۱ طبق درسنامه بلندترین طول‌موج به ازای $n=3$ و کوتاه‌ترین طول‌موج مرئی به ازای $n=6$ به‌دست می‌آید.

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

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

حالا نسبت را پیدا می‌کنیم.

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}}=\frac{8}{5}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲ **بررسی موارد:**

الف: در اجسام جامد بخاطر برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن‌ها، طیف ایجادشده پیوسته است اما در گازها که برهم‌کنش قوی مانند جامدات وجود ندارد، طیف ایجادشده گسسته (خطی) است. (✗)

ب: در واقع طیف گسیلی و جذبی هیچ دو اتمی مانند یکدیگر نیست. (✓)

ج: پایین‌ترین تراز انرژی، حالت پایه نامیده می‌شود و ترازهای بالاتر، حالت‌های برانگیخته می‌باشند. اولین حالت برانگیخته $n=2$ است. ترازهای انرژی الکترون با n^2 رابطهٔ عکس دارد اما شعاع مدارها با n^2 رابطهٔ مستقیم دارد. وقتی از اولین حالت برانگیخته به $n=4$ می‌رود، یعنی انرژی آن $\frac{1}{4}=(\frac{2}{4})^2$ برابر و شعاع آن $(\frac{4}{2})^2=4$ برابر می‌شود. (✗)

د: خطوط روشن در طیف گسیلی (که کاملاً تاریک است اما تعدادی خطوط روشن دارد) نشان‌دهندهٔ طول‌موج‌های گسیلی است. (✗)

فقط عبارت (ب) درست است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۳ اولین حالت برانگیخته $n'=2$ است. طبق درسنامه داریم:

$$E_U-E_L=hf\Rightarrow -13/5\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{n'^2}\right)=hf$$

$$\Rightarrow +13/5\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{n^2}\right)=4\times10^{-15}\times7/5\times10^{14}=3eV$$

$$\Rightarrow\frac{1}{4}-\frac{1}{n^2}=\frac{3}{13/5}=\frac{2}{9}\Rightarrow\frac{1}{n^2}=\frac{1}{36}\rightarrow n=6$$

چون شعاع با n^2 رابطهٔ مستقیم دارد و الکترون از تراز ۶ام به تراز دوم آمده، پس شعاع آن $\frac{1}{9}=(\frac{2}{6})^2$ برابر شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴

$$E = h\frac{c}{\lambda}\ ,\ E_A = 3E_B \Rightarrow \frac{1}{\lambda_A} = 3\frac{1}{\lambda_B} \Rightarrow \lambda_B = 3\lambda_A$$

هم‌چنین اختلاف طول‌موج‌ها برابر $100\,nm$ است، بنابراین:

$$\lambda_B - \lambda_A = 3\lambda_A - \lambda_A = 100\,nm \Rightarrow \lambda_A = 50\,nm\ ,\ \lambda_B = 150\,nm$$

باید بسامد فوتون‌های A و B را به‌دست آورده و سپس با بسامد آستانهٔ فلز مقایسه کنیم، بسامد هر فوتونی که از بسامد آستانه بیشتر بود قادر به ایجاد پدیده فوتوالکتریک است.

$$f_A = \frac{c}{\lambda_A} = \frac{3\times10^{8}}{50\times10^{-9}} = 6\times10^{15}\,Hz$$

$$f_B = \frac{c}{\lambda_B} = \frac{3\times10^{8}}{150\times10^{-9}} = 2\times10^{15}\,Hz$$

چون بسامد فوتون A از بسامد آستانهٔ فلز، یعنی $2/5\times10^{15}\,Hz$ بزرگ‌تر است، بنابراین فقط فوتون A قادر به ایجاد پدیدهٔ فوتوالکتریک در فلز است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۵

طول‌موج نور برابر است با:

$$\lambda = 600\,A = 6\times10^{-7}\,m$$

انرژی فوتون برابر با hf است که چون وابسته به محیط نیست (بسامد فقط وابسته به چشمه است)، پس داریم:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda} = \frac{4\times10^{-15}\times3\times10^{8}}{6\times10^{-7}} = 2eV$$

تندی نور در محیط با ضریب شکست n برابر است با:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3\times10^{8}}{\frac{4}{3}} = 2/25\times10^{8}\,\frac{m}{s}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶

بررسی موارد:

الف: مدل اتمی رادرفورد نمی‌توانست پایداری اتم را توصیف کند. اگر الکترون نسبت به هسته ساکن باشد، بخاطر نیروی جاذبهٔ الکترون و پروتون (هسته) باید روی هسته سقوط کند. اگر الکترون دور هسته بچرخد، طیفی پیوسته گسیل می‌کند و در نهایت روی هسته سقوط می‌کند. (✗)

ب: به وجود آمدن خطوط فرانهوفر به دلیل جذب طول‌موج‌هایی توسط گازهای جو خورشید است. هم‌چنین بخشی از این خطوط ناشی از جذب نور در گازهای جو زمین است. (✗)

ج: این عبارت کاملاً درست است. (✓)

د: مدل بور علاوه بر موفقیت‌ها، نارسایی‌هایی نیز داشت. یکی از این نارسایی‌ها عدم توجیه متفاوت بودن شدت خطوط طیف گسیلی است. (✗)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷

بررسی موارد:

الف: بنابه دیدگاه فیزیک کلاسیک، پدیدهٔ فوتوالکتریک باید با هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست. (در واقع بنابه دیدگاه فیزیک جدید، اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح فلز از بسامدی موسوم به بسامد آستانه (که به جنس فلز بستگی دارد) کمتر باشد، فوتون‌ها، حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.) (✓)

ب: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانهٔ آن فلز بیشتر باشد، کاهش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، تعداد فوتون‌ها را کاهش می‌دهد و در نتیجه تعداد الکترون‌های جداشده از فلز (تعداد فوتوالکترون‌ها) کاهش می‌یابد، اما انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییر نمی‌کند. (✗)

ج: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانهٔ آن فلز کمتر باشد، با افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، به هیچ عنوان، پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد، زیرا بسامد نور تابیده‌شده، ثابت مانده است و همچنان کمتر از بسامد آستانه می‌باشد. (✗)

د: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانهٔ آن فلز بیشتر باشد، با افزایش بسامد نور (بدون تغییر در تعداد فوتون‌ها)، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه بر طبق رابطهٔ انرژی جنبشی، یعنی $K=\frac{1}{2}mv^2$، تندی فوتوالکترون‌ها نیز افزایش می‌یابد. (✓)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۸

گام اول:

طول موج فوتون A، ۸۰ درصد کمتر از طول موج فوتون B می‌باشد، پس داریم:

$$\lambda_A=\lambda_B-\frac{80}{100}\lambda_B\rightarrow\lambda_A=\frac{20}{100}\lambda_B\rightarrow\lambda_A=\frac{2}{10}\lambda_B$$

$$\xrightarrow{\lambda=\frac{c}{f}}\frac{c}{f_A}=\frac{2}{10}(\frac{c}{f_B})\rightarrow\frac{1}{f_A}=\frac{2}{10}(\frac{1}{f_B})\rightarrow\frac{1}{f_A}=\frac{2}{10f_B}\rightarrow 2f_A=10f_B$$

$$\rightarrow f_A=5f_B$$

گام دوم:

مجموع انرژی دو فوتون A و B، برابر با $1/92\times10^{-18}J$ است. این میزان انرژی برحسب ژول را به الکترون‌ولت (eV) تبدیل می‌کنیم:

$$E_A+E_B=1/92\times10^{-18}J=\frac{1/92\times10^{-18}}{1/6\times10^{-19}}=12eV$$

می‌دانیم انرژی هر فوتون از رابطهٔ $E=hf$ به‌دست می‌آید، پس داریم:

$$E_A+E_B=12\rightarrow hf_A+hf_B=12\rightarrow h(f_A+f_B)=12$$

$$\xrightarrow{h=4\times10^{-15}eV.s}4\times10^{-15}(f_A+f_B)=12\rightarrow f_A+f_B=\frac{12}{4\times10^{-15}}=3\times10^{15}$$

$$\xrightarrow{f_A=5f_B}5f_B+f_B=3\times10^{15}$$

$$\rightarrow 6f_B=3\times10^{15}\rightarrow f_B=\frac{3\times10^{15}}{6}=5\times10^{14}Hz$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۹

گام اول:

بازده لامپ ۴۰ درصد است، اکنون توان خروجی لامپ را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times ۱۰۰ \rightarrow ۴۰ = \frac{P_{\text{خروجی}}}{۹۰} \times ۱۰۰ \rightarrow P_{\text{خروجی}} = ۳۶W$$

گام دوم:

مساحت جبههٔ موج که در فاصلهٔ ۳km از چشمهٔ موج (لامپ) قرار دارد را به‌دست می‌آوریم: (در واقع مساحت کره‌ای به شعاع ۳km را به‌دست می‌آوریم.)

$$A = ۴\pi r^۲ \xrightarrow{r=۳km=۳\times۱۰^۳m} A = ۴\times\pi\times(۳\times۱۰^۳)^۲ = ۳۶\pi\times۱۰^۶ m^۲$$

اکنون، شدت نور در فاصلهٔ ۳km از چشمهٔ موج (لامپ) را به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{P}{A} \xrightarrow[A=۳۶\pi\times۱۰^۶ m^۲]{P=۳۶W} I = \frac{۳۶}{۳۶\pi\times۱۰^۶} = \frac{۱}{\pi}\times۱۰^{-۶}\frac{W}{m^۲}$$

گام سوم:

مساحت هر مردمک چشم ناظر، که همان مساحت یک دایره است، برابر است با:

$$A_{\text{مردمک}} = \pi r^۲ \xrightarrow{r=\frac{D}{۲}\ \xrightarrow[\text{D:قطر مردمک}]{D=۲mm=۲\times۱۰^{-۳}m}\ r=\frac{۲\times۱۰^{-۳}}{۲}=۱۰^{-۳}m} A_{\text{مردمک}} = \pi(۱۰^{-۳})^۲ = \pi\times۱۰^{-۶}m^۲$$

شدت نوری که در فاصلهٔ ۳km از چشمه موج (لامپ) وجود دارد، همان شدت نوری است که به هر مردمک چشم ناظر وارد می‌شود.

اکنون مقدار انرژی که به هر مردمک چشم ناظر وارد می‌شود را به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{E}{tA_{\text{مردمک}}} \xrightarrow[t=۳s\ ,\ A_{\text{مردمک}}=\pi\times۱۰^{-۶}m^۲]{I=\frac{۱}{\pi}\times۱۰^{-۶}\frac{W}{m^۲}} \frac{۱}{\pi}\times۱۰^{-۶} = \frac{E}{۳\times\pi\times۱۰^{-۶}}$$

$$\rightarrow E = \frac{۱}{\pi}\times۱۰^{-۶}\times۳\times\pi\times۱۰^{-۶} = ۳\times۱۰^{-۱۲}J$$

روش تستی:

با یک تناسب ساده هم می‌توانستیم انرژی که به هر مردمک وارد می‌شود را محاسبه کنیم.

$$\begin{array}{c|c} ۳۶W & ۴\pi\times(۳۰۰۰)^۲ \\ \hline P_{\text{مردمک}} & \pi\times(۱۰^{-۳})^۲ \end{array} \Rightarrow P_{\text{مردمک}} = \frac{۳۶\times\pi\times۱۰^{-۶}}{۴\pi\times۹\times۱۰^۶} = ۱۰^{-۱۲}W$$

در هر ثانیه $۱۰^{-۱۲}J$ انرژی به هر مردمک می‌رسد، پس در مدت ۳s، $۳\times۱۰^{-۱۲}J$ انرژی به هر مردمک می‌رسد.

با توجه به تصویر لحظه‌ای نور منتشرشده، که در صورت سؤال آمده است، $۲\lambda = ۱۳۲۶nm$ است، پس داریم:

$$۲\lambda = ۱۳۲۶nm \rightarrow \lambda = \frac{۱۳۲۶}{۲} = ۶۶۳nm = ۶۶۳\times۱۰^{-۹}m$$

پس طول موج نور منتشر شده $۶۶۳\times۱۰^{-۹}m$ است.

اکنون تعداد فوتون‌های ورودی به هر مردمک چشم ناظر را به‌دست می‌آوریم:

$$E = nhf \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} E = nh\frac{c}{\lambda} \xrightarrow[h=۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}J.s\ ,\ c=۳\times۱۰^۸\frac{m}{s}]{E=۳\times۱۰^{-۱۲}J\ ,\ \lambda=۶۶۳\times۱۰^{-۹}m}$$

$$۳\times۱۰^{-۱۲} = n\times۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\times\frac{۳\times۱۰^۸}{۶۶۳\times۱۰^{-۹}} \rightarrow n = ۱۰^۷$$

دقت کنید که به هر مردمک چشم ناظر $۱۰^۷$ فوتون وارد می‌شود پس به هر دو مردمک چشم ناظر ۲×۱۰^۷ فوتون وارد می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰

بررسی گزینه‌ها:

۱ همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود. (✓)

۲ تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است. (✓)

۳ در سال ۱۸۱۴ میلادی فرانهوفر، با مشاهدهٔ دقیق طیف خورشید، خط‌های تاریک نازکی را در آن کشف کرد. (خط‌های تاریکی که در طیف خورشید دیده می‌شود، به افتخار کشف‌کنندهٔ آن، خط‌های فرانهوفر نامیده می‌شوند) این تجربه نشان می‌داد در تابشی که از خورشید گسیل می‌شود و به زمین می‌رسد بعضی از طول‌موج‌ها وجود ندارند. امروزه می‌دانیم بسیاری از خط‌های تاریکی که فرانهوفر در طیف خورشید کشف کرد، ناشی از جذب طول موج‌های مربوط به این خط‌ها توسط گازهای جو خورشید است. خط‌های دیگر به سبب جذب نور در گازهای جو زمین پدید می‌آیند. (✓)

۴ هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتم‌های گاز هر عنصر، طول‌موج‌های معینی وجود دارد که از مشخصه‌های آن عنصر است، یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست. (✗)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱

گام اول:

طبق نکات مطرح‌شده در این سؤال، در اتم هیدروژن، وقتی شمارهٔ یک خط طیفی از یک رشته را داریم، مقدار n از رابطهٔ $n = n' +$ شماره خط طیفی به‌دست می‌آید، پس داریم:

$$\text{سومین خط طیفی در رشته لیمان } (n'=۱) \xrightarrow[\text{شماره خط طیفی}=۳]{n'=۱} n = ۱+۳ = ۴$$

پس سومین خط طیفی در رشتهٔ لیمان $(n'=۱)$، مربوط به گذار الکترون از مدار $n=۴$ به مدار $n'=۱$ است.

حال، با توجه به رابطهٔ ریدبرگ، طول‌موج سومین خط طیفی در رشتهٔ لیمان $(n'=۱)$، که آن را با $\lambda_۱$ نشان می‌دهیم، محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \xrightarrow[n'=۱\,,\,n=۴]{R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}} \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{(۱)^۲} - \frac{۱}{(۴)^۲}\right)$$

$$\rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۱۶}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱۶-۱}{۱\times۱۶}\right)$$

$$\rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱۵}{۱۶}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \left(\frac{۱\times۱۵}{۱۰۰\times۱۶}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \left(\frac{۱۵}{۱۶۰۰}\right)$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{۱۶۰۰}{۱۵} = \frac{۳۲۰}{۳}\,nm$$

گام دوم:

دومین خط طیفی رشتهٔ بالمر برابر است با:

$$\text{دومین خط طیفی در رشته بالمر } (n'=۲) \xrightarrow[\text{شماره خط طیفی}=۲]{n'=۲} n = ۲+۲ = ۴$$

پس دومین خط طیفی در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$، مربوط به گذار الکترون از مدار $n=۴$ به مدار $n'=۲$ است.

حال، با توجه به رابطهٔ ریدبرگ، طول‌موج دومین خط طیفی در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$، که آن را با $\lambda_۲$ نشان می‌دهیم، محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \xrightarrow[n'=۲\,,\,n=۴]{R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}} \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{(۲)^۲} - \frac{۱}{(۴)^۲}\right)$$

$$\rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۴-۱}{۱۶}\right)$$

$$\rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۳}{۱۶}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \left(\frac{۱\times۳}{۱۰۰\times۱۶}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \left(\frac{۳}{۱۶۰۰}\right)$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{۱۶۰۰}{۳}\,nm$$

گام سوم:

طول موج سومین خط طیفی در رشتهٔ لیمان $(n'=۱)$، یعنی $\lambda_۱$ را از طول موج دومین خط طیفی در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$، یعنی $\lambda_۲$ کم می‌کنیم:

$$\Delta\lambda = \lambda_۲ - \lambda_۱ \xrightarrow[\lambda_۱=\frac{۳۲۰}{۳}nm]{\lambda_۲=\frac{۱۶۰۰}{۳}nm} \Delta\lambda = \frac{۱۶۰۰}{۳} - \frac{۳۲۰}{۳} = \frac{۱۲۸۰}{۳}\,nm$$

پس طول موج سومین خط طیفی در رشت لیمان $(n'=۱)$، یعنی $\lambda_۱$، $\frac{۱۲۸۰}{۳}\,nm$ از طول موج دومین خط طیفی در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$، یعنی $\lambda_۲$، کوتاه‌تر است.

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲ طبق نکات مطرح‌شده در این سؤال، کوتاه‌ترین طول موج (λ_{min}) در یک رشته از اتم هیدورژن، زمانی اتفاق می‌افتد که، الکترون از مدار $n=\infty$ به مدار مقصد برود. به دلیل اینکه، شمارهٔ رشتهٔ مورد نظر یا همان شمارهٔ مدار مقصد (یعنی همان مقدار n') را نداریم، با استفاده از معادلهٔ ریدبرگ، شمارهٔ رشته مورد نظر یا همان شمارهٔ مدار مقصد (یعنی مقدار n') را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)\xrightarrow[\lambda=\lambda_{min}=۹۰۰nm\ ,\ n=\infty]{R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}}\frac{۱}{۹۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{\infty^{۲}}\right)$$

$$\rightarrow\frac{۱}{۹۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n'^{۲}}\right)\rightarrow\frac{۱}{n'^{۲}}=\frac{\frac{۱}{۹۰۰}}{\frac{۱}{۱۰۰}}\rightarrow\frac{۱}{n'^{۲}}=\frac{۱۰۰}{۹۰۰}\rightarrow\frac{۱}{n'^{۲}}=\frac{۱}{۹}\rightarrow n'^{۲}=۹\rightarrow n'=۳$$

پس رشتهٔ مورد نظر، رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$ است.

در اتم هیدروژن، وقتی شماره یک خط طیفی از یک رشته را داریم، مقدار n از رابطهٔ شماره‌خط‌طیفی$+n'=n$ به‌دست می‌آید، پس داریم:

$$(n'=۳)\ \text{اولین خط طیفی در رشتهٔ پاشن}\xrightarrow[\text{شمارهٔ خط طیفی}=۱]{n'=۳}n_۱=۳+۱=۴$$

$$(n'=۳)\ \text{سومین خط طیفی در رشتهٔ پاشن}\xrightarrow[\text{شمارهٔ خط طیفی}=۳]{n'=۳}n_۲=۳+۳=۶$$

پس اولین خط طیفی در رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$، مربوط به گذار الکترون از مدار $n_۱=۴$ به مدار $n'=۳$ است و سومین خط طیفی در رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$، مربوط به گذار الکترون از مدار $n_۲=۶$ به مدار $n'=۳$ است.

با استفاده از نکتهٔ ۲ مطرح‌شده در این سؤال، اختلاف بسامد (Δf) اولین و سومین خط طیفی در رشته پاشن $(n'=۳)$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{اختلاف بسامدها}:\ \Delta f=Rc(\frac{۱}{n_۱^{۲}}-\frac{۱}{n_۲^{۲}})\xrightarrow[n_۱=۴\ ,\ n_۲=۶]{R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}=۱۰^{۷}m^{-۱}\ ,\ c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}}$$

$$\Delta f=۱۰^{۷}\times۳\times۱۰^{۸}\left(\frac{۱}{(۴)^{۲}}-\frac{۱}{(۶)^{۲}}\right)\rightarrow\Delta f=۳\times۱۰^{۱۵}\left(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{۳۶}\right)$$

$$\rightarrow\Delta f=۳\times۱۰^{۱۵}\left(\frac{۳۶-۱۶}{۱۶\times۳۶}\right)\rightarrow\Delta f=۳\times۱۰^{۱۵}\left(\frac{۲۰}{۵۷۶}\right)$$

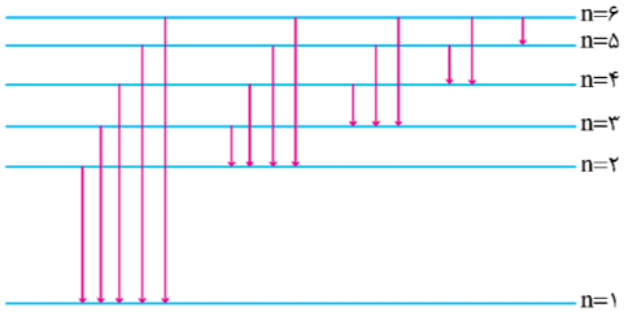
$$\rightarrow\Delta f=\frac{۱}{۹۶}\times۱۰^{۱۶}Hz$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳

گام اول:



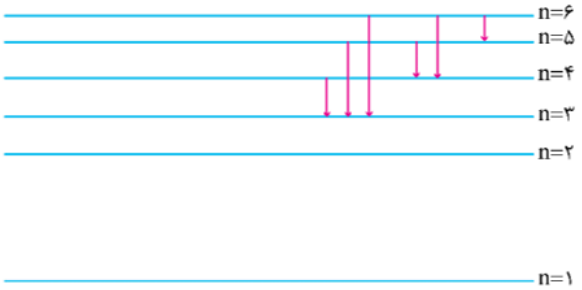
در گذارهایی که در شکل مقابل نشان داده‌شده است، فوتون‌هایی با انرژی‌های متفاوت گسیل می‌شود. طبق شکل، تعداد این فوتون‌ها ۱۵ تا است. پس مقدار A، ۱۵ خواهد شد. $(A=۱۵)$

البته تعداد فوتون‌های گسیل‌شده با انرژی‌های متفاوت را (A)، می‌توانستیم از رابطهٔ $\binom{n}{۲}=\frac{n(n-۱)}{۲}$ نیز به‌دست بیاوریم، ببینید:

$$A=\binom{n}{۲}=\frac{n(n-۱)}{۲}\xrightarrow{n=۶}A=\binom{۶}{۲}=\frac{۶(۶-۱)}{۲}=\frac{۶(۵)}{۲}=۱۵$$

گام دوم:

در گذارهایی که در شکل زیر نشان داده شده است، فوتون‌هایی با انرژی‌های متفاوت گسیل می‌شود که در محدودهٔ فروسرخ قرار دارند. طبق شکل، تعداد این فوتون‌ها ۶ تا است، پس مقدار B، ۶ خواهد شد. $(B=۶)$



دقت کنید که در تمام گذارهای مربوط به رشته‌های پاشن $(n'=۳)$، براکت $(n'=۴)$ و پفوند $(n'=۵)$، فوتون‌هایی با انرژی‌های متفاوت گسیل می‌شود که در محدودهٔ فروسرخ قرار دارند.

گام سوم:

$$A-B\xrightarrow[B=۶]{A=۱۵}۱۵-۶=۹$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴

شکل صورت سؤال، نشان‌دهندهٔ مدل اتمی تامسون است. طبق مدل اتمی تامسون، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند، در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی هم می‌گویند، زیرا الکترون‌ها مانند دانه‌های کشمش در آن پخش شده‌اند.

در مدل اتمی تامسون، وقتی الکترون‌ها با بسامدهای معینی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند، این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود. یکی از ناکامی‌های (نارسایی‌های) مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش گسیل‌شده از اتم، که این مدل پیش‌بینی می‌کرد، با نتایج تجربی سازگار نبود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵ در اتم هیدروژن، اولین حالت برانگیخته، مدار $n=۲$ است. در این سؤال، الکترون در چهارمین حالت برانگیخته قرار دارد. منظور از چهارمین حالت برانگیخته، مدار $n=۵$ است. حال برای اینکه فوتونی با کمترین انرژی تابش شود، الکترون باید به مدار $n=۴$ منتقل شود.

می‌دانیم شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن از رابطه $r_n = n^۲a_.$ به دست می‌آید، حال شعاع مدارهای $n=۴$ و $n=۵$ را به دست می‌آوریم و سپس شعاع مدار $n=۴$ را تقسیم بر شعاع مدار $n=۵$ می‌کنیم، تا ببینیم شعاع مدار حرکت الکترون در طی انتقال الکترون از مدار $n=۵$ به مدار $n=۴$ چند برابر شده است:

$$r_n = n^۲a_. \xrightarrow{n=۴} r_۴ = (۴)^۲a_. \rightarrow r_۴ = ۱۶a_.$$
$$r_n = n^۲a_. \xrightarrow{n=۵} r_۵ = (۵)^۲a_. \rightarrow r_۵ = ۲۵a_.$$
$$\rightarrow \frac{r_۴}{r_۵} = \frac{۱۶a_.}{۲۵a_.} \rightarrow \frac{r_۴}{r_۵} = \frac{۱۶}{۲۵}$$

پس شعاع مدار حرکت الکترون در طی انتقال الکترون از مدار $n=۵$ به مدار $n=۴$، $\frac{۱۶}{۲۵}$ برابر شده است.

در اتم هیدروژن، انرژی الکترون در مدارهای $n=۴$ و $n=۵$، برابر است با: (البته ممکن است بعضی‌ها، انرژی الکترون در مدارهای اتمی هیدروژن را حفظ باشند.)

$$E_n = \frac{-E_R}{n^۲} \xrightarrow[n=۴]{E_R=۱۳/۶eV} E_۴ = \frac{-۱۳/۶}{(۴)^۲} = \frac{-۱۳/۶}{۱۶} = -۰/۸۵eV$$

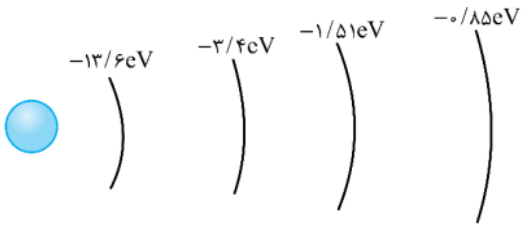
$$E_n = \frac{-E_R}{n^۲} \xrightarrow[n=۵]{E_R=۱۳/۶eV} E_۵ = \frac{-۱۳/۶}{(۵)^۲} = \frac{-۱۳/۶}{۲۵} = -۰/۵۴۴eV$$

الکترون از مدار $n=۵$ به مدار $n=۴$ رفته است، در این صورت، انرژی فوتون تابش‌شده برابر اختلاف انرژی مدار $n=۴$ و مدار $n=۵$ است. پس با استفاده از رابطهٔ (معادله گسیل فوتون از اتم) $E_U - E_L = hf$، که در آن، E_U، انرژی الکترون در مدار $n=۵$ $(E_U = E_۵)$ و E_L، انرژی الکترون در مدار $n=۴$ است $(E_L = E_۴)$، بسامد فوتون تابش‌شده را به‌دست می‌آوریم:

$$E_U - E_L = hf \xrightarrow[E_L=E_۴]{E_U=E_۵} E_۵ - E_۴ = hf \xrightarrow[h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV.s]{E_۵=-۰/۵۴۴eV\ ,\ E_۴=-۰/۸۵eV}$$
$$-۰/۵۴۴ - (-۰/۸۵) = ۴\times۱۰^{-۱۵} \times f$$
$$\rightarrow -۰/۵۴۴ + ۰/۸۵ = ۴\times۱۰^{-۱۵} \times f \rightarrow ۰/۳۰۶ = ۴\times۱۰^{-۱۵} \times f$$
$$\rightarrow f = \frac{۰/۳۰۶}{۴\times۱۰^{-۱۵}} = ۷/۶۵\times۱۰^{۱۳}Hz$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶ برای آن‌که الکترون بتواند فوتون را جذب کند، انرژی فوتون باید برابر اختلاف انرژی الکترون در تراز پایه با ترازهای بالایی باشد. شکل زیر ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.



