹۲$) تنها عنصرهایی‌اند که واپاشی بسیار کند دارند و از هنگام تشکیل منظومهٔ شمسی فقط مقدار کمی از آن‌ها به عناصر سبک‌تر تبدیل شده است.
پ) نادرست. اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته‌ها از مرتبهٔ کیلوالکترون ولت تا مرتبهٔ مگاالکترون‌ولت است در حالی‌که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون در اتم از مرتبهٔ الکترون‌ولت است. از این رو هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.
ت) درست. در ایزوتوپ‌های پایدار سبک تا حدود ($Z = ۲۰$) نسبت $\frac{N}{Z} = ۱$ است. با افزایش تعداد پروتون‌های هسته، اگر هسته بخواهد پایدار بماند باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد، به طوری‌که پس از $Z = ۵۰$ به بعد، به ازای افزایش یک پروتون، چندین نوترون به هسته اضافه می‌شود.