همان‌طور که می‌بینید، اختلاف انرژی ترازهای اول و دوم برابر $۱۰/۲eV$ است، پس فوتون D می‌تواند جذب شود. از طرفی کمترین انرژی مورد نیاز برابر $۱۰/۲eV$ است که در محدودهٔ فرابنفش قرار دارد، پس فوتون‌های مرئی و فروسرخ به اندازهٔ کافی بزرگ نیستند تا الکترون بتواند آن‌ها را جذب کند و به مدار دوم برود، بنابراین فوتون‌های A و B جذب نمی‌شوند.

برای بررسی فوتون C، کافی است انرژی آن را محاسبه کنیم.

$$E_C = hf = ۴\times۱۰^{-۱۵} \times ۳۱۸۷/۵\times۱۰^{۱۲} = ۱۲/۷۵eV$$

این انرژی برابر اختلاف انرژی تراز اول و چهارم است، بنابراین فوتون C نیز می‌تواند جذب شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷

بررسی گزینه‌ها:

۱ـ مدل اتمی بور فقط در محاسبه انرژی یونش اتم‌های هیدروژن‌گونه با موفقیت همراه است. (✗)

۲ـ مدل اتمی بور می‌تواند چگونگی ایجاد طیف‌های گسیلی و جذبی هیدروژن اتمی را توصیف کند. (✗)

۳ـ مدل اتمی بور نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل اتمی بور نمی‌تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی متفاوت است. (✓)

۴ـ مدل اتمی بور در تبیین پایداری اتم، با موفقیت همراه است. (✗)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۸

با توجه به رابطهٔ $r_n = n^2 a$، در حالت اول، الکترون از مدار $n = 4$ به مدار $n = 2$ رفته و در حالت دوم از مدار $n = 5$ به $n = 3$ رفته است. انرژی فوتون تابش‌شده در هر حالت برابر است با:

$$\begin{cases} n = 3 \rightarrow E_3 = \frac{-E_R}{3^2} = \frac{-E_R}{9} \\ n = 5 \rightarrow E_5 = \frac{-E_R}{5^2} = \frac{-E_R}{25} \end{cases} \rightarrow hf' = E_R\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right) \text{ رابطهٔ (۱)}$$

$$\begin{cases} n = 2 \rightarrow E_2 = \frac{-E_R}{2^2} = \frac{-E_R}{4} \\ n = 4 \rightarrow E_4 = \frac{-E_R}{4^2} = \frac{-E_R}{16} \end{cases} \rightarrow hf = E_R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) \text{ رابطهٔ (۲)}$$

با تقسیم رابطهٔ (۱) بر رابطهٔ (۲) داریم:

$$\frac{f'}{f} = \frac{\frac{1}{9} - \frac{1}{25}}{\frac{1}{4} - \frac{1}{16}} = \frac{\frac{16}{225}}{\frac{3}{16}} = \frac{256}{675}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹

بررسی گزینه‌ها:

۱ـ در گسیل القایی، یک چشمهٔ انرژی خارجی باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی از جمله درخش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد که به آن وارونی جمعیت گفته می‌شود. (✓)

۲ـ در گسیل القایی، سه ویژگی اصلی وجود دارد، یکی از این ویژگی‌ها، این است که، فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. (✓)

۳ـ مدت زمانی که الکترون‌ها در ترازهای شبه پایدار باقی می‌مانند (10^{-3} s)، بسیار طولانی‌تر از مدت زمانی است که الکترون‌ها در حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند (10^{-8} s). (✗)

۴ـ وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. (✓)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰ بررسی موارد:

الف: نوترون بدون بار الکتریکی است و جرمش اندکی بیشتر از جرم پروتون است. (✓)

ب:

$$^{۱۰۳}Rh \rightarrow A=۱۰۳ \rightarrow Z+N=۱۰۳ \quad (A)\text{عدد جرمی}\rightarrow$$

عدد نوترونی اتم، که همان تعداد نوترون‌های (N) هستهٔ اتم است، برابر با ۵۸ است، با جایگذاری در رابطهٔ $Z+N=۱۰۳$، تعداد پروتون‌های (Z) هستهٔ اتم (عدد اتمی) را به دست می‌آوریم:

$$Z+N=۱۰۳ \xrightarrow{N=۵۸} Z+۵۸=۱۰۳ \rightarrow Z=۱۰۳-۵۸=۴۵$$

هستهٔ اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است، نوترون بدون بار الکتریکی است اما پروتون دارای بار الکتریکی است و بار الکتریکی هر پروتون برابر با $+۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ است. پس بار الکتریکی خالص هسته از رابطهٔ $q=+Ze$، به‌دست می‌آید:

$$q=+Ze \xrightarrow[e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C=۱۶\times۱۰^{-۲۰}C]{Z=۴۵} q=+۴۵\times۱۶\times۱۰^{-۲۰}=\frac{۹۰}{۲}\times۱۶\times۱۰^{-۲۰}=۷۲۰\times۱۰^{-۲۰}=۷/۲\times۱۰^{-۱۸}C \quad (✗)$$

ج: (✗)

این دو جمله را با هم اشتباه نگیرید:

۱- ویژگی‌های هستهٔ یک اتم را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های اتم (عدد جرمی (A)) تعیین می‌کند.

۲- خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته (عدد اتمی (Z)) تعیین می‌کند.

د: تنها عناصری را می‌توان با روش شیمیایی از یکدیگر جدا کرد که عدد اتمی (Z) متفاوتی از یکدیگر داشته باشند و در واقع خواص شیمیایی‌شان متفاوت از یکدیگر باشد. ایزوتوپ‌ها (مانند $^{۴۷}_{۲۲}X$ و $^{۴۹}_{۲۲}X$) به دلیل اینکه عدد اتمی (Z) برابر دارند، پس خواص شیمیایی‌شان یکسان است و نمی‌توان به روش شیمیایی، آن‌ها را از یکدیگر جدا کرد. (✗)

پس ۱ مورد از مطالب داده‌شده، درست است.

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱ بررسی گزینه‌ها:

۱- بیشتر جرم یک اتم (بیش از ۹۹/۹ درصد آن) در هستهٔ اتم متمرکز شده است. (✓)

۲- نیروی هسته‌ای، کوتاه‌برد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند. (✓)

۳- جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده‌اش (پروتون‌ها و نوترون‌ها) اندکی کمتر است. (✗)

۴- هسته‌ها در واکنش شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند. (✓)

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۲ بررسی موارد:

طبق نکات درسنامه، پرتوهای شمارهٔ (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب، پرتوهای آلفا (α)، بتای منفی (β^-) و گاما (γ) هستند.

الف: میزان نفوذ پرتوی گاما (γ) (پرتوی شمارهٔ ۲) در یک ورقه سربی، بیشتر از میزان نفوذ پرتوی آلفا (α) (پرتوی شمارهٔ ۱) در همان ورقه سربی است. (✓)

ب: جرم ذرات آلفا (α) (ذرات پرتوی شمارهٔ ۱)، بسیار بیشتر از جرم ذرات بتای منفی (β^-) (ذرات پرتو شمارهٔ ۳) است. (✗)

ج: واپاشی بتای منفی (β^-) (ذرات پرتوی شمارهٔ ۳) متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است. (✗)

د: در واپاشی بتای منفی (β^-) (ذرات پرتوی شمارهٔ ۳)، یک نوترون درون هسته، به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود و الکترون از هسته خارج می‌شود. (گسیل می‌شود) (✓)

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳

گام اول:

معادلهٔ واپاشی هستهٔ مادر $^{۲۳۲}_{۹۰}Th$ را می‌نویسیم:

$$^{۲۳۲}_{۹۰}Th \rightarrow {}^{A_۱}_{Z_۱}A + n\,^{۴}_{۲}\alpha + ۴\,{}^{۰}_{-۱}e$$

پایستگی عدد جرمی : $۲۳۲ = A_۱ + n(۴) + ۴(۰) \rightarrow ۲۳۲ = A_۱ + ۴n$

پایستگی عدد اتمی : $۹۰ = Z_۱ + n(۲) + ۴(-۱) \rightarrow ۹۰ = Z_۱ + ۲n - ۴ \rightarrow ۹۴ = Z_۱ + ۲n$

سؤال گفته تعداد نوترون‌های هستهٔ دختر A، ۱۲۶ تا است، پس $N_۱ = ۱۲۶$ است. حال داریم:

$$A_۱ = N_۱ + Z_۱ \rightarrow N_۱ = A_۱ - Z_۱ \rightarrow A_۱ - Z_۱ = ۱۲۶$$

$$\begin{cases} ۲۳۲ = A_۱ + ۴n \\ ۹۴ = Z_۱ + ۲n \end{cases} \xrightarrow[\text{پایین کم می‌کنیم}]{\text{معادله بالا را از معادله}} ۱۳۸ = (A_۱ - Z_۱) + (۴n - ۲n)$$

$$\xrightarrow{A_۱ - Z_۱ = ۱۲۶} ۱۳۸ = ۱۲۶ + ۲n \rightarrow ۱۲ = ۲n \rightarrow n = ۶$$

گام دوم:

معادلهٔ واپاشی $^{۹۹}_{۴۸}Cd$ را می‌نویسیم:

$$^{۹۹}_{۴۸}Cd \rightarrow {}^{A_۲}_{Z_۲}B + m\,^{۴}_{۲}\alpha + {}^{۰}_{+۱}e$$

پایستگی عدد جرمی : $۹۹ = A_۲ + m(۴) + ۰ \rightarrow ۹۹ = A_۲ + ۴m$

پایستگی عدد اتمی : $۴۸ = Z_۲ + m(۲) + ۱ \rightarrow ۴۸ = Z_۲ + ۲m + ۱ \rightarrow ۴۷ = Z_۲ + ۲m$

سؤال گفته تعداد نوترون‌های هستهٔ دختر B، ۵۰ تا است، پس $N_۲ = ۵۰$ است. حال داریم:

$$A_۲ = Z_۲ + N_۲ \rightarrow N_۲ = A_۲ - Z_۲ \rightarrow A_۲ - Z_۲ = ۵۰$$

$$\begin{cases} ۹۹ = A_۲ + ۴m \\ ۴۷ = Z_۲ + ۲m \end{cases} \xrightarrow[\text{پایین کم می‌کنیم}]{\text{معادله بالا را از معادله}} ۵۲ = (A_۲ - Z_۲) + (۴m - ۲m)$$

$$\xrightarrow{A_۲ - Z_۲ = ۵۰} ۵۲ = ۵۰ + ۲m \rightarrow ۲ = ۲m \rightarrow m = ۱$$

گام سوم:

خواستهٔ سوال برابر است با:

$$m + n = ۱ + ۶ = ۷$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴

گام اول:

تعداد هسته‌های اولیهٔ یک نمونه مادهٔ پرتوزا (N_0) پس از گذشت $t_1 = 180\,min$، ۹۳/۷۵ درصد کاهش یافته است. پس تعداد هسته‌های فعال باقی مانده برابر است با:

$$N = N_0 - \frac{93/75}{100}N_0 \rightarrow N = \frac{6/25}{100}N_0$$

گام دوم:

نیمه‌عمر (T) مادهٔ پرتوزا را بر حسب دقیقه (min) به‌دست می‌آوریم:

$$N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{n=\frac{t}{T}} N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \xrightarrow[t=t_1=180\,min]{N=\frac{6/25}{100}N_0}$$

$$\frac{6/25}{100}N_0 = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow \frac{6/25}{100} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow$$

$$\frac{\frac{625}{100}}{100} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow \frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}}$$

$$\rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow 4 = \frac{180}{T} \rightarrow T = \frac{180}{4} = 45\,min$$

گام سوم:

با توجه به اینکه پس از گذشت مدت زمان t_2، تعداد هسته‌های واپاشی شده ماده پرتوزا ($N_{واپاشیده}$)، ۲۲۴ تا است، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده ($N_{پرتوزای\,باقی‌مانده}$) را پس از گذشت مدت زمان t_2، به‌دست می‌آوریم:

$$N_{واپاشیده} = N_0 - N_{پرتوزای\,باقی‌مانده} \xrightarrow[N_0=256]{N_{واپاشیده}=224} 224 = 256 - N_{پرتوزای\,باقی‌مانده} \rightarrow N_{پرتوزای\,باقی‌مانده} = 256 - 224 = 32$$

گام چهارم:

پس از گذشت مدت زمان t_2، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده ($N_{پرتوزای\,باقی‌مانده}$)، برابر ۳۲ است، بنابراین:

$$N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{n=\frac{t}{T}} N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

$$\xrightarrow[N_0=256\,,\,t=t_2\,,\,T=45\,min]{N=32} 32 = 256\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}} \rightarrow$$

$$\frac{32}{256} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}} \xrightarrow[\text{مخرج کسر را تقسیم بر ۳۲ می‌کنیم}]{\text{در سمت چپ تساوی صورت و}} \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}}$$

$$\rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}} \rightarrow 3 = \frac{t_2}{45} \rightarrow t = 3\times 45 = 135\,min$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵

گام اول:

در زمان t'، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده (N) در مادهٔ پرتوزای A، ۴×۱۰^{۶} تا است. با توجه به اینکه، تعداد هسته‌های مادر اولیه $(N_{۰})$ در مادهٔ پرتوزای A، ۳۲×۱۰^{۶} تا است و همچنین، نیمه‌عمر ماده پرتوزا A (T_A) برابر ۲ روز است، زمان t' را برحسب روز به دست می‌آوریم:

$$N=N_{۰}(\frac{۱}{۲})^{n} \xrightarrow{n=\frac{t}{T}} N=N_{۰}(\frac{۱}{۲})^{\frac{t}{T}} \xrightarrow[N_{۰}=۳۲\times۱۰^{۶},\ t=t',\ T_A=\text{روز}۲]{N=۴\times۱۰^{۶}}$$

$$۴\times۱۰^{۶}=۳۲\times۱۰^{۶}(\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}} \rightarrow \frac{۴\times۱۰^{۶}}{۳۲\times۱۰^{۶}}=(\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}} \rightarrow \frac{۴}{۳۲}=(\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}}$$

$$\rightarrow \frac{۱}{۸}=(\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}} \rightarrow (\frac{۱}{۲})^{۳}=(\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}} \rightarrow ۳=\frac{t'}{۲} \rightarrow t'=\text{روز}۶$$

گام دوم:

در زمان $t'=\text{روز}۶$، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده (N) در ماده پرتوزای B، ۴×۱۰^{۶} تا است. با توجه به اینکه تعداد هسته‌های مادر اولیه $(N_{۰})$ در ماده پرتوزای B، ۸×۱۰^{۶} تا است، می‌توان فهمید در مدت ۶ روز، تعداد هسته‌های مادهٔ B نصف شده است، بنابراین نیمه‌عمر ماده پرتوزای B (T_B) برابر روز $T_B=۶$ است.

گام سوم:

با توجه به شکل زیر، تعداد هسته‌های باقی ماندهٔ B در ۶ روز سوم، از ۲×۱۰^{۶} به $۱۰^{۶}$ رسیده است و به اندازهٔ $۱۰^{۶}$ هستهٔ آن دچار واپاشی می‌شوند.

$$\underbrace{۸\times۱۰^{۶} \xrightarrow{\text{روز اول}۶} ۴\times۱۰^{۶} \xrightarrow{\text{روز دوم}۶} ۲\times۱۰^{۶} \xrightarrow{\text{روز سوم}۶} ۱۰^{۶}}_{\text{در این بازه } ۱۰^{۶} \text{ هسته دچار واپاشی شده‌اند}}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶

هستهٔ A باید واپاشی انجام دهد که سه نوترون آن کم شود و یک پروتون آن نیز کاهش یابد. فرض کنیم n ذرهٔ α و m ذرهٔ β^{-} تابش شده باشد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$^{۲۳۵}_{۹۰}A \rightarrow {}^{۲۳۱}_{۸۹}B+n\,{}^{۴}_{۲}\alpha+m\,{}^{۰}_{-۱}e^{-}$$

پایستگی عدد جرمی : $۲۳۵=۲۳۱+۴n \rightarrow n=۱$

پایستگی عدد اتمی : $۹۰=۸۹+۲n-m \xrightarrow{n=۱} m=۱$

بنابراین با تابش یک ذرهٔ α و یک ذرهٔ β^{-}، هستهٔ A به هستهٔ B تبدیل می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۷

با توجه به شکل مقابل که انرژی در ترازهای اتم هیدروژن را نشان می‌دهد، می‌توان نوشت:

پرانرژی‌ترین فوتون : $n_U = ۲ \to n_L = ۱$

کم‌انرژی‌ترین فوتون : $n_U = ۵ \to n_L = ۴$

انرژی گسیل شده فوتون‌ها (ΔE) را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید که h (ثابت پلانک) را برحسب $(eV.s)$ بنویسیم:

پرانرژی‌ترین فوتون : $\Delta E = hf_{max} \to E_۲ - E_۱ = hf_{max} \xrightarrow[h=۴\times ۱۰^{-۱۵} eV.s]{E_۲=-۳/۴eV\ ,\ E_۱=-۱۳/۶eV}$

$$-۳/۴-(-۱۳/۶) = ۴\times ۱۰^{-۱۵} f_{max} \to f_{max} = \frac{۱۰/۲}{۴\times ۱۰^{-۱۵}} = ۲/۵۵\times ۱۰^{۱۵} Hz = ۲۵۵۰ THz$$

کم‌انرژی‌ترین فوتون : $\Delta E = hf_{min} \to E_۵ - E_۴ = hf_{min} \xrightarrow[h=۴\times ۱۰^{-۱۵} eV.s]{E_۵=-۰/۵۴eV\ ,\ E_۴=-۰/۸۵eV}$

$$(-۰/۵۴)-(-۰/۸۵) = ۴\times ۱۰^{-۱۵} f_{min} \to f_{min} = \frac{۰/۳۱}{۴\times ۱۰^{-۱۵}} = ۷۷/۵ THz$$

اختلاف بسامدهای به‌دست آمده برابر است با:

$$\Delta f = f_{max} - f_{min} = ۲۵۵۰ - ۷۷/۵ = ۲۴۷۲/۵ THz$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۸

گام اول:

ابتدا بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج رشته پاشن را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda_{max}: n=۴ \rightarrow n'=۳$$

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶}\right) = R\left(\frac{۷}{۱۶\times۹}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۱۶\times۹}{۷R}$$

$$\lambda_{min}: n=\infty \rightarrow n'=۳$$

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{\infty^{۲}}\right) = R\left(\frac{۱}{۹}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۹}{R}$$

$$\text{گسترهٔ طول موج رشته پاشن} = \lambda_{max}-\lambda_{min} = \frac{۱۶\times۹}{۷R}-\frac{۹}{R} = \frac{۸۱}{۷R} \quad (۱)$$

گام دوم:

بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج رشته لیمان را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda_{max}: n=۲ \rightarrow n'=۱$$

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۱}{۱}-\frac{۱}{۴}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۴}{۳R}$$

$$\lambda_{min}: n=\infty \rightarrow n'=۱$$

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{\infty^{۲}}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۱}{R}$$

$$\text{گسترهٔ طول موج رشته لیمان} = \lambda_{max}-\lambda_{min} = \frac{۴}{۳R}-\frac{۱}{R} = \frac{۱}{۳R} \quad (۲)$$

گام سوم:

نسبت گسترهٔ طول موج‌ها را از روابط (۱) و (۲) به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{گسترهٔ طول موج رشتهٔ پاشن}}{\text{گسترهٔ طول موج رشتهٔ لیمان}} = \frac{\frac{۸۱}{۷R}}{\frac{۱}{۳R}} = \frac{۳\times۸۱}{۷} = \frac{۲۴۳}{۷}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۹

گام اول:

با توجه به رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$، طول موج متناظر با بسامد آستانه را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{c}{f} \xrightarrow[c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}]{f=۷۵۰\times۱۰^{۱۲}\frac{۱}{s}} \lambda = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۷۵۰\times۱۰^{۱۲}} = \frac{۱}{۲۵۰}\times۱۰^{-۴} = ۴\times۱۰^{-۷}\,m = ۴۰۰\,nm$$

گام دوم:

موج‌های تابش شده به سطح فلز با طول موج کمتر از $۴۰۰\,nm$ می‌توانند پدیدهٔ فوتوالکتریک را ایجاد نمایند:

$A: ۳۰۰\,nm < ۴۰۰\,nm$ ✓

$B: ۰/۶\mu m = ۶۰۰\,nm > ۴۰۰\,nm$ ×

$C: ۶۰۰\,nm > ۴۰۰\,nm$ ×

$D: ۸۰۰۰\,pm = ۸۰\,nm < ۴۰۰\,nm$ ✓

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۰

بررسی موارد:

ب: (✓)

الف: نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است، یعنی نیروی ربایشی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. (✗)

ج: هر پروتون تنها به نوکلئون‌های مجاورش نیروی هسته‌ای وارد می‌کند. پروتون‌ها می‌توانند به پروتون‌های غیرمجاور نیروی الکترواستاتیکی وارد نمایند. (✗)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۳۱

گام اول:

ابتدا معادله واپاشی هستهٔ مادر $({}^{A}_{Z}X)$ را و تبدیل به هسته دختر $({}^{A'}_{Z'}Y)$ را می‌نویسیم:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A'}_{Z'}Y + m({}^{4}_{2}\alpha) + 2({}^{0}_{+1}e^{+}) + 3({}^{1}_{0}n)$$

عدد اتمی هستهٔ مادر $({}^{A}_{Z}X)$ با مجموع عدد اتمی هستهٔ دختر و ذرات واپاشی شده برابر است:

$$Z = Z' + 2m + 2 + 3(0) \Rightarrow Z' = Z - (2m+2) \Rightarrow$$ تعداد پروتون‌های هستهٔ دختر، به اندازه $(2m+2)$ کاهش می‌یابد

گام دوم:

اگر تغییرات بار هستهٔ دختر $({}^{A'}_{Z'}Y)$ را با Δq نشان دهیم، داریم:

$$\Delta q = ne$$

که در این رابطه n تغییرات تعداد پروتون‌های هستهٔ دختر نسبت به مادر است که برابر $(2m+2)$ می‌باشد، پس می‌توان نوشت:

$$\Delta q = ne \xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}]{\Delta q=12/8\times10^{-19},\ n=(2m+2)} 12/8\times10^{-19} = (2m+2)\times1/6\times10^{-19}$$

$$\Rightarrow 8 = 2m+2 \Rightarrow m = 3$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۲

گام اول:

مطابق نمودار داده شده تعداد کل هسته‌ها برای هر دو ماده A و B برابر ۶۴۰ می‌باشد و همچنین تعداد هسته‌های واپاشی شده ماده A پس از ۵ روز ۴۸۰ می‌باشد. پس تعداد هستهٔ باقی‌مانده پس از ۵روز برابر می‌شود با:

$$N_{A_{\text{باقی‌مانده}}} = N_{\circ} - N_{\text{واپاشی شده}} = ۶۴۰ - ۴۸۰ = ۱۶۰$$

گام دوم:

برای محاسبهٔ نیمه‌عمر ماده A می‌توان نوشت:

$$N_{A_{\text{باقی‌مانده}}} = \frac{N_{\circ}}{۲^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow ۱۶۰ = \frac{۶۴۰}{۲^{\frac{۵}{T}}} \Rightarrow ۲^{\frac{۵}{T}} = ۴ \Rightarrow \frac{۵}{T} = ۲ \Rightarrow T = ۲/۵ \text{ سال}$$

گام سوم:

پس از گذشت ۱۰ سال، تعداد هسته‌های باقی‌ماندهٔ ماده A برابر می‌شود با:

$$N_{A_{\text{باقی‌مانده}}} = \frac{N_{\circ}}{۲^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow N_{\text{باقی‌مانده}} = \frac{۶۴۰}{۲^{\frac{۱۰}{۲/۵}}} = \frac{۶۴۰}{۱۶} = ۴۰$$

توجه شود که هسته‌های باقی‌ماندهٔ ماده A در ۱۰ سال با هسته‌های باقی‌مانده ماده B در ۶ سال برابر است.

گام چهارم:

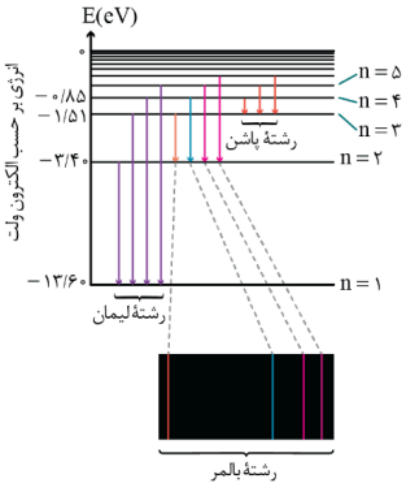
برای ماده B در ۶ سال می‌توان نوشت:

$$N_{B_{\text{باقی‌مانده}}} = \frac{N_{\circ}}{۲^{\frac{t}{T}}} \xrightarrow[N_{\circ}=۶۴۰]{N_{B_{\text{باقی‌مانده}}}=۴۰,\ t=۶} ۴۰ = \frac{۶۴۰}{۲^{\frac{۶}{T}}} \Rightarrow ۲^{\frac{۶}{T}} = ۱۶ \Rightarrow \frac{۶}{T} = ۴ \Rightarrow T = ۱/۵ \text{ سال}$$

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۳

بررسی موارد:



الف و ب: در گذارهای نشان داده شده در این سؤال، ۴ خط اول رشتهٔ لیمان نشان داده شده است که در آن‌ها فرابنفش گسیل می‌شود. همچنین ۴ خط اول رشته بالمر مشخص شده است که در آن‌ها نیز نور مرئی گسیل می‌شود. دقت کنید برای به‌دست آوردن انرژی ترازهای مختلف در این شکل، از رابطهٔ $E_n = \frac{-E_R}{n^۲}$ استفاده شده است.

ج: خط دوم بالمر، یعنی گذار الکترون از تراز $n = ۴$ به $n' = ۲$. بنابراین انرژی گسیلی در این گذار برابر است با:

$$\text{انرژی گسیلی} = E_۴ - E_۲ = -۰/۸۵ - (-۳/۴) = ۲/۵۵ eV$$

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۴

گام اول:

$$\Delta q = ne \rightarrow ۶/۴\times۱۰^{-۱۹} = n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \rightarrow n = ۴$$

بنابراین عدد اتمی هسته دختر باید ۴ تا کمتر از عدد اتمی هسته مادر باشد.

گام دوم:

حال با توجه به معادلهٔ زیر، باید در این واکنش ۲ تا β تابش شود.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۱۲}_{Z-۴}Y + ۳\,{}^{۴}_{۲}\alpha + ۲\,{}^{۰}_{-۱}\beta$$

گام سوم:

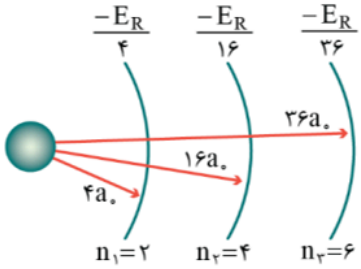
$$\begin{cases} \text{تعداد نوترون‌های مادر} = A - Z \\ \text{تعداد نوترون‌های دختر} = (A-۱۲)-(Z-۴) = A-Z-۸ \end{cases}$$

بنابراین تعداد نوترون‌های هستهٔ دختر، ۸ تا کمتر از تعداد نوترون‌های هستهٔ مادر است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۵

شکل مقابل شعاع مدارها و انرژی آن‌ها را نشان می‌دهد.



$$\begin{cases} \Delta R = R_۲ - R_۱ = ۱۶a_۰ - ۴a_۰ = ۱۲a_۰ \\ \Delta R' = R_۳ - R_۲ = ۳۶a_۰ - ۱۶a_۰ = ۲۰a_۰ \end{cases} \rightarrow \frac{\Delta R'}{\Delta R} = \frac{۲۰a_۰}{۱۲a_۰} = \frac{۵}{۳}$$

$$\begin{cases} \Delta E = E_۲ - E_۱ = \frac{-E_R}{۱۶} - (-\frac{E_R}{۴}) = \frac{۳}{۱۶}E_R \\ \Delta E' = E_۳ - E_۲ = \frac{-E_R}{۳۶} - (-\frac{E_R}{۱۶}) = \frac{۵}{۱۴۴}E_R \end{cases} \rightarrow \frac{\Delta E'}{\Delta E} = \frac{\frac{۵}{۱۴۴}}{\frac{۳}{۱۶}} = \frac{۵}{۲۷}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۶

برای محاسبهٔ زمان مورد نیاز می‌توان نوشت:

$$N = \frac{N_۰}{۲^{\frac{t}{T}}} \rightarrow \frac{N}{N_۰} = \frac{۱}{۲^{\frac{t}{T}}}$$

$$\rightarrow \frac{۱}{۱۶} = \frac{۱}{۲^{\frac{t}{T}}} \rightarrow ۲^{\frac{t}{T}} = ۲^{۴} \rightarrow \frac{t}{T} = ۴$$

$$\rightarrow t = ۴T = ۴\times۶۰\,min = ۲۴۰\,min = ۴h$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷

$$\text{طول پاره‌خط نوسان} = ۲A = ۲۰cm \rightarrow A = ۱۰cm$$

$$\begin{cases} T = ۴s \\ t = ۹s \end{cases} \rightarrow \frac{t}{T} = \frac{۹}{۴} \rightarrow t = \frac{۹}{۴}T = ۲T + \frac{T}{۴}$$

در مدت $۲T$ نوسانگر دو نوسان کامل انجام می‌دهد و در مدت $\frac{T}{۴}$ نیز $\frac{۱}{۴}$ نوسان کامل صورت می‌گیرد پس می‌توان نوشت:

$$\text{اندازه جابجایی}: |d| = A = ۱۰cm$$

$$\text{مسافت طی‌شده}: L = (۲ \times ۴A) + A = ۹A = ۹ \times ۱۰cm = ۹۰cm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۸ برای محاسبهٔ تعداد فوتون‌ها از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$E_t = P.t = nhf = \frac{nch}{\lambda}$$

$$\rightarrow ۲۴ \times ۶۰ = n \times \frac{(۱۲۴۰eV.nm) \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \frac{J}{eV}}{۳۱۰nm}$$

$$\rightarrow n = \frac{۲۴ \times ۶۰ \times ۳۱۰nm}{(۱۲۴۰eV.nm) \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \frac{J}{eV}}$$

$$\rightarrow n = \frac{۳۶۰}{۱/۶} \times ۱۰^{۱۹} \rightarrow n = ۲۲۵ \times ۱۰^{۱۹} \rightarrow n = ۲/۲۵ \times ۱۰^{۲۱}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۳۹ نور مرئی مربوط به طیف رشته بالمر $(n' = ۲)$ است:

$$\frac{f_{\min}\text{ مرئی}}{f_{\max}\text{ مرئی}} = \frac{\frac{c}{\lambda_{\max}}}{\frac{c}{\lambda_{\min}}} = \frac{\frac{۱}{\lambda_{\max}}}{\frac{۱}{\lambda_{\min}}} = \frac{R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{n_۱^۲})}{R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{n_۲^۲})}$$

$$\begin{cases} n & n' \\ ۳ & \rightarrow ۲ \\ ۴ & \rightarrow ۲ \\ ۵ & \rightarrow ۲ \\ ۶ & \rightarrow ۲ \end{cases} \Rightarrow$$ چهار طول موج نور مرئی تابش شده توسط اتم هیدروژن در طیف مرئی هستند.

$$\Rightarrow \frac{f_{\min}\text{ مرئی}}{f_{\max}\text{ مرئی}} = \frac{R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲})}{R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۶^۲})}$$

$$\rightarrow \frac{f_{\min}\text{ مرئی}}{f_{\max}\text{ مرئی}} = \frac{\frac{۵}{۳۶}}{\frac{۸}{۳۶}} = \frac{۵}{۸}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۰

انرژی فوتون آزاد شده: $hf = E_U - E_L$

$$\Rightarrow hf = \frac{-E_R}{n_U^2} - (\frac{-E_R}{n_L^2}) = \frac{E_R}{n_L^2} - \frac{E_R}{n_U^2} = \frac{۱۳/۶eV}{۱^2} - \frac{۱۳/۶eV}{۲^2}$$

$$\rightarrow hf = ۱۳/۶ - ۳/۴ = ۱۰/۲eV$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۴۱

بسامد هر یک از فوتون‌ها را به‌دست می‌آوریم:

الف:
$$f_۱ = ۳\times۱۰^{۱۵}\times\left(\frac{۱}{۳^2} - \frac{۱}{۴^2}\right) = \frac{۹}{۱۶}\times۱۰^{۱۵} = ۵/۶۲۵\times۱۰^{۱۴}Hz$$

ب:
$$f_۲ = ۳\times۱۰^{۱۵}\times\left(\frac{۱}{۳^2} - \frac{۱}{۴^2}\right) = \frac{۲۱}{۱۴۴}\times۱۰^{۱۵} \simeq ۱/۵\times۱۰^{۱۴}Hz$$

ج:
$$f_۳ = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۳۰۰\times۱۰^{-۹}} = ۱۰^{۱۵}Hz$$

فقط بسامد $f_۳$ از بسامد آستانهٔ فلز بیشتر است و می‌تواند باعث رخ دادن فوتوالکتریک شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۲

همهٔ موارد از متن کتاب درسی انتخاب شده‌اند و صحیح هستند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۴۳

$$E_۲ = \frac{-E_R}{۴} \xrightarrow{E_R = hcR} E_۲ = \frac{-hcR}{۴}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۴۴

برای آن‌که شعاع مدار الکترون ۴ برابر شود، باید از مدار $n=۱$ به مدار $n=۲$ برود. اختلاف انرژی این دو مدار برابر است با:

$$E_۲ - E_۱ = \frac{-E_R}{۴} - (-E_R) = \frac{۳}{۴}E_R = \frac{۳}{۴}\times۱۳/۶ = ۱۰/۲eV$$

حال کافی است این انرژی را به ژول تبدیل کنیم.

$$۱۰/۲eV = ۱۰/۲eV\times\frac{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}J}{۱eV} = ۱/۶۳۲\times۱۰^{-۱۸}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۵

بررسی موارد:

الف: نیروی هسته‌ای کوتاه برد است. (✓)

ب: نیروی ربایشی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. (✓)

ج: هسته اورانیوم پایدار نمی‌باشد و واپاشی می‌کند، منتهی واپاشی آن کند است. هسته پایدار با بیشترین تعداد پروتون $(Z = ۸۳)$ متعلق به بیسموت است.(✗)

د: جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده‌اش اندکی کمتر است اگر این اختلاف جرم را که به آن کاستی جرم هسته گفته می‌شود مطابق رابطه $E = mc^2$ در مربع تندی نور (c^2) ضرب کنیم انرژی بستگی هسته‌ای به دست می‌آید. (✓)

ه: انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته کوانتیده‌اند و نمی‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند. (✗)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۶ با توجه به پایستگی عدد اتمی داریم:

$$۹۲ = ۵۶ + Z \rightarrow Z = ۳۶$$

بار الکتریکی هسته برابر است با:

$$q = Ze = ۳۶ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۵/۷۶ \times ۱۰^{-۱۸} C$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۷ از پایستگی عدد جرمی و عدد اتمی استفاده می‌کنیم:

$$^{۲۳۷}_{۹۳}Np \rightarrow {}^{A}_{Z}X + ۷\,{}^{۴}_{۲}\alpha + ۴\,{}^{۰}_{-۱}\beta$$

$$\rightarrow \begin{cases} ۲۳۷ = A + (۷ \times ۴) + (۴ \times ۰) \rightarrow A = ۲۰۹ \\ ۹۳ = Z + (۷ \times ۲) + (۴ \times (-۱)) \rightarrow Z = ۸۳ \end{cases}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۸ m: جرم باقی‌مانده $m_۰$: جرم اولیه n: تعداد نیمه‌عمر سپری شده m': جرم متلاشی شده

$$\begin{cases} m' = ۶۳m \\ m + m' = m_۰ \end{cases} \rightarrow ۶۴m = m_۰ \rightarrow m = \frac{۱}{۶۴} m_۰$$

$$m = m_۰ (\frac{۱}{۲})^{n}$$

$$\rightarrow m_۰ \times \frac{۱}{۶۴} = m_۰ (\frac{۱}{۲})^{n}$$

$$(\frac{۱}{۲})^{n} = \frac{۱}{۶۴} \rightarrow n = ۶$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = ۶ \rightarrow \frac{۳۰}{T_{\frac{۱}{۲}}} = ۶ \rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۵ \text{ روز}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۴۹ شدت تابش در محل شخص A برابر است با:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{۶۰}{۴\pi r^{۲}} = \frac{۶۰}{۴ \times ۳ \times ۱۰^{۲}} = ۰/۰۵ \frac{W}{m^{۲}}$$

شدت تابشی شخص B $۱۰ \frac{mW}{m^{۲}}$ یا $۰/۰۱ \frac{W}{m^{۲}}$ کمتر است:

$$I_B = ۰/۰۵ - ۰/۰۱ = ۰/۰۴ \frac{W}{m^{۲}}$$

برای محاسبهٔ تعداد فوتون‌ها می‌توان نوشت:

$$\text{مساحت دو چشم شخص} = ۲ \times \pi r^{۲} = ۲ \times ۳ \times (۱ \times ۱۰^{-۳})^{۲} = ۶ \times ۱۰^{-۶} m^{۲}$$

$$I_B = \frac{E}{At} \xrightarrow{E = \frac{nhc}{\lambda}} I_B = \frac{n_B hc}{\lambda At} \rightarrow n_B = \frac{I_B \lambda At}{hc}$$

$$\rightarrow n_B = \frac{۰/۰۴ \times ۶۰۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۶ \times ۱۰^{-۶} \times ۶۰}{۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}} \rightarrow n_B = ۴/۸ \times ۱۰^{۱۳}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۰

بررسی گزینه‌ها:

۱) با افزایش n، شعاع مدارهای مانا از هم دور و دورتر می‌شود. (×)

۲) با جهش الکترون از تراز n به n' $(n' < n)$ فوتونی تابش می‌شود که انرژی آن برابر با اختلاف انرژی این دو تراز است. (×)

۳) در دمای اتاق، اغلب الکترون‌ها در حالت پایه قرار دارند. (✓)

۴) به حداقل انرژی مورد نیاز برای بردن الکترون از تراز $n=1$ به $n=\infty$، انرژی یونش می‌گویند. (×)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۵۱

انرژی فوتون گسیل شده:

$$hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۴/۲۵\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{۵۰۰\times۱۰^{-۹}} = ۲/۵۵eV$$

طبق اعداد داده شده در تراز‌های انرژی، انرژی فوتون اختلاف تراز انرژی مدارهای ۴ و ۲ است. پس خط دوم سری بالمر گسیل شده است.

توجه کنید که طول موج ۵۰۰nm در ناحیهٔ مرئی است، پس از همان ابتدا سراغ رشتهٔ بالمر بروید.

شعاع مدار پنجم:

$$r_۵ = n^۲a_۰ \rightarrow ۱۳/۲۵ = ۵^۲a_۰ \rightarrow a_۰ = \frac{۱۳/۲۵}{۲۵}$$

شعاع مدار چهارم:

$$r_۴ = ۴^۲a_۰ = ۱۶a_۰$$

شعاع مدار دوم:

$$r_۲ = ۲^۲a_۰ = ۴a_۰$$

تغییر شعاع:

$$\Delta r = ۱۶a_۰ - ۴a_۰ = ۱۲a_۰$$

$$\Delta r = ۱۲\times\frac{۱۳/۲۵}{۲۵} = ۶/۳۶A^{\circ}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۲

کوتاه‌ترین طول موج مرئی هیدروژن $n=۶$ به $n'=۲$ است.

کوتاه‌ترین طول موج رشته بالمر $n=\infty$ به $n'=۲$ است.

اختلاف این دو موج برابر است با:

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{\lambda_۱} = \frac{۱۱}{۱۰۰۰}\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۶^۲}\right) \\ \frac{۱}{\lambda_۲} = \frac{۱۱}{۱۰۰۰}\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{\infty}\right) \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \lambda_۱ = \frac{۴۵۰۰}{۱۱}nm \\ \lambda_۲ = \frac{۴۰۰۰}{۱۱}nm \end{cases} \Rightarrow \lambda_۱ - \lambda_۲ = \frac{۵۰۰}{۱۱}nm \simeq ۴۵nm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۳

بررسی گزینه‌ها:

۱) هسته‌های روی خط عمود بر Z=N (یعنی C و D و F) عدد جرمی یکسانی دارند. (✓)

$$^{A}_{Z}D \rightarrow {}_{+1}^{0}e^{+} + {}^{A}_{Z-1}C$$

در گسیل بتای مثبت تعداد پروتون‌ها یک واحد کم می‌شود و تعداد نوترون‌ها یک واحد اضافه شده و عدد جرمی ثابت می‌ماند. (✓)

۲) و

۳) هسته‌های B و C عدد اتمی یکسانی دارند (ایزوتوپ هستند) پس خواص شیمیایی یکسانی دارند و برای جداسازی آن‌ها از هم باید از خواص فیزیکی استفاده کرد. (✓)

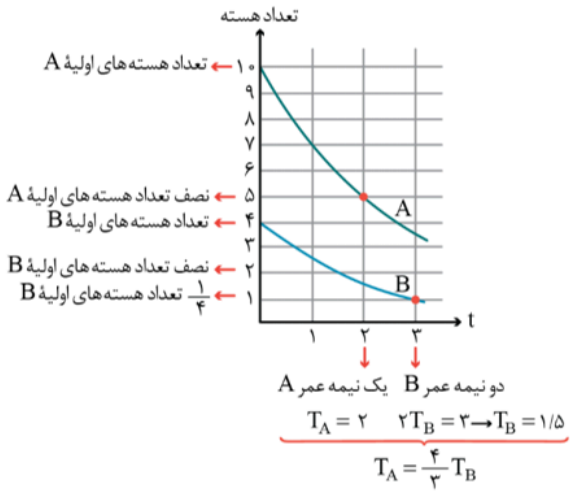
$$^{A}_{Z}C \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + 2{}^{0}_{-1}\beta + {}^{A-4}_{Z}B$$

در این واکنش ۴ نوترون از هستهٔ C کم شده است. (✓)

۴) طبق توضیحات گزینهٔ (۱)، عدد جرمی F و D یکسان است. (✗)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۴



چون نیمه‌عمر A بیشتر است، پس:

$$T_A - T_B = 2$$

$$\frac{4}{3}T_B - T_B = 2 \rightarrow T_B = 6h$$

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} \rightarrow N = \frac{N_0}{2^{\frac{24}{6}}} \rightarrow N = \frac{1}{16}N_0$$

پس ۶/۲۵٪ باقی مانده و ۹۳/۷۵٪ متلاشی شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۵ در مورد هر یک از شکل‌ها به نکات زیر توجه کنید.

الف) چگونگی عبور پرتوهای آلفا را در آزمایش ورقهٔ طلای رادرفورد نشان می‌دهد. بیش‌تر پرتوها مانند پرتوهای (۱) و (۲) بدون انحراف یا با انحراف کم عبور می‌کردند که نشان‌دهندهٔ آن است که بیش‌تر فضای اتم، خالی است. تعداد کمی از پرتوها مانند پرتوی (۳) منحرف می‌شوند که نشان می‌دهد یک هستهٔ کوچک و چگال که دارای بار مثبت است در مرکز اتم قرار دارد؛ بنابراین گزینه‌های (۱) و (۴) درست هستند.

ب) این شکل ناپایداری اتم در مدل رادرفورد را نشان می‌دهد.

اگر الکترون‌ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم، باید تحت تأثیر نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته و الکترون، روی هسته سقوط کنند و درنتیجه اتم باید ناپایدار باشد؛ چیزی که با واقعیت جور درنمی‌آید. اگر به دور هسته در گردش باشند، باز هم این حرکت پایدار نمی‌ماند؛ زیرا حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتابدار است. بنابر فیزیک کلاسیک، این حرکت شتابدار الکترون سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می‌شود که بسامد آن، با بسامد چرخش الکترون برابر است. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته می‌شود. این کاهش انرژی باعث می‌شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به‌تدریج کوچک‌تر و بسامد حرکت آن به‌تدریج بیش‌تر شود. این افزایش تدریجی بسامد حرکت مداری الکترون‌ها، سبب می‌شود تا بسامد موج الکترومغناطیسی گسیل‌شده نیز به‌تدریج زیاد شود. به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل‌شده از اتم، پیوسته باشد و الکترون پس از گسیل پی‌درپی امواج الکترومغناطیسی روی هسته فروافتد. این نتیجه افزون بر این‌که با واقعیت ناسازگار است با طیف خطی گسیل‌شده توسط اتم‌ها نیز جور درنمی‌آید؛ بنابراین گزینهٔ (۲) درست و گزینهٔ (۳) نادرست است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۵۶ در گذار الکترون از $n = ۷$ به $n' = ۲$، بلندترین طول موج فرابنفش گسیل می‌شود.

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۷^۲}\right) = \frac{۴۵R}{۱۹۶} \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۱۹۶}{۴۵R}$$

در گذار الکترون از $n = \infty$ به $n' = ۱$، کوتاه‌ترین طول موج فرابنفش گسیل می‌شود.

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{\infty}) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۱}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{۱۹۶}{۴۵R}}{\frac{۱}{R}} = \frac{۱۹۶}{۴۵}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۵۷ طبق رابطهٔ $N = \frac{N_۰}{۲^n}$ داریم:

$$N = \frac{N_۰}{۲^n} \Rightarrow \frac{N}{N_۰} = \frac{۱}{۲^n} \Rightarrow \frac{۱}{۱۶} = \frac{۱}{۲^n} \Rightarrow n = ۴$$

حالا طبق رابطهٔ $n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$، نیمه‌عمر را حساب می‌کنیم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow ۴ = \frac{۱۲}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۳ \text{ روز}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۵۸ جملهٔ کامل که از متن کتاب درسی انتخاب شده به‌صورت زیر است:

وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به **ترازهای شبه‌پایدار** نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیش‌تر باشند. در این ترازها، الکترون‌ها مدت‌زمان بسیار **طولانی‌تری** ($۱۰^{-۳}$ s) نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی ($۱۰^{-۸}$ s) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیش‌تری برای افزایش وارونی جمعیت و درنتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۹

گام اول:

بلندترین طول موج برای گذار از $n=۵$ به $n'=۴$ است.

$$E_{\text{فوتون}}=E_۵-E_۴=\frac{-E_R}{۲۵}-(\frac{-E_R}{۱۶})=\frac{۹E_R}{۴۰۰}$$

$$\Rightarrow hf=\frac{۹E_R}{۴۰۰}\Rightarrow ۴\times۱۰^{-۱۵}f=\frac{۹\times۱۳/۶}{۴۰۰}$$

$$\Rightarrow f=۷/۶۵\times۱۰^{۱۳}Hz=۷۶/۵THz$$

گام دوم:

کوتاه‌ترین طول موج مربوط به گذار الکترون از $n=۲$ به $n'=۱$ است.

$$E_{\text{فوتون}}=E_۲-E_۱=\frac{-E_R}{۴}-(\frac{-E_R}{۱})=\frac{۳E_R}{۴}$$

$$\Rightarrow hf'=\frac{۳E_R}{۴}\Rightarrow ۴\times۱۰^{-۱۵}f'=\frac{۳\times۱۳/۶}{۴}$$

$$\Rightarrow f'=۲/۵۵\times۱۰^{۱۵}Hz=۲۵۵۰THz$$

گام سوم:

بنابراین اختلاف این دو بسامد برابر است با:

$$f'-f=۲۵۵۰-۷۶/۵=۲۴۷۳/۵THz$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۶۰

گام اول:

تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در هستهٔ مادر ${}^{۲۴۰}_{Z}X$ برابر است با:

تعداد نوترون‌ها: $۲۴۰-Z$ تعداد پروتون‌ها: Z

گام دوم:

معادلهٔ واپاشی را می‌نویسیم و تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ دختر را به‌دست می‌آوریم.

$${}^{۲۴۰}_{Z}X\rightarrow {}^{A'}_{Z'}Y+۵({}^{۴}_{۲}\alpha)+۲({}^{۰}_{-۱}e^{-})$$

پایستگی عدد جرمی: $۲۴۰=A'+۵\times۴+۰\Rightarrow A'=۲۲۰$

پایستگی عدد اتمی: $Z=Z'+۵\times۲+۲\times(-۱)\Rightarrow Z'=Z-۸$

بنابراین تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ دختر برابر است با:

تعداد نوترون‌ها: $۲۲۰-(Z-۸)=۲۲۸-Z$ تعداد پروتون‌ها: $Z-۸$

گام سوم:

طبق فرض سؤال، نسبت تعداد پروتون‌ها به نوترون‌ها در هر دو حالت یکسان است، بنابراین داریم:

$$\frac{Z}{۲۴۰-Z}=\frac{Z-۸}{۲۲۸-Z}\Rightarrow ۲۲۸Z-Z^{۲}=-Z^{۲}+۲۴۸Z-۱۹۲۰$$

$$\Rightarrow ۲۰Z=۱۹۲۰\Rightarrow Z=۹۶$$

بنابراین هستهٔ Y، دارای $Z-۸=۸۸$ پروتون و $۲۲۸-Z=۱۳۲$ نوترون است که اختلاف آن‌ها ۴۴ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۱

موارد «ب» و «پ» درست هستند.

الف) افزایش شدت نور فقط سبب افزایش فوتون‌ها و در نتیجه افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها می‌شود. (نادرست)

ت) انرژی فوتون hf است و یکای h (ثابت پلانک) ژول‌ثانیه ($J\cdot s$) است. (نادرست)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۲

$$P=\frac{E}{\Delta t}\Rightarrow ۸=\frac{E}{۱\times ۶۰}\Rightarrow E=۴۸۰J=۴۸۰J\times\frac{۱eV}{۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}J}=۳\times ۱۰^{۲۱}eV$$

$$E=nhf=\frac{nhc}{\lambda}\Rightarrow ۳\times ۱۰^{۲۱}=\frac{n\times ۱۲۴۰}{۶۲۰}\Rightarrow n=۱/۵\times ۱۰^{۲۱}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۳ گزینهٔ ۴ نادرست بیان شده است؛ چراکه با طیف خطی می‌توان پی به ساختار اتم‌های ماده برد. طیف پیوسته قادر به تشخیص ساختار اتم‌ها نیست.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۶۴ رنگ خط‌های اول ($n=۳$)، دوم ($n=۴$)، سوم ($n=۵$) و چهارم ($n=۶$) در ناحیهٔ مرئی یعنی رشتهٔ بالمر ($n'=۲$) طیف اتم هیدروژن به‌ترتیب به رنگ‌های قرمز، آبی، نیلی و بنفش است؛ گرچه کتاب درسی، رنگ خط‌های سوم و چهارم را رنگ بنفش معرفی کرده است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۶۵ طیف مرئی مربوط به رشتهٔ بالمر است. دومین خط مرئی مربوط به $n'=۲$ و $n=۴$ و اولین خط مرئی مربوط به $n'=۲$ و $n=۳$ است.

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\ ,\ \begin{cases}\frac{۱}{\lambda_۱}=R(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۳^{۲}})\\ \frac{۱}{\lambda_۲}=R(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۴^{۲}})\end{cases}\Rightarrow\frac{\frac{۱}{\lambda_۱}}{\frac{۱}{\lambda_۲}}=\frac{R\times\frac{۵}{۳۶}}{R\times\frac{۳}{۱۶}}\Rightarrow\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{۲۰}{۲۷}\ ,\ f=\frac{c}{\lambda}\Rightarrow\frac{f_۲}{f_۱}=\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}\Rightarrow\frac{f_۲}{f_۱}=\frac{۲۷}{۲۰}=۱/۳۵$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۶

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

$$f=\frac{c}{\lambda}=cR(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})$$

$$\Rightarrow ۶/۹۳\times ۱۰^{۱۴}=۳\times ۱۰^{۸}\times\frac{۰/۰۱۱}{۱۰^{-۹}}(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\Rightarrow\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}=۰/۲۱\Rightarrow\begin{cases}n'=۲\\ n=۵\end{cases}$$

بهتر است به خاطر بسپارید که حاصل $\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}=\frac{۱}{R\lambda}$ برای رشته‌ها بین چه دو عددی قرار می‌گیرند. به‌طور مثال داریم:

$$\begin{cases}n'=۱\\ n=۲\ \text{یا}\ \infty\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{\infty}=۱\\ \frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{۲^{۲}}=\frac{۳}{۴}\end{cases}\Rightarrow\frac{۳}{۴}\le\frac{۱}{R\lambda}\le ۱$$

$R\lambda$ عدد بدون یکایی است.

$(n'=۱)$ رشتهٔ لیمان $\Rightarrow\frac{۳}{۴}\le\frac{۱}{R\lambda}\le\frac{۴}{۴}$

$(n'=۲)$ رشتهٔ بالمر $\Rightarrow\frac{۵}{۳۶}\le\frac{۱}{R\lambda}\le\frac{۹}{۳۶}$

$(n'=۳)$ رشتهٔ پاشن $\Rightarrow\frac{۷}{۱۴۴}\le\frac{۱}{R\lambda}\le\frac{۱۶}{۱۴۴}$

$(n'=۴)$ رشتهٔ براکت $\Rightarrow\frac{۹}{۴۰۰}\le\frac{۱}{R\lambda}\le\frac{۲۵}{۴۰۰}$

$(n'=۵)$ رشتهٔ پفوند $\Rightarrow\frac{۱۱}{۹۰۰}\le\frac{۱}{R\lambda}\le\frac{۳۶}{۹۰۰}$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۶۷ دومین خط لیمان: $n' = ۱$ و $n = ۳$

سومین خط پاشن: $n' = ۳$ و $n = ۶$

$$\begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{۳\to۱}} = R(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۳^۲}) = \frac{۸}{۹}R \\ \frac{۱}{\lambda_{۶\to۳}} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{۶^۲}) = \frac{۱}{۱۲}R \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda_{۳\to۱}}{\lambda_{۶\to۳}} = \frac{۳}{۳۲}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۸ ■ بلندترین طول موج رشتهٔ براکت مربوط به $n' = ۴$ و $n = ۵$ است.

■ کوتاه‌ترین طول موج رشتهٔ پاشن مربوط به $n' = ۳$ و $n = \infty$ است.

$$\begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{۵\to۴}} = R(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{۵^۲}) = \frac{۹}{۴۰۰}R \\ \frac{۱}{\lambda_{\infty\to۳}} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty}) = \frac{۱}{۹}R \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda_{۵\to۴}}{\lambda_{\infty\to۳}} = \frac{۴۰۰}{۸۱} \simeq ۵$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۶۹ به اختلاف بلندترین طول موج هر رشته از کوتاه‌ترین طول موج آن را گسترهٔ طول موج آن رشته می‌گویند.

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

در رشتهٔ لیمان کوتاه‌ترین طول موج مربوط به $n' = ۱$ و $n = \infty$ است و بلندترین طول موج مربوط به $n' = ۱$ و $n = ۲$ است.

$$\begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{\infty\to۱}} = ۰/۰۱۱(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{\infty}) \Rightarrow \lambda_{\infty\to۱} = \frac{۱۰۰۰}{۱۱}\text{nm} \\ \frac{۱}{\lambda_{۲\to۱}} = ۰/۰۱۱(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۲^۲}) \Rightarrow \lambda_{۲\to۱} = \frac{۴۰۰۰}{۳۳}\text{nm} \end{cases}$$

$$\lambda_{۲\to۱} - \lambda_{\infty\to۱} = \frac{۴۰۰۰}{۳۳} - \frac{۱۰۰۰}{۱۱} = \frac{۱۰۰۰}{۳۳} \simeq ۳۰/۳\,\text{nm} \simeq ۳۰\text{nm}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۰ طول موج‌های فرابنفش در طیف اتم هیدروژن مربوط به تمام طول موج‌های رشتهٔ لیمان و برخی طول موج‌های رشتهٔ بالمر است که بلندترین طول موج مربوط به $n = ۷$ و $n' = ۲$ است.

طول موج‌های رشته‌های پاشن و براکت و پفوند همگی مربوط به ناحیهٔ فروسرخ است که کوتاه‌ترین طول موج مربوط به $n = \infty$ و $n' = ۳$ است.

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{۷\to۲}} = R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۷^۲}) \Rightarrow \lambda_{۷\to۲} = \frac{۱۹۶}{۴۵R} \\ \frac{۱}{\lambda_{\infty\to۳}} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty}) \Rightarrow \lambda_{\infty\to۳} = \frac{۹}{R} \end{cases}$$

$$\frac{\lambda_{\infty\to۳}}{\lambda_{۷\to۲}} = \frac{\frac{۹}{R}}{\frac{۱۹۶}{۴۵R}} = \frac{۴۰۵}{۱۹۶} \simeq ۲$$

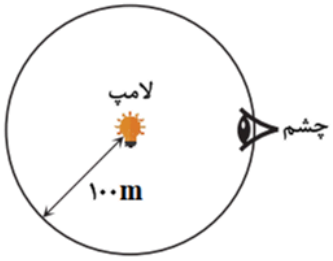
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۱ ۱) درست؛ در اثر فوتوالکتریک بسامد نور تکفام نمی‌تواند از بسامد آستانه کمتر باشد، بلکه باید برابر با آن یا بیشتر از آن باشد.
۲) نادرست؛ بسامد آستانه فقط به جنس فلز بستگی دارد.
۳) نادرست؛ افزایش شدت نور (در بسامدی بیشتر از بسامد آستانه) تعداد فوتوالکترون‌ها را زیاد می‌کند.
۴) نادرست؛ هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم کنش می‌کند، اگر این فوتون انرژی کافی داشته باشد فقط قادر است یک الکترون را از فلز جدا کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۲ نور لامپ در تمام جهت‌ها پخش می‌شود و در هر لحظه از سطح کره‌ای به مساحت $۴\pi r^{۲}$ عبور می‌کند. سطح مردمک دایره‌ای به مساحت $\pi r'^{۲}$ است. چشم روی سطح کره قرار دارد و نسبت مساحت مردمک به مساحت کره برابر است با: $\frac{\pi r'^{۲}}{۴\pi r^{۲}}$



$$\begin{cases} P=\frac{E}{\Delta t} \Rightarrow E=P\Delta t \\ E=nhf=n\frac{hc}{\lambda} \end{cases} \Rightarrow P\cdot\Delta t=n\frac{hc}{\lambda}$$

$$\Rightarrow ۱۰\times۶۰=n\times\frac{۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}{۶۶۰\times۱۰^{-۹}} \Rightarrow n=۲\times۱۰^{۲۱}$$

نسبت تعداد فوتون‌های ورودی به چشم (n') به فوتون‌هایی که به سطح کره می‌رسند، برابر با نسبت مساحت مردمک به مساحت کره است.

$$\frac{n'}{n}=\frac{\pi r'^{۲}}{۴\pi r^{۲}} \Rightarrow \frac{n'}{۲\times۱۰^{۲۱}}=\frac{(۱\times۱۰^{-۳})^{۲}}{۴\times۱۰۰^{۲}} \Rightarrow n'=۵\times۱۰^{۱۰}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۷۳ طیف لامپ رشته‌ای داغ پیوسته و طیف اتم‌های نئون خطی است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۴ چهار خط مرئی مربوط به رشتهٔ بالمر ($n'=۲$) است و به‌ترتیب به رنگ‌های قرمز (۳ به ۲)، آبی (۴ به ۲)، نیلی (۵ به ۲) و بنفش (۶ به ۲) است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۷۵
$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

دومین خط رشتهٔ براکت ($n=۶$, $n'=۴$):

$$\frac{۱}{\lambda_{۶\to۴}}=۰/۰۱\left(\frac{۱}{۴^{۲}}-\frac{۱}{۶^{۲}}\right) \Rightarrow \lambda_{۶\to۴}=۲۸۸۰nm$$

سومین خط رشتهٔ پاشن ($n=۶$, $n'=۳$):

$$\frac{۱}{\lambda_{۶\to۳}}=۰/۰۱\left(\frac{۱}{۳^{۲}}-\frac{۱}{۶^{۲}}\right) \Rightarrow \lambda_{۶\to۳}=۱۲۰۰nm$$

$$\lambda_{۶\to۴}-\lambda_{۶\to۳}=۲۸۸۰-۱۲۰۰=۱۶۸۰nm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۷۶

$$r_n = a_0 n^2$$

$$\begin{cases} r_4 = a_0 \times 4^2 \\ r_5 = a_0 \times 5^2 \end{cases} \Rightarrow r_5 - r_4 = 25a_0 - 16a_0 = 9a_0$$

$$r_3 = a_0 \times 3^2 = 9a_0$$

نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{r_5 - r_4}{r_3} = \frac{9a_0}{9a_0} = 1$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۷

$$\Delta E = E_U - E_L = -0/85 - (-3/4) = 2/55\,eV$$

$$\Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow 2/55\,eV = \frac{1240\,eV \cdot nm}{\lambda} \Rightarrow \lambda \simeq 486\,nm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۸ یک ریدبرگ برابر $13/6\,eV$ است. از طرفی هر الکترون‌ولت برابر $1/6 \times 10^{-19}\,J$ است.

$$\text{یک ریدبرگ} = 13/6\,eV = 13/6\,eV \times 1/6 \times 10^{-19}\,\frac{J}{eV} = 2/176 \times 10^{-18}\,J$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۷۹ با توجه به $\Delta n = 1$ بیشترین انرژی مربوط به گذار از ۲ به ۱ و کمترین انرژی مربوط به گذار ۴ به ۳ است.

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

$$\left.\begin{aligned} \Delta E_{2\to1} &= -E_R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = -E_R \times \frac{3}{4} \\ \Delta E_{4\to3} &= -E_R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) = -E_R \times \frac{7}{144} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{\Delta E_{2\to1}}{\Delta E_{4\to3}} = \frac{-E_R \times \frac{3}{4}}{-E_R \times \frac{7}{144}} = \frac{108}{7}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۰ گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ درست بیان شده‌اند ولی در گزینهٔ ۴ خط جذبی با رنگ آبی مربوط به جهش از تراز ۲ به تراز ۴ است و خط مربوط به جهش از ۴ به ۲ خط گسیلی با رنگ آبی است نه خط جذبی.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۸۱ چون فوتون گسیلی است الکترون از تراز بالاتر به تراز پایین‌تر جهش نموده است و n' از n کمتر است.

$$E_U - E_L = hf \Rightarrow f = \frac{E_U - E_L}{h}$$

$$\xrightarrow{E_n = -\frac{E_R}{n^2}} \frac{51}{80} \times 10^{15} = \frac{13/6\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)}{4 \times 10^{-15}\,eV \cdot s} \Rightarrow \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} = \frac{3}{16} \Rightarrow \begin{cases} n' = 2 \\ n = 4 \end{cases}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۲ $E_n = \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow -\frac{17}{45}eV = \frac{-13/6eV}{n^2} \Rightarrow n^2 = 36$

$r_n = a_\circ n^2 \Rightarrow r_n = 36a_\circ \quad (a_\circ = \text{شعاع بور})$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۳ گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ درست بیان شده‌اند ولی گزینهٔ ۴ نادرست است، زیرا انرژی فوتون ورودی باید با اختلاف انرژی دو تراز ($E_U - E_L$) برابر باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۸۴ نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها طوری است که هر نوکلئون، نوکلئون‌های اطراف خود را می‌رباید و نوکلئون‌های دورتر تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند ولی نیروی الکتریکی به‌گونه‌ای است که هر پروتون، تمام پروتون‌های هسته را چه نزدیک و چه دور، از خود می‌راند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۸۵ موارد الف، پ و ت درست بیان شده‌اند.

مورد ب نادرست است؛ چراکه اگر نیروی الکتروستاتیکی (رانشی بین پروتون‌ها) بر نیروی هسته‌ای (ربایشی نوکلئون‌ها) غلبه کند، هسته دیگر پایدار نیست و متلاشی می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۶
- در گسیل β^- یک نوترون هسته به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود؛ به‌طوری که پروتون در هسته باقی می‌ماند ولی الکترون که همان β^- است، از هسته خارج می‌شود.
- طبق متن کتاب درسی ذرهٔ α در فناوری آشکارساز دود کاربرد دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۸۷ هستهٔ مادر را ${}^{A}_{Z}X$ و هستهٔ دختر را Y فرض می‌کنیم:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{4}_{2}\alpha + {}^{0}_{+1}\beta + {}^{A-8}_{Z-5}Y$$

تعداد نوترون‌های هستهٔ مادر $= A - Z$

تعداد نوترون‌های هستهٔ دختر $= (A-8)-(Z-5) = (A-Z)-3$

اختلاف تعداد نوترون‌ها $= (A-Z)-[(A-Z)-3] = 3$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۸ ابتدا نیمه‌عمر A و B (T_A , T_B) را محاسبه می‌کنیم.

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

$$A: 10^{23} = \frac{1/28 \times 10^{25}}{2^{\frac{400}{T_A}}} \Rightarrow T_A = \frac{400}{7} year$$

$$B: 10^{23} = \frac{3/2 \times 10^{24}}{2^{\frac{400}{T_B}}} \Rightarrow T_B = \frac{400}{5} year$$

اکنون با توجه به $N_A = \frac{N_B}{2}$ داریم:

$$\begin{cases} N_A = \frac{1/28 \times 10^{25}}{2^{7(\frac{t}{400})}} \\ N_B = \frac{3/2 \times 10^{24}}{2^{5(\frac{t}{400})}} \end{cases} \Rightarrow \frac{1/28 \times 10^{25}}{2^{7(\frac{t}{400})}} = \frac{1}{2} \times \frac{3/2 \times 10^{24}}{2^{5(\frac{t}{400})}} \Rightarrow 12/8 = \frac{3/2 \times 2^{\frac{7t}{400}}}{2^{(1+\frac{5t}{400})}} \Rightarrow 4 = 2^{(\frac{7t}{400} - \frac{400+5t}{400})}$$

$$\Rightarrow 2^2 = 2^{(\frac{2t-400}{400})} \Rightarrow 2t - 400 = 800 \Rightarrow t = 600 year$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۹ زمان × سطح مردمک × شدت تابشی = انرژی ورودی بر سطح مردمک چشم

$$\text{انرژی ورودی به مردمک} = (320 \frac{W}{m^2})(3 \times 10^{-6})(1s) = 9/6 \times 10^{-4} J$$

$$E_{\text{هر فوتون}} = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 eV \cdot nm}{620 nm} = 2eV = 2 \times 1/6 \times 10^{-19} J = 3/2 \times 10^{-19} J$$

$$\text{تعداد فوتون} = \frac{\text{انرژی ورودی به مردمک}}{\text{انرژی هر فوتون}} = \frac{9/6 \times 10^{-4}}{3/2 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{15}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۰ برای رخ دادن پدیدهٔ فوتوالکتریک در یک فلز معین، نیاز به بسامدی بزرگ‌تر یا مساوی بسامد آستانه است و بسامد آستانه به جنس فلز بستگی دارد. نظریهٔ کوانتومی با تجربه سازگاری دارد؛ ولی بر اساس نظریه‌های فیزیک کلاسیک (نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول) نمی‌توان وجود بسامد آستانه را توجیه کرد و بر این اساس پدیدهٔ فوتوالکتریک برای هر بسامدی ولی با شدت کافی امکان‌پذیر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۹۱ برخی از طول‌موج‌های رشتهٔ بالمر در ناحیهٔ فرابنفش هستند که بلندترین طول موج آن مربوط به $n' = ۲$ و $n = ۷$ است. این در حالی است که تمام طول موج‌های رشتهٔ لیمان در ناحیهٔ فرابنفش است که بلندترین طول موج در رشتهٔ لیمان مربوط به $n' = ۱$ و $n = ۲$ است که این طول موج کوتاه‌تر از طول‌موج‌های فرابنفش رشتهٔ بالمر است. به این ترتیب بلندترین طول موج فرابنفش اتم هیدروژن مربوط به گذار $n' = ۲$ و $n = ۷$ خواهد بود که در اینجا آن را با $\lambda_۱$ نشان می‌دهیم.

طول‌موج‌های رشتهٔ پاشن، براکت و پفوند در ناحیهٔ فروسرخ هستند که کوتاه‌ترین طول‌موج آن مربوط به $n = \infty$ و $n' = ۳$ است که در اینجا آن را با $\lambda_۲$ نشان می‌دهیم:

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

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{\lambda_۱} = R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۷^۲}) \Rightarrow \lambda_۱ = \frac{۱۹۶}{۴۵R} \\ \frac{۱}{\lambda_۲} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty}) \Rightarrow \lambda_۲ = \frac{۹}{R} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{\frac{۱۹۶}{۴۵R}}{\frac{۹}{R}} = \frac{۱۹۶}{۴۰۵}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۲ بلندترین طول موج پاشن: $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{۴^۲}) \Rightarrow \lambda = \frac{۱۴۴}{۷R}$

کوتاه‌ترین طول موج براکت: $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۴^۲}) \Rightarrow \lambda = \frac{۱۶}{R} = \frac{۱۱۲}{۷R}$

(گزینهٔ ۱ نادرست است.) $\Rightarrow$ کوتاه‌ترین طول موج براکت $<$ بلندترین طول موج پاشن

- طول موج‌های بلند رشتهٔ بالمر مربوط به ناحیهٔ مرئی است که در بین آن‌ها بلندترین طول موج مرئی به رنگ قرمز است. (گزینهٔ ۲ درست است.)
- طیف پیوسته مربوط به جامدهای داغ و طیف خطی مربوط به اتم‌های گازهای کم‌فشار و رقیق است. (گزینهٔ ۳ درست است.)
- اجسام در دماهای بالا نور مرئی و در دماهای معمولی فروسرخ تولید می‌کنند. (گزینهٔ ۴ درست است.)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۳
$$E_n - E_۱ = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{-E_R}{n^۲} - (-E_R) = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E_R(۱ - \frac{۱}{n^۲}) = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{n^۲} = ۱ - \frac{hc}{\lambda E_R} \Rightarrow \frac{۱}{n^۲} = ۱ - \frac{۱۲۲۴}{۹۶ \times ۱۳/۶}$$

$$\xrightarrow{۱۲۲۴ \div ۱۳/۶ = ۹۰} \frac{۱}{n^۲} = ۱ - \frac{۹۰}{۹۶} = \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow n = ۴$$

وقتی اتم‌های هیدروژن در حالت $n = ۴$ باشند، $(N = \frac{n(n-۱)}{۲} = \frac{۴ \times ۳}{۲} = ۶)$ طول موج مختلف ممکن است گسیل شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۹۴ باید الکترون از تراز فعلی $(n = ۳)$ به تراز پایین آن $(n = ۲)$ جهش نماید.

$$\Delta E = hf \Rightarrow E_U - E_L = hf \Rightarrow -۱/۵ - (-۳/۴) = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times f \Rightarrow f = ۴/۷۵ \times ۱۰^{۱۴}\ Hz$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۹۵ در اتم هیدروژن با افزایش عدد کوانتومی (n)، طبق رابطهٔ $r_n = n^2 a_0$، اختلاف شعاع مدارهای متوالی افـزایش می‌یابـد. ($r_2 - r_1 = 3a_0$، $r_3 - r_2 = 5a_0$ و...)

همچنین با افزایش n ترازهای انرژی به همدیگر نزدیک‌تر می‌شوند، بنابراین اختلاف انرژی مدارهای متوالی کاهش می‌یابد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۹۶
- تعداد الکترون‌ها در ترازهای شبه‌پایدار در مقایسه با ترازهای پایین‌تر، بیشتر است.
- سایر گزینه‌ها در مورد لیزر درست بیان شده‌اند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۹۷ ویژگی‌های هسته را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن تعیین می‌کنند و خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های آن مشخص می‌کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۹۸ پرتو α دارای بار مثبت و از جنس هستهٔ هلیم (^4_2He)، پرتو γ خنثی (فوتون، موج الکترومغناطیسی) و پرتو β^- الکترون و دارای بار منفی ($^0_{-1}e$) است. با استفاده از قاعدهٔ دست راست (فیزیک یازدهم)، پرتو α به‌طرف پایین و پرتو β^- به‌طرف بالا منحرف می‌شود و پرتو γ هیچ انحرافی ندارد و در یک خط مستقیم حرکت می‌کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۹۹ این واپاشی با ذرهٔ $^4_2\alpha$ کامل می‌شود. ذرهٔ α خیلی سنگین است و قدرت نفوذ زیادی ندارد و در ورقه‌های سـربی بـا ضـخامتی در حـدود $0/01mm$ متوقف می‌شود.

$$^{242}_{94}Pu \rightarrow {}^{238}_{92}U + {}^4_2\alpha$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۰۰

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow \begin{cases} 4/8\times10^{23} = \dfrac{N_0}{2^{\frac{80}{T}}} \\ 6\times10^{22} = \dfrac{N_0}{2^{\frac{80+60}{T}}} \end{cases} \Rightarrow \frac{48\times10^{22}}{6\times10^{22}} = \frac{2^{\frac{140}{T}}}{2^{\frac{80}{T}}} \Rightarrow 8 = 2^{\frac{60}{T}} \Rightarrow 2^3 = 2^{\frac{60}{T}} \Rightarrow 3 = \frac{60}{T} \Rightarrow T = 20\,year$$

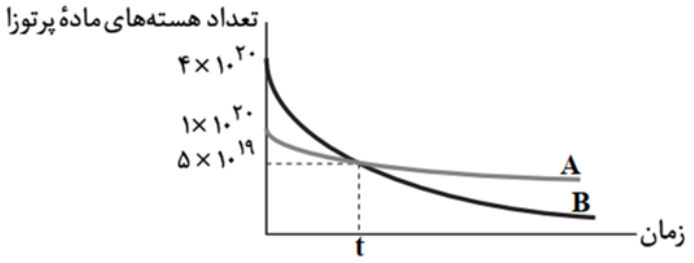
$$4/8\times10^{23} = \frac{N_0}{2^{\frac{80}{20}}} \Rightarrow N_0 = 7/68\times10^{24}$$

$$N_0 - N = 7/68\times10^{24} - 6\times10^{22} = 7/68\times10^{24} - 0/06\times10^{24} = 7/62\times10^{24}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰۱ اگر نیمه‌عمر را با T نشان دهیم، در مدت‌زمان t برای این دو هسته داریم:



$$N=\frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}\Rightarrow\begin{cases}5\times10^{19}=\dfrac{1\times10^{20}}{2^{\frac{t}{T_A}}}\Rightarrow 2^{\frac{t}{T_A}}=2^1\Rightarrow\dfrac{t}{T_A}=1\Rightarrow t=T_A\\ 5\times10^{19}=\dfrac{4\times10^{20}}{2^{\frac{t}{T_B}}}\Rightarrow 2^{\frac{t}{T_B}}=8=2^3\Rightarrow\dfrac{t}{T_B}=3\Rightarrow t=3T_B\end{cases}\Rightarrow T_A=3T_B$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۲ در اثر فوتوالکتریک، هر فوتون می‌تواند یک الکترون را از سطح فلز جدا نماید به‌شرطی که بسامد آستانه از بسامد نور کمتر باشد، ازاین‌رو افزایش تعداد فوتون‌ها، تعداد فوتوالکترون‌ها را افزایش می‌دهد، نه انرژی جنبشی آن‌ها را.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۰۳ با توجه به رابطهٔ $E_U-E_L=hf=\dfrac{hc}{\lambda}$، برای آنکه بلندترین طول موج فوتون محاسبه شود باید اختلاف انرژی مدارها (E_U-E_L) کم‌ترین مقدار باشد. از طرفی در مدارهای بالاتر، اختلاف ترازهای انرژی کمتر است، پس داریم:

$$E_U-E_L=hf=\frac{hc}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{1240\,eV\cdot nm}{-0/278-(-0/378)}=12400\,nm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۴
$$N=\frac{N_0}{2^n}\Rightarrow 6\times10^{22}=\frac{1/92\times10^{24}}{2^n}\Rightarrow 2^n=32=2^5\Rightarrow n=\frac{t}{T_{1/2}}=5\Rightarrow\frac{30}{T_{1/2}}=5\Rightarrow T_{1/2}=6\ \text{روز}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۵
$$r_n=a_0n^2\Rightarrow\begin{cases}0/8=0/05n_U^2\Rightarrow n_U^2=16\\ 0/2=0/05n_L^2\Rightarrow n_L^2=4\end{cases}$$

$$E_n=-\frac{E_R}{n^2}\Rightarrow\begin{cases}E_U=-\dfrac{13/6}{16}eV\\ E_L=-\dfrac{13/6}{4}eV\end{cases}$$

$$E_U-E_L=-13/6\left(\frac{1}{16}-\frac{1}{4}\right)=2/55\,eV$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۰۶ سومین خط رشتهٔ پاشن مربوط به جهش الکترون بین دو تراز $n=۶$ و $n'=۳$ است:

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

$$\frac{۱}{\lambda_{۶\to۳}}=R(\frac{۱}{۳^{۲}}-\frac{۱}{۶^{۲}})\Rightarrow \lambda_{۶\to۳}=\frac{۱۲}{R}$$

$$\frac{\lambda_{۶\to۳}}{\lambda_{n\to۱}}=\frac{۳۵}{۳}\Rightarrow \frac{\frac{۱۲}{R}}{\lambda_{n\to۱}}=\frac{۳۵}{۳}\Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{n\to۱}}=\frac{۳۵R}{۳۶}\Rightarrow \frac{۳۵R}{۳۶}=R(\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\Rightarrow ۱-\frac{۱}{n^{۲}}=\frac{۳۵}{۳۶}\Rightarrow \frac{۱}{n^{۲}}=\frac{۱}{۳۶}\Rightarrow n=۶$$

جهش ۶ به ۱، پنجمین خط رشتهٔ لیمان است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۷ یک ذرهٔ α، ۲ پروتون از هسته خارج می‌کند و برای تولید پوزیترون هم یک پروتون به یک نوترون تبدیل می‌شود. به این ترتیب در مجموع به‌اندازهٔ بار ۳ پروتون از بار هسته کم می‌شود که برابر است با:

$$q=ne\Rightarrow q=۳\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}=۴/۸\times ۱۰^{-۱۹}C=۴/۸\times ۱۰^{-۷}pC$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۰۸ برای گسیل القایی بین دو تراز انرژی، انرژی فوتون ورودی، باید دقیقاً برابر اختلاف انرژی دو تراز باشد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۰۹

$$r_n=n^{۲}.a_{۰}\Rightarrow ۰/۸=n^{۲}\times ۰/۰۵\Rightarrow n^{۲}=\frac{۰/۸}{۰/۰۵}=۱۶$$

$$E_n=-E_R\frac{۱}{n^{۲}}\Rightarrow E_n=-(۱۳/۶eV)\times\frac{۱}{۱۶}\Rightarrow E_n=-(۱۳/۶eV\times\frac{۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}J}{۱eV})\times\frac{۱}{۱۶}=-۱/۳۶\times ۱۰^{-۱۹}J$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۰

$$\left.\begin{array}{l} X\to {}^{۴}_{۲}\alpha+{}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb\Rightarrow {}^{۲۱۱}_{۸۴}X\Rightarrow N_X=A-Z=۲۱۱-۸۴=۱۲۷ \\ Y\to {}^{\cdot}_{-۱}\beta+{}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb\Rightarrow {}^{۲۰۷}_{۸۱}Y\Rightarrow N_Y=۲۰۷-۸۱=۱۲۶ \end{array}\right\}\Rightarrow N_X-N_Y=۱۲۷-۱۲۶=۱$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۱

$$E=-\frac{E_R}{n^{۲}}\quad ,\quad E_U-E_L=hf$$

$$E_U-E_L=E_R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})=hf\Rightarrow ۱۳/۶(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})=۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۷/۱۴\times ۱۰^{۱۴}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}=\frac{۲۱}{۱۰۰}\Rightarrow \frac{۱}{n^{۲}}=\frac{۱}{۴}-\frac{۲۱}{۱۰۰}=\frac{۱}{۲۵}\Rightarrow n=۵$$

تذکر: در این قبیل تست‌ها گاهی هر دو مدار مجهول است که باید از گزینه‌ها کمک گرفت و آن‌ها را در پاسخ نهایی $\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}$ قرار داد و به نتیجه رسید.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۲ در اتم هیدروژن طول موج‌های سه رشتهٔ پفوند، براکت و پاشن در ناحیهٔ فروسرخ است که کوتاه‌ترین طول موج فروسرخ مربوط به جهش از بی‌نهایت به $n' = ۳$ است. از طرفی چهار خط مرئی اتم هیدروژن همگی مربوط به رشتهٔ بالمر ($n' = ۲$) است که خط آبی دومین خط بالمر محسوب می‌شود و $n = ۴$ است.

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

$$\begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{\infty \to ۳}} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty}) = \frac{R}{۹} \Rightarrow \lambda_{\infty \to ۳} = \frac{۹}{R} \\ \frac{۱}{\lambda_{۴ \to ۲}} = R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۴^۲}) = \frac{۱۲R}{۶۴} \Rightarrow \lambda_{۴ \to ۲} = \frac{۶۴}{۱۲R} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda_{\infty \to ۳}}{\lambda_{۴ \to ۲}} = \frac{\frac{۹}{R}}{\frac{۶۴}{۱۲R}} = \frac{۲۷}{۱۶}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۳ نیروی الکتروستاتیکی هسته ناشی از نیروی دافعه بین پروتون‌های هسته است و هرچه تعداد آن‌ها افزایش یابد، این نیرو افزایش می‌یابد. در واپاشی β^- یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل شده؛ به‌طوری که پروتون در هسته باقی می‌ماند و به نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی می‌افزاید و الکترون آن به خارج هسته گسیل می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۴ در اثر فوتوالکتریک هر فوتون فقط قادر است یک الکترون را از سطح فلز جدا نماید و بقیهٔ انرژی فوتون به انرژی جنبشی الکترون تبدیل می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۱۵

$$\begin{cases} P = \frac{E}{t} \\ E = nhf = n\frac{hc}{\lambda} \end{cases} \Rightarrow Pt = \frac{nhc}{\lambda}$$

$$P \times ۳۱(J) = \frac{۲/۵ \times ۱۰^{۲۰} \times ۱۲۴۰(eV \cdot nm)}{۲۰۰(nm)} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}(\frac{J}{eV}) \Rightarrow P = ۸\,W$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۶

$$r_n = a_۰ n^۲$$

$$n \text{ و } n' = n - ۱$$

$$r_۱ - r_۲ = \left[n^۲ - (n-۱)^۲\right] a_۰ \Rightarrow ۲۵۰ = (۲n-۱)۵۰ \Rightarrow ۲n - ۱ = ۵ \Rightarrow n = ۳ \Rightarrow n' = n - ۱ = ۲$$

با توجه به جدول $n' = ۲$ مربوط به رشتهٔ بالمر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۷ در لیزر باید انرژی فوتون ورودی دقیقاً برابر اختلاف انرژی دو ترازی باشد که الکترون بین آن‌ها جهش می‌کند بنابراین فوتون گسیلی با فوتون ورودی دارای انرژی برابری‌اند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۸ الف) جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن، اندکی کمتر است که به آن «کاستی جرم هسته» می‌گویند و چنان‌چه این کاستی جرم هسته را در مربع تندی نور (c^2) ضرب کنیم، انرژی بستگی آن هسته محاسبه می‌شود (درست).

ب) در ایزوتوپ‌های پایدار سنگین، تعداد نوترون‌ها از تعداد پروتون‌ها بیشتر است. از این رو عدد جرمی که مجموع تعداد پروتون‌ها با نوترون‌هاست، از دو برابر تعداد نوترون‌ها کمتر است (درست).

پ) نیروی هسته‌ای بین دو نوکلئون بسیار قوی است ولی فقط بین نوکلئون‌های مجاور هم برقرار است و هر نوکلئون نمی‌تواند بر نوکلئون‌های دورتر نیرو وارد کند؛ از این رو نیروی هسته‌ای قوی و کوتاه‌برد است. (نادرست)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۱۹ در واپاشی β^+ یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود به طوری که نوترون در هسته باقی می‌ماند ولی پوزیترون از هسته خارج می‌شود؛ به این ترتیب عدد جرمی ثابت می‌ماند ولی عدد اتمی یک واحد کم می‌شود.

گزینهٔ ۱؛ واپاشی α است. گزینهٔ ۲؛ واپاشی β^- است. گزینهٔ ۴؛ واپاشی γ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۲۰ انرژی هر فوتون برابر است با:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۱۲۴۰\,eV\cdot nm}{۴۹۶\,nm} = ۲/۵\,eV = ۲/۵\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\,J$$

تعداد فوتون‌های تابشی (n) برابر است با:

$$E_{کل} = nE_{فوتون} \xrightarrow{E=P\cdot t} n = \frac{Pt}{E_{هر\,فوتون}} = \frac{۸\times ۲}{۲/۵\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}} = ۴\times ۱۰^{۱۹}\ فوتون$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۱ رشتهٔ بالمر:

$$\begin{cases} \frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{n^۲}) \\ n = ۳ \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۹-۴}{۳۶}) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۳۶}{۵R} \end{cases}$$

رشتهٔ لیمان:

$$\begin{cases} \frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{n^۲}) \\ n = \infty \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}} = R(۱ - \frac{۱}{\infty}) = R \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۱}{R} \end{cases}$$

$$\frac{\lambda_{max\,بالمر}}{\lambda_{min\,لیمان}} = \frac{\frac{۳۶}{۵R}}{\frac{۱}{R}} = \frac{۳۶}{۵} = ۷/۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۲ پاسخ: گزینهٔ ۲

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۳ تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده $= N = ۱۰^{۲۴} - ۹/۳۷۵\times ۱۰^{۲۳} = ۱۰\times ۱۰^{۲۳} - ۹/۳۷۵\times ۱۰^{۲۳} = ۰/۶۲۵\times ۱۰^{۲۳} = ۶/۲۵\times ۱۰^{۲۲}$

$$N = \frac{N_۰}{۲^n} \Rightarrow ۶/۲۵\times ۱۰^{۲۲} = \frac{۱۰^{۲۴}}{۲^n} \Rightarrow ۲^n = ۱۶ \Rightarrow n = ۴$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = ۴ \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{t}{n} = \frac{۴۸}{۴} = ۱۲ \text{ سال}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۴ طبق رابطهٔ $r_n = a_۰ n^۲$، با ۹ برابر شدن شعاع مدار، مقدار n از ۱ به ۳ افزایش یافته است. برای خارج کردن الکترون، باید الکترون به مدار $n = \infty$ برود، پس:

$$E_{\text{لازم}} = E_U - E_L = -\frac{E_R}{n_U^۲} - (-\frac{E_R}{n_L^۲}) = \frac{-E_R}{\infty} + \frac{E_R}{n^۲} = \frac{E_R}{n^۲}$$

بنابراین با ۳ برابر شدن n، انرژی لازم برای خارج کردن الکترون، $\frac{۱}{۹}$ برابر می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۲۵

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{A-۴}_{Z-۲}Y$$

$$^{A-۴}_{Z-۲}Y \rightarrow {}^{۰}_{+۱}\beta + {}^{A-۴}_{Z-۳}Z$$

$$X \text{ پروتون‌های } - Z \text{ پروتون‌های } = Z - (Z-۳) = ۳$$

$$X \text{ نوترون‌های } - Z \text{ نوترون‌های } = (A-Z) - [(A-۴) - (Z-۳)] = ۱$$

بنابراین هستهٔ Z، ۱ نوترون و ۳ پروتون کمتر از هستهٔ X دارد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۶ چهارمین حالت برانگیخته یعنی الکترون در مدار $n = ۵$ قرار دارد و برای جهش به حالت پایه باید $n' = ۱$ باشد.
کوتاه‌ترین طول موج فوتون گسیلی یعنی بیشترین انرژی فوتون گسیلی از این رو باید الکترون از $n = \infty$ به $n' = ۱$ جهش یابد.

$$E = -\frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow \begin{cases} \Delta E = \left|-E_R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})\right| \\ \Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda} \end{cases} \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{۵\rightarrow ۱}} = \frac{E_R}{hc}(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۵^۲})$$

$$\begin{cases} \lambda_{۵\rightarrow ۱} = \frac{hc}{E_R}(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۵^۲})^{-۱} \\ \lambda_{\infty\rightarrow ۱} = \frac{hc}{E_R}(\frac{۱}{۱^۲} - ۰)^{-۱} \end{cases} \Rightarrow \lambda_{۵\rightarrow ۱} - \lambda_{\infty\rightarrow ۱} = \frac{hc}{E_R}\left[\frac{۲۵}{۲۴} - ۱\right]$$

$$\lambda_{۵\rightarrow ۱} - \lambda_{\infty\rightarrow ۱} = \frac{۴/۰۸\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۸}}{۱۳/۶}\times\frac{۱}{۲۴} = ۳/۷۵\,nm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۷ با توجه به گزینه‌ها، تنها در گزینهٔ ۳ این رابطه برقرار است.

$$^{۲/۵Z+۴}_{Z}X \rightarrow {}^{۲۰۱}_{۸۱}Y + ۲\,{}^{۴}_{۲}\alpha + ۳\,{}^{۰}_{-۱}\beta$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۲۸ افزایش نوترون‌ها بر نیروهای کوتاه‌برد هسته‌ای می‌افزاید ولی نیروهای الکتروستاتیکی بلندبرد افزایش نمی‌یابد و در نتیجه این دو نیرو موازنه شده و سبب پایداری هسته می‌شوند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۲۹ در اثر فوتوالکتریک، دیدگاه کلاسیکی معتبر نبوده و دیدگاه کوانتومی قابل‌قبول است که بیان می‌کند برای جداشدن هر الکترون، یک فوتون با انرژی کافی نیاز است. بدین منظور باید بسامد فوتون (f) برابر یا بیشتر از بسامدی به نام بسامد آستانه باشد. در این حالت اگر شدت نور را بیشتر نماییم (بدون تغییر بسامد) به تعداد فوتون‌ها اضافه می‌شود ولی انرژی جنبشی هر فوتوالکترون تغییر نمی‌کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۰

$$I=\frac{P}{A}=\frac{E}{A\cdot t}\Rightarrow E=200\times\pi\times(1\times10^{-3})^2\times60=0/036J$$

$$E=nhf=nh\frac{c}{\lambda}\Rightarrow n=\frac{E\lambda}{hc}=\frac{0/036\times500\times10^{-9}}{6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}=10^{17}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۱

$$N=\frac{N_0}{2^n}\Rightarrow 2/5\times10^{22}=\frac{2/56\times10^{25}}{2^n}\Rightarrow 2^n=1024=2^{10}\Rightarrow n=10$$

$$n=\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}=10\Rightarrow\frac{7200}{T_{\frac{1}{2}}}=10\Rightarrow T_{\frac{1}{2}}=720\ \text{سال}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۲ دومین حالت برانگیخته $n=3$ است.

در جهشی از n به n' داریم:

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda_1}=R(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{n'^2})$$

در جهشی از n' به n'' با کوتاه‌ترین طول موج ممکن برای فوتون گسیلی باید $n''=1$ باشد و داریم:

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

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{R(\frac{1}{1}-\frac{1}{n'^2})}{R(\frac{1}{9}-\frac{1}{n'^2})}\Rightarrow 13/5=\frac{1-\frac{1}{n'^2}}{\frac{1}{9}-\frac{1}{n'^2}}\Rightarrow\frac{13/5}{9}-1=(13/5-1)\frac{1}{n'^2}\Rightarrow 0/5=12/5\frac{1}{n'^2}\Rightarrow n'^2=25\Rightarrow n'=5$$

(لازم به ذکر است که طول موج فوتون گسیلی از تراز n_1 به n_2 با طول موج فوتون جذبی از تراز n_2 به n_1 برابر است و از این رو برای هر دو حالت می‌توان از رابطهٔ ریدبرگ- بالمر کمک گرفت.)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۳۳ مدل بور برای اتم‌های هیدروژن‌گونه (فقط یک الکترون داشته باشند) معتبر است. از این رو بریلیم باید ۳ الکترون خود را از دست بدهد تا فقط یک الکترون برای آن باقی بماند و مانند هیدروژن شود. از این رو باید به‌صورت Be^{3+} درآید.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۴

$$N=\frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow \begin{cases} 10^{21}=\frac{N_0}{2^{\frac{72}{T}}} \\ 6/4\times10^{22}=\frac{N_0}{2^{\frac{24}{T}}} \end{cases} \Rightarrow \frac{6/4\times10^{22}}{10^{21}}=\frac{2^{\frac{72}{T}}}{2^{\frac{24}{T}}} \Rightarrow 64=2^{\frac{48}{T}} \Rightarrow 6=\frac{48}{T} \Rightarrow T=8 \text{ سال}$$

$$10^{21}=\frac{N_0}{2^{\frac{72}{8}}} \Rightarrow N_0=5/12\times10^{23}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۵ بین دو نوترون مجاور درون هسته علاوه بر نیروی هسته‌ای، نیروی گرانشی نیز وجود دارد که مقدار آن بسیار ناچیز است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۳۶ تعداد هسته‌های واپاشیده ۱۵ برابر تعداد هسته‌های باقی‌مانده است.

نسبت تعداد هسته‌های واپاشیده به کل هسته‌های اولیه: $\frac{N'}{N_0}=\frac{15}{15+1}=\frac{15}{16} \Rightarrow \frac{N}{N_0}=\frac{1}{16}$

$$\frac{N}{N_0}=(\frac{1}{2})^n \Rightarrow \frac{1}{16}=(\frac{1}{2})^n \Rightarrow n=4 \Rightarrow \Delta t=4T_{1/2}=400 \text{ روز}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۷ طول موج‌های مرئی اتم هیدروژن $(400nm-750nm)$ مربوط به $n'=2$ است. از طرفی هرچقدر طول موج کوتاه‌تر باشد، n بزرگ‌تر است؛ ازاین‌رو بزرگ‌ترین مقدار برای n برابر با $n=6$ خواهد بود:

$n=3 \rightarrow n'=2$ قرمز
$n=4 \rightarrow n'=2$ آبی
$n=5 \rightarrow n'=2$ نیلی
$n=6 \rightarrow n'=2$ بنفش

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۳۸ به بررسی هر یک از موارد می‌پردازیم:

الف نادرست؛ طبق نظریه‌ی الکترومغناطیسی ماکسول، شدت نور با مربع دامنه‌ی میدان الکتریکی موج متناسب است. با ۲ برابر شدن دامنه‌ی میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی، شدت نور ۴ برابر می‌شود.

ب نادرست؛ چون هر الکترون تنها با یک فوتون برهم‌کنش دارد، با افزایش شدت نور تنها تعداد فوتون‌های تابیده شده افزایش می‌یابد و در نتیجه تعداد فوتوالکترون‌های خروجی در هر ثانیه افزایش می‌یابد اما انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییر نمی‌کند.

پ درست؛ فیزیک کلاسیک پیش‌بینی می‌کرد که پدیدهٔ فوتوالکتریک با هربسامدی رخ می‌دهد که با آزمایش سازگار نیست.

ت درست؛ بسامد آستانه‌ی فلز تنها به جنس فلز بستگی دارد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۳۹ ابتدا توان مفید لامپ و انرژی نور گسیل شده لامپ را در یک دقیقه حساب می‌کنیم:

$$P_{\text{مفید}} = P \times Ra = ۳۰ \times \frac{۴}{۱۰} = ۱۲\,W$$

$$E = P \times t = ۱۲ \times ۶۰ = ۷۲۰\,J$$

انرژی هر فوتون لامپ برحسب ژول را به دست می‌آوریم:

$$E_{\text{یک فوتون}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۵۰۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۲/۴\,eV = ۲/۴ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\,J$$

تعداد فوتون‌های گسیلی لامپ را با تقسیم انرژی لامپ به انرژی هر فوتون حساب می‌کنیم:

$$n = \frac{E_{\text{لامپ}}}{E_{\text{فوتون}}} = \frac{۷۲۰}{۲/۴ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۱/۸۷۵ \times ۱۰^{۲۱}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۰ ابتدا تعداد فوتون رسیده به چشم شخص را حساب می‌کنیم. نسبت تعداد فوتون‌های رسیده به مردمک‌های چشم شخص (n) به تعداد فوتون‌های لامپ (n') برابر نسبت مساحت مردمک‌های چشم شخص به مساحت کره‌ای به شعاع ۵m است.

$$\frac{n}{n'} = \frac{S_{\text{مردمک‌ها}}}{S_{\text{کره}}} \Rightarrow \frac{n}{۲ \times ۱۰^{۲۰}} = \frac{۲(\pi r^{۲})}{۴\pi R^{۲}} \Rightarrow \frac{n}{۲ \times ۱۰^{۲۰}} = \frac{۱۰^{-۶}}{۲ \times ۲۵} \Rightarrow n = ۴ \times ۱۰^{۱۲}$$

حالا انرژی نورانی رسیده به مردمک‌ها را حساب می‌کنیم:

$$E = nE_{\text{یک فوتون}} = ۴ \times ۱۰^{۱۲} \times ۲ = ۸ \times ۱۰^{۱۲}\,eV = ۸ \times ۱۰^{۱۲}\,eV \times \frac{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۱eV} = ۱/۲۸ \times ۱۰^{-۶}\,J = ۱/۲۸\,\mu J$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۱ ابتدا طول موج فوتون گسیلی را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{\frac{۹}{۱۶} \times ۱۰^{۱۵}} = \frac{۱۶}{۳} \times ۱۰^{-۷}\,m = \frac{۱۶۰۰}{۳}\,nm$$

حالا رابطهٔ ریدبرگ-بالمر را می‌نویسیم تا شماره‌ی تراز مقصد به دست بیاید:

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \Rightarrow \frac{۳}{۱۶۰۰} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۲^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \Rightarrow n = ۴$$

بنابراین این بسامد مربوط به دومین خط رشتهٔ بالمر است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۲ بلندترین طول موج فوتون گسیلی مربوط به گذار الکترون از $n = ۵$ به $n' = ۴$ است. بنابراین:

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۴^{۲}} - \frac{۱}{۵^{۲}}\right) = \frac{۹}{۱۰۰ \times ۱۶ \times ۲۵} \Rightarrow \lambda = \frac{۴ \times ۱۰^{۴}}{۹}\,nm \simeq ۴۴۴۴\,nm$$

این طول موج در محدودهٔ امواج فروسرخ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۳ شدت خط قرمز و خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن با هم متفاوت است. این مورد یکی از نارسائی‌های مدل اتمی بور نیز می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۴ اگر در مدل اتمی رادرفورد الکترون‌ها، مانند سیاره‌های منظومه‌ی خورشیدی که دور خورشید می‌چرخند، به دور هسته در گردش باشند، این حرکت پایدار نمی‌ماند (مورد الف درست است). زیرا حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتابدار است. بنابر فیزیک کلاسیک، این حرکت شتابدار الکترون سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می‌شود که بسامد آن، با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است (مورد ب درست است). با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته می‌شود. این کاهش انرژی باعث می‌شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به تدریج کوچک‌تر و بسامد حرکت آن به تدریج بیشتر می‌شود. این افزایش تدریجی بسامد حرکت مداری الکترون‌ها، سبب می‌شود تا بسامد موج الکترومغناطیسی گسیل شده نیز به تدریج زیاد شود (مورد پ درست است). به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم، پیوسته باشد (مورد ت درست است) و الکترون پس از گسیل پی در پی امواج الکترومغناطیسی روی هسته فرو افتد. این نتیجه افزون بر اینکه با واقعیت ناسازگار است با طیف خطی گسیل شده توسط اتم‌ها نیز جور در نمی‌آید.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۵ ابتدا طول موج فوتون گسیلی را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۲/۲۵\times ۱۰^{۱۵}} = \frac{۴}{۳}\times ۱۰^{-۷}\,m = \frac{۴۰۰}{۳}\,nm$$

حالا رابطه‌ی ریدبرگ را می‌نویسیم تا با جایگذاری گزینه‌ها به n و n' برسیم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \Rightarrow \frac{۳}{۴۰۰} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}$$

با توجه به گزینه‌ها مقادیر n و n' برابرند با:

$$n' = ۱\,,\; n = ۲$$

توجه کنید: طول موج $\frac{۴۰۰}{۳}\,nm$، مربوط به امواج فرابنفش است و می‌توان گزینه‌های (۳) و (۴) را حذف کرد. با توجه به اینکه در گزینه‌های (۱) و (۲) مقدار $n' = ۱$ است؛ بنابراین به راحی n به دست می‌آید.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۶ طبق رابطه‌ی $r_n = n^{۲}a_۰$، شعاع $r_۱ = ۴a_۰$ مربوط به تراز $n' = ۲$ است. مقدار انرژی الکترون در این تراز برابر است با:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^{۲}} \Rightarrow E_۲ = \frac{-E_R}{۴}$$

با جذب فوتون با انرژی $|E_۲|\frac{۲۱}{۲۵}$، انرژی الکترون در مدار جدید برابر خواهد شد با:

$$E_n = E_۲ + E_{\text{فوتون}} = \frac{-E_R}{۴} + \frac{۲۱}{۲۵}\left(\frac{E_R}{۴}\right) = \frac{-E_R}{۲۵}$$

با توجه به رابطه‌ی $E_n = \frac{-E_R}{n^{۲}}$، مقدار n برابر است با:

$$\frac{-E_R}{۲۵} = \frac{-E_R}{n^{۲}} \Rightarrow n = ۵$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۷ این شکل فرایند گسیل القایی را نشان می‌دهد. در گسیل القایی انرژی هر یک از فوتون‌های خروجی برابر با انرژی فوتون ورودی و برابر با اختلاف انرژی دولایه است. فوتون‌های خروجی در گسیل القایی هم‌گام، هم‌جهت و هم‌فازند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۸ ۱ نادرست؛ چون خواص شیمیایی یک عنصر توسط تعداد پروتون‌ها تعیین می‌شود و دو ایزوتوپ یک عنصر دارای تعداد پروتون یکسان هستند، خواص شیمیایی یکسان دارند. بنابراین نمی‌توان دو ایزوتوپ یک عنصر را به روش شیمیایی از هم جدا کرد.

۲ نادرست؛ اندازه‌ی نیروی هسته‌ای بین دو پروتون هم‌اندازه با نیروی هسته‌ای بین دو نوترون و هم‌اندازه با نیروی هسته‌ای بین یک پروتون و یک نوترون است.

۳ نادرست؛ انرژی نوکلئون‌ها همانند انرژی الکترون‌ها کوانتیده است و نمی‌تواند هر مقداری از انرژی را داشته باشد. مرتبه‌ی انرژی نوکلئون‌ها از مرتبه‌ی KeV تا MeV است، اما مرتبه‌ی انرژی الکترون‌ها از مرتبه‌ی eV است.

۴ درست؛ به دلیل انرژی زیادی که نیاز است تا هسته‌ها برانگیخته شوند، در واکنش‌های شیمیایی شرکت نمی‌کنند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۴۹ واپاشی آلفا در هسته‌های سنگین رخ می‌دهد.

واپاشی بتا متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۵۰ عدد اتمی ذره‌ی آلفا و اعداد جرمی هر دو ذره‌ی آلفا و بتا را در معادله قرار می‌دهیم. چون نوع ذره‌ی بتا را نمی‌دانیم عدد اتمی آن را در معادله (± 1) می‌گذاریم.

$$ {}^{A}_{Z}X \longrightarrow K({}^{4}_{2}\alpha) + L({}^{0}_{\pm 1}\beta) + {}^{A-8}_{Z-2}Y \Rightarrow \begin{cases} A = K(4) + L(0) + A - 8 \\ Z = K(2) + L(\pm 1) + Z - 2 \end{cases} $$

$$ \begin{cases} A = 4K + A - 8 \Rightarrow K = 2 \\ Z = 2K \pm L + Z - 2 \xrightarrow{K=2} Z = 4 \pm L + Z - 2 \Rightarrow \pm L = -2 \Rightarrow -L = 2 \end{cases} $$

بنابراین نوع ذره‌ی بتا، الکترون است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۱ اگر هنگام قرار گرفتن نوترون‌ها درون توپ تنیس، فضاهای خالی را نادیده بگیریم و ضریب پرشدگی را یک در نظر بگیریم، در این صورت داریم:

$$ \text{مرتبه بزرگی تعداد نوترون‌هایی که در توپ تنیس جای می‌گیرند} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{(3/2 \times 10^{-2}\,m)^3}{(10^{-15}\,m)^3} = 10^{40} $$

$$ \text{مرتبه بزرگی جرم توپ تنیس در این شرایط} \approx 10^{40} \times 10^{-27}\,kg = 10^{13}\,kg $$

این سوال دقیقاً و بدون هیچ تغییری تمرین کتاب درسی است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۲ ابتدا ببینیم ذره‌ی X چیست؟

$$^{۱۲۴}_{۵۳}I \rightarrow ^{۱۲۴}_{۵۲}Te + ^{A}_{Z}X \Rightarrow \begin{cases} ۱۲۴ = ۱۲۴ + A \Rightarrow A = ۰ \\ ۵۳ = ۵۲ + Z \Rightarrow Z = ۱ \end{cases} \Rightarrow ^{A}_{Z}X \equiv ^{۰}_{۱}e^{+}$$

X، پوزیترون است.

بار پوزیترون مثبت است؛ الکترون‌های الکتروسکوپ را خنثی می‌کند تا جایی که برگه‌ها خنثی می‌شوند و به هم می‌چسبند و در ادامه با جدا شدن الکترون بار آن‌ها مثبت شده و از هم دور می‌شوند.

توجه کنید که اگر زمان تابش کم باشد، ممکن است مورد دوم (باردار شدن برق‌نما به طور مثبت) اتفاق نیفتد و یا اینکه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها به حدی نباشد که بتواند از میدان الکتریکی کره که بار مثبت پیدا کرده، خارج شود و دوباره به سطح کلاهک برگردد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۳ رابطه‌ی واپاشی برای هر دو حالت را می‌نویسیم:

$$\begin{cases} ^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-۴}_{Z-۲}Y + ^{۴}_{۲}\alpha \Rightarrow N_Y = (A-۴)-(Z-۲) = (A-Z)-۲ \\ ^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+۱}W + ^{۰}_{-۱}\beta^{-} \Rightarrow N_W = A-(Z+۱) = (A-Z)-۱ \end{cases}$$

$$N_Y - N_W = [(A-Z)-۲]-[(A-Z)-۱] = -۲+۱ = -۱ \Rightarrow N_W - N_Y = ۱$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۴ ابتدا کسر باقی‌مانده از جرم عنصر را حساب می‌کنیم:

$$\text{جرم باقی‌مانده} = m_۰ - \frac{۸۷/۵}{۱۰۰}m_۰ = \frac{۱۲/۵}{۱۰۰}m_۰ = \frac{۱}{۸}m_۰$$

حالا رابطه نیمه‌عمر را می‌نویسیم تا تعداد نیم‌عمرهای سپری شده را حساب کنیم و سپس زمان سپری شده را به‌دست می‌آوریم:

$$m = m_۰(\frac{۱}{۲})^{n} \Rightarrow \frac{۱}{۸}m_۰ = m_۰(\frac{۱}{۲})^{n} \Rightarrow n = ۳$$

$$n = \frac{\Delta t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow ۳ = \frac{\Delta T}{۱۲} \Rightarrow \Delta t = ۳۶\,h$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۵ لحظه‌ای که دو نمودار یکدیگر را قطع می‌کنند را t در نظر می‌گیریم. با توجه به نمودار B، نیمه‌عمر B را برحسب t به‌دست می‌آوریم:

$$N = \frac{N_{۰B}}{۲^{\frac{t}{T_B}}} \Rightarrow ۶\times۱۰^{۲۰} = \frac{۳/۸۴\times۱۰^{۲۲}}{۲^{\frac{t}{T_B}}} \Rightarrow ۲^{\frac{t}{T_B}} = ۶۴ = ۲^{۶} \Rightarrow \frac{t}{T_B} = ۶ \Rightarrow T_B = \frac{t}{۶}$$

با توجه به نمودار معلوم می‌شود که نیمه عمر A بیشتر از نیمه عمر B است و سپس طبق صورت تست $T_B = \frac{۲}{۳}T_A$ است. بنابراین زمان t برحسب دوره‌ی تناوب A برابر است با:

$$\frac{t}{۶} = \frac{۲}{۳}T_A \Rightarrow T_A = \frac{t}{۴} \Rightarrow t = ۴T_A$$

حالا تعداد هسته‌های اولیه A را حساب می‌کنیم:

$$۶\times۱۰^{۲۰} = \frac{N_{۰A}}{۲^{\frac{t}{T_A}}} \Rightarrow ۶\times۱۰^{۲۰} = \frac{N_{۰A}}{۲^{\frac{۴T_A}{T_A}}} \Rightarrow N_{۰A} = ۹/۶\times۱۰^{۲۱}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۶ ابتدا مجموع تعداد هسته‌های دو عنصر پس از ۶۰ سال را برحسب نیمه عمر کوچک‌تر (T) به دست می‌آوریم:

$$N=\frac{N_0}{2^n},\ N=\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$N_A+N_B=1/8\times10^{22}\ \frac{1/28\times10^{23}}{2^{(\frac{60}{2T})}}+\frac{1/28\times10^{23}}{2^{(\frac{60}{T})}}=1/8\times10^{22}\Rightarrow\frac{1}{2^{(\frac{60}{2T})}}+\frac{1}{2^{(\frac{60}{T})}}=\frac{9}{64}$$

برای محاسبه T در راه حل می‌توان ادامه داد:

راه حل اول: فرض می‌کنیم:

$$2^{\frac{60}{2T}}=x\rightarrow 2^{\frac{60}{T}}=x^2$$

$$(1)\rightarrow\frac{1}{x}+\frac{1}{x^2}=\frac{9}{64}\Rightarrow\begin{cases}x=8\ \text{ق ق}\\ x=-\frac{8}{9}\ \text{غ ق ق}\end{cases}\qquad 2^{\frac{60}{2T}}=8=2^3\rightarrow\frac{60}{2T}=3\Rightarrow\begin{cases}T=10\ \text{سال}\\ 2T=20\ \text{سال}\end{cases}$$

راه حل دوم: با توجه به گزینه‌ها که اعداد صحیح هستند $\frac{9}{64}$ را طوری تفکیک می‌کنیم تا هر کسر، توانی از $\frac{1}{2}$ باشد. به این ترتیب تفکیک فقط به صورت $\frac{1}{64}$ و $\frac{8}{64}$ امکان‌پذیر است.

$$\frac{1}{64}=\frac{1}{2^{(\frac{60}{T})}}\rightarrow 2^6=2^{\frac{60}{T}}\rightarrow T=10\ \text{سال}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۷ تعداد هسته‌های اولیه Y را برابر N در نظر می‌گیریم. بنابراین تعداد هسته‌های اولیه X برابر 4N است. پس از n نیمه عمر تعداد هسته‌های باقی‌مانده X و تعداد هسته‌های واپاشی آن را به دست می‌آوریم:

$$N=N_0(\frac{1}{2})^n\Rightarrow\begin{cases}N_X=4N(\frac{1}{2})^n\\ N_{X\text{واپاشی}}=4N-N_X=4N-4N(\frac{1}{2})^n\end{cases}$$

هسته‌های واپاشی شده X به Y تبدیل می‌شود. بنابراین هسته‌های Y پس از این مدت برابر است با:

$$N_Y=N+N_{X\text{واپاشی}}=N+4N-4N(\frac{1}{2})^n=5N-4N(\frac{1}{2})^n$$

حالا نسبت N_Y به N_X را برابر ۱۹ قرار می‌دهیم:

$$\frac{N_Y}{N_X}=\frac{5N-4N(\frac{1}{2})^n}{4N(\frac{1}{2})^n}=19\Rightarrow\frac{5-4(\frac{1}{2})^n}{4(\frac{1}{2})^n}=19\Rightarrow5-4(\frac{1}{2})^n=76(\frac{1}{2})^n\Rightarrow5=80(\frac{1}{2})^n\Rightarrow\frac{1}{16}=(\frac{1}{2})^n\Rightarrow n=4$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۸ ابتدا توان خروجی لیزر را حساب می‌کنیم و سپس انرژی باریکه نور خروجی در یک دقیقه را حساب می‌کنیم:

$$P_{out} = P_{in} \times Ra = ۵ \times \frac{۲}{۱۰۰} = ۰/۱W$$

$$E = P_{out} \times t = ۰/۱ \times ۶۰ = ۶J$$

تعداد فوتون‌های خروجی را حساب می‌کنیم:

$$E = n\frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{۶}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = n \times \frac{۱۲۴۰}{۶۲۰} \Rightarrow n = \frac{۶ \times ۱۰^{۱۹}}{۳/۲} = ۱/۸۷۵ \times ۱۰^{۱۹}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۹ طبق مدل تامسون بار مثبت مانند خمیری است که بارهای منفی در آن قرار گرفته‌اند. چون ذرهٔ آلفا بار مثبت دارد هنگام عبور از نزدیکی خمیر، به دلیل نزدیک بودن بیشتر به بار مثبت نسبت به بار منفی کمی منحرف می‌شود. پس مسیر ذرهٔ A می‌تواند قابل توجیه باشد اما چون خمیر دارای بارهای منفی درون خود اســت و بار مثبت آن گسترده است، پس نمی‌تواند نیروی خالصی در خلاف جهت حرکت ذرهٔ آلفا به آن وارد کند و ذره را برگرداند. پس انحراف ذرهٔ B توسط مدل تامسون قابل توجیه نیست.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۰ ابتدا بیشترین و کمترین طول موج رشته n را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{n^۲} - \frac{۱}{(n+۱)^۲}) = R(\frac{۲n+۱}{n^۲(n+۱)^۲}) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{n^۲(n+۱)^۲}{R(۲n+۱)}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{n^۲} - \frac{۱}{\infty}) = R(\frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{n^۲}{R}$$

گسترهٔ طول موج برابر اختلاف بیشترین و کمترین طول موج آن رشته است . پس اختلاف دو طول موج را حساب می‌کنیم:

$$\lambda_{max} - \lambda_{min} = \frac{n^۲}{R}(\frac{(n+۱)^۲}{۲n+۱} - ۱) = \frac{n^۲}{R}(\frac{n^۲}{۲n+۱}) = \frac{n^۴}{R(۲n+۱)}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۱ نور مرئی مربوط به رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$ است. پس با استفاده از رابطهٔ ریدبرگ، شمارهٔ تراز مقصد را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{۴۵۰} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \frac{۲}{۹} = \frac{۱}{۴} - \frac{۱}{n^۲} \Rightarrow \frac{۱}{n^۲} = \frac{۱}{۳۶} \Rightarrow n = ۶$$

بنابراین چهارمین خط این رشته دارای طول موج ۴۵۰nm است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۲ طبق رابطهٔ $r_n = a_0 n^2$، شمارهٔ مدار مبدأ را تعیین می‌کنیم:

$$r_n = a_0 n^2 \Rightarrow 4a_0 = a_0 n^2 \Rightarrow n = 2$$

انرژی الکترون در تراز $n = 2$ را با استفاده از رابطهٔ $E_n = \frac{-E_R}{n^2}$ تعیین می‌کنیم:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow E_2 = \frac{-13/6}{4} = -3/4 eV$$

انرژی الکترون پس از کسب $2/856 eV$ را به دست می‌آوریم:

$$E' = E_n + E = -3/4 + 2/856 = -0/544 eV$$

حالا تعیین می‌کنیم که انرژی به دست آمده مربوط به کدام تراز است:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow -0/544 = \frac{-13/6}{n^2} \Rightarrow n = 5$$

شعاع مدار $n = 5$ برابر است با:

$$r_n = a_0 n^2 \Rightarrow r_5 = 25 a_0$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۳ **به بررسی هریک از موارد می‌پردازیم:**

الف درست؛ مدل بور چگونگی حرکت الکترون به دور هسته را تعیین می‌کند.

ب نادرست؛ مدل بور فقط برای اتم گاز هیدروژن و اتم‌های هیدروژن‌گونه می‌تواند طیف گسیلی و جذبی را پیش‌بینی کند و برای اتم‌هایی که بیش از یک الکترون دارند، سازگار نیست.

پ نادرست؛ متفاوت بودن شدت خطوط طیف گسیلی با مدل بور قابل توجیه نیست.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۶۴ انرژی معادل انرژی بستگی هسته باید تأمین شود تا هسته به نوکلئون‌های تشکیل دهندهٔ آن تقسیم شود.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۶۵ با گسیل ذرهٔ آلفا، ۲ پروتون و ۲ نوترون از هسته کم می‌شود. بنابراین اختلاف تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته ثابت می‌ماند. چون ۲ پروتون گسیل شده است، پس بار هسته $2e = 3/2 \times 10^{-19} C$ کاهش می‌یابد. توجه کنید که چون هسته‌های مادر و دختر متفاوت هستند، واپاشی مد نظر واپاشی γ نمی‌تواند باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۶ هستهٔ مادر را ${}^{A}_{Z}X$ در نظر می‌گیریم و معادلهٔ واپاشی را می‌نویسیم:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{207}_{82}Pb \Rightarrow \begin{cases} A = 0 + 207 \Rightarrow A = 207 \\ Z = -1 + 82 \Rightarrow Z = 81 \end{cases}$$

تعداد نوترون‌ها اختلاف عدد جرمی و عدد اتمی است. پس:

$$N = A - Z = 207 - 81 = 126$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۷ کافی است از رابطهٔ نیم عمر استفاده کنیم. ۳/۱۲۵ درصد معادل $\frac{۱}{۳۲}$ جرم اولیه است. پس:

$$m = m_۰(\frac{۱}{۲})^n \Rightarrow \frac{۱}{۳۲}m_۰ = m_۰(\frac{۱}{۲})^n \Rightarrow n = ۵$$

حالا مدت زمان سپری شده را حساب می‌کنیم:

$$n = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow ۵ = \frac{\Delta t}{۲۰} \Rightarrow \Delta t = ۱۰۰h$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۶۸ توان نور رسیده به یک سانتی‌متر مربع از سطح میز را حساب می‌کنیم:

$$P = I \times A = ۲\times ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{-۴} = ۲\times ۱۰^{-۷} W$$

انرژی رسیده به $۱cm^۲$ در مدت یک دقیقه را برحسب الکترون ولت به دست می‌آوریم:

$$E = P \times t = ۲\times ۱۰^{-۷} \times ۶۰ = ۱۲\times ۱۰^{-۶} J = \frac{۱۲\times ۱۰^{-۶}}{۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}} eV = ۷/۵\times ۱۰^{۱۳} eV$$

حالا تعداد فوتون‌های رسیده به یک سانتی‌متر مربع در این مدت را حساب می‌کنیم:

$$E = n\frac{hc}{\lambda} \Rightarrow ۷/۵\times ۱۰^{۱۳} = n \times \frac{۱۲۴۰}{۶۲۰} \Rightarrow n = ۳/۷۵\times ۱۰^{۱۳}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۹ طول موج بسامد داده شده را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۵۶۲/۵\times ۱۰^{۱۲}} = \frac{۳}{۵۶۲/۵} \times ۱۰^{-۴} m = \frac{۳}{۵۶۲/۵} \times ۱۰^{۵} nm$$

دومین خط مربوط به تراز مقصد n' مربوط به گذار الکترون از تراز $n'+۲$ به n' است. رابطهٔ ریدبرگ را می‌نویسیم تا n' به دست بیاید:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۲)^۲}) \Rightarrow \frac{۵۶۲/۵}{۳\times ۱۰^{۵}} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۲)^۲}) \Rightarrow \frac{۵۶۲/۵}{۳\times ۱۰^{۳}} = \frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'^۲+۲)^۲} \Rightarrow \frac{۳}{۱۶} = \frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۲)^۲}$$

با جایگذاری گزینه‌ها $n' = ۲$ به دست می‌آید.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۰ اگر مدت زمان سپری شده پس از لحظهٔ t را Δt در نظر بگیریم، تعداد نیمه عمرهای سپری شده هر دو عنصر برابر است با:

$$n=\frac{\Delta t}{T_{\frac{1}{2}}}\Rightarrow\begin{cases}n_A=\dfrac{\Delta t}{T_A}\\ n_B=\dfrac{\Delta t}{T_B}=\dfrac{\Delta t}{3T_A}\end{cases}$$

جرم اولیه عنصر B را m_0 در نظر می‌گیریم. پس جرم اولیه عنصر A برابر $2m_0$ است. جرم باقی‌مانده هر عنصر را به دست می‌آوریم:

$$m=\frac{m_0}{2^n}\Rightarrow\begin{cases}m_A=\dfrac{2m_0}{2^{n_A}}\\ m_B=\dfrac{m_0}{2^{n_B}}\end{cases}$$

طبق صورت تست $\frac{m_A}{m_B}=\frac{1}{8}$ است. بنابراین:

$$\frac{m_A}{m_B}=\frac{1}{8}\Rightarrow\frac{\frac{2m_0}{2^{n_A}}}{\frac{m_0}{2^{n_B}}}=\frac{2^{n_B+1}}{2^{n_A}}=2^{-3}\Rightarrow n_B+1-n_A=-3$$

$$\frac{\Delta t}{3T_A}+1-\frac{\Delta t}{T_A}=-3\Rightarrow\frac{2}{3}\frac{\Delta t}{T_A}=4\Rightarrow\Delta t=6T_A$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۱ طبق رابطهٔ $E=hf$، انرژی فوتون به بسامد آن وابسته است. با تغییر محیط انتشار نور، بسامد فوتون و در نتیجه انرژی آن تغییر نمی‌کند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷۲ **به بررسی هریک از موارد می‌پردازیم:**

الف درست؛ طبق فیزیک کلاسیک، پدیدهٔ فوتوالکتریک با هر بسامدی باید رخ دهد که در آزمایش تأیید نمی‌شود.

ب درســت؛ طبق فیزیک کلاسیک با افزایش شدت نور بدون تغییر بسامد، انتظار می‌رود که انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش یابد اما آزمایش این موضوع را رد می‌کند.

پ درست؛ طبق فیزیک کلاسیک، شدت نور متناسب با مربع دامنهٔ میدان الکتریکی است ($I\propto E^2$). پس با ۲ برابر شدن دامنهٔ میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی، شدت نور ۴ برابر می‌شود.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۳ ابتدا انرژی رسیده به مردمک چشم شخص را حساب می‌کنیم.

$$E=n\frac{hc}{\lambda}=10^{12}\times\frac{1240\times1/6\times10^{-19}}{620}=3/2\times10^{-7}\,J$$

باتوجه به اینکه مساحت مردمک چشم شخص چه کسری از مساحت کره‌ای به شعاع $20m$ است، انرژی لامپ را به دست می‌آوریم:

$$E_{\text{لامپ}}=\frac{S_{\text{کره}}}{S_{\text{مردمک}}}\times E_{\text{مردمک}}=\frac{4\pi(20)^2}{10\times10^{-6}}\times3/2\times10^{-7}\,J=48\times3/2\,J$$

در نهایت توان مفید لامپ و با استفاده از بازده توان لامپ را به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{مفید}}=\frac{E_{\text{لامپ}}}{t}=\frac{48\times3/2}{60}=2/56\,W\qquad Ra=\frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{لامپ}}}\Rightarrow\frac{2}{10}=\frac{2/56}{P_{\text{لامپ}}}\Rightarrow P_{\text{لامپ}}=12/8\,W$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۴ ابتدا بسامد و طول موج فوتون تابیده شده را حساب می‌کنیم:

$$E = hf \Rightarrow ۸ = ۴\times۱۰^{-۱۵} \times f \Rightarrow f = ۲\times۱۰^{۱۵}\,Hz$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۲\times۱۰^{۱۵}} = ۱/۵\times۱۰^{-۷}\,m = ۱۵۰nm$$

بنابراین بسامد آستانه که کمترین بسامدی است که فوتوالکتریک به ازای آن رخ می‌دهد حتماً کوچکتر یا مساوی $f = ۲\times۱۰^{۱۵}\,Hz$ می‌باشد. بنابراین حداکثر مقدار بسامد آستانه می‌تواند $۲\times۱۰^{۱۵}\,Hz$ باشد. طول موج به دست آمده حداکثر طول موج نوری است که می‌تواند الکترون‌ها را جدا کند بنابراین به ازای $\lambda = ۱۰۰nm$ پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۷۵ منظور از سومین حالت برانگیخته، $n = ۴$ است. انرژی الکترون را در این تراز از رابطهٔ $E_n = \frac{-E_R}{n^۲}$ به دست می‌آوریم:

$$E_۴ = \frac{-E_R}{(۴)^۲} = \frac{-E_R}{۱۶} = -۰/۸۵eV$$

انرژی را به ژول تبدیل می‌کنیم:

$$E_۴ = -۰/۸۵eV \times \frac{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}J}{۱eV} = -۱/۳۶\times۱۰^{-۱۹}J$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷۶ الکترون قرار است بین دو تراز جهش کند که این ترازها از $n = ۱$ تا $n = ۶$ می‌باشد. پس تعداد فوتون‌های گسیلی برابر با انتخاب ۲ از ۶ است. یعنی:

$$\binom{۶}{۲} = \frac{۶\times۵}{۲} = ۱۵$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷۷ طول موج‌های گسیلی معمولاً بزرگتر یا مساوی با طول موج فرودی است.

زیرا هنگام برخورد نور فرابنفش به یک ماده، به دلیل انرژی زیادی که فوتون‌های آن دارند ممکن است الکترون‌هایی پس از جذب انرژی فوتون، به چند تراز بالاتر از جایی که بوده‌اند بروند. پس از مدت کوتاهی ($۱۰^{-۸}s$) و هنگام برگشت این الکترون‌ها ممکن است مستقیماً به تراز اولیه خود نروند و پس از رفتن روی ترازهای میانی به تراز اولیه خود بازگردند.

به همین دلیل طول موج فوتون‌های گسیلی می‌توانند بزرگتر یا مساوی با طول موج فرودی باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۷۸ طبق رابطهٔ $r_n = a_۰n^۲$، شعاع مدار n و $n+۳$ را به دست می‌آوریم و اختلاف شعاع‌ها را برابر $۲۷a_۰$ قرار می‌دهیم تا n به دست بیاید:

$$\begin{cases} r_n = a_۰n^۲ \\ r_{(n+۳)} = a_۰(n+۳)^۲ = a_۰(n^۲+۶n+۹) \end{cases} \Rightarrow r_{n+۳} - r_n = ۲۷a_۰ \Rightarrow (۶n+۹)a_۰ = ۲۷a_۰ \Rightarrow ۶n = ۱۸ \Rightarrow n = ۳$$

انرژی الکترون در تراز n از رابطهٔ $E_n = \frac{-E_R}{n^۲}$ به دست می‌آید. بنابراین انرژی الکترون در تراز $n = ۳$ برحسب ریدبرگ برابر است با:

$$E_۳ = \frac{-E_R}{۹} = \frac{-۱}{۹}E_R$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷۹ بلندترین طول موج فوتون گسیلی در رشتهٔ براکت مربوط به گذار الکترون از تراز $n=5$ به $n'=4$ است. طول موج این فوتون را به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}(\frac{1}{4^2}-\frac{1}{5^2})=\frac{1}{100}(\frac{9}{400})\Rightarrow\lambda=\frac{400\times10^4}{9}nm=\frac{4}{9}\times10^{-5}m$$

حالا بسامد فوتون را حساب می‌کنیم:

$$\lambda=\frac{c}{f}\Rightarrow\frac{4}{9}\times10^{-5}=\frac{3\times10^8}{f}\Rightarrow f=\frac{27}{4}\times10^{13}Hz=67/5THz$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۰ طول موج‌های اولین و دومین خط رشته n را به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{\lambda_1}=R(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{(n+1)^2})\Rightarrow\lambda_1=\frac{n^2(n+1)^2}{(2n+1)R}\qquad\frac{1}{\lambda_2}=R(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{(n+2)^2})\Rightarrow\lambda_2=\frac{n^2(n+2)^2}{(4n+4)R}$$

اختلاف دو طول موج به دست آمده برابر است با:

$$\lambda_1-\lambda_2=\frac{n^2}{R}(\frac{(n+1)^2}{2n+1}-\frac{(n+2)^2}{4(n+1)})=100n^2(\frac{(n+1)^2}{2n+1}-\frac{(n+2)^2}{4(n+1)})$$

طبق صورت تست $\lambda_1-\lambda_2=\frac{560}{3}nm$ است. با جایگذاری گزینه‌ها در رابطهٔ بالا به مقدار صحیح n می‌رسیم.

$$\frac{560}{3}=100n^2(\frac{(n+1)^2}{2n+1}-\frac{(n+2)^2}{4(n+1)})\xrightarrow{n=2}100(2)^2(\frac{9}{5}-\frac{16}{12})=400\times\frac{28}{60}=\frac{560}{3}$$

بنابراین رشتهٔ مدنظر، رشته بالمر $(n'=2)$ بوده است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۸۱ الکترون در رشته‌های پاشن و براکت طول موج فوتون گسیلی در ناحیهٔ فروسرخ دارد. چون کوتاه‌ترین طول موج فوتون گسیلی فروسرخ مدنظر است. بنابراین جهش الکترون از $n=5$ به $n'=3$ می‌باشد و انرژی فوتون گسیل شده برابر است با:

$$E=E_5-E_3=\frac{-E_R}{5^2}+\frac{E_R}{3^2}=13/6(\frac{1}{9}-\frac{1}{25})=13/6\times\frac{16}{25\times9}eV$$

طبق رابطهٔ $E=\frac{hc}{\lambda}$، طول موج فوتون گسیلی را به دست می‌آوریم.

$$E=\frac{hc}{\lambda}\Rightarrow13/6\times\frac{16}{25\times9}=\frac{1240}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{1240\times25\times9}{13/6\times16}\approx1282nm=1/282\mu m$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۲ منظور از دومین حالت برانگیخته، تراز $n=3$ است. بنابراین الکترون از $n=3$ به $n'=1$ گذار کرده است. اختلاف انرژی دو لایه برابر انرژی فوتون گسیلی است. پس:

$$E=E_3-E_1=-2/4\times10^{-19}-(-22\times10^{-19})=19/6\times10^{-19}J$$

انرژی فوتون گسیل شده را برابر $\frac{hc}{\lambda}$ قرار می‌دهیم تا طول موج فوتون را به دست بیاوریم:

$$E=\frac{hc}{\lambda}\Rightarrow19/6\times10^{-19}=\frac{4/2\times10^{-15}\times1/6\times10^{-19}\times3\times10^8}{\lambda}\Rightarrow\lambda\approx103\times10^{-9}m=103nm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۳ سومین خط رشته لیمان مربوط به گذار الکترون از $n=۴$ به $n'=۱$ است. رابطهٔ ریدبرگ را می‌نویسیم و در آن طول موج را برحسب بسامد می‌نویسیم.

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\xrightarrow{\lambda=\frac{c}{f}}\frac{f}{c}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow f=Rc(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})$$

$$f=۳\times۱۰^{۱۵}\times(\frac{۱}{۱^۲}-\frac{۱}{۴^۲})=۳\times۱۰^{۱۵}\times\frac{۱۵}{۱۶}=\frac{۴۵}{۱۶}\times۱۰^{۳}\times۱۰^{۱۲}Hz\Rightarrow f=۲۸۱۲/۵THz$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۴ منظور از گسترهٔ طول موج، اختلاف بیشترین و کمترین طول موج آن رشته است. اگر تراز مقصد n باشد، طول موج گذار الکترون از ∞ به n و از $n+۱$ به n را به دست می‌آوریم:

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

$$\frac{۱}{\lambda_{max}}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n^۲}-\frac{۱}{(n+۱)^۲})\Rightarrow\lambda_{max}=۱۰۰\frac{n^۲(n+۱)^۲}{۲n+۱}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{min}}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n^۲}-\frac{۱}{\infty})\Rightarrow\lambda_{min}=۱۰۰n^۲$$

اختلاف دو طول موج برابر $\frac{۸۱۰۰}{۷}nm$ قرار می‌دهیم:

$$\lambda_{max}-\lambda_{min}=۱۰۰n^۲(\frac{(n+۱)^۲}{۲n+۱}-۱)=\frac{۸۱۰۰}{۷}\Rightarrow۱۰۰n^۲(\frac{n^۲}{۲n+۱})=\frac{۸۱۰۰}{۷}$$

$$\Rightarrow\frac{۱۰۰n^۴}{۲n+۱}=\frac{۸۱۰۰}{۷}\Rightarrow۷n^۴=۸۱(۲n+۱)$$

با جایگذاری گزینه‌ها به $n=۳$ می‌رسیم. پس گزینهٔ (۳) پاسخ درست است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۵ طبق اختلاف انرژی لایه‌ها، انرژی فوتون گسیلی در گذار از $n_۱$ به $n_۳$ برابر مجموع انرژی فوتون‌های گسیلی از $n_۱$ به $n_۲$ و $n_۲$ به $n_۳$ است، پس:

$$E_{(n_۱\to n_۳)}=E_{(n_۱\to n_۲)}+E_{(n_۲\to n_۳)}\xrightarrow{E=hf}hf=hf_۱+hf_۲\Rightarrow f=f_۱+f_۲$$

به جای f، مقدار $\frac{c}{\lambda}$ را قرار می‌دهیم:

$$\frac{c}{\lambda}=\frac{c}{\lambda_۱}+\frac{c}{\lambda_۲}\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{\lambda_۱}+\frac{۱}{\lambda_۲}\Rightarrow\lambda=\frac{\lambda_۱\lambda_۲}{\lambda_۱+\lambda_۲}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۶ اسباب نشان داده شده مربوط به تشخیص طیف گسیلی خطی گاز هیدروژن است و خطوطی که روی پرده تشکیل می‌شود و با چشم قابل دیدن هستند خطوط نور مرئی می‌توانند باشند که مربوط به رشته بالمر $(n'=۲)$ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۸۷ ابتدا طول موج دومین خط رشته لیمان $(n'=1)$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{3^2})\Rightarrow\lambda=\frac{9}{8R}$$

گسترهٔ طول موج رشته بالمر برابر اختلاف بیشترین و کمترین طول موج این رشته است. پس:

$$\left\{\begin{array}{l}\frac{1}{\lambda_{max}}=R(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2})\Rightarrow\lambda_{max}=\frac{36}{5R}\\ \frac{1}{\lambda_{min}}=R(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{\infty})\Rightarrow\lambda_{min}=\frac{4}{R}\end{array}\right\}\Rightarrow\text{گسترهٔ طول موج}=\frac{36}{5R}-\frac{4}{R}=\frac{16}{5R}$$

حالا نسبت خواسته شده را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\lambda}{\text{گستره طول موج بالمر}}=\frac{\frac{9}{8R}}{\frac{16}{5R}}=\frac{45}{128}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۸ ابتدا نیمه عمر عنصر را به دست می‌آوریم:

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

$$n=\frac{\Delta t}{T_{\frac{1}{2}}}\Rightarrow 4=\frac{\Delta t}{T_{\frac{1}{2}}}\Rightarrow T_{\frac{1}{2}}=\frac{\Delta t}{4}$$

برای آنکه تعداد هسته‌های باقی‌مانده نصف شود باید یک نیمه عمر دیگر بگذرد. بنابراین پس از $\frac{\Delta t}{4}$ دیگر هسته‌های باقی‌مانده نصف می‌شود.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۹ منظور از سومین حالت برانگیخته الکترون اتم هیدروژن، حضور الکترون در مدار $n=4$ است. مداری با شعاع $25a_0$ یعنی مدار $n=5$، زیرا:

$$r_n=a_0n^2\Rightarrow 25a_0=a_0n^2\Rightarrow n=5$$

انرژی فوتون جذب شده باید برابر با اختلاف انرژی مدارهای $n=4$ و $n=5$ باشد، پس:

$$E=E_5-E_4\xrightarrow{E_n=\frac{-E_R}{n^2}}E=(\frac{-E_R}{5^2})-(\frac{-E_R}{4^2})=-0/544+0/85=0/306eV$$

طبق خواستهٔ طراح، انرژی را به ژول تبدیل می‌کنیم:

$$E=0/306\times1/6\times10^{-19}J\simeq4/9\times10^{-20}J$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۰ معادلهٔ واپاشی را می‌نویسیم. هستهٔ مادر را با X و هستهٔ دختر را با Y نشان می‌دهیم.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ۲(^{۴}_{۲}\alpha) + (^{۰}_{+۱}\beta^{+}) + ^{A'}_{Z'}Y \Rightarrow \begin{cases} A = ۸ + ۰ + A' \\ Z = ۴ + ۱ + Z' \end{cases}$$

دو معادلهٔ به دست آمده را از هم کم می‌کنیم:

$$A - Z = (۸ + A') - (۵ + Z') \Rightarrow A - Z = ۳ + (A' - Z')$$

اختلاف عدد جرمی و اتمی برابر تعداد نوترون‌ها است، پس:

$$N_x = ۳ + N_y \Rightarrow N_x - N_y = ۳$$

بنابراین اختلاف تعداد نوترون‌های هستهٔ مادر و دختر برابر ۳ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۱ مدل بور در محاسبهٔ انرژی یونش اتم هیدروژن موفق بوده است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۹۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا توان تابشی خورشید در سطح زمین را که به سطحی با مساحت $۵\,m^{۲}$ می‌رسد، به دست می‌آوریم:

$$P = ۳۰۰\frac{W}{m^{۲}} \times ۵\,m^{۲} = ۱۵۰۰\,W$$

گام دوم: حالا با جای‌گذاری داده‌ها در رابطهٔ زیر، تعداد فوتون‌هایی را که در هر دقیقه به این سطح می‌رسد، محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{nhc}{\lambda} \xrightarrow{E=Pt} Pt = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow ۱۵۰۰ \times ۶۰ = n \times \frac{۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۰۰ \times ۱۰^{-۹}} \Rightarrow n = ۳ \times ۱۰^{۲۳}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۳ **پاسخ تشریحی** شکل داده‌شده در سؤال، اثر فوتوالکتریک را نشان می‌دهد که نور تابیده‌شده بر سطح این فلز، باعث جداشدن الکترون از سطح فلز شده است. اگر شدت نور تابشی را با ثابت ماندن بسامد نور افزایش دهیم، تعداد فوتوالکترون‌ها (الکترون‌های کنده‌شده از سطح فلز) **افزایش می‌یابد** و اگر بسامد نور ثابت بماند، انرژی فوتوالکترون‌ها هم ثابت می‌ماند و **تغییر نمی‌کند.**

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۴ **پاسخ تشریحی** مدل اتمی رادرفورد با چالش‌هایی مواجه شد. یکی از این چالش‌ها این بود که اگر الکترون‌ها، مانند سیاره‌های منظومهٔ خورشیدی که دور خورشید می‌چرخند، به دور هسته در گردش باشند، این حرکت پایدار نمی‌ماند، زیرا حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتاب‌دار است. بنابر فیزیک کلاسیک، این حرکت شتاب‌دار الکترون سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می‌شود که بسامد آن با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته می‌شود $(E_۲ < E_۱)$. این کاهش انرژی باعث می‌شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته، به‌تدریج کوچک‌تر و بسامد حرکت آن به‌تدریج بیشتر شود. این افزایش تدریجی بسامد حرکت مداری الکترون‌ها، سبب می‌شود تا بسامد موج الکترومغناطیسی گسیل‌شده نیز به تدریج زیاد شود $(f_۲ > f_۱)$.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۹۵ **پاسخ تشریحی** عدد کوانتومی دومین و سومین حالت برانگیخته، به ترتیب برابر با $n_۲ = ۳$ و $n_۳ = ۴$ است. کافی است از رابطهٔ $r_n = a_۰ n^{۲}$ استفاده کنیم و بنویسیم:

$$\frac{r}{r'} = (\frac{n_۲}{n_۳})^{۲} = (\frac{۳}{۴})^{۲} = \frac{۹}{۱۶}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۶ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** کوتاه‌ترین طول موج فوتونی که در اتم هیدروژن گسیل می‌شود تا الکترون به مدار n' برسد، مربوط به گذار الکترون از مدار $n=\infty$ به مدار n' است؛ بنابراین با استفاده از معادلهٔ ریدبرگ می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\Rightarrow\frac{1}{900}=\frac{1}{100}\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{\infty^2}\right)\Rightarrow n'^2=9\Rightarrow n'=3$$

گام دوم: حالا برای این‌که بلندترین طول موج فوتونی را که توسط گذار الکترون از مدار $n'=3$ به مدار n'' تابش می‌شود به دست آوریم، باید $n''=2$ را در معادلهٔ ریدبرگ قرار بدهیم.

$$\frac{1}{\lambda'}=R\left(\frac{1}{n''^2}-\frac{1}{n'^2}\right)\Rightarrow\frac{1}{\lambda'}=\frac{1}{100}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)\Rightarrow\lambda'=720\,nm$$

$\frac{5}{36}$

چون الکترون در اتم هیدروژن از مدار $n'=3$ به مدار $n''=2$ رفته است، پس طول موج به‌دست‌آمده (λ') مربوط به اولین خط طیف گسیلی اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n''=2)$ است. *(هواستون باشه، دومین خط رشتهٔ لیمان یعنی $n=3$ و $n'=1$ باشه.)*

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۹۷ **پاسخ تشریحی** با توجه به این‌که الکترون در مدار $n=4$ قرار دارد و فقط گذارهای $\Delta n=1$ مجاز است، پس در این حالت، کم‌انرژی‌ترین فوتون گسیلی مربوط به گذار الکترون از مدار $n_U=4$ به مدار $n_L=3$ و پرانرژی‌ترین فوتون گسیلی مربوط به گذار الکترون از مدار $n'_U=2$ به $n'_L=1$ است؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$E_4-E_3=hf\Rightarrow-\frac{E_R}{4^2}-\left(-\frac{E_R}{3^2}\right)=4\times10^{-15}f\Rightarrow\frac{E_R}{9}-\frac{E_R}{16}=4\times10^{-15}f$$

$$\Rightarrow\frac{7E_R}{9\times16}=4\times10^{-15}f\Rightarrow f=\frac{7\times10^{15}}{4\times9\times16}E_R$$

$$E_2-E_1=hf'\Rightarrow-\frac{E_R}{2^2}-(-E_R)=4\times10^{-15}f'\Rightarrow E_R-\frac{E_R}{4}=4\times10^{-15}f'$$

$$\Rightarrow\frac{3E_R}{4}=4\times10^{-15}f'\Rightarrow f'=\frac{3\times10^{15}E_R}{4\times4}$$

سؤال از ما اختلاف f و f' را می‌خواهد، پس مقدار $f'-f$ را محاسبه می‌کنیم:

$$f'-f=\left(\frac{3}{4\times4}-\frac{7}{4\times9\times16}\right)\times10^{15}\times13/6=\frac{108-7}{576}\times10^{15}\times13/6\simeq2385\times10^{12}\,Hz=2385\,THz$$

T

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۱۹۸ **پاسخ تشریحی** با توجه به قسمت ۱ درس‌نامه، شکل (ب) مربوط به وارونی جمعیت است.

هم‌چنین با توجه به قسمت ۲ درس‌نامه، شکل (ت) مربوط به گسیل القایی است.

بنابراین ۴ درست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۹۹ **پاسخ تشریحی** با توجه به درس‌نامه، برای ایزوتوپ‌های پایدار سبک داریم:

$$\frac{N}{Z} \simeq ۱ \Rightarrow N \simeq Z$$

هم‌چنین برای ایزوتوپ‌های پایدار سنگین داریم:

$$\frac{N}{Z} \simeq ۱/۵ \Rightarrow N > Z$$

بنابراین ۳ درست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۰ **پاسخ تشریحی** با توجه به درس‌نامه، ملاحظه می‌شود که اگر انرژی بستگی هسته‌ای لازم به یک هسته داده شود، هسته به نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن و با جرم بیشتر تقسیم می‌شود؛ یعنی ۱ درست است.

حواستون باشه اگر نوکلئون‌های جدا از هم، با یکدیگر همجوشی کنند تا یک هسته تشکیل شود، انرژی بستگی هسته‌ای را آزاد می‌کنند، نه این‌که آن را دریافت کنند؛ بنابراین ۳ و ۴ نادرست هستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۰۱ **پاسخ تشریحی** وقتی با گسیل یک ذره از هستهٔ اتم، عدد اتمی آن یک واحد افزایش یابد، این ذره حتماً الکترون است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۰۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** واکنش فیزیکی مربوط به گسیل دو ذرهٔ آلفا و یک ذرهٔ پوزیترون از هستهٔ مادر را می‌نویسیم:

$$\underset{\text{مادر}}{{}^{A}_{Z}X} \rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{۰}_{۱}\beta^{+} + \underset{\text{دختر}}{{}^{A-۸}_{Z-۵}Y}$$

گام دوم: عدد جرمی هستهٔ دختر را با A'، عدد نوترونی آن را با N' و عدد اتمی آن را با Z' نمایش می‌دهیم. بنابراین داریم:

$$A' = A - ۸ \xrightarrow[A=Z+N]{A'=Z'+N'} Z' + N' = Z + N - ۸ \xrightarrow{Z'=Z-۵} Z - ۵ + N' = Z + N - ۸ \Rightarrow N' = N - ۳$$

گام سوم: اختلاف تعداد پروتون‌ها و تعداد نوترون‌های هستهٔ دختر را به دست می‌آوریم:

$$N' - Z' = N - ۳ - (Z - ۵) = N - Z + ۲ \xrightarrow{N-Z=۱۰} N' - Z' = ۱۰ + ۲ = ۱۲$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۳ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** تعداد مراحل واپاشی در لحظهٔ $t = ۱۰s$ را به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \xrightarrow[T_{\frac{۱}{۲}}=۲s]{t=۱۰s} n = \frac{۱۰}{۲} = ۵$$

جرم نمونهٔ اولیه را $m_۰$ فرض می‌کنیم. بنابراین پس از ۵ بار نصف‌شدن متوالی خواهیم داشت:

$$m_۰ \Rightarrow \frac{m_۰}{۲} \Rightarrow \frac{m_۰}{۴} \Rightarrow \underbrace{\frac{m_۰}{۸} \Rightarrow \frac{m_۰}{۱۶}}_{\text{۲ ثانیهٔ چهارم}} \Rightarrow m = \frac{m_۰}{۳۲}$$

گام دوم: جرم واپاشی‌شده در دو ثانیهٔ چهارم، $۵۰g$ است؛ پس می‌توان نوشت:

$$\frac{m_۰}{۸} - \frac{m_۰}{۱۶} = ۵۰ \Rightarrow \frac{m_۰}{۱۶} = ۵۰ \Rightarrow m_۰ = ۸۰۰g$$

گام سوم: جرم فعال این نمونه در لحظهٔ $t = ۱۰s$ را حساب می‌کنیم:

$$m = \frac{m_۰}{۳۲} \xrightarrow{m_۰=۸۰۰g} m = \frac{۸۰۰}{۳۲} = ۲۵g$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۴ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** برای نمونهٔ A پس از گذشت ۱۲ روز می‌توان نوشت: (T_A نیمه‌عمر نمونهٔ A است.)

$$N=\frac{N_0}{2^{n_A}} \xrightarrow[N=18\times10^6]{N_0=72\times10^6} 18\times10^6=\frac{72\times10^6}{2^{n_A}} \Rightarrow 2^{n_A}=4 \Rightarrow n_A=2$$

$$n_A=\frac{t}{T_A} \xrightarrow[t=12\ \text{روز}]{n_A=2} 2=\frac{12}{T_A} \Rightarrow T_A=6\ \text{روز}$$

گام دوم: برای نمونهٔ A پس از گذشت ۱۸ روز می‌توان نوشت:

$$n'_A=\frac{t'}{T_A} \xrightarrow[T_A=6\ \text{روز}]{t'=18\ \text{روز}} n'_A=\frac{18}{6}=3$$

$$N'=\frac{N_0}{2^{n'_A}}=\frac{72\times10^6}{2^3}=9\times10^6$$

گام سوم: تعداد هسته‌های باقی‌مانده از نمونهٔ A پس از ۱۸ روز، با تعداد هسته‌های باقی‌مانده از نمونهٔ B پس از ۱۲ روز، برابر است. بنابراین برای نمونهٔ B پس از ۱۲ روز داریم:

$$N'=\frac{N_0}{2^{n_B}} \xrightarrow[N'=9\times10^6]{N_0=72\times10^6} 9\times10^6=\frac{72\times10^6}{2^{n_B}} \Rightarrow 2^{n_B}=8 \Rightarrow n_B=3$$

$$n_B=\frac{t}{T_B} \Rightarrow 3=\frac{12}{T_B} \Rightarrow T_B=4\ \text{روز}$$

گام چهارم: واپاشی نمونهٔ B برحسب درصد داده شده است. پس نمونهٔ اولیهٔ B را ۱۰۰ درصد فرض می‌کنیم. بر این اساس وقتی ۷۵ / ۹۳ درصد از هسته‌های مادر آن به هستهٔ دختر تبدیل شده، یعنی ۲۵ / ۶ درصد از نمونهٔ اولیهٔ آن باقی مانده است:

$$\%100 \Rightarrow \%50 \Rightarrow \%25 \Rightarrow \%12/5 \Rightarrow \%6/25$$

یعنی ۴ نیمه‌عمر برای نمونهٔ اولیهٔ B گذشته است. زمان سپری‌شده برای انجام این واپاشی را به دست می‌آوریم:

$$n_B=\frac{t_B}{T_B} \xrightarrow[T_B=4\ \text{روز}]{n_B=4} 4=\frac{t_B}{4} \Rightarrow t_B=16\ \text{روز}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۰۵ **گام اول:** کوتاه‌ترین طول موجی که الکترون تابش می‌کند تا به مدار n برسد، برابر با $\frac{8}{5}\mu m$ است. n را به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{\lambda_{min}}=R\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{\infty^2}\right)=\frac{R}{n^2} \xrightarrow{\lambda_{min}=\frac{8000}{5}\,nm} \frac{1}{\frac{8000}{5}}=\frac{0/01}{n^2} \Rightarrow n^2=\frac{80}{5}=16 \Rightarrow n=4$$

گام دوم: بلندترین طول موجی (λ_{max}) که الکترون تابش می‌کند تا به مدار $n'=n-2=4-2=2$ برسد را به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{\lambda_{max}}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+1)^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}}=R\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right) \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\lambda_{max}}=\frac{1}{100}\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{9}\right)=\frac{1}{100}\left(\frac{9-4}{4\times9}\right)=\frac{5}{100\times36}$$

$$\Rightarrow \lambda_{max}=\frac{3600}{5}\,nm=\frac{3/6}{5}\,\mu m=\frac{36}{50}\,\mu m=\frac{18}{25}\,\mu m$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۶ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** تعداد هسته‌های واپاشی‌شده در یک ساعت اول را به دست می‌آوریم و طبق فرض سؤال آن را N_1 در نظر می‌گیریم:

$$N_1 = N_0 - \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow[t=1h]{n=\frac{t}{T}=\frac{1}{T}} N_1 = N_0 - \frac{N_0}{2^{\frac{1}{T}}}$$

گام دوم: تعداد هسته‌های باقی‌مانده را پس از ۲ ساعت به دست می‌آوریم و طبق فرض سؤال آن را N_2 در نظر می‌گیریم:

$$N_2 = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow[t=2h]{n=\frac{t}{T}=\frac{2}{T}} N_2 = \frac{N_0}{2^{\frac{2}{T}}}$$

گام سوم: نسبت N_1 به N_2 برابر ۱۲ است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{N_1}{N_2} = 12 \Rightarrow \frac{N_0 - \frac{N_0}{2^{\frac{1}{T}}}}{\frac{N_0}{2^{\frac{2}{T}}}} = 12 \Rightarrow \frac{1 - \frac{1}{2^{\frac{1}{T}}}}{\frac{1}{2^{\frac{2}{T}}}} = 12$$

$$\Rightarrow \frac{1 - 2^{-\frac{1}{T}}}{2^{-\frac{2}{T}}} = 2^{\frac{2}{T}} - 2^{\frac{1}{T}} = 12 \xrightarrow{2^{\frac{1}{T}} \text{را } x \text{ فرض می‌کنیم.}} x^2 - x = 12$$

$$\Rightarrow x^2 - x - 12 = 0 \Rightarrow x = 4 \text{ ق ق} \,,\, x = -3 \text{ غ ق ق} \Rightarrow 2^{\frac{1}{T}} = 4 \Rightarrow \frac{1}{T} = 2 \Rightarrow$$

$$T = 0/5\,h = 30\,min$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۰۷ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** در اثر واپاشی هستهٔ $^{237}_{93}Np$، سه ذرهٔ α و یک ذرهٔ β^- تابش می‌شود. معادلهٔ واپاشی به صورت زیر است. عدد اتمی و جرمی هستهٔ دختر را مشخص می‌کنیم:

$$\underbrace{^{237}_{93}Np}_{\text{هستهٔ مادر}} \rightarrow 3(^4_2\alpha) + {}^0_{-1}\beta + \underbrace{^A_Z Y}_{\text{هستهٔ دختر}}$$

$$237 = 3(4) + 0 + A \Rightarrow A = 225$$

$$93 = 3(2) - 1 + Z \Rightarrow Z = 88$$

گام دوم: اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ دختر $(^{225}_{88}Y)$ را به دست می‌آوریم:

$Z = 88 \Rightarrow$ تعداد پروتون‌ها

$N = A - Z = 225 - 88 = 137 \Rightarrow$ تعداد نوترون‌ها

$$\underbrace{N - Z}_{\text{اختلاف تعداد نوترون‌ها و تعداد پروتون‌ها}} = 137 - 88 = 49$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۰۸ **پاسخ تشریحی** نارسایی دوم مدل اتمی بور، همان ۴ است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۰۹ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** توان متوسط تابش خورشید به ناحیه‌ای به مساحت $A = ۸۰\,cm^۲$ از سطح زمین را به کمک رابطهٔ $I = \frac{P_{av}}{A}$ به دست می‌آوریم:

$$P_{av} = IA = (۳۰۰\frac{W}{m^۲})(۸۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲) = ۲/۴\,W$$

گام دوم: انرژی تابش‌شده در مدت‌زمان $۱min$ را طبق رابطهٔ $E = P_{av}t$ به دست می‌آوریم.

$$E = P_{av}t = ۲/۴\times۶۰ = ۱۴۴J$$

گام سوم: تعداد فوتون‌های تابش‌شده را از نسبت انرژی به‌دست‌آمده به انرژی یک فوتون به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{E_{کل}}{E_{فوتون}} = \frac{E_{کل}}{\frac{hc}{\lambda}} = \frac{۱۴۴}{\frac{۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}{۶۰۰\times۱۰^{-۹}}} = \frac{۱۴۴}{۳\times۱۰^{-۱۹}} = ۴/۸\times۱۰^{۲۰}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** اینشتین در نظریهٔ فوتوالکتریکی خود نشان داد که انرژی هر فوتون از رابطهٔ $E = \frac{hc}{\lambda}$ به دست می‌آید. بنابراین یکای hc در SI معادل است با:

$$[E] = \frac{[hc]}{[\lambda]} \Rightarrow J = \frac{[hc]}{m} \Rightarrow [hc] = J.m$$

گام دوم: R ثابت ریدبرگ، تقریباً برابر با $۰/۰۱(nm)^{-۱}$ است. بنابراین یکای آن در SI معادل است با:

$$R = ۰/۰۱(nm)^{-۱} \Rightarrow [R] = \frac{۱}{m}$$

گام سوم: خواستهٔ سؤال یکای ژول است که با حاصل‌ضرب hc در R به دست می‌آید.

$$[hc]\times[R] = J.m\times\frac{۱}{m} = J$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۱ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** گسترهٔ طول‌موج‌های رشتهٔ پاشن $(n' = ۳)$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{۴^۲}) = R(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}) = \frac{۷R}{۹\times۱۶} \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۹\times۱۶}{۷R}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty^۲}) = R(\frac{۱}{۹} - ۰) = \frac{R}{۹} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۹}{R}$$

$$\text{گسترهٔ طول‌موج‌های رشتهٔ پاشن} = \lambda_{max} - \lambda_{min} = \frac{۹\times۱۶}{۷R} - \frac{۹}{R} = \frac{۸۱}{۷R}$$

گام دوم: گسترهٔ طول‌موج‌های رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲}) = R(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}) = \frac{۵R}{۳۶} \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۳۶}{۵R}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{\infty^۲}) = R(\frac{۱}{۴} - ۰) = \frac{R}{۴} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۴}{R}$$

$$\text{گسترهٔ طول‌موج‌های رشتهٔ بالمر} = \lambda_{max} - \lambda_{min} = \frac{۳۶}{۵R} - \frac{۴}{R} = \frac{۱۶}{۵R}$$

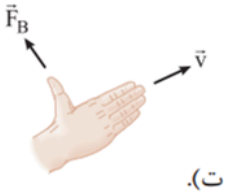
گام سوم: نسبت گسترهٔ طول‌موج‌های رشتهٔ پاشن به رشتهٔ بالمر را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{گسترهٔ طول‌موج‌های رشتهٔ پاشن}}{\text{گسترهٔ طول‌موج‌های رشتهٔ بالمر}} = \frac{\frac{۸۱}{۷R}}{\frac{۱۶}{۵R}} = \frac{۵\times۸۱}{۷\times۱۶} = \frac{۴۰۵}{۱۱۲}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به کمک قاعدهٔ دست راست، علامت بار پرتو (۱) را تشخیص می‌دهیم. پرتو (۱) به سمت بالا منحرف شده است و مطابق شکل مقابل جهت نیروی مغناطیسی هم به سمت بالا هست. بنابراین بار پرتو (۱) مثبت است و مربوط به ذرهٔ α است.



از ذرات α در آشکارسازهای دود استفاده می‌شود و این واپاشی در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد. (درستی الف و ت).

گام دوم: مسیر (۲) مربوط به پرتو گاما (γ) است، چون در مسیر مستقیم و بدون انحراف از یک میدان مغناطیسی عبور کرده است که این موضوع نشان‌دهندهٔ بدون بار بودن آن است.

میزان نفوذپذیری پرتو γ از ذرات α و β بیشتر است. (نادرستی ب).

گام سوم: طبیعتاً مسیر (۳) مربوط به ذرهٔ β (الکترون) است، اما برای تشخیص آن هم مانند گام اول به کمک قاعدهٔ دست راست متوجه خواهیم شد مسیر حرکت مربوط به ذره‌ای با بار منفی است.

واپاشی ذرهٔ β، متداول‌ترین نوع واپاشی است. (نادرستی پ)

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۱۳ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** در حالت اول، سرب $(^{۲۰۷}_{۸۲}Pb)$ به عنوان هستهٔ دختر از واپاشی ذرهٔ α به وجود آمده است، بنابراین معادلهٔ واکنش آن به صورت مقابل است.

$$\underbrace{^{A}_{Z}X}_{\text{هستهٔ مادر}} \Rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + \underbrace{^{۲۰۷}_{۸۲}Pb}_{\text{هستهٔ دختر}} \Rightarrow A = ۲۰۷ + ۴ = ۲۱۱ , Z = ۲ + ۸۲ = ۸۴$$

تعداد نوترون‌های هستهٔ مادر را در این حالت به کمک رابطهٔ $A = Z + N$ به دست می‌آوریم:

$$A = Z + N \Rightarrow ۲۱۱ = ۸۴ + N \Rightarrow N = ۱۲۷$$

گام دوم: در حالت دوم، سرب $(^{۲۰۷}_{۸۲}Pb)$ به عنوان هستهٔ دختر از واپاشی ذره β^- به وجود آمده است، بنابراین معادلهٔ واکنش آن به صورت زیر است.

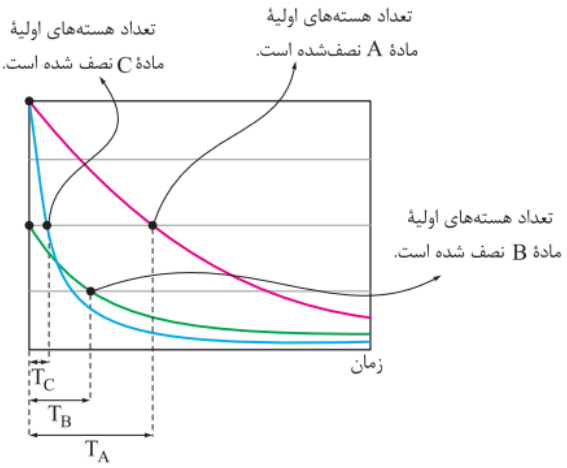
$$\underbrace{^{A'}_{Z'}Y}_{\text{هستهٔ مادر}} \Rightarrow {}^{۰}_{-۱}\beta + \underbrace{^{۲۰۷}_{۸۲}Pb}_{\text{هستهٔ دختر}} \Rightarrow A = ۲۰۷ + ۰ = ۲۰۷ , Z' = ۸۲ - ۱ = ۸۱$$

تعداد نوترون‌های هستهٔ مادر را در این حالت نیز به دست می‌آوریم: $A' = Z' + N' \Rightarrow ۲۰۷ = ۸۱ + N' \Rightarrow N' = ۱۲۶$

گام سوم: تعداد نوترون‌های هستهٔ مادر در حالت اول ۱۲۷ و در حالت دوم ۱۲۶ است، بنابراین اختلاف تعداد نوترون‌ها برابر ۱ است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۴ **پاسخ تشریحی** همان‌طورکه در شکل مشخص شده است، نیمه‌عمر مادهٔ A از B و B از C بزرگ‌تر است. $T_A > T_B > T_C$



(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۵ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** شمارهٔ مدار الکترون را به دست می‌آوریم که برابر با $n = ۲ + ۱ = ۳$ است.

گام دوم: گذاری که منجر به بیشترین بسامد گسیلی و بیشترین بسامد جذبی الکترون می‌شود را به دست می‌آوریم. بیشترین بسامد گسیلی، در اثر گذار به مدار $n = ۱$ است. از طرفی بیشترین بسامد جذبی، در اثر گذار به مدار $n = \infty$ است.

گام سوم: بیشترین بسامد گسیلی و بیشترین بسامد جذبی را برای الکترونی که در مدار $n = ۳$ است حساب می‌کنیم:

$$۳ \to ۱ : f_{\text{گسیلی}} = Rc(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۳^۲}) = \frac{۸}{۹}Rc$$

$$۳ \to \infty : f_{\text{جذبی}} = Rc(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty^۲}) = \frac{۱}{۹}Rc$$

گام چهارم: نسبت $\frac{f_{\text{گسیلی}}}{f_{\text{جذبی}}}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{f_{\text{گسیلی}}}{f_{\text{جذبی}}} = \frac{\frac{۸}{۹}Rc}{\frac{۱}{۹}Rc} = ۸$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۶ **پاسخ تشریحی** طبق معادلهٔ ریدبرگ داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \xrightarrow[R = ۰/۰۱(nm)^{-۱}]{\lambda = \frac{۸}{۱۵}\mu m = \frac{۸۰۰۰}{۱۵}nm} \frac{۱۵}{۸۰۰۰} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$

$$\Rightarrow \frac{۱۵}{۸۰} = (\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \underbrace{\frac{۳}{۱۶}}_{\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶}} = \frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲} \Rightarrow \begin{cases} n'^۲ = ۴ \Rightarrow n' = ۲ \to \text{رشتهٔ بالمر} \\ n^۲ = ۱۶ \Rightarrow n = ۴ \end{cases}$$

$$\text{شمارهٔ خط} = n - n' \Rightarrow \text{شمارهٔ خط} = ۴ - ۲ = ۲$$

بنابراین طول موج $\frac{۸}{۱۵}\mu m$ مربوط به دومین خط رشتهٔ بالمر است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۷ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا باید ببینیم در لحظات $t_۱$ و $t_۲$ چند نیمه‌عمر سپری شده است.

$$n_۱ = \frac{t_۱}{\frac{T_۱}{۲}} \xrightarrow[\frac{T_۱}{۲} = ۲\,min]{t_۱ = ۶\,min} n_۱ = \frac{۶}{۲} = ۳$$

$$n_۲ = \frac{t_۲}{\frac{T_۱}{۲}} \xrightarrow[\frac{T_۱}{۲} = ۲\,min]{t_۲ = ۱۰\,min} n_۲ = \frac{۱۰}{۲} = ۵$$

گام دوم: درصد نمونهٔ باقی‌مانده در لحظات $t_۱$ و $t_۲$ را حساب می‌کنیم.

$$\text{درصد باقی‌مانده در } t_۱ = \frac{۱۰۰}{۲^{n_۱}} = \frac{۱۰۰}{۲^۳} = \frac{۱۰۰}{۸} = ٪۱۲/۵$$

$$\text{درصد باقی‌مانده در } t_۲ = \frac{۱۰۰}{۲^{n_۲}} = \frac{۱۰۰}{۲^۵} = \frac{۱۰۰}{۳۲} = ٪۳/۱۲۵$$

گام سوم: درصد واپاشیده‌شده از $t_۱$ تا $t_۲$ را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد واپاشیده شده از } t_۱ \text{ تا } t_۲ = \text{درصد باقی‌مانده در } t_۱ - \text{درصد باقی‌مانده در } t_۲ = ۱۲/۵ - ۳/۱۲۵ = ٪۹/۳۷۵$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۸ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** نسبت بسامد A به بسامد B را به دست می‌آوریم:

$$E_{\text{فوتون}} = hf \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{f_A}{f_B} \xrightarrow{E_A = E_B - \frac{۲۰}{۱۰۰}E_B = ۰/۸E_B} \frac{f_A}{f_B} = \frac{۰/۸E_B}{E_B} = ۰/۸$$

گام دوم: بسامد A را حساب می‌کنیم:

$$f_B - f_A = ۱۰^۳ \text{THz} \xrightarrow{۱\text{THz}=۱۰^{۱۲}\text{Hz}} f_B - f_A = ۱۰^۳ \times ۱۰^{۱۲} = ۱۰^{۱۵}\text{Hz} \xrightarrow{f_A = ۰/۸f_B} f_B - ۰/۸f_B = ۱۰^{۱۵}$$

$$\Rightarrow ۰/۲f_B = ۱۰^{۱۵} \Rightarrow f_B = ۵ \times ۱۰^{۱۵}\text{Hz} \xrightarrow{f_A = ۰/۸f_B} f_A = ۰/۸ \times ۵ \times ۱۰^{۱۵} = ۴ \times ۱۰^{۱۵}\text{Hz}$$

گام سوم: طول موج A را حساب می‌کنیم. طبق رابطهٔ زیر داریم:

$$\lambda = \frac{c}{f} \xrightarrow[f_A = ۴\times۱۰^{۱۵}\text{Hz}]{c = ۳\times۱۰^۸\ \text{m/s}} \lambda_A = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۴ \times ۱۰^{۱۵}} = ۰/۷۵ \times ۱۰^{-۷}\ \text{m} \times \frac{۱\ \text{nm}}{۱۰^{-۹}\ \text{m}} = ۷۵\ \text{nm}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۹ **پاسخ تشریحی** طبق درس‌نامهٔ بالا می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۱)^۲}\right) \xrightarrow[R = ۰/۰۱(\text{nm})^{-۱}]{\lambda_{max} = \frac{۴۰}{۹}\mu\text{m} = \frac{۴۰۰۰۰}{۹}\text{nm}} \frac{۱}{\frac{۴۰۰۰۰}{۹}} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۱)^۲}\right)$$

با توجه به این‌که طول موج تابشی در ناحیهٔ فروسرخ است، باید $n' > ۲$ باشد.

$$\frac{۹}{۴۰۰} = \frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{(n'+۱)^۲} \xrightarrow{\text{مقادیر } n' \text{ها } (n'>۲) \text{ را چک می‌کنیم.}} \begin{cases} n' = ۳ \Rightarrow \frac{۹}{۴۰۰} \neq \frac{۷}{۱۴۴} & \times \\ n' = ۴ \Rightarrow \frac{۹}{۴۰۰} = \frac{۹}{۴۰۰} & \checkmark \end{cases}$$

حالا طبق رابطهٔ مقابل داریم:

$$r_n = n^۲ a_۰ \Rightarrow r_{n'} = n'^۲ . a_۰ = ۱۶a_۰$$

بنابراین شعاع n'، ۱۶ برابر شعاع بور است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** معادلهٔ واپاشی را برای واکنش مورد نظر می‌نویسیم:

$${}^{A}_{Z}X \Rightarrow {}^{A'}_{Z'}Y + {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{۰}_{-۱}\beta^+$$

گام دوم: از روی موازنهٔ عدد جرمی و عدد اتمی، رابطهٔ A با A' و Z با Z' را به دست می‌آوریم:

موازنهٔ عدد جرمی: $A = A' + ۲(۴) + ۴(۰) = A' + ۸$

موازنهٔ عدد اتمی: $Z = Z' + ۲(۲) + ۴(۱) = Z' + ۴ + ۴ = Z' + ۸$

گام سوم: اختلاف تعداد پروتون‌ها و تعداد نوترون‌های هستهٔ جدید را به دست می‌آوریم:

$$A = A' + ۸ \xrightarrow[A' = Z' + N']{A = Z + N} Z + N = Z' + N' + ۸ \xrightarrow{N = Z} ۲Z = Z' + N' + ۸$$

$$\xrightarrow{Z = Z' + ۸} ۲(Z' + ۸) = Z' + N' + ۸ \Rightarrow ۲Z' + ۱۶ = Z' + N' + ۸ \Rightarrow Z' + ۸ = N' \Rightarrow N' - Z' = ۸$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۱

$$E=nh\frac{c}{\lambda}\quad \frac{E=Ra\times P\times t}{\text{۴۰٪ انرژی به صفحه می‌رسد}}\quad \xrightarrow[c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}]{۲min=۱۲۰s} ۴\times۱۰^{-۱}\times۹۰\times۱۲۰=n\times۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۴۴۰\times۱۰^{-۹}}$$

$$n=۹۶۰\times۱۰^{۱۹}=۹۶\times۱۰^{۲۰}$$

$$A=۴\pi r^{۲}=۱۲\times۹=۱۰۸m^{۲}$$ به $۱۰۸m^{۲}$، ۹۶×۱۰^{۲۰} فوتون می تابد

$$\frac{۷۲۰\times۱۰^{-۴}}{۱۰۸}\times۹۶\times۱۰^{۲۰}=۶۴۰\times۱۰^{۱۶}=۶۴\times۱۰^{۱۷}$$ پس به $۷۲۰cm^{۲}$ در همان فاصله

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۲۲

$$\frac{-E_R}{۲۵}=\frac{-E_R}{n^{۲}}\rightarrow n=۵$$ پس به تراز پنجم رفته است

$$\rightarrow \frac{n(n-۱)}{۲}=\frac{۵(۴)}{۲}$$ از تراز ۵ چند نوع فوتون می تواند گسیل کند؟ ده نوع فوتون

$$\text{بیشترین طول موج}\rightarrow\text{انرژی کمتر}\rightarrow\text{از ۵ به ۴}\rightarrow\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)\rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}\times\left(\frac{۱}{۴^{۲}}-\frac{۱}{۵^{۲}}\right)\rightarrow\lambda=\frac{۴۰۰۰۰}{۹}nm$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۳

$$n\rightarrow\text{نوع فوتون ۳}\rightarrow\frac{n(n-۱)}{۲}=۳\rightarrow n=۳\rightarrow E_۳=\frac{-۱۳/۶}{۹}=-۱/۵eV$$

$$\Delta E=E_{n'}-E_n=E_{n'}-(-۱/۵)=E_{n'}+۱/۵=۰/۶۵\rightarrow E_{n'}=-۰/۸۵=\frac{-۱۳/۶}{n'^{۲}}\rightarrow n'^{۲}=۱۶\rightarrow n'=۴$$

تراز دوم $\Rightarrow$ بالمر $\quad C=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)\xrightarrow{\frac{c}{\lambda}=f}\frac{c}{\lambda}=Rc\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)\Rightarrow f=\frac{۱}{۱۰۰}\times۱۰^{+۹}\times۳\times۱۰^{۸}\times\left(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۴^{۲}}\right)=\frac{۹}{۱۶}\times۱۰^{۱۵}Hz$$

$$=۵/۶۲۵\times۱۰^{۸}MHz=۵/۶۲۵\times۱۰^{۱۴}Hz$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۴ گزینهٔ ۳

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۲۵ موارد ب و پ جزو نارسایی های مدل اتمی بور هستند.

الف) مدل اتمی بور قادر به محاسبهٔ انرژی یونش اتم های هیدروژن گونه است.

ت) مدل اتمی بور گسسته بودن طیف جذبی و گسیلی اتم هیدروژن را توجیه کرد.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۶ در ابتدا جرم ماده اوّلیه رو به دست می آوریم.

$$M=\frac{M_{\circ}}{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}\xrightarrow[M=M_{\circ}-126]{t=24h\,,\,T_{\frac{1}{2}}=4h}$$

(رادیواکتیو باقی‌مانده: M، رادیواکتیو اولیه: $M_{\circ}$)

$$M_{\circ}-126=\frac{M_{\circ}}{2^{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}}\rightarrow M_{\circ}-126=\frac{M_{\circ}}{2^{6}}\qquad M_{\circ}-126=\frac{1}{64}M_{\circ}\rightarrow M_{\circ}=128gr$$

$$M'=\frac{M_{\circ}}{n}\xrightarrow{n=\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}0/5=\frac{128}{2^{n}}\rightarrow 2^{n}=256\rightarrow n=8\qquad \frac{t}{4}=8\rightarrow 32h$$

$$\left[(Z+N)\times 1/6-10/2\right]=1\rightarrow (Z+N)\times 1/6=11/2$$

(ماروِل ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۷

$$P=\frac{\text{بازدهی ۱۰ درصداست}}{\text{چون ۹۰ درصد جذب محیط می‌شود}}\rightarrow \frac{10}{100}\times P=\frac{E}{t}\xrightarrow[t=2min=120s]{P=80}E=\frac{10}{100}\times 80\times 120$$

$$E=nh\frac{c}{\lambda}\xrightarrow[C=3\times 10^{8}m/s]{C=3\times 10^{5}km/s}E=n\times 6/6\times 10^{-34}\times\frac{3\times 10^{8}}{198\times 10^{-10}}$$

$$\frac{10}{100}\times 80\times 120=n\times 6/6\times 10^{-34}\times\frac{3\times 10^{8}}{198\times 10^{-10}}$$

$$n=960\times 10^{17}=9/6\times 10^{19}$$

(ماروِل ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۸

از ۶ به ۲ کمترین طول موج مرئی رشتهٔ بالمر $\Rightarrow \frac{1}{\lambda_1}=R(\frac{1}{2^{2}}-\frac{1}{n^{2}})\Rightarrow \frac{1}{\lambda_1}=\frac{1}{100}(\frac{1}{2^{2}}-\frac{1}{6^{2}})\Rightarrow \lambda_1=450nm$

از ۴ به ۳ بلندترین طول موج رشتهٔ پاشن $\Rightarrow \frac{1}{\lambda_2}=R(\frac{1}{n'^{2}}-\frac{1}{n^{2}})\Rightarrow \frac{1}{\lambda_2}=\frac{1}{100}(\frac{1}{3^{2}}-\frac{1}{4^{2}})\Rightarrow \lambda_2=\frac{14400}{7}nm$

$$\lambda_2-\lambda_1=\frac{14400}{7}-450=\frac{14400-3150}{7}=\frac{11250}{7}nm$$

(ماروِل ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۹

$$\text{جرم باقی‌مانده} = \frac{۱}{۲^{\frac{t}{T}}} \text{ جرم اولیه}$$

$$\underbrace{m_A \times \frac{۱}{۲^{\frac{t}{T_A}}}}_{\text{جرم باقی‌مانده A}} = \underbrace{m_B \times \frac{۱}{۲^{\frac{t}{T_B}}}}_{\text{جرم باقی‌مانده B}} \xrightarrow[m_A = ۴m_B]{T_A = ۸ ,\ T_B = ۱۲} ۴m_B \times \frac{۱}{۲^{\frac{t}{۸}}} = m_B \times \frac{۱}{۲^{\frac{t}{۱۲}}}$$

$$۴ \times \frac{۱}{۲^{\frac{t}{۸}}} = \frac{۱}{۲^{\frac{t}{۱۲}}} \Rightarrow \underbrace{۴}_{۲^۲} \times ۲^{\frac{t}{۱۲}} = ۲^{\frac{t}{۸}} \Rightarrow ۲^{\frac{t}{۱۲}+۲} = ۲^{\frac{t}{۸}}$$

$$\frac{t}{۱۲} + ۲ = \frac{t}{۸} \rightarrow t = ۴۸$$

$$T_B = ۱۲ \Rightarrow B \text{ جرم باقی‌مانده} = \frac{۱}{۲^{\frac{۴۸}{۱۲}}} \times m_B = \frac{۱}{۱۶} m_B \Rightarrow \frac{۱۵}{۱۶} m_B \text{ متلاشی‌شده}$$

$$\Rightarrow \frac{۱۵}{۱۶} \times ۱۰۰ = ۹۳ / ۷۵٪ \text{ متلاشی‌شده}$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۳۰ مدل اتمی بور، یک مدل سیاره‌ای است و (الف) نادرست است.

مدل اتمی رادرفورد، یک مدل کلاسیکی است و مورد (ب) نادرست است.

مدل اتمی بور، طیف گسسته اتمی را توجیه می‌کند و مورد (ج) صحیح است.

مدل اتمی بور یک مدل کلاسیکی است و مورد (د) نادرست است.

در مدل اتمی بور با افزایش شمار ترازها، اختلاف فاصلهٔ شعاع‌ها افزایش می‌یابد و مورد (ه) نادرست است.

$$r_n = n^۲ r_۱$$

$$\begin{cases} r_۱ = ۰ \\ r_۲ = ۴r_۱ \end{cases} \rightarrow \Delta r_{۲۱} = ۳r_۱$$

$$r_۳ = ۹r_۱ \rightarrow \Delta r_{۳۲} = ۵r_۱$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۱ مجموع اعداد اتمی و جرمی در دو طرف واکنش برابر است.

$$A = ۸ + D + A - ۱۱ \Rightarrow D = ۳$$

$$Z = ۴ + C + Z - ۷ \Rightarrow Z = ۳$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۲ ابتدا جرم ماده رادیوکتیویته اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} m = \frac{m_0}{2^{\frac{t_1}{T}}} \\ m_0 - 252 = \frac{m_0}{2^6} \rightarrow m_0 - 252 = \frac{1}{64} m_0 \end{cases}$$

$$\frac{63}{64} m_0 = 252 \rightarrow m_0 = 256 gr$$

مرحله دوم، جرم رادیواکتیویته باقی‌مانده در مدت ۲ شبانه‌روز را محاسبه می‌کنیم:

$$m = \frac{m_0}{2^{\frac{t_2}{T}}} = \frac{256}{2^{\frac{48}{4}}} = \frac{256}{2^{12}} = \frac{1}{16} gr$$

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۳ کمترین انرژی فوتون رشتهٔ لیمان $E_{2\rightarrow1}$

دومین خط رشته بالمر $E_{4\rightarrow2}$

$$\frac{E_{2\rightarrow1}}{E_{4\rightarrow2}} = \frac{\frac{hc}{\lambda_{2\rightarrow1}}}{\frac{hc}{\lambda_{4\rightarrow2}}} = \frac{\frac{1}{\lambda_{2\rightarrow1}}}{\frac{1}{\lambda_{4\rightarrow2}}} = \frac{R(\frac{1}{1} - \frac{1}{4})}{R(\frac{1}{4} - \frac{1}{16})} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{16}} = 4$$

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۴ الف) درست

ب) نادرست ـ ویژگی گسیل خودبه‌خود است.

ج) نادرست ـ خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های آن تعیین می‌کند.

د) نادرست ـ همهٔ اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی نشر می‌کنند.

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۵ تنها پرتوزایی ای که عدد جرمی تغییر می کند پرتوزایی به همراه گسیل ذرّه آلفاست که عدد جرمی را چهار واحد کاهش می دهد پس دو ذرّهٔ آلفا تابش می شود و در این حین عدد اتمی نیز ۴ واحد کاسته می شود پس باید دو ذرّهٔ پوزیترون نیز تابش کند که عدد اتمی در کل ۶ واحد کاسته شده باشد. و چون در گزینه ها وجود ندارد پس گزینه ای درست است به تعداد مساوی الکترون و پوزیترون به آن اضافه شود که گزینه ۴ صحیح است.

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۶ هر گسیل α عدد جرمی را ۴ واحد و عدد اتمی را ۲ واحد کاهش می‌دهد. هر گسیل β^- عدد اتمی را ۱ واحد افزایش می‌دهد اما عدد جرمی را تغییر نمی‌دهد. تقدم و تأخر گسیل‌ها مهم نیست. در نتیجه ۵ گسیل α و ۴ گسیل β^-، در مجموع باید عدد جرمی را ۲۰ واحد و عدد اتمی را ۶ واحد کاهش دهند.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۳۷ فرض کنید الکترون در اتم هیدروژن از لایه n به لایه n' برود و طول موج λ_1 را گسیل کند، سپس از لایه n' به لایه n'' برود و طول موج λ_2 را گسیل کند. در این صورت اگر مستقیماً از لایه n به لایه n'' برود، طول موج λ_3 گسیل می‌شود که داریم:

$$\Delta E_{n\to n''} = \Delta E_{n\to n'} + \Delta E_{n'\to n''} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_3} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۳۸ به دو سر حباب مهتابی، ولتاژ بالای متناوب اعمال می‌شود. در مدت زمان برقراری ولتاژ با دامنه بالا، الکترون‌ها به ترازهای بالاتر رفته و وقتی دامنه ولتاژ پایین یا صفر است، به حالت پایه برمی‌گردند و موج الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند. با توجه به این که نور مهتابی به همه طرف گسیل می‌شود، معلوم است که الکترون‌ها در جهت‌های کاتورهای پرتو گسیل می‌کنند و این نشانه گسیل خود به خودی است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۳۹ در گام اول تعداد کل فوتون‌های تابش شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{کل } n = \frac{R_a p.t}{hf} = \frac{۸\times۱۰^{-۲}\times۴۰۰\times۶۰}{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۱۰۰۰\times۱۰^{۱۲}} = ۳\times۱۰^{۲۱}$$

$$\text{فوتون } n = \frac{۲\pi r^۲}{۴\pi R^۲}\times \text{کل } n = \frac{۱}{۲}\times\left(\frac{۱۰^{-۳}}{۱۰^{۳}}\right)^۲ \times ۳\times۱۰^{۲۱} = ۱/۵\times۱۰^{۹}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۲۴۰

$$\frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{\infty}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{9}{R}$$

$$\frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{(n_{L+1})^2}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{144}{7R}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{144}{7R} - \frac{9}{R}}{\frac{9}{R}} = \frac{\frac{81}{7}}{9} = \frac{9}{7}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۴۱ طول موج گسیلی برای رشتهٔ لیمان از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

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

بلندترین طول موج این رشته مربوط به گذار الکترون از تراز $n = 2$ به تراز $n' = 1$ است.

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

$$\frac{\lambda}{\lambda_{max}} = \frac{\frac{1}{R\left(1-\frac{1}{n^2}\right)}}{\frac{4}{3R}} = \frac{3}{4}\frac{1}{\left(1-\frac{1}{n^2}\right)} \xrightarrow{\frac{\lambda}{\lambda_{max}} = \frac{4}{5}} \frac{4}{5} = \frac{3}{4}\frac{n^2}{n^2-1} \Rightarrow \frac{16}{15} = \frac{n^2}{n^2-1}$$

$$\Rightarrow n^2 = 16 \xrightarrow{r_n = r_0 n^2} r_n = 16 r_0$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۲ معادلهٔ واپاشی را می‌نویسیم. داریم:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-16}_{Z-5}Y + a\,{}^{4}_{2}He + b\,{}^{0}_{-1}\beta$$

$$\rightarrow \begin{cases} A = A - 16 + 4a \Rightarrow a = 4 \\ Z = Z - 5 + 2a - b \Rightarrow b = 3 \end{cases}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۴۳ مدل اتمی بور نمی‌تواند متفاوت‌بودن شدت خط‌های طیف گاز هیدروژن را توضیح دهد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۴۴ خطوط رشتهٔ لیمان در محدودهٔ فرابنفش و خطوط رشتهٔ بالمر در محدودهٔ فرابنفش و مرئی است. هر چه فاصلهٔ دو تراز انرژی بیش‌تر باشد طول‌موج گسیلی کوتاه‌تر است. بنابراین کوتاه‌ترین طول‌موج فرابنفش در اتم هیدروژن مربوط به گسیل الکترون از تراز $n=\infty$ به تراز $n'=1$ است. کوتاه‌ترین طول موج در هر رشتهٔ مربوط به حالتی است که الکترون از تراز $n=\infty$ به تراز n' مربوط با آن رشته جابه‌جا شود. خطوط رشته‌های پاشن، براکت و پفوند در محدودهٔ فروسرخ هستند بنابراین کوتاه‌ترین طول‌موج مربوط به رشتهٔ پاشن است.

کوتاه‌ترین طول موج فروسرخ $(n'=3\ ,\ n=\infty)$

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

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = \frac{R}{9} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{9}{R} = \frac{9}{0.01} \Rightarrow \lambda_1 = 900\,nm$$

کوتاه‌ترین طول موج فرابنفش $(n'=1\ ,\ n=\infty)$

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

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = R \Rightarrow \lambda_2 = \frac{1}{R} = \frac{1}{0.01} \Rightarrow \lambda_2 = 100\,nm$$

$$\lambda_1 - \lambda_2 = 900 - 100 = 800\,nm$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۴۵ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: کاستی جرم هسته در هسته‌های سبک بیشتر است.

گزینهٔ «۳»: اساس کار لیزر گسیل القایی یا تحریک شده است.

گزینهٔ «۴»: پس از سه نیمه‌عمر $\frac{1}{8}$ از هسته‌های پرتوزای اولیه باقی می‌ماند و $\frac{7}{8}$ آن واپاشیده می‌شود. (N: تعداد هسته‌های باقی‌مانده $N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{1}{8}N_0$)

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۴۶

$$A\begin{cases} \lambda_A = 600\,nm \\ P_A = 50\,W \end{cases}$$

$$B\begin{cases} \lambda_B = 400\,nm \\ p_B = 80\,W \end{cases}$$

$$E = n\,hf \rightarrow Pt = nh\frac{C}{\lambda} \rightarrow n = \frac{Pt\lambda}{hC}$$

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{P_A}{P_B} \times \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{50}{80} \times \frac{600}{400}$$

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{30}{32} = \frac{15}{16}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۷ ابتدا اختلاف تعداد پروتون‌های Y و X که اختلاف بار هسته را ایجاد کرده است، تعیین می‌کنیم:

$$Z_X - Z_Y = \frac{q}{e} = \frac{۸\times۱۰^{-۱۹}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۵$$

چون تعداد نوترون‌های هستهٔ Y، ۱ واحد بیشتر از X است پس در مجموع عدد جرمی هستهٔ Y، ۴ واحد کمتر از عدد جرمی هستهٔ X و عدد اتمی آن ۵ واحد کمتر از هستهٔ X است. پس معادلهٔ واپاشی به‌صورت زیر است: (چون نمی‌دانیم نوع ذره بتای گسیلی چیست برای عدد اتمی آن ۱± می‌گذاریم)

$$\begin{matrix}{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۵}Y + M({}^{۴}_{۲}\alpha) + N({}^{۰}_{\pm۱}\beta)\\ \begin{cases} A = A - ۴ + M(۴) + N(۰) \Rightarrow M = ۱ \\ Z = Z - ۵ + M(۲) + N(\pm۱) \Rightarrow N(\pm۱) = +۳ \Rightarrow \begin{cases} N = ۳ \\ \beta^{+} \end{cases} \end{cases}\end{matrix}$$

بنابراین هسته ۳ ذره بتای مثبت گسیل کرده است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۴۸ ابتدا شدت تابشی لامپ در محل مردمک‌های چشم شخص را حساب می‌کنیم.

$$I = \frac{P}{۴\pi d^{۲}} = \frac{۶۴\times\frac{۵}{۱۰۰}\times\frac{۱۰}{۱۰۰}}{۴\pi\times(۱۰^{۲})^{۲}} = \frac{۸}{\pi}\times۱۰^{-۶}\ \frac{W}{m^{۲}}$$

حالا انرژی رسیده به مردمک‌های چشم شخص را برحسب ژول به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{P}{A} \Rightarrow \frac{۸}{\pi}\times۱۰^{-۶} = \frac{P}{۲(\pi(۱۰^{-۳})^{۲})} \Rightarrow P = ۱۶\times۱۰^{-۱۲}\ W$$

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow ۱۶\times۱۰^{-۱۲} = \frac{E}{۶۰} \Rightarrow E = ۹/۶\times۱۰^{-۱۰}\ J$$

در نهایت تعداد فوتون‌های رسیده به چشم شخص را حساب می‌کنیم:

$$E = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow ۹/۶\times۱۰^{-۱۰} = n\times\frac{۱۲۴۰}{۶۲۰}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۳\times۱۰^{۹}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۴۹ ابتدا کوتاه‌ترین طول موج رشته پاشن را به‌دست می‌آوریم. این طول موج مربوط به گذار الکترون از $n=\infty$ به $n'=3$ است. پس:

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

بنابر گفتهٔ طراح طول موج خواسته شده برابر با $\lambda'=\lambda-\frac{1100}{3}=\frac{1600}{3}nm$ است. (توجه کنید که طول موج تمام گذارها در رشتهٔ بالمر کوتاه‌تر از طول موج‌های رشته پاشن است.)

بنابراین:

$$\frac{1}{\lambda'}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{3}{1600}=\frac{1}{100}(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{4}-\frac{3}{16}=\frac{1}{n^2}\Rightarrow n=4$$

گذار از $n=4$ به $n'=2$، خط رشته بالمر است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵۰ در اثر فوتوالکتریک وقتی بسامد نور تابیده به فلز از بسامد آستانه فلز بیشتر است با افزایش شدت نور به خاطر اینکه تعداد فوتون‌ها افزایش می‌یابد تعداد فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد ولی چون هر الکترون فقط با یک نوترون برهم کنش دارد و انرژی فوتون‌ها ثابت است، انرژی جنبشی الکترون نمی‌تواند افزایش یابد. (بخشی از انرژی هر فوتون صرف جدا نمودن الکترون از سطح فلز می‌شود و باقی‌مانده انرژی فوتون صرف انرژی جنبشی الکترون می‌شود.)

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۵۱

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

$$-0/85=-\frac{13/6}{n^2}\rightarrow n^2=16\rightarrow n=4$$

$n=4$، سومین حالت برانگیخته محسوب می‌شود چرا که $n=1$ حالت پایه نام دارد و حالت برانگیخته محسوب نمی‌شود.

$$r=n^2a_0\rightarrow r=4^2\times5\times10^{-11}=8\times10^{-10}nm$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۵۲ در واپاشی β^+ یک پروتون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود به‌طوری که نوترون درون هسته باقی می‌ماند و پوزیترون (β^+) از هسته خارج می‌شود به این ترتیب از تعداد پروتون‌ها یک واحد کم و به تعداد نوترون‌ها یک واحد اضافه می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۳ کمترین بسامد فوتون گسیلی رشته با تراز مقصد n مربوط به گذار الکترون از $n+1$ به n است. طول موج را به دست می‌آوریم و سپس رابطهٔ ریدبرگ را می‌نویسیم:

$$\lambda=\frac{c}{f}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۶۷/۵\times۱۰^{۱۲}}=\frac{۱}{۲۲/۵}\times۱۰^{-۴}\,m=\frac{۱۰^{۵}}{۲۲/۵}nm$$

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n^{۲}}-\frac{۱}{(n+۱)^{۲}})\Rightarrow\frac{۲۲/۵}{۱۰^{۵}}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n^{۲}}-\frac{۱}{(n+۱)^{۲}})$$

$$\Rightarrow\frac{۲۲/۵}{۱۰۰۰}=\frac{۱}{n^{۲}}-\frac{۱}{(n+۱)^{۲}}$$

با جایگذاری گزینه‌ها $n=۴$ به دست می‌آید.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵۴ نیروی هسته‌ای کوتاه برد است و تنها بین نوکلئون‌های مجاور عملاً وجود دارد. این نیرو، نیروی قوی به حساب می‌آید.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۵۵ چون نسبت Y به x برابر ۱۵ است، نسبت x به کل هسته‌ها که همان هسته‌های اولیه x است به دست می‌آید:

$$\frac{X}{X_{۰}}=\frac{X}{X+Y}=\frac{X}{X+۱۵x}=\frac{۱}{۱۶}$$

حالا با استفاده از رابطهٔ نیمه عمر، تعداد نیمه عمرهای سپری شده و سپس زمان سپری شده را به دست می‌آوریم:

$$X=X_{۰}(\frac{۱}{۲})^{n}\Rightarrow\frac{X}{X_{۰}}=(\frac{۱}{۲})^{n}\Rightarrow\frac{۱}{۱۶}=(\frac{۱}{۲})^{n}\Rightarrow n=۴$$

$$n=\frac{\Delta t}{t_{\frac{۱}{۲}}}\Rightarrow۴=\frac{\Delta t}{۲۰}\Rightarrow\Delta t=۸۰\ \text{سال}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۵۶ **گزینه ۱ درست است.**

$$\frac{۱}{\lambda_{max}}=R_H(\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{۲^{۲}})=R_H(۱-\frac{۱}{۴})=R_H(\frac{۳}{۴})\rightarrow\lambda_{max}=\frac{۴}{۳R_H}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{min}}=R_H(\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{\infty^{۲}})=R_H\rightarrow\lambda_{min}=\frac{۱}{R_H}$$

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}}=\frac{\frac{۴}{۳}R_H}{R_H}=\frac{۴}{۳}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵۷ **گزینه ۳ درست است.**

متن کتاب درسی

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۵۸ **گزینه ۲ درست است.**

$$R_۴ = (۴)^۲ R_۱ = ۱۶ \times ۵ \times ۱۰^{-۱۱} = ۸۰ \times ۱۰^{-۱۱}\ m = ۸ \times ۱۰^{-۱۰} = ۸ \mathring{A}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۵۹ **گزینه ۴ درست است.**

در واپاشی α، ۴ نوکلئون از هسته خارج می‌شود. در واپاشی‌های β^- و γ تعداد نوکلئون‌ها تغییر نمی‌کند.

$$A' = ۲۴ - ۴ = ۲۰$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۰ **گزینه ۲ درست است.**

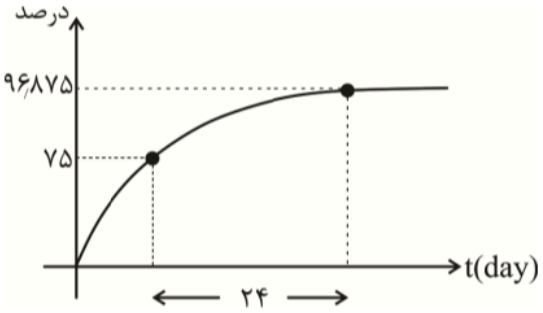
$$I = \frac{P}{۴\pi d^۲} = \frac{۶}{۴ \times ۳ \times ۱۰^۴} = ۵ \times ۱۰^{-۵}\ \frac{W}{m^۲}$$

ورودی به مردمک چشم $E = I.A.t = ۵ \times ۱۰^{-۵} \times ۴ \times ۱۰^{-۶} \times ۱ = ۲۰ \times ۱۰^{-۱۱} = ۲ \times ۱۰^{-۱۰}\ J$

$$n = \frac{E}{\frac{hc}{\lambda}} = \frac{۲ \times ۱۰^{-۱۰}}{\frac{۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^۸}{۴۵۰ \times ۱۰^{-۹}}} = ۵ \times ۱۰^۸$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۱ **گزینه ۲ درست است.**



درصد هسته‌های فعال: $۱۰۰ - ۷۵ = \%۲۵ = \frac{۱}{۴} \rightarrow n_۱ = ۲$

$$۱۰۰ - ۹۶٫۸۷۵ = \%۳٫۱۲۵ = \frac{۱}{۳۲} \rightarrow n_۲ = ۵$$

$$۳T = ۲۴ \rightarrow T = ۸\ day$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۶۲ **گزینه ۲ درست است.**

$$\text{خروجی در هر ثانیه } E = n\frac{hc}{\lambda} = ۲\times۱۰^{۱۸}\times\frac{۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}{۴۵۰\times۱۰^{-۹}} = ۰/۸J$$

$$\text{ورودی در هر ثانیه } E = Pt = ۵۰\times۱ = ۵۰J$$

$$Ra = \frac{۰/۸}{۵۰}\times۱۰۰ = \%۱/۶$$

(فصل ۴، دوازدهم)

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۳ **گزینه ۲ درست است.**

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۴ **گزینه ۳ درست است.**

$$n_۱ = ۵\begin{cases}۶\to۱\\۵\to۱\\۴\to۱\\۳\to۱\\۲\to۱\end{cases}\qquad n_۲ = ۶\begin{cases}۶\to۳\\۵\to۳\\۴\to۳\\۶\to۴\\۵\to۴\\۶\to۵\end{cases}\qquad \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{۶}{۵}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۶۵ **گزینه ۳ درست است.**

$$^{۲۳۷}_{۹۳}Np \to {}^{۲۲۵}_{۸۸}Ra + n^{۴}_{۲}\alpha + m\,{}^{۰}_{-۱}\beta$$

$$۲۳۷ = ۲۲۵ + ۴n \to ۴n = ۱۲ \to n = ۳$$

$$۹۳ = ۸۸ + ۲n - m \to m = ۱ \qquad m + n = ۴$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